



EVALUACIÓN *IN VITRO* DE MICROINFILTRACIÓN EN  
RESTAURACIONES DE AMALGAMA CON TÉCNICA ADHESIVA Y  
AMALGAMA ADHESIVA

Trabajo de Investigación  
Requisito para Optar al  
Título de Cirujano-Dentista

Alumnas: Ana Richards Figueroa  
Loreto Navarrete Figueroa

Docente Guía: Prof. Dr. Oscar Steenbecker G.  
Cátedra Operatoria Dental

Valparaíso – Chile  
2011

## DEDICATORIAS

---

*Dedico con mucho cariño este trabajo:*

*A mi mamita linda, mi lela y mi tata quienes me aman y amo incondicionalmente, quienes me llevan de la mano, me recogen cuando caigo y me guían para seguir adelante por un buen camino. Porque me entienden y apoyaron en los tantos momentos difíciles que pasé, gracias por incentivarme a alcanzar mis metas, por madrugar conmigo, por todo su sacrificio y darlo todo por mí.*

*A Dios, por darme fuerza, inteligencia y perseverancia, para superar todos los obstáculos que se pusieron adelante.*

*A mi AJU querido, mis amigos del alma, por hacer más grato el proceso.*

**Ana Richards Figueroa**

*A mi mamá, Marisol por su entrega, cariño y apoyo durante este largo desafío, por el esfuerzo que realizó día a día para que yo cumpliera este sueño.*

**Loreto Navarrete Figueroa**

## AGRADECIMIENTOS

---

La realización de este seminario de tesis fue un proceso largo y que requirió, en muchas ocasiones, de la ayuda de distintas personas que, de forma desinteresada y cordial, nos colaboraron activamente:

En primer lugar, agradecemos a nuestro docente guía, **Dr. Oscar Steenbecker González**, por su apoyo permanente, preocupación, dedicación, orientación y buena voluntad con nosotras, su energía, conocimientos y consejos, convirtiéndose en un pilar fundamental en el desarrollo de este seminario de tesis.

A nuestro docente informante, **Dr. Juan Eduardo Onetto Calvo**, en especial queremos agradecerle por su tiempo, colaboración constante y disposición para facilitarnos herramientas y su propia experiencia.

Agradecemos también al **Dr. Christopher Riveros C.**, por sus valiosas ideas, correcciones y aportes a nuestra investigación.

Por su ayuda desinteresada agradecemos a la **Srta. Paulina Estay Cornejo**, su experiencia y conocimientos con el análisis de nuestras fotografías.

A **nuestras familias**, por siempre estar ahí para nosotras, financiar nuestro trabajo y alentarnos a seguir día a día, especialmente en las interminables noches de trabajo.

A los auxiliares de nuestra Facultad, a nuestros amigos, y a todos quienes aportaron con un granito de arena o una palabra de apoyo en el transcurso del desarrollo de nuestro trabajo y nuestra formación profesional ¡infinitas gracias!

*Anita y Loreto*

## ÍNDICE

---

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. ASPECTOS TEÓRICOS</b>	2
1. GENERALIDADES	2
2. AMALGAMA DENTAL	5
2.1. Conceptos Generales	5
2.2. Aleaciones de Amalgama	5
2.3. Propiedades de la Amalgama	7
2.4. Ventajas y Desventajas de la Amalgama	9
2.5. Diseño de la Cavidad	10
2.6. Técnica Convencional de Uso de la Amalgama Dental	14
3. MICROINFILTRACIÓN	15
3.1. Aspectos Generales	15
3.2. Microinfiltración en Amalgama	17
3.3. Métodos Para Medir Microinfiltración	18
4. ADHESIÓN	19
4.1. Conceptos Generales	19
4.2. Componentes Básicos de un Sistema Adhesivo	19
4.3. Formas de Adhesión	21
5. AMALGAMA CON TÉCNICA ADHESIVA	21
6. AMALGAMA ADHESIVA	22
6.1. Ventajas e Inconvenientes	23
<b>III. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN</b>	25
<b>IV. OBJETIVOS</b>	26
1. OBJETIVO GENERAL	26
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	27
1. DISEÑO DEL ESTUDIO	27
2. MUESTRA	27

3.	VARIABLES	27
3.1.	Presencia de Microinfiltración	27
3.2.	Longitud de Microinfiltración	28
3.3.	Nivel de Microinfiltración	29
4.	DEFINICION DE POBLACIÓN	30
4.1.	Población Objetivo	30
4.2.	Población en Estudio	30
5.	UNIDAD DE ESTUDIO	31
6.	PROCEDIMIENTO A REALIZAR	31
6.1.	Maniobras Previas	32
6.2.	Preparaciones Dentarias	33
6.3.	Protocolo de Restauración	34
6.4.	Protocolo de Pulido	41
6.5.	Termociclado	41
6.6.	Corte Dentario	42
6.7.	Informe de Deserciones	45
7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	45
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b>	47
1.	PRESENCIA DE MICROINFILTRACIÓN	47
2.	LONGITUD DE MICROINFILTRACIÓN	49
3.	NIVEL DE MICROINFILTRACIÓN	53
<b>VII.</b>	<b>DISCUSION</b>	56
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	60
<b>IX.</b>	<b>SUGERENCIAS</b>	61
<b>X.</b>	<b>RESUMEN</b>	62
<b>XI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	63
<b>ANEXOS</b>		67
1.	ANEXO 1: MATERIALES EMPLEADOS EN EL ESTUDIO	
2.	ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO POR ETAPAS	
3.	ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS DE LOS DIENTES CORTADOS	
4.	ANEXO 4: TABLAS DE DATOS	

## I. INTRODUCCIÓN

---

La caries, enfermedad infectocontagiosa que afecta los tejidos duros del diente, es un problema de salud pública a nivel global; puesto que, son altas las tasas de prevalencia e incidencia de dicha patología.

Su tratamiento, en manos de la Odontología Restauradora, se puede abordar de diversas formas, esto es gracias a la amplia gama de biomateriales dentales con los que se cuenta hoy día. Sin embargo, estas diversas formas, y los muchos protocolos para su manipulación, llevan a una controversia al odontólogo en cuanto al biomaterial a elegir y su técnica de aplicación.

Actualmente, los biomateriales más usados para efectuar restauraciones directas son las resinas compuestas, los cementos ionómeros vítreos y la amalgama, destacándose esta última por llevar varios siglos de uso, tener buenas propiedades fisicomecánicas, bajo costo, fácil manipulación, entre otras características que la convierten en el biomaterial restaurador con mayor trayectoria y de elección de muchos odontólogos.

La unión entre el biomaterial restaurador y el diente no es total, por lo cual todas las restauraciones, en mayor o menor grado, sufren el fenómeno de la microinfiltración marginal; con el advenimiento de la odontología adhesiva es posible sellar el medio interno y disminuir así ese defecto, es por ello que se han desarrollado técnicas de restauración incorporando el uso de sistemas adhesivos.

Nace así la **amalgama con técnica adhesiva**, que incorpora el uso de sistemas adhesivos como medio de protección para el complejo dentinopulpar, sellando túbulos dentinarios, lo que indirectamente llevaría a que se produzca una menor microinfiltración marginal; y la **amalgama adhesiva**, que combina las propiedades de las amalgamas con las de otros biomateriales restauradores con el objetivo de reducir la microinfiltración marginal.

Lo que determinamos en el presente trabajo de investigación, es cuál de las dos técnicas de restauración con amalgama antes mencionadas, presenta menos microinfiltración marginal. Para alcanzar nuestro principal objetivo se comparó en forma *In Vitro* ese defecto en restauraciones de *amalgama con técnica adhesiva* y restauraciones de *amalgama adhesiva*.

## II. ASPECTOS TEÓRICOS

---

La microinfiltración es un motivo de preocupación en Odontología Restauradora ya que se relaciona con alteraciones como sensibilidad pulpar y caries secundaria, lo que podría determinar, entre otros factores, el fracaso de las restauraciones.

Por otra parte, la industria de los biomateriales crece constantemente y se establecen nuevos protocolos de uso y técnicas restauradoras. En nuestro accionar clínico, como estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, utilizamos para restaurar dientes con amalgama la técnica adhesiva y la amalgama adhesiva, pero ¿Cuál de esas técnicas presenta menos microinfiltración marginal?

Dada la pregunta anterior se realizó una búsqueda de información en el sitio de U.S. National Library of Medicine, National Institutes of Health, PUBMED, utilizando términos MESH.

Nuestra primera estrategia de búsqueda consideró los términos **amalgam AND microleakage**. Se utilizó como límites: “*Species: Humans*”, “*Languages: English & Spanish*”. Como “Text Options: Abstracts” y se definió un rango de búsqueda de quince años, lo que arrojó un total de 268 *abstracts*, de los cuales nueve correspondían a artículos *Free Full Text* y cuatro, del total, eran *Review*.

Luego se buscó la combinación **microleakage AND bonded amalgam**, con los mismos límites de la búsqueda anterior, y arrojó un total de 38 *abstracts*, de los cuales dos correspondían a artículos *Free Full Text* y uno era un *Review*.

Además se buscó otros conceptos, haciendo más específica la búsqueda en PUBMED.

Toda la información encontrada fue revisada y complementada con libros que fueron sugeridos por el docente guía de la presente investigación.

### 1. GENERALIDADES

En Odontología una de las patologías de mayor prevalencia es la caries, por lo cual constantemente los investigadores en el área están buscando nuevas modalidades restauradoras, menos invasivas y más duraderas, para resolver de mejor forma este problema.

Es fundamentalmente la Odontología Restauradora, una rama de la Odontología moderna, la que se encarga de dar tratamiento a la caries, y en la mayoría de los casos esto implica remover el tejido dentario afectado y restaurar el diente con un

biomaterial que le permita recuperar forma y función.

Son aspectos esenciales de un tratamiento restaurador exitoso: el diagnóstico, los biomateriales empleados, la técnica operatoria y los controles y monitoreo del paciente (Maravankin, 2003).

El biomaterial restaurador ideal debe cumplir las siguientes funciones básicas (Dietchi & Spreafico R, 1998):

- Permitir el enfoque más conservador en el tallado de la cavidad.
- Restaurar de forma óptima la morfología y la resistencia mecánica original del diente para restablecer la función adecuada.
- Asegurar la adaptación externa e interna, y el sellado de la restauración para prevenir caries recurrentes, lesiones pulpares y sensibilidad dentinaria.
- Ser biocompatible con la estructura vital subyacente.
- Proporcionar una duración satisfactoria.

La forma de llevar los biomateriales a emplear a la boca pueden ser: en forma directa si son plásticos, como las amalgamas, ionómeros, compómeros y *composites*; o indirecta si son rígidos, como algunos metales, cerómeros o cerámicas, entre otros (Maravankin, 2003).

Los **Cementos Ionómeros Vítreos (CIV)**, conocidos como ionómeros, son un grupo de biomateriales que se basan en la reacción de un polvo de vidrio de silicato y un ácido. En sus principios pretendían ser una alternativa de restauración estética para dientes anteriores, pero debido principalmente a su adhesión a la estructura dentaria, su utilización se extendió a otras áreas: como agente cementante, sellador de surcos y fisuras, base cavitaria, entre otras (Shen, 2004).

Infantes y adultos mayores son los principales destinatarios de los ionómeros como restauradores, eso principalmente por la capacidad que tienen de remineralizar el diente y su compatibilidad biológica, la desventaja es tener una longevidad cuestionada (Edelberg, 2003).

Los ionómeros vítreos constituyen un importante grupo de biomateriales que actúan con notoria efectividad en diversas aplicaciones específicas de la odontología, para ello, sin embargo, es indispensable que se les manipule con especial cuidado y que se seleccionen apropiadamente para cada caso clínico. A pesar de sus muchas cualidades no podrán competir con las resinas compuestas como biomaterial de restauración estético, por su inestabilidad cromática y dificultad en mantener la forma anatómica (Edelberg, 2003).

Las resinas compuestas son un biomaterial correspondiente a una combinación de dos constituyentes: orgánico e inorgánico, químicamente diferentes, unidos entre sí por medio de un agente acoplante, para obtener un producto de características intermedias (Cabral et al., 1990).

Desde su presentación en el mercado odontológico, y a través del tiempo, las resinas compuestas han evolucionado lo suficiente como para transformarse de un biomaterial simple, presentado en un solo color denominado "universal", para llegar a estuches que incluyen una amplia gama de colores, consistencias y opacidades, entre otras características específicas (Maravankin, 2003).

Las cualidades estéticas de las restauraciones de resina compuesta van en detrimento de la demanda de restauraciones metálicas como: amalgamas, orificaciones e incrustaciones; lo cual ha contribuido en forma significativa al desarrollo y popularidad de estos materiales. Esa misma expectativa estética es la que muchas veces lleva al odontólogo a confundirse frente a la enorme variedad de estos productos existentes en el mercado (Maravankin, 2003).

En un estudio de envejecimiento *In Vitro* de materiales restauradores estéticos se demostró que las resinas compuestas resultaron menos susceptibles que los ionómeros vítreos modificados por resinas en la variable cambio de color, intensidad y matiz; no obstante, todos los materiales resultaron afectados (Maravankin, 2003), lo cual los llevaría a una pronta necesidad de recambio de la restauración.

Las propiedades clínicas de las restauraciones dentales se pueden valorar según su longevidad; la probabilidad de supervivencia de las restauraciones de dientes definitivos muestra que la amalgama alcanza los mayores niveles. La variabilidad mayor se da en las restauraciones de resina compuesta (Rawls & Esquivel, 2004).

La tasa global de supervivencia para resinas compuestas al cabo de 7 años fue del 67,4%; sólo el 64% de las restauraciones con ionómero de vidrio sobrevivieron más de 5 años. Las amalgamas presentaron una tasa global de supervivencia del 94,5% y sobre el 90% de las restauraciones con dicho biomaterial sobrevivieron más de 9 años (Rawls & Esquivel, 2004).

Es importante también considerar el tiempo clínico invertido en la realización de la restauración, el cual es significativamente mayor para las resinas compuestas y las incrustaciones intracoronarias, por lo tanto, el costo de la restauración, para el paciente, también es proporcionalmente mayor en el caso de estas últimas (Rawls & Esquivel, 2004).

En resumen, está claro que el uso clínico de amalgama ha sido mantenido en muchos países debido a su facilidad de uso, a su bajo costo relativo y las propiedades específicas de dicho biomaterial, las cuales serán presentadas más adelante. A pesar de la controversia en su uso, la amalgama continúa demostrando algunas características clínicas superiores en comparación con muchos de los

biomateriales de restauración disponibles de color similar al diente (Rawls & Esquivel, 2004).

## 2. AMALGAMA DENTAL

### 2.1. Conceptos Generales

La amalgama dental es un biomaterial metaloplástico de restauración directa. Se forma por la combinación de una aleación de plata, estaño, cobre y zinc con mercurio (Marshall et al., 2004). La masa obtenida se inserta en una preparación convenientemente realizada en un diente y, dentro de ella, adquiere estado sólido (Macchi, 2007).

La **American National Standards Institute (ANSI)** / **American Dental Association (ADA)** le otorgó la especificación número 1, que establece que las aleaciones para amalgama estén compuestas fundamentalmente por plata y estaño, plantea además que pueden encontrarse metales, como cobre, zinc, entre otros (Marshall et al., 2004).

Se describe su uso como biomaterial de restauración desde el año 650 AC, en China (Berry et al., 1998) y continúa hasta nuestros días. Las razones principalmente son su bajo costo, fácil manipulación, el carecer de vencimiento y además se describe que las obturaciones realizadas con amalgama tienen un gran período de duración, superior a 12 años (Mahler, 1997).

### 2.2. Aleaciones de Amalgama

Podemos clasificar las aleaciones de amalgama según su contenido de cobre, así según su porcentaje de este elemento las encontramos con bajo y con alto contenido. Esta diferencia se manifiesta en el desempeño clínico y mejores propiedades físicas de las últimas (Marshall et al., 2004; Berry et al., 1998).

La composición de las aleaciones convencionales, o con bajo contenido de cobre, para amalgama quedó establecida en al alrededor de 65-70% en peso de plata y 26-29% en peso de estaño (Uribe et al., 1990). Tan sólo se incorporaba un 3-5% de cobre para obtener resistencia más elevada y, en ocasiones, 1% de zinc para facilitar la fabricación de la aleación y su posterior manipulación (Macchi, 2007). Una proporción muy parecida a la recomendada por G. V. Black en 1896 (Marshall et al., 2004; Mahler, 1997).

En la década de 1970, se desarrollaron nuevas aleaciones de amalgama con alto contenido de cobre, que iba entre el 6-30% en peso de dicho elemento (Marshall et al., 2004). Para producir la amalgama de uso odontológico, se mezcla el polvo de la

aleación de metales con mercurio.

El polvo se puede generar a través de dos procesos: por medio de la trituración o el cortado a torno de un lingote colado de la aleación de amalgama, lo que genera partículas de forma irregular (Marshall et al., 2004) (conocidas como Lathecut), o bien mediante la atomización, que consiste en que la aleación líquida es impulsada por aire hacia un gas inerte frío, donde se forman partículas esféricas sólidas de la aleación líquida, provocando de esta forma partículas esféricas (Steenbecker, 2011).

En ocasiones, la aleación se compone de una combinación de partículas obtenidas por trituración y por atomización (Marshall et al., 2004; Berry et al., 1998). Así se conocen como amalgamas híbridas por contener partículas irregulares de un tamaño superior a los 70  $\mu\text{m}$  y además micropartículas, por la atomización que se estaba produciendo (Steenbecker, 2011). El tamaño medio de las partículas de los polvos actuales se ubica entre 15 y 35  $\mu\text{m}$ ; la distribución de los tamaños alrededor del valor promedio ejerce una de las influencias más importantes en las propiedades de la amalgama (Marshall et al., 2004).

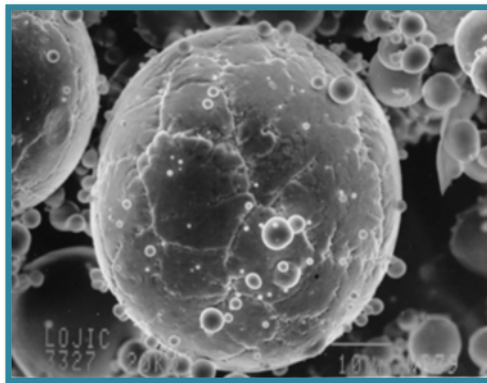


Fig. 1: Partículas esféricas de aleación de amalgama (Marshall et al., 2004).

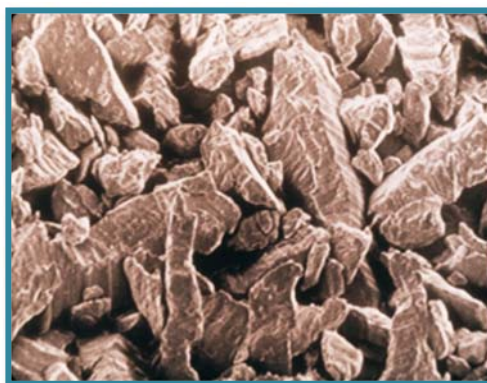


Fig. 2: Partículas cortadas a torno de aleación de amalgama convencional (Marshall et al., 2004).

Según sea el tipo de aleación que se trate (“convencional” o “con alto contenido de cobre”), serán las fases constituyentes de la masa final. En el caso de la aleación convencional sólo reaccionan significativamente la plata y el estaño, que corresponden a la fase gamma ( $\gamma$ )  $Ag_3Sn$ , al agregar mercurio el resultado consiste en dos fases sólidas: fase gamma 1 ( $\gamma_1$ )  $Ag_2Hg_3$  y fase gamma 2 ( $\gamma_2$ )  $Sn_{7-8}Hg$  (Macchi, 2006) (ver tabla I).

Las aleaciones con alto contenido de cobre pueden conseguirse de dos maneras, las conocidas como de “fase dispersa” provienen de dos aleaciones distintas a las que se les adiciona cobre, y las de “composición única” donde el cobre y la amalgama forman desde un principio una sola aleación (Marshall et al., 2004; Steenbecker, 2011).

En la estructura final de la amalgama, preparada a partir de una aleación con alto contenido de cobre, se distinguen núcleos constituidos por las partículas originales y una matriz con fases de plata y mercurio (gamma 1) y de cobre y estaño (Macchi, 2007).

Composición de la aleación	$Ag_3Sn$	$Ag_2Hg_3$	$Sn_{7-8}Hg$
Nombre de la fase	$\gamma$ (gamma)	$\gamma_1$ (gamma uno)	$\gamma_2$ (gamma dos)
Características de la aleación	Aleación original, que no se ha unido con el mercurio. Fase dura y fuerte.	Fase frágil, de resistencia intermedia.	Fase débil y blanda, responsable de la baja resistencia, alta fluidez y corrosión.

Tabla I: Fases de la amalgama (Fairhurst, 1980).

Por lo tanto una diferencia fundamental entre ambas amalgamas es que en las con alto contenido de cobre no existe fase de estaño y mercurio (gamma 2) y por eso también se las denomina “amalgamas sin fase gamma 2” (Macchi, 2007).

### 2.3. Propiedades de la Amalgama

Como los metales, la amalgama, es ópticamente opaca y buena conductora térmica y eléctrica, esto último puede hacer que sea necesario recurrir, en algunas situaciones clínicas, a la protección del órgano dentinopulpar con aislantes termoeléctricos.

Las propiedades físico mecánicas de la amalgama se deben a que ella como aleación forma un compuesto intermetálico, es decir, presenta rigidez (alto módulo de

elasticidad) y resistencia comprensiva elevada, junto a valores menores de resistencia traccional y flexural y escasa capacidad de deformación permanente (fragilidad) (Macchi, 2007).

Los compuestos intermetálicos son aquellos que cuando los metales que van a formar una aleación, en estado líquido, se unen químicamente formando compuestos distintos y los mantienen hasta que son enfriados (Steenbecker, 2011).

El comportamiento viscoelástico de la amalgama no es diferente del que se observa en cualquier material metálico cuando está a temperaturas próximas a las de su fusión. Este comportamiento se manifiesta como una deformación permanente cuando la estructura es sometida a tensiones pequeñas (inferiores al límite proporcional) durante periodos relativamente prolongados, lo que se conoce como *creep* (Steenbecker, 2011).

El *creep* que se produce en las amalgamas convencionales se traduce en una desadaptación marginal y eventual fractura de los márgenes cuando la amalgama está en zonas de oclusión (Macchi, 2007; Macchi, 2006).

Este tipo de defecto marginal es mucho menos manifiesto en las amalgamas “*sin fase gamma 2*”, ya que en ellas la producción de “*fase gamma 2*” es muy menor o casi nula (Steenbecker, 2011); lo que determina que sea también menor la corrosión que produce fuerzas, y además, esas fuerzas son más resistidas, teniendo menos posibilidad de experimentar *creep* (Macchi, 2007).

El cambio dimensional de la amalgama depende de la expansión que se produce durante su fraguado. La especificación N°1 de la ANSI/ADA exige que la amalgama no se debe contraer, ni expandir, en más de 20  $\mu\text{m}/\text{cm}$  medido a 37°C entre los 5 minutos y 24 horas después del comienzo de la trituración (Marshall et al., 2004).

En biomateriales restauradores, lo ideal es que el coeficiente de variación térmico lineal sea igual o muy cercano al diente, que presenta un valor de 11.4. El de la amalgama está entre 22.1 y 28.0; en consecuencia, es imposible lograr entre amalgama y diente la adaptación suficiente como para lograr la adhesión mecánica microscópica (Steenbecker, 2006a).

Los componentes de la aleación de amalgama influyen directamente en las propiedades finales que estas presentan (Fairhurst, 1980), dichos efectos se resumen en la Tabla II.

Metal	Aumenta	Disminuye
Plata	Resistencia. Expansión de fraguado. Reactividad con el mercurio.	<i>Creep</i> .
Estaño	<i>Creep</i> . Contracción. Velocidad de amalgamación. Corrosión.	Resistencia. Dureza. Velocidad de fraguado.
Cobre	Dureza. Resistencia. Expansión de fraguado. Pigmentación.	<i>Creep</i> .
Zinc	Expansión retardada y corrosión en presencia de agua durante la condensación. Plasticidad de la amalgama mezclada.	Oxidación.

Tabla II: Efectos de los componentes de la amalgama (Fairhurst, 1980).

#### 2.4. Ventajas y Desventajas de la Amalgama

Como se mencionó, la amalgama dental tiene grandes ventajas: fácil manipulación, técnica poco sensible, buena resistencia, larga vida útil y bajo costo, sin embargo, carece de propiedades adhesivas, lo que conlleva a que se necesiten preparaciones dentarias que permitan la retención mecánica de la restauración (Cenci et al., 2004).

Las amalgamas se expanden o contraen según su manipulación, en teoría el cambio debe ser pequeño. Una contracción alta favorece la microinfiltración y caries secundaria. Una excesiva expansión puede producir presión en la pulpa y dolor postoperatorio (Steenbecker, 2006b).

La falta de adhesión que presenta la amalgama a la estructura dentaria, va a comprometer el sellado marginal, puede causar cambio de color a nivel de la interface diente/restauración, irritación pulpar, sensibilidad postoperatoria, y últimamente caries secundaria (Gallato et al., 2005).

La amalgama, en sí misma, es poco probable que pueda producir reacciones nocivas

en el órgano dentinopulpar. A nivel sistémico, la presencia de restauraciones de amalgama puede determinar cantidades de mercurio un poco más elevadas de lo normal, aunque con valores inferiores a los que puede provocar la aparición de alteraciones en el organismo (Macchi, 2007).

Grupos de profesionales y no profesionales que abogan por una tolerancia cero para el mercurio elemental, inhalado o ingerido, identifican a la amalgama como un factor etiológico de enfermedades neurológicas como el síndrome de fatiga crónica, esclerosis múltiple y alzheimer, pero la evidencia epidemiológica y clínica lo niega sistemáticamente, e incluso en poblaciones con una alta prevalencia de restauraciones de amalgama (Yip et al., 2003).

Con la evidencia actual, y como consenso internacional, se afirma que la amalgama no constituye un riesgo para la salud de los pacientes.

El color metálico característico de la amalgama es una desventaja que toma mayor importancia en nuestros días, donde hay mayor exigencia de parte de los pacientes para tener resultados altamente estéticos.

Otras ventajas y desventajas de la amalgama dental como material restaurador se pueden desprender de sus propiedades ya descritas, nos referimos a su capacidad como conductor térmico y eléctrico, rigidez, resistencia compresiva y fragilidad, entre otras.

## 2.5. Diseño de la Cavidad

Es preciso tomar en cuenta las propiedades fisicomecánicas de la amalgama al diseñar su preparación cavitaria. Ese diseño debe asegurar que la restauración esté protegida por las paredes dentarias, fundamentalmente por la existencia de un mayor volumen de material en las zonas expuestas a tensiones. No debe quedar amalgama en espesores delgados, por lo que está contraindicada la preparación de biseles en la cavidad (Macchi, 2007); a excepción del ángulo gingival y axiopulpar que se biselan para mantener la integridad de los prismas de esmalte según su orientación en el diente (Wilder et al., 1996).

Las preparaciones cavitarias estrictamente oclusales deben tener una extensión mínima que corresponda a  $1/4$  ó  $1/5$  de la distancia intercuspídea (Uribe et al., 1990), con una inclinación de paredes en sentido pulpo-oclusal convergente, así se procura obtener un ángulo cavo lo más cercano posible a los  $90^\circ$ , protegiendo tanto la amalgama como el esmalte en el margen cavitario. En el caso de tener grandes preparaciones las paredes pueden ser paralelas entre sí, o ligeramente divergentes hacia oclusal, según sea la extensión de la lesión y la morfología dentaria (Barrancos & Barrancos, 1999a).

La dirección de las paredes mesial y distal depende del espesor restante del borde marginal, medido desde el margen mesial o distal hasta la superficie proximal. Cuando el espesor de dicho borde es superior a 1,6 mm para el caso de premolares, y 2 mm en el caso de molares, las paredes mesial y distal, deben converger oclusalmente. En caso que los espesores sean inferiores a los señalados las paredes mesial y distal deben divergir hacia oclusal para conservar dentina que soporte el reborde, de no hacerlo socavaremos el esmalte del reborde marginal (Wilder et al., 1996).

La planimetría determina que el tipo de preparación dentaria debe tener una forma de retención que evite el desalajo de la restauración por la fuerza de oclusión funcional (Steenbecker, 2011). Las cuales se clasifican de la siguiente forma (Uribe et al., 2006):

- Por roce o fricción: más que un condicionante del diseño cavitario es un condicionante del ajuste o contacto que las restauraciones tengan a las paredes cavitarias, la cual es requerida especialmente en las preparaciones cavitarias de un plano, aun cuando es un requisito para cualquier tipo de restauración.

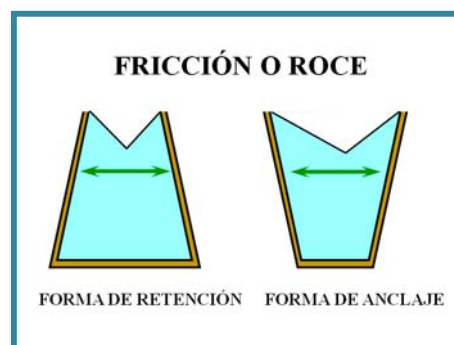


Fig. 3: Esquema de retención por roce o fricción (Uribe et al., 2006).

- Por profundidad: forma de retención preferente en preparaciones cavitarias de un plano, y secundariamente en las de más de un plano. El requisito es que su profundidad sea mayor al ancho perimetral de acceso a la preparación cavitaria.

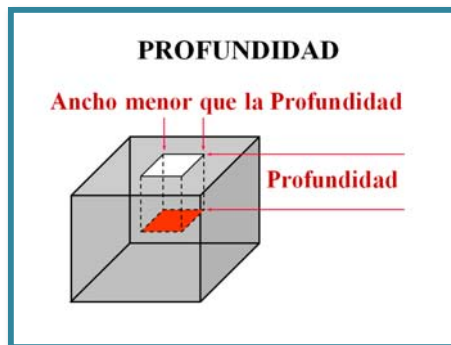


Fig. 4: Esquema de retención por profundidad (Uribe et al., 2006).

- Por profundización: son aumentos de profundidades puntuales en el interior de una preparación cavitaria, los que se confeccionan en los ángulos diedros formados por las paredes axiales o pulpares, respecto a sus paredes de contorno y a expensas de éstas.

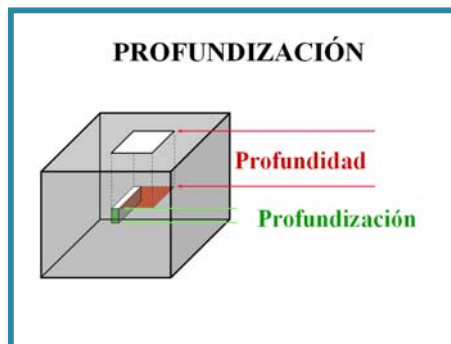


Fig. 5: Esquema de retención por profundización (Uribe et al., 2006).

- Por mortaja o cola de milano: es la forma preferente en preparaciones cavitarias de dos planos para biomateriales no adhesivos. En uno de sus planos se inscribirá la cola de milano y su istmo, siendo este último el que da la retención propiamente tal.

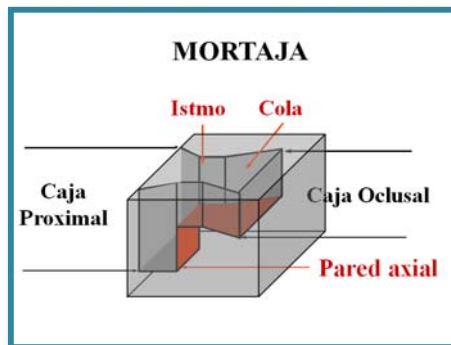


Fig. 6: Esquema de retención por mortaja o cola de milano (Uribe et al., 2006).

- Por compresión: ocurre en preparaciones cavitarias de tres planos, entre paredes axiales contrapuestas.

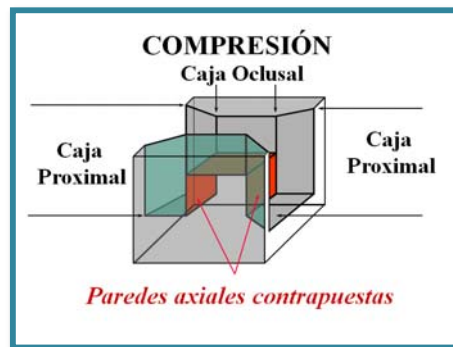


Fig. 7: Esquema de retención por compresión (Uribe et al., 2006).

- Por prolongación a los conductos radiculares: en dientes tratados endodónticamente de forma correcta se puede incluir en el diseño un perno preformado que actúe como base de retención, su diseño debe considerar una profundidad mínima del conducto para que pueda alojar dicho perno, el cual debe tener una longitud, a lo menos, igual a la longitud de la corona clínica.

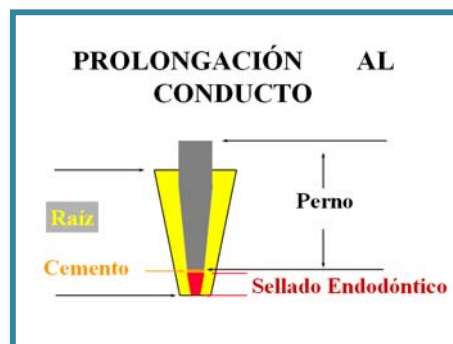


Fig. 8: Esquema de retención por prolongación al conducto radicular (Uribe et al., 2006).

- Por *pin*es y rieleras: significa realizar profundizaciones puntuales donde se alojara un *pin de retención* cementado, a fricción o roscado, donde se retendrá la amalgama.

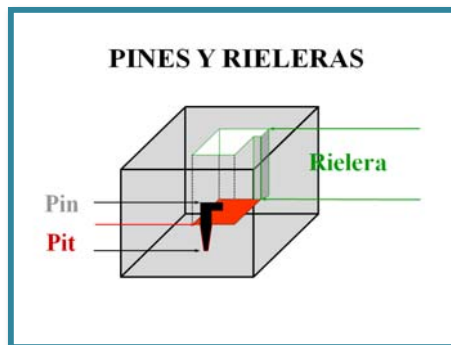


Fig. 9: Esquema de retención por *pines* y rieleras (Uribe et al., 2006).

## 2.6. Técnica Convencional de Uso de la Amalgama Dental

La manipulación debe asegurar una amalgama correctamente adaptada a la preparación cavitaria, con un mínimo de contenido final de mercurio y lo más densa posible (Macchi, 2007).

El proceso que permite la mezcla de la aleación de amalgama con el mercurio se conoce como *trituración*, tras el cual se obtiene una masa plástica que se lleva a la preparación cavitaria, en otro proceso denominado *condensación* (Marshall et al., 2004).

Los incrementos de aleación, que deben ser de tamaño pequeño, han de transportarse hacia la cavidad mediante instrumentos como pinzas pequeñas o portaamalgamas diseñados para tales propósitos. Una vez que se coloca el incremento de amalgama en la cavidad, se debe condensar de inmediato con una presión suficiente como para adaptar el biomaterial a las paredes cavitarias, para ello la superficie del condensador se empuja contra la masa de amalgama mediante presión manual (Marshall et al., 2004).

La fuerza que se requiere depende de la forma de las partículas de la aleación, cuando se condensan aleaciones de partículas esféricas se hace necesario reducir esa presión aumentando el diámetro del instrumento empleado y disminuyendo la fuerza utilizada, además ejercer una acción lateral en la condensación para asegurar una mejor adaptación a las paredes de la cavidad (Macchi, 2007).

Al terminar la condensación de un incremento, la superficie debe mostrar un aspecto brillante, lo que indica que en la superficie hay mercurio suficiente como para difundir y unir con el siguiente incremento de material. Se debe continuar hasta que se sobreobture levemente la cavidad (Marshall et al., 2004).

Tras la condensación de la amalgama preparada se debe realizar el *bruñido* de la superficie oclusal mediante un instrumento de bola evitando una presión exagerada. Posterior a ello comienza el *tallado*, el cual busca reproducir la anatomía dental adecuada y retirar cualquier material rico en mercurio presente en la superficie del último incremento, el cual constituye la sobreobtención (Marshall et al., 2004).

Si el tallado es demasiado profundo, el volumen de la amalgama disminuye, sobre todo en zonas marginales; si dichas zonas son demasiado delgadas se pueden fracturar bajo las fuerzas masticatorias. Finalizado el tallado es preciso alisar la superficie de la restauración, lo cual se consigue bruñiendo nuevamente, en lo que se conoce como etapa de *bruñido post tallado* (Marshall et al., 2004).

Los márgenes bruñidos post tallado presentan aumento de dureza de hasta un 30%, una considerable reducción del contenido de mercurio residual y una disminución de la microinfiltración marginal (Teixeira & Gonçalvez, 1999).

El tratamiento finaliza con el *pulido* de la restauración, el cual no se debe efectuar hasta que la amalgama haya fraguado por completo, se tiene que posponer por lo menos 24 horas después de la condensación. La técnica en esencia ha de emplear abrasivos en grado decreciente y se debe evitar la generación de calor (Marshall et al., 2004).

El objetivo de esta etapa es la obtención de superficies y márgenes lisos sin solución de continuidad, para evitar en todo lo posible la acumulación de biofilm, con el consiguiente daño de la restauración por una corrosión acentuada, y de los tejidos de soporte del diente (Teixeira & Gonçalvez, 1999). La restauración no estará concluida hasta que no se ajusten por completo los márgenes, se alisen totalmente sus superficies y se verifique la oclusión.

### 3. MICROINFILTRACIÓN

#### 3.1. Aspectos Generales

La microinfiltración, también llamada infiltración marginal, alrededor de los biomateriales dentales restauradores es el mayor problema en los procedimientos clínicos restauradores, puede ser definida como el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones, entre las paredes cavitarias y el biomaterial restaurador aplicado sobre ellas (Mali et al., 2006).

Es el paso de fluidos bucales por la interface diente y restauración no sellada, a una temperatura estable, que tienen algunos biomateriales de restauración como la amalgama (Steenbecker, 2011).

El fenómeno de microinfiltración por esta interface se debe a que entre la pared del diente y la de la restauración se forma un tubo capilar, que a temperatura bucal, permite un ascenso de líquido que penetra (Steenbecker, 2006b).

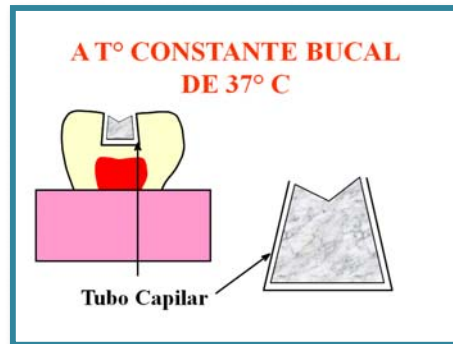


Fig. 10: Esquema de microinfiltración (Steenbecker, 2006b).

Si dicho proceso de microinfiltración se produce ante cambios de temperatura se habla de *percolación*, actuando además como una bomba aspirante e impelente, donde la microinfiltración se magnifica por las diferencias dimensionales que resulten del coeficiente de variación térmico lineal que presenta el diente y la restauración (Steenbecker, 2006b).

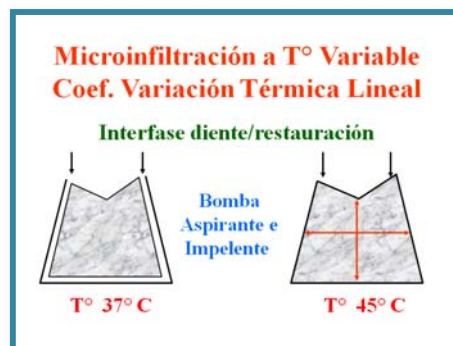


Fig. 11: Esquema de percolación (Steenbecker, 2006b).

Para considerar cualquier restauración como exitosa se deben dar dos situaciones principalmente: la mantención de la restauración en su sitio y que no exista microinfiltración marginal (Steenbecker, 2011), para esto último toma relevancia la habilidad retentiva de los biomateriales y su capacidad para sellar la interface contra el ingreso de fluidos orales y microorganismos (Mali et al., 2006).

En general, casi la totalidad de los biomateriales dentales empleados en odontología restauradora carecen de la capacidad de adherirse realmente al diente, por esta razón se produce microinfiltración marginal, la que se asocia con sensibilidad

postoperatoria y caries secundaria (Marshall et al., 2004; Mahler et al., 2009).

Los síntomas clínicos asociados con la ocurrencia de microinfiltración pueden ser: decoloración a nivel de los márgenes, caries secundaria, aumento en la sensibilidad postoperatoria y patología pulpar (Arias et al., 2004).

Con el advenimiento de la odontología adhesiva, han llegado avances insospechables en materia de sellado del medio interno.

En el año 1955 Buonocore propone el tratamiento de la superficie del esmalte dental con ácido fosfórico para permitir la adhesión de materiales al esmalte. Ya en 1980 Fusayama plantea el grabado total, que permitirá el inicio del sellado del medio interno, debido a que fue el comienzo de la adhesión a dentina (Henostroza et al., 2003).

Actualmente todo procedimiento de odontología adhesiva implica efectuar un grabado ácido a nivel de esmalte y dentina, de esta manera se genera una capa que, por un lado, permite la adhesión del biomaterial restaurador al diente, y por otro, previene la sensibilidad post operatoria y la caries secundaria (Berry et al., 1998).

No obstante ello, la adhesión que se logra entre el diente y restauración no permite un sellado total de la interface, quedando así un espacio, aunque imperceptible a simple vista, permite la microinfiltración (Steenbecker, 2006b).

### 3.2. Microinfiltración en Amalgama

La amalgama, aplicada con una técnica convencional, si bien presentaría microinfiltración, también cuenta con una particularidad, con el paso del tiempo ésta se reduce marcadamente. Este sellado producido es gracias a la acumulación de productos de corrosión a lo largo de la interface, los cuales bloquean el ingreso de agentes injuriosos (Gallato et al., 2005).

La misma microinfiltración que ocurre inicialmente posibilita la oxidación y la formación de productos de reacción, de los componentes de la amalgama, con los iones provenientes del medio bucal. Esto determina que la interface rechace el agua y que en la restauración de amalgama la posibilidad de microinfiltración marginal disminuya con el tiempo (Macchi, 2007).

Las restauraciones de amalgama con alto contenido de cobre "*sin gamma 2*", tal como lo dice su nombre, son libres de la fase gamma 2, la cual es la fase más débil y más corrosiva de las restauraciones de amalgama. Como resultado menos productos corrosivos son creados y el proceso de corrosión es más lento en relación a las amalgamas convencionales (Gallato et al., 2005).

Como la aleación de elección hoy en día es la con alto contenido de cobre es que

debemos buscar formas de adhesión que permitan el sellado de la interface antes que éste se produzca por la corrosión propia del metal.

Dada la elevada tensión superficial de un líquido metálico como el mercurio, no es posible pretender que la amalgama se una al diente a nivel microscópico o químico por sí sola, y requiere de una preparación cavitaria con formas de retención que, al menos, aseguren la permanencia de la restauración en posición (Macchi, 2007).

La microinfiltración marginal inicial se puede disminuir si la pared cavitaria se recubre con un sistema adhesivo o con una película que rechace el agua. Ésta se puede obtener utilizando barnices como los constituidos por resina, como la resina copal, disuelta en solventes volátiles (Macchi, 2007).

Las bases de barniz de copal han sido usadas en el intento de reducir la microinfiltración, sin embargo éstas fallaron en el mantenimiento del sellado a largo plazo. Aquello se debe principalmente a la solubilidad del material y a la disolución de la capa bajo el *smear layer*. Estudios han demostrado mejor sellado, que con el uso de barniz de copal, usando materiales adhesivos bajo las restauraciones de amalgama (Cenci et al., 2004).

### 3.3. Métodos Para Medir Microinfiltración

Los cuatro tipos de pruebas más comúnmente usados para medir microinfiltración marginal en forma eficiente son: prueba electroquímica, prueba bacteriológica, modelo de filtración al vacío y modelo clásico de microinfiltración de fluidos, siendo este último el método más utilizado por los investigadores en estudios *In Vitro*, básicamente utiliza un colorante por lo que tiene bajo costo y es fácil de realizar (Mente et al., 2010).

El modelo clásico de microinfiltración de fluidos considera la aplicación de una capa de barniz de uña que cubra toda la superficie del diente, exceptuando el acceso a la cavidad. Posteriormente los dientes son sumergidos en una solución de algún colorante para ser mantenidos en estas condiciones durante el periodo que se determine en la investigación. Para poder recopilar datos, los dientes previamente cortados o desmineralizados, son visualizados utilizando algún método de amplificación (Karagenç et al., 2006).

Debido a la pobre estandarización del método es que resulta importante determinar qué colorante es el más apropiado para utilizar (Cenci et al., 2004). En relación a este punto se probó: azul de metileno al 0,5% y 5%, tinta de dibujo azul, eosina al 5%, fucsina básica al 0,5%, entre otras. Se estima que el rango de tamaño de partículas de estos colorantes fluctúa entre 1 a 2 nm y dado que el tamaño de las bacterias y sus toxinas es mayor se recomienda realizar la prueba con tinta de dibujo, que posee un tamaño de partículas de 0,1 a 2  $\mu\text{m}$  (Mente et al., 2010),

considerar otros colorantes podría significar resultados con falsos positivos, donde las bacterias realmente no podrían penetrar (Cenci et al., 2004).

## 4. ADHESIÓN

### 4.1. Conceptos Generales

Adhesión es el estado o fenómeno por el cual dos superficies o materiales se mantienen unidos por fuerzas interfaciales, ya sea por uniones físicas, químicas, o por ambas (Uribe et al., 2006).

La superficie dentaria requiere ciertas condiciones para recibir una restauración adhesiva, sin embargo en numerosas ocasiones también será necesario adherir una restauración, un objeto o biomaterial, que no tenga las mismas propiedades adhesivas. Para lograrlo se debe preparar la superficie o utilizar un elemento de unión que la moje, penetre en las mínimas irregularidades, endurezca totalmente en corto tiempo, no se contraiga y posea suficiente resistencia a las fuerzas de despegamiento (Barrancos & Barrancos, 1999a).

Una de las causas por las cuales se producen fallas en la adhesión es por cambios en cuanto a estabilidad dimensional, tanto del biomaterial restaurador como de la estructura dentaria, lo cual se da por las diferencias de coeficiente de variación térmico lineal que hay entre dos elementos de origen diferente, como lo son el diente y la restauración (Steenbecker, 2006a; Steenbecker, 2011).

Para solucionar, o disminuir, los defectos en adhesión es que se han probado varios biomateriales adhesivos, produciendo diferentes formas de sellado (Cenci et al., 2004), pero la fuerza de la adhesión entre resina compuesta y esmalte (20 – 25 MPa) actualmente se considera como la mejor unión diente restauración disponible (Setcos et al., 2000).

### 4.2. Componentes Básicos de un Sistema Adhesivo

Todo sistema adhesivo tiene como objetivos: mantener la restauración en su sitio; impedir los fenómenos de microinfiltración, sellando la interface diente restauración; y sellar túbulos dentinarios expuestos para, por una parte, mantener el equilibrio hídrico de la dentina y, por otra, impedir la penetración de agentes biológico – químicos, que puedan ser causantes de una injuria pulpar (Uribe et al., 2006).

Estos sistemas adhesivos se componen de tres partes básicas, que pueden estar separadas o juntas en un mismo avío, y que son (Uribe et al., 2006):

- Ácido Acondicionador de Esmalte y/o Dentina:

Por lo general es ácido fosfórico (entre 15% al 37%), que en esmalte produce una desmineralización selectiva de éste, creando microrugosidades o microporos, dentro de los cuales puede penetrar un adhesivo, que al endurecer, lo haga trabarse micromecánicamente.

En dentina, su objetivo es eliminar el *smear layer* o barro dentinario y dejar dentina totalmente expuesta, con un aumento de su lumen tubular superficial, exponiendo y debilitando las fibras colágenas al eliminarles su capa inorgánica superficial.

- Primer:

Se compone de una resina hidrófila, de bajo peso molecular, como el HEMA o el PENTA, que se comporta como una molécula bifuncional, se une al colágeno de la dentina por traba micromecánica y por su extremo hidrófugo se incorpora al sistema resinoso de restauración mediante una reacción química. Es disuelto en un solvente como la acetona, etanol o agua, o sin solventes.

Entre sus acciones básicas destaca el modificar químicamente la fibra colágena dentinaria y el *smear layer*, para hacerlos más receptivos a factibles uniones químicas con ella; disminuye además el ángulo de contacto adhesivo/sustrato, por lo que facilita la unión del adhesivo a la dentina.

- Adhesivo Químico, Fotopolimerizable o Dual:

Es una resina, sin relleno o microrellenada, que contiene los sistemas iniciadores para el fotocurado y/o el autocurado. El componente adhesivo propiamente tal debe relacionar químicamente la capa de resina-dentina con el sistema de obturación.

Luego de aplicado el adhesivo, primer y adhesivo son curados. Sobre la superficie del adhesivo hay una capa inhibida de oxígeno que contiene monómeros sin reaccionar, los que aseguran luego una unión química con el primer.

Los sistemas de tres frascos (ácido, primer, adhesivo) se caracterizan por un mayor espesor de capa adhesiva. Los sistemas de dos frascos (ácido, primer/adhesivo), por un mínimo espesor de capa, independiente del número de capas aplicadas.

En los sistemas adhesivos monofrascos (primer + adhesivo), dada su fluidez y su alta sensibilidad de inhibición de polimerización ante la presencia de oxígeno libre en el aire, no se obtiene un grosor adecuado de capa con una sola aplicación, por ello es

conveniente aplicar, a lo menos, dos capas, fotopolimerizándolas cada una de ellas por separado.

#### 4.3. Formas de Adhesión

Se pueden clasificar los sistemas utilizados para producir adhesión al metal, o a otras superficies no dentarias, en tres tipos: mecánicos, químicos y mixtos. Los sistemas mecánicos pueden ser: macromecánicos, cuando se crea sobre las superficies una forma macro retentiva (como las formas de retención vistas en el diseño cavitario); o micromecánicos, cuando se reduce adecuadamente el tamaño de las irregularidades de la superficie para lograr un acercamiento mucho más íntimo entre las superficies por adherir (Barrancos & Barrancos, 1999b).

El mejor ejemplo de adhesión micromecánica lo da el uso del grabado ácido del esmalte y la unión de una resina compuesta a su superficie mediante un agente de enlace de alta humectancia (Barrancos & Barrancos, 1999b).

Cuando los objetos por ser adheridos logran acercarse a nivel de nanómetros, poseen suficiente energía superficial y son eléctricamente compatibles, las superficies en contacto logran algún tipo de adhesión química interfacial (Barrancos & Barrancos, 1999b).

La adhesión química se obtiene mediante el intercambio de electrones o de átomos, formando enlaces primarios o atómicos, o por enlaces secundarios o moleculares como las fuerzas de Van der Waal (Steenbecker, 2006c).

Este mecanismo es aprovechado por algunos cementos resinosos para incrementar la adhesión que se logra a través de las microirregularidades, buena humectancia y reducido ángulo de contacto (Barrancos & Barrancos, 1999b).

### 5. AMALGAMA CON TÉCNICA ADHESIVA

Al emplear la amalgama, inicialmente se colocaba una capa de barniz para intentar sellar los túbulos dentinarios. Luego, con la evolución de los sistemas adhesivos se empezaron a realizar amalgamas con técnica adhesiva, o con adhesivo, que emplean un acondicionamiento del esmalte y dentina, para crear una capa que impida el paso de fluidos al interior de esta última, mientras se produce el autosellado gracias a la corrosión (Berry et al., 1998).

La amalgama con adhesivo, por tanto, es aquella técnica restauradora mediante la cual se sella el complejo dentinopulpar a nivel de la interface diente/restauración con un sistema adhesivo, pero que no logra la unión efectiva de la amalgama al tejido dentario.

Esta técnica requiere una pequeña modificación, si se la compara con la forma convencional, puesto que la preparación cavitaria debe obedecer los principios clásicos de preparación de cavidades para amalgama, al hallarse apenas alterada la forma de retención por el uso de un sistema adhesivo. Los estudios *In Vitro* muestran que existe una mayor resistencia a la microinfiltración cuando se utiliza un sistema adhesivo junto a la amalgama (Ziskind et al., 2003).

Se han reportado reducciones significativas en la microinfiltración marginal cuando los sistemas adhesivos son colocados bajo las restauración de amalgama, en comparación a cuando se emplea barniz de copal o no se usa base (Gallato et al., 2005).

El uso de agentes adhesivos para las restauraciones de amalgama tiene ventajas potenciales, incluyendo: el reforzamiento del diente, disminución de la sensibilidad postoperatoria, mejor adaptación marginal, disminución de la microinfiltración y disminución de la posibilidad de formación de caries secundarias (Gallato et al., 2005).

El uso de sistemas adhesivos en la restauración de amalgama se ha masificado en lugar de emplear la técnica convencional (Setcos et al., 2000) ya que su uso demostró un mejor rendimiento en el sellado de las restauraciones de amalgama (Muniz et al., 2005).

## 6. AMALGAMA ADHESIVA

El desarrollo de las amalgamas adhesivas fue traído en un intento para llevar las ventajas de las resinas compuestas y utilizarlas en las limitaciones inherentes de las restauraciones tradicionales de amalgama (Setcos et al., 2000).

Las amalgamas adhesivas emplean un adhesivo, una capa de cemento, o ambos, tras lo cual se condensa la amalgama; así se crea una interdigitación entre ambos biomateriales y un sellado del medio interno (Berry et al., 1998; Cenci et al., 2004).

Un objetivo de la amalgama adhesiva es crear una adhesión fuerte y durable entre la estructura dentaria y el biomaterial restaurador (Setcos et al., 2000), sin tener que hacer preparaciones mutilantes en los dientes para lograr una retención mecánica.

Como los sistemas adhesivos se unen a la superficie dentinaria a través de la formación de la denominada "*capa híbrida*", permiten lograr algún tipo de unión que ayuda a obtener cierto grado de continuidad entre la amalgama y la estructura dentaria. Al ser la amalgama un biomaterial completamente opaco, que no trasmite la luz, deben emplearse en esta técnica sistemas adhesivos de autocurado, o de curado dual, y la amalgama debe ser colocada en estado plástico antes que se produzca la polimerización de la resina (Barrancos & Barrancos, 1999b).

De este modo, al polimerizar el adhesivo y producirse el endurecimiento de la amalgama, ambas estructuras quedan trabadas una contra otra, y a su vez, relacionadas con la estructura dentaria. Así mejora el comportamiento mecánico del remanente dentario y se disminuye la posibilidad de microinfiltración marginal (Macchi, 2007).

Al crearse interdigitaciones se genera unión principalmente de carácter mecánico; lo que determina que este tipo de restauraciones sean indicadas en cavidades donde exista poca retención mecánica para una restauración de amalgama convencional, como por ejemplo, en grandes reconstrucciones de dientes vitales en pacientes jóvenes o en dientes tratados endodónticamente, para el refuerzo de la estructura dental remanente.

Cuando se usa solamente adhesivo la técnica consiste en la preparación de la superficie dentaria acondicionándola con un grabado ácido del esmalte y de la dentina, colocación de las distintas capas de la resina y posteriormente la condensación de la amalgama sobre el adhesivo fresco, realizando un movimiento único y centrífugo con bruñidor para la remoción de los excesos de adhesivo, que aún no ha endurecido. Se espera el endurecimiento de la resina o se activa con luz en caso de que sea un material de curado dual (Barrancos & Barrancos, 1999b).

La técnica con la utilización de cementos de resina o ionómeros es muy similar, se graba la superficie del esmalte y la dentina, se lava y se seca. Se colocan las distintas capas de adhesivo siguiendo las indicaciones del fabricante, se mezcla una pequeña porción de cemento y se pinta con él sobre todas las paredes de la preparación cavitaria en una delgada capa. Se condensa inmediatamente la amalgama procurando limpiar los instrumentos con una gasa entre cada movimiento, luego se termina según las normas habituales (Barrancos & Barrancos, 1999b).

Cuando se elige la técnica restauradora se debe seleccionar un sistema adhesivo con afinidad por iones metálicos. En cuanto a la aleación de amalgama, si bien podría utilizarse prácticamente cualquier tipo, lo lógico sería que se optara por una aleación con alto porcentaje en cobre, en función de un mejor desempeño clínico de la restauración (Teixeira & Gonçalves, 1999).

El biomaterial elegido se polimeriza por debajo de la amalgama, uniéndose al diente por traba micromecánica y químicamente a la superficie interna de la amalgama en sus capas inferiores. De esta forma se logra una unión hermética entre la preparación cavitaria y la amalgama, eliminando la brecha de separación entre ambos (Barrancos & Barrancos, 1999b).

#### 6.1. Ventajas e Inconvenientes (Barrancos & Barrancos, 1999b):

La utilización de adhesivos mejora los siguientes aspectos de las restauraciones con amalgama:

- Sellado hermético de la dentina.
- Ausencia de sensibilidad postoperatoria.
- Moderado refuerzo de la estructura dentaria.
- Disminución de la microinfiltración.

La utilización de la técnica de amalgama adhesiva va en desmedro de algunos aspectos:

- Aumenta el tiempo total de la restauración.
- Aumenta el costo de la restauración por los adhesivos utilizados y por el tiempo empleado.
- Requiere un buen aislamiento para que la adhesión sea efectiva.
- Los resultados varían según los productos empleados.
- Se desconoce la eficacia de la técnica a largo plazo.

Las restauraciones de amalgama adhesiva se pueden utilizar con éxito en preparaciones convencionales y, posiblemente, en las preparaciones no retentivas, así se puede esperar que duren por lo menos cinco años (Cenci et al., 2004) ya que dicha técnica proporciona más retención a la restauración (Teixeira & Gonçalves, 1999).

### III. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

---

*“Existe diferencia estadísticamente significativa entre la microinfiltración marginal de restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y la de restauraciones de amalgama adhesiva”.*

*“Existe diferencia estadísticamente significativa en la longitud de microinfiltración marginal entre restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y la de restauraciones de amalgama adhesiva”.*

*“Existe diferencia estadísticamente significativa en el nivel clínico de microinfiltración marginal entre restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y restauraciones de amalgama adhesiva”.*

## IV. OBJETIVOS

---

### 1. OBJETIVO GENERAL

“Determinar *In Vitro*, entre dos técnicas de restauración con amalgama, cuál es la que presenta menor microinfiltración marginal”.

### 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si existe microinfiltración en las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y restauraciones de amalgama adhesiva.
- Comparar la media de la presencia de microinfiltración de las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y restauraciones de amalgama adhesiva.
- Comparar la longitud de microinfiltración de las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y restauraciones de amalgama adhesiva.
- Comparar el nivel clínico de microinfiltración de las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y restauraciones de amalgama adhesiva.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

---

El estudio se realizó en dependencias de la Facultad de Odontología y de la Clínica Vasca, ambas pertenecientes a la Universidad de Valparaíso.

### 1. DISEÑO DEL ESTUDIO

La siguiente investigación corresponde a un estudio experimental *In Vitro*.

### 2. MUESTRA

Como el objetivo de hacer un análisis estadístico es estimar la diferencia entre dos proporciones poblacionales (en nuestro caso grupos A y B) calculamos nuestra muestra (n) mediante la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} [p_1 (1 - p_1) + p_2 (1 - p_2)]}{ee^2}$$

Donde:

$p_1$  corresponde a la prevalencia para el grupo A y  $p_2$  corresponde a la prevalencia para el grupo B, en ambos se utilizó la prevalencia máxima para determinar el mayor tamaño posible de la muestra, por lo que se asumió un valor de prevalencia 0,5.

A partir de esta expresión del tamaño de la muestra, considerando un  $\alpha$  de 0,05 y un error de estimación de 0,1693 se pudo determinar que el tamaño mínimo adecuado de cuerpos de prueba por grupo es  $\geq 67$  y asumimos por ello un  $n=69$ .

### 3. VARIABLES

- 3.1. Presencia de Microinfiltración: como variable cualitativa dicotómica, escala nominal, dependiente (Si – No).

3.1.1. Definición Conceptual: Paso clínico indetectable de bacterias, fluidos, moléculas, o iones, entre las paredes cavitarias y el biomaterial restaurador aplicado sobre ellas.

3.1.2. Definición Operacional: Penetración o no del colorante en la estructura dentaria al observar el diente cortado en dos mitades, en una fotografía magnificada a escala real, con el programa computacional de diseño Autocad 2010®, donde:

0 = No.

1 = Si.

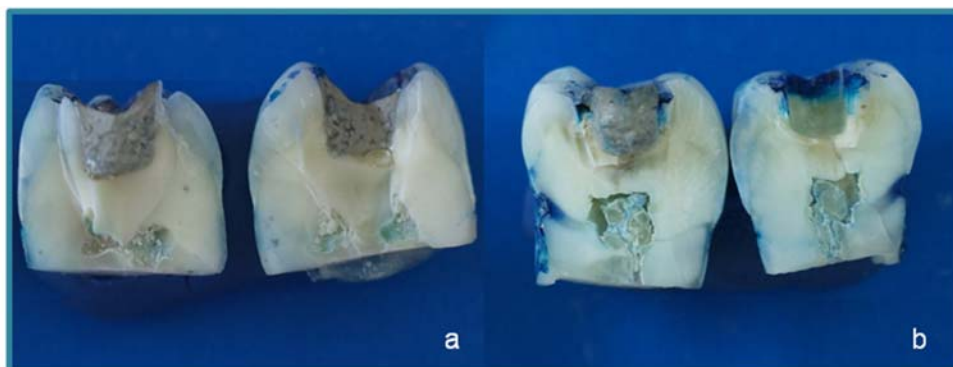


Fig. 12: Ejemplos de categorización para la variable presencia de microinfiltración. Donde: a) No presenta microinfiltración marginal = 0 y b) Si presenta microinfiltración marginal = 1.

3.2. Longitud de Microinfiltración: como variable cuantitativa continua, escala de razón, dependiente.

3.2.1. Definición Conceptual: Paso clínico indetectable de bacterias, fluidos, moléculas, o iones, entre las paredes cavitarias y el biomaterial restaurador aplicado sobre ellas.

3.2.2. Definición Operacional: Cantidad en mm de penetración continua del colorante en la estructura dentaria, medida desde el borde cavo superficial hacia cervical, en la arista de cada pared axial expuesta de la cavidad o en interface del diente y la restauración, al observar las dos mitades del diente en una fotografía magnificada y escalada a tamaño real, con el programa computacional de diseño Autocad 2010®.

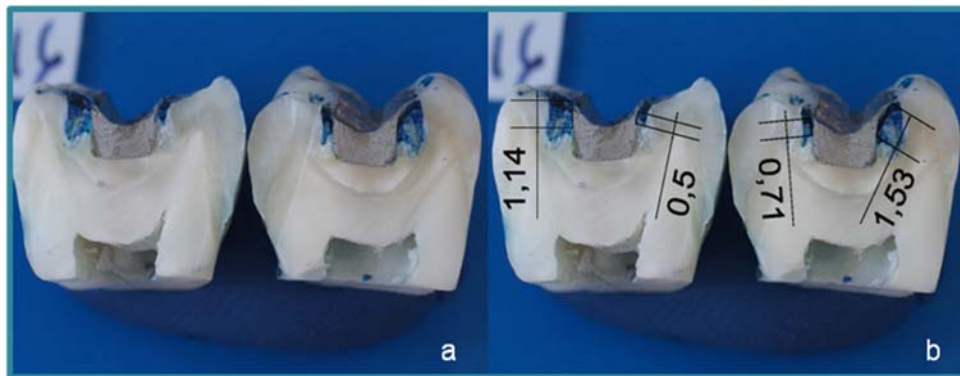


Fig. 13: Ejemplo de medición de variable longitud de microinfiltración. Donde: a) Diente a escala real, sin mediciones y b) el mismo diente a escala real con mediciones en mm.

3.3. Nivel de Microinfiltración: como variable cualitativa tetracotómica, nominal, dependiente (0, 1, 2, 3).

3.3.1. Definición Conceptual: Paso clínico indetectable de bacterias, fluidos, moléculas, o iones, entre las paredes cavitarias y el biomaterial restaurador aplicado sobre ellas.

3.3.2. Definición Operacional: Nivel clínico de penetración del colorante en la estructura dentaria, desde el borde cavo superficial hacia cervical, por las aristas de la pared axial expuesta de la cavidad, o en la interface diente y restauración, al observar las dos mitades del diente en una fotografía magnificada y escalada a tamaño real con el programa computacional de diseño Autocad 2010®. Medida en cuatro niveles, donde:

0 = Nivel 0: No hay microinfiltración.

1 = Nivel 1: Microinfiltración en las paredes cavitarias sin llegar al piso cavitario.

2 = Nivel 2: Microinfiltración en las paredes incluyendo el piso cavitario.

3 = Nivel 3: Microinfiltración en el piso cavitario sin relación a las paredes.

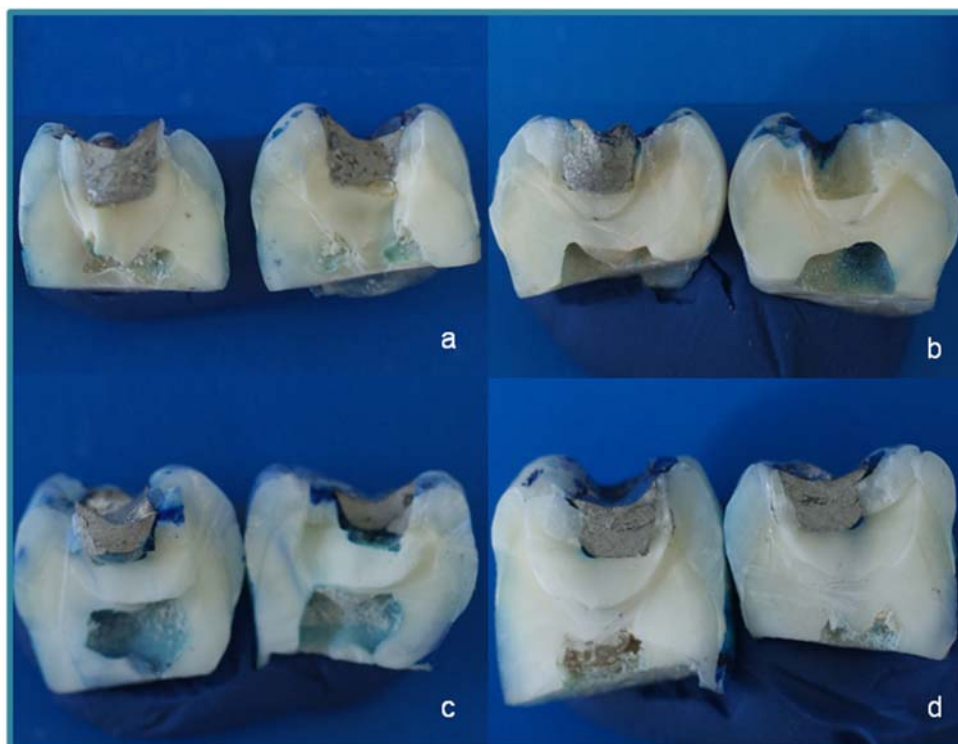


Fig. 14: Ejemplos de categorización para la variable nivel de microinfiltración. Donde: a) Nivel 0; b) Nivel 1; c) Nivel 2 y d) Nivel 3.

#### 4. DEFINICION DE POBLACIÓN

4.1. Población Objetivo: Terceros molares extraídos en pabellón.

4.2. Población en Estudio: Todos los terceros molares extraídos en el pabellón del Hospital Carlos Van Buren de Valparaíso y en el Consultorio Periférico de Villa Alemana entre los meses de Noviembre de 2010 a Abril de 2011.

La delimitación de la población en estudio se efectuó a través de los siguientes criterios de inclusión:

- Terceros molares con indicación de exodoncia.
- Terceros molares a los que no se les haya realizado odontosección en el procedimiento quirúrgico.

- Terceros molares que no presenten caries de extensión mayor o igual a 3 mm en su diámetro máximo, detectables a simple vista en un examen clínico, que ocupen cara oclusal, proximales, vestibular, lingual o palatina.
- Terceros molares que no presenten restauraciones de extensión mayor o igual a 3 mm en su diámetro máximo, independiente del biomaterial restaurador, que ocupen cara oclusal, proximales, vestibular, lingual o palatina.
- Terceros molares a los que una vez realizada la cavidad operatoria para el estudio, no presenten caries residual en las paredes y/o piso cavitario.
- Terceros molares a los que una vez realizada la cavidad operatoria para el estudio, no presenten residuos de biomaterial restaurador en las paredes y/o piso cavitario.
- Terceros molares que aparentemente tengan integridad coronaria.
- Terceros molares sin alteraciones del tamaño dentario como macrodoncia o microdoncia, según esta investigación, que no midan menos de 9 mm o más de 12 mm en sentido mesio distal.
- Terceros molares sin alteraciones del desarrollo dentario o de la estructura del esmalte o dentina, ya sean adquiridas o hereditarias.

## 5. UNIDAD DE ESTUDIO

Dientes humanos.

## 6. PROCEDIMIENTO A REALIZAR

Para el desarrollo de esta investigación se intentó evitar diferencias de criterio que pudiesen distorsionar los resultados, por lo que se distribuyeron las tareas para cada investigador, de manera tal, que no fuese necesario calibrarlos entre ellos y mantener uniformidad en las maniobras.

El “*Investigador 1*” se encargó de realizar todas las cavidades operatorias en los dientes seleccionados para la investigación, pulió la totalidad de las restauraciones siguiendo una técnica secuencialmente; y estuvo a cargo de realizar las mediciones de las fotografías previamente llevadas al programa computacional de diseño Autocad 2010® y escaladas a tamaño real.

El “*investigador 2*” se encargó de realizar todas las restauraciones en los dientes previamente separados en grupos, de forma al azar, con dos técnicas diferentes.

Cortó todos los dientes para su observación; y registró los datos obtenidos de las mediciones hechas en la planilla confeccionada para ello.

Los materiales utilizados en nuestro estudio fueron elegidos considerando el fácil acceso en nuestro país y se optó por marcas conocidas por estudiantes de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

### 6.1. Maniobras Previas

Ya reunida la cantidad de dientes necesaria para la investigación, según el número de muestra calculado, y seleccionados en base a los criterios de inclusión antes descritos se comenzó a trabajar con un total de 150 dientes.

No obstante, en las etapas siguientes se consideró la exclusión de más dientes debido a los criterios de inclusión que hacen referencia a que una vez realizada la cavidad operatoria para el estudio, no presenten caries residual ni residuos de biomaterial restaurador en las paredes y/o piso cavitario.

Los dientes, inmediatamente extraídos, se almacenaron en recipientes de vidrio cerrados que contenían suero fisiológico al 0,9% de NaCl. Fueron retirados, en cantidad disponible, en un período de 0 a 15 días desde el recinto hospitalario donde fueron extraídos. El día del retiro se sometieron a limpieza manual con ultrasonido durante 120 segundos, se utilizó además un Jacquett N° 31/32 marca American Eagle® para remover restos de tártaro y residuos orgánicos.

Posteriormente se les realizó profilaxis con piedra pómez venteada, en mezcla con agua destilada, con una escobilla de copa blanda. Finalmente, fueron desinfectados sumergiéndolos durante 2 minutos en una solución de Clorhexidina al 0,12% marca Oralgene® (ver Anexo 1).

Estudios indican que uso de autoclave en ciclos de 30 minutos, y la inmersión en formalina al 10% por siete días, son el método más eficaz para desinfectar dientes humanos extraídos para estudios (Kumar et al., 2005). No obstante, por la necesidad de conservación de las condiciones de la dentina lo más natural posible, evitando su desecado, no se aplicaron conceptos de esterilización en este estudio. La solución en la cual se almacenaron los dientes fue considerada ya que era la de elección en la mayoría de los estudios similares revisados.

Los operadores tomaron como medidas de precaución, además de la desinfección de los dientes extraídos, el uso de guantes de procedimiento, protección para ojos y mascarilla (Dominici et al., 2001) (ver Anexo 1). Dichos elementos se utilizaron durante toda la ejecución de la parte práctica de esta investigación.

Una vez realizada la limpieza y desinfección, los dientes fueron nuevamente almacenados en un recipiente de vidrio, cerrado y estéril, que contenía suero fisiológico al 0,9% de NaCl.

## 6.2. Preparaciones Dentarias

En cada molar seleccionado se realizó una cavidad oclusal de un plano, el tamaño de esta se definió considerando un espesor mínimo de biomaterial restaurador que permitiese hacer todas las etapas programadas.

El tamaño de la cavidad se definió en 3 mm de profundidad, medida desde la punta de la cúspide más alta, un largo en sentido mesio distal de 5 mm y un ancho en sentido vestibular y palatino/lingual de 3 mm, las dimensiones fueron verificadas con una sonda periodontal William Fox marca American Eagle® (ver Anexo 1).

Las paredes de la preparación llevaron una angulación estimada en 6° de convergencia hacia oclusal, lo que permitió formar áreas retentivas en relación al piso cavitario y al borde cavo superficial para lograr una mayor resistencia y con una preparación más conservadora, así se produjo un ángulo cavo superficial cercano a los 90°, que se asociaría a menos fallas marginales.

Las preparaciones cavitarias fueron realizadas con una turbina de uso dental modelo Unik-C Midwest Push, marca Kavo Brasil® (ver Anexo 1).

Se utilizó para realizar la apertura coronaria una piedra de diamante esférica ISO 806-314 FG diámetro 012, modelo 801 012 marca Meisinger®. La profundización se realizó con una piedra de diamante cilíndrica ISO 806-310 FG diámetro 012, modelo 835 012 marca Meisinger®; y la angulación de las paredes fue dada con una piedra de diamante de cono invertido ISO 806-314 FG diámetro 012, modelo 807 012 marca Meisinger® (ver Anexo 1).

Todas las piedras fueron utilizadas para realizar cavidades en 5 dientes, tras lo cual fueron descartadas, así se pretendió garantizar su efectiva acción de corte.

Tras la realización de las cavidades operatorias se volvieron a considerar todos los criterios de inclusión y se mantuvo desde ahora un número total de 138 dientes. Por medio de una tabla aleatoria obtenida con el programa computacional Microsoft Office Excel 2007® fueron separados en dos grupos de 69 dientes cada uno, a cada grupo se le aplicó una técnica de restauración diferente.

**Grupo A**, dientes a los que se les aplicó restauraciones de amalgama con técnica adhesiva; y **grupo B**, dientes a los que se les aplicó restauraciones de amalgama adhesiva.

Los dientes fueron montados en cortes de tubos de PVC de 20 mm de diámetro y 20 mm de alto, los dientes del grupo A fueron montados en PVC de color anaranjado y los dientes del grupo B fueron montados en PVC de color celeste, todos con yeso tipo IV extraduro, color amarillo marca Velmix® (ver Anexo 1).

### 6.3. Protocolo de Restauración:

Los dientes del grupo A, que se restauraron con *amalgama con técnica adhesiva* siguieron un protocolo modificado del sugerido por el fabricante 3M para la aplicación de adhesivo Adper™ Single Bond 2®:

- Paso 1 Grabador: Aplicar el gel grabador marca Maquira® (ver Anexo 1) al esmalte y dentina, esperar 15 segundos. Lavar profusamente con jeringa triple durante 10 segundos. Secar con un chorro suave de aire de la jeringa triple, a 15 cm del diente, aproximadamente por 3 segundos, dejando el diente húmedo con una superficie brillante y sin acumulación de agua.

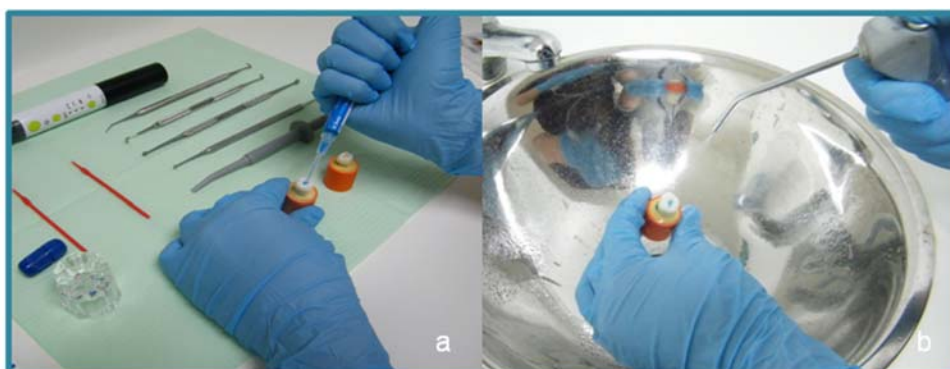


Fig. 15: Representación del paso 1 en la realización de una amalgama con técnica adhesiva. Donde: a) Aplicación del ácido en la cavidad y B) Secado con jeringa triple.

- Paso 2 Adhesivo: Utilizando un pincel aplicador descartable Vivadent Applicator® de la marca Ivoclar Vivadent® aplicar 2 capas consecutivas de adhesivo dental Adper™ Single Bond 2 marca 3M® (ver Anexo 1) al esmalte y dentina frotando suavemente durante 15 segundos el aplicador, completamente saturado en adhesivo, contra las superficies dentales en cada capa.

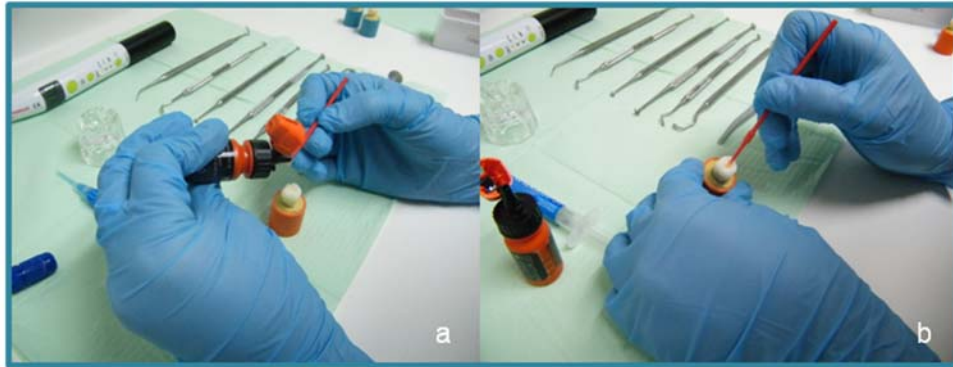


Fig. 16: Representación del paso 2 en la realización de una amalgama con técnica adhesiva. Donde: a) Aplicación del adhesivo al pincel descartable y b) Aplicación del adhesivo en la cavidad.

- Paso 3 Secado: Adelgazar el adhesivo aplicando un chorro de aire suave durante 3 segundos con una jeringa triple aproximadamente a 10 cm del diente, para evaporar los solventes.



Fig. 17: Representación del paso 3 en la realización de una amalgama con técnica adhesiva.

- Paso 4 Fotocurado: Fotocurar durante 10 segundos con una lámpara de fotocurado led Marca Woodpecker ® modelo C (ver Anexo 1), con su punta puesta en contacto con la superficie oclusal del diente.

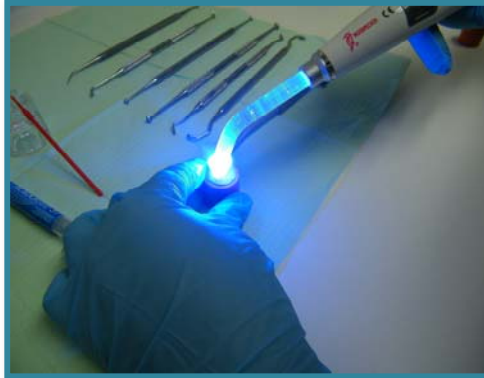


Fig. 18: Representación del paso 4 en la realización de una amalgama con técnica adhesiva.

- Paso 5 Trituración: Triturar la amalgama. Utilizamos amalgama con alto contenido de cobre de fase dispersa Nu Alloy dp® marca New Stetic®, la cual fue triturada en el amalgamador modelo Pro Mix marca Dentsplay® (ver Anexo 1) durante 13 segundos. Colocar la amalgama triturada en un vaso dappen de vidrio.

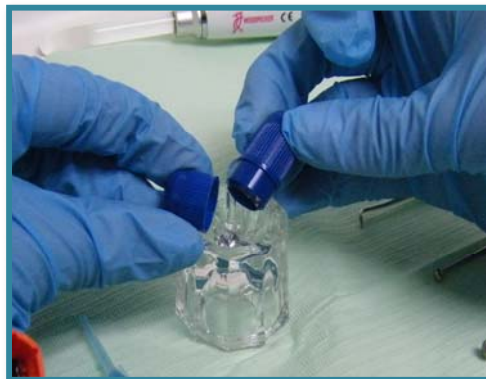


Fig. 19: Representación de parte del paso 5 en la realización de una amalgama con técnica adhesiva.

- Paso 6 Completar la restauración: Llevar amalgama a la cavidad, condensar y bruñir la amalgama, luego tallar la forma anatómica de la cara oclusal, bruñir nuevamente. Se utilizó para ello un porta amalgamas de teflón, condensador tipo *Hollenback* de amalgama de 2 mm de diámetro, bruñidor de bolita *ash* y tallador tipo *Ward*, todos de acero inoxidable y de origen pakistaní (ver Anexo 1).

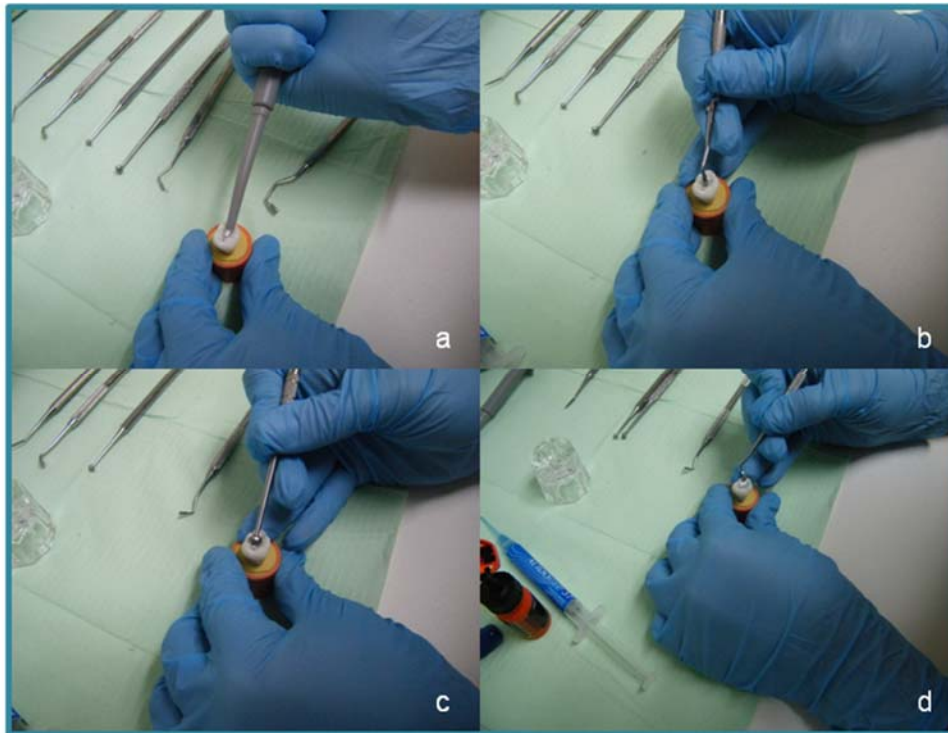


Fig. 20: Representación del paso 6 en la realización de una amalgama con técnica adhesiva. Donde: a) Llevado de la amalgama a la cavidad; b) Condensación; c) Bruñido inicial y d) Tallado oclusal.

Los residuos de amalgama fueron desechados en un contenedor plástico con tapa para eliminación de residuos tóxicos (amalgama / mercurio), como lo indica el Ministerio de Salud de Chile, en la norma técnica básica de atención abierta (2008). El contenedor utilizado fue el disponible para este uso en la Clínica B de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.



Fig. 21: Contenedor utilizado para desechos de amalgama/mercurio.

Se considera en esta etapa finalizada la restauración de amalgama con técnica adhesiva.



Fig. 22: Restauración de amalgama con técnica adhesiva terminada.



Fig. 23: Grupo A con todos los dientes restaurados (ver Anexo 2).

Los dientes del grupo B, que se restauraron con *amalgama adhesiva* siguieron un protocolo modificado del sugerido por el fabricante 3M para la aplicación de cemento RelyX™ ARC ®:

- Paso 1 Grabador, paso 2 Adhesivo, paso 3 Secado y paso 4 Fotocurado se realizaron de la misma forma que en el grupo A.
- Paso 5 Aplicación del Cemento: Dispensar el cemento 3M™ RelyX™ ARC sobre el bloque de mezcla y mezclar por 10 segundos. Utilizando un pincel aplicador descartable Vivadent Applicator® (ver Anexo 1) aplicar el cemento a la preparación cavitaria. Mientras se aplica el cemento se tritura la amalgama, de la misma forma que se hizo para la técnica anterior.

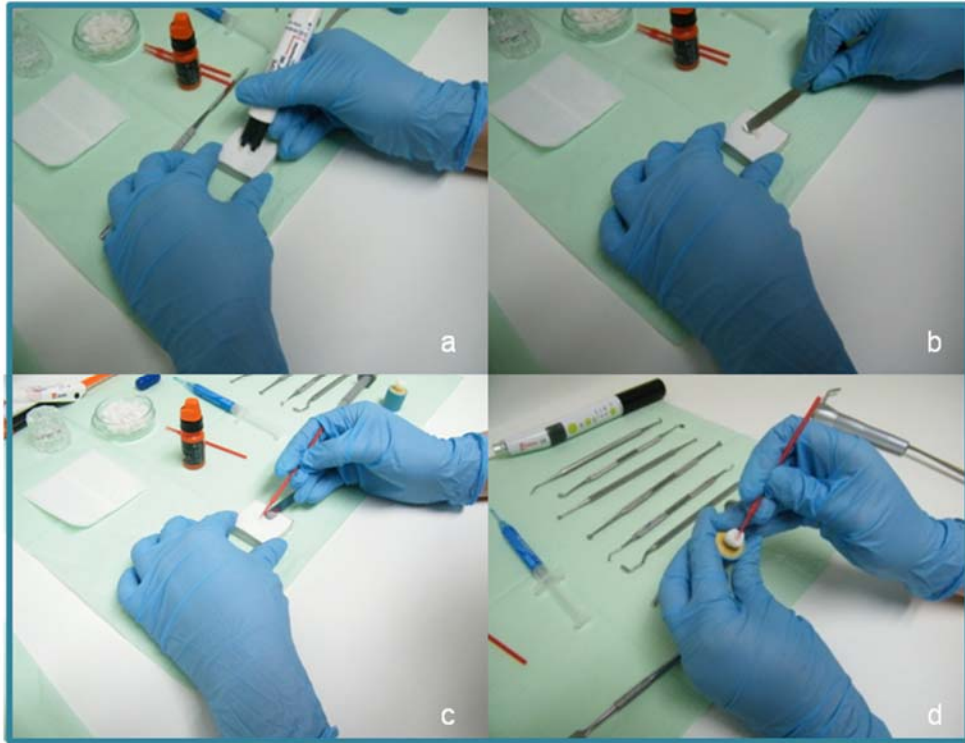


Fig. 24: Representación del paso 5 en la realización de una amalgama adhesiva. Donde: a) Dispensado del cemento en block de mezcla; b) Mezcla del cemento; c) Retiro de la mezcla con un pincel y d) Aplicación del cemento en la cavidad.

- Paso 6 Condensado y bruñido: Condensar y bruñir la amalgama en forma centrífuga, limpiando cada vez el instrumento con un trozo de gasa. Tallar la forma anatómica de la cara oclusal, bruñir, tal como en el paso 6 de amalgama con técnica adhesiva, utilizando los mismos instrumentos.

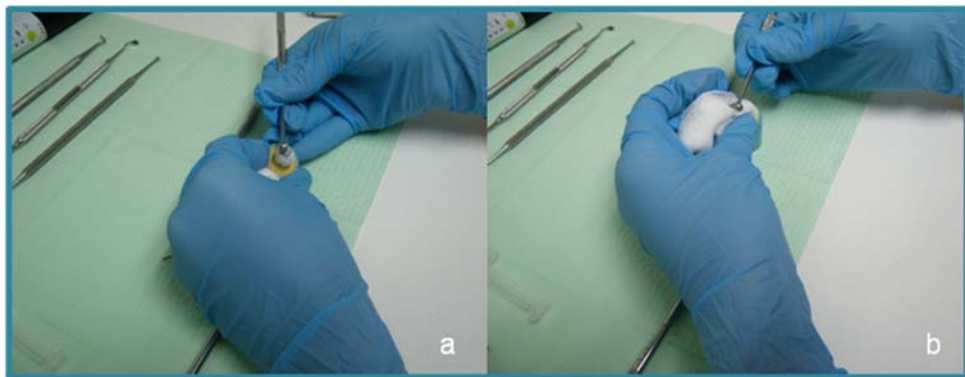


Fig. 25: Representación de parte del paso 6 en la realización de una amalgama adhesiva. Donde: a) Bruñido de la amalgama y b) Limpieza del instrumento con gasa.

Se considera en esta etapa finalizada la restauración de amalgama adhesiva.



Fig. 26: Restauración de amalgama adhesiva terminada.



Fig. 27: Grupo B con todos los dientes restaurados (ver Anexo 2).

Una vez terminadas las restauraciones de ambos grupos, los dientes fueron llevados a un horno, previamente calibrado, a 37°C donde permanecieron, entremezclados de ambas técnicas, por un periodo de 24 horas sumergidos en tres recipientes de vidrio que contenían cada uno una solución compuesta por 400 ml de agua destilada y 60 ml de tinta china Pelikan® (ver Anexo 1) color azul.



Fig. 28: Horno a 37°C con las restauraciones.

#### 6.4. Protocolo de Pulido

Transcurridas 24 horas en el horno a 37°C, todas las restauraciones fueron retiradas y pulidas con la siguiente secuencia:

- Emplear fresas de doce filos de diferentes formas, llama o redonda, para obtener una superficie muy lisa (Barrancos & Barrancos, 1999c) (ver Anexo 1).
- Con puntas, ruedas y discos abrasivos se completan las áreas que no hayan sido alcanzadas por procedimiento anterior (Barrancos & Barrancos, 1999c).
- El alisado final se obtiene con una escobilla con piedra pómez de grano fino impregnado con agua hasta formar una mezcla cremosa, con baja velocidad (Guzmán, 2003).
- El brillo se obtiene con una escobilla blanda con óxido de zinc sobre la superficie de la restauración (Guzmán, 2003) (ver Anexo 1).

#### 6.5. Termociclado

Una vez pulidas las restauraciones, las muestras fueron sometidas a un proceso de termociclado, consistente en un total de 500 ciclos de 64 segundos cada uno, en donde los dientes permanecieron 30 segundos en un recipiente con agua a  $5 \pm 2$  °C de temperatura, luego fueron sacados y su cambio a otro recipiente demoró 4 segundos a temperatura ambiente, el nuevo recipiente contenía agua a  $55 \pm 2$  °C de temperatura.



Fig. 29: Representación del termociclado.

Concluido el proceso de termociclado se les aplicó a las muestras 2 capas de barniz de uñas transparente Pamela Grant® (ver Anexo 1) sobre las caras proximales, vestibular, lingual/palatina, dejando libre la cara oclusal. Se esperó su secado. De esta forma se pretendió evitar la microinfiltración por otras zonas, aparte de la interface diente restauración.

Posterior al pulido, todas las muestras nuevamente fueron sumergidas en los mismos contenedores de vidrio con la solución de tinta utilizada anteriormente, permanecieron durante 14 días a 37°C en el horno previamente calibrado.

#### 6.6. Corte Dentario

Previo al corte dentario se realizó el procedimiento de limpieza de las muestras, las cuales fueron lavadas con abundante agua y se escobillaron con una escobilla de copa blanda con piedra pómez venteada por sus caras proximales, vestibular, lingual/palatina, dejando libre la cara oclusal. Se dejaron al aire libre por 24 horas para esperar su secado.

Se procedió a realizar el corte de las muestras, el cual consistió en una primera etapa en la decoronación de los dientes montados, por medio de una pieza de mano recta marca Kavo Brasil® modelo Unik-C® y un disco de carborundum 7/8 de doble cara (ver Anexo 1).

A las coronas dentarias se les realizó un corte por el centro de su cara vestibular y lingual/palatina desde apical hacia coronal, se unió el corte de ambas caras desde apical hacia oclusal, procurando siempre no tener contacto del disco con la restauración.

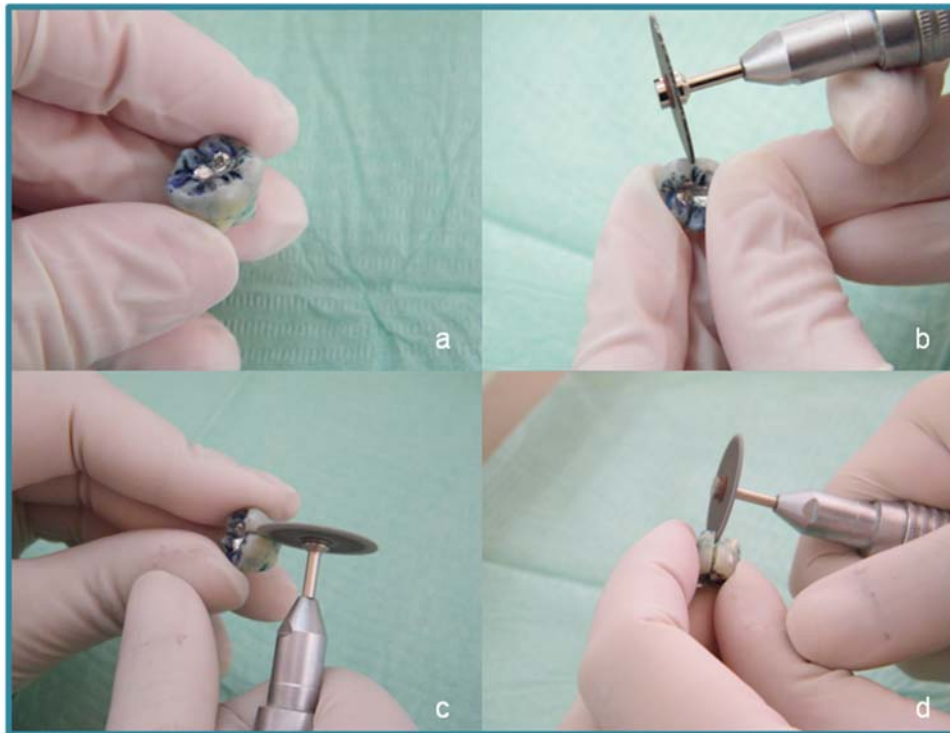


Fig. 30: Representación del corte de las muestras. Donde: a) Vista del diente decoronado; b) y c) Vista del corte en las caras vestibular y lingual/palatina y d) Vista de la unión de los cortes desde apical.

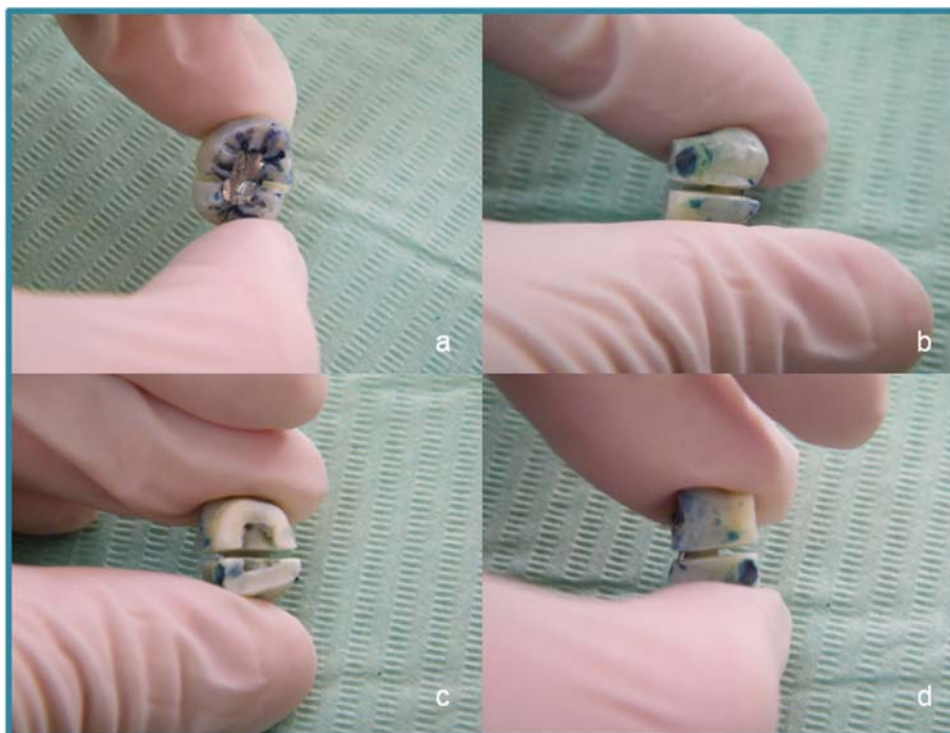


Fig. 31: Resultado del corte de las muestras. Donde: a) Vista oclusal del diente; b) c) y d) Vista del diente por el resto de sus caras.

Posteriormente se realizó la fractura del diente por medio de una espátula que fue colocada desde apical y, con el golpe de un cincel, se logró separar el diente.

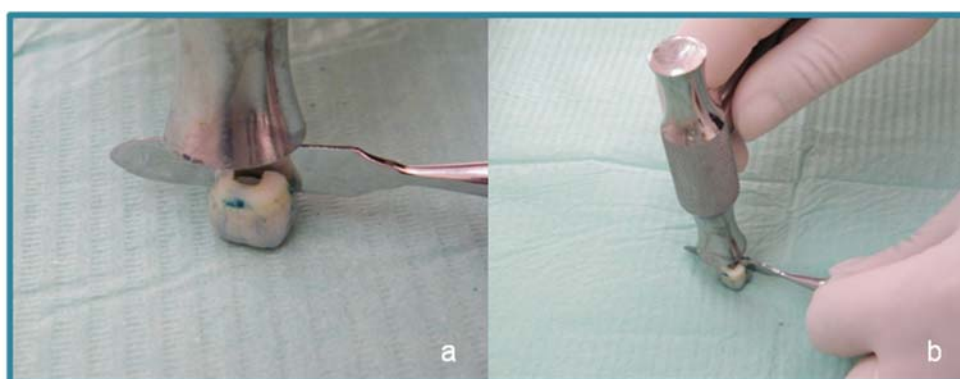


Fig. 32: Representación de la fractura del diente. Donde: a) Forma de colocación de la espátula para el corte y b) Golpe de fractura.

Tras la fractura del diente se obtuvo dos porciones por cada muestra, para el registro de datos consideramos como mitad derecha la que resultara con un mayor fragmento de amalgama.



Fig. 33: Diente fracturado.

Cada unidad de estudio fue fotografiada con una cámara Olympus® modelo E 330 EVOLT con zoom óptico 3.20x 14-45mm (28-90mm eq.) a 7,5 Megapíxeles y puesta en una base para estandarizar las fotografías a 46 cm del cuerpo a fotografiar.

Las fotografías obtenidas fueron analizadas mediante el programa computacional de diseño Autocad 2010® el cual permite obtener mediciones exactas a partir de una fotografía que previamente escalamos a tamaño real; para ello utilizamos un pie de metro digital modelo Digital Caliper 0 – 150 mm marca REDLINE MECHANICS® (ver Anexo 1).

#### 6.7. Informe de Deserciones

Tras la observación de las fotografías de las unidades de estudio se determinó que un diente por grupo no podía formar parte de la muestra ya que en el proceso de corte se perdió una porción importante de tejido dentario, además se descartaron otros 2 dientes, uno por grupo, en el cual había ocurrido microinfiltración por una vía distinta a la interface diente/restauración (ver Anexo 3).

En total la muestra (n) analizada de cada grupo se estableció en 67 dientes.

### 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron tabulados en una planilla de cálculo (ver Anexo 4) creada y analizada mediante el programa computacional Microsoft Office Excel 2007®, además se utilizó para el análisis el programa estadístico Minitab 16 Statistical Software®.

Se determinó la normalidad en la distribución de los datos de las variables cualitativas utilizando las pruebas de Fisher y de Stuart Maxwell.

Se utilizó la prueba T de diferencias para comparar los datos de la variable cuantitativa.

En todas las pruebas estadísticas se fijó el nivel de significancia en  $p < 0,05$ .

Se realizó un análisis estadístico descriptivo por medio de tablas y gráficos.

## VI. RESULTADOS

---

### 1. PRESENCIA DE MICROINFILTRACIÓN

Las siguientes tablas y gráficos corresponden a la descripción de los datos para la variable cualitativa, donde se observó si presentaban o no microinfiltración los dientes restaurados, separados por mitad de diente en cada grupo de estudio según técnica empleada.

	No hay Microinfiltración		Hay Microinfiltración	
Mitad Derecha	0	0%	67	100%
Mitad Izquierda	0	0%	67	100%

Tabla III: Frecuencia absoluta y porcentual de microinfiltración, según mitad del diente observada, para el grupo A.

En la Tabla III se muestra que todos los dientes del grupo A se microinfiltraron en ambas mitades.

	No hay Microinfiltración		Hay Microinfiltración	
Mitad Derecha	7	10,45%	60	89,55%
Mitad Izquierda	4	5,97%	63	94,03%

Tabla IV: Frecuencia absoluta y porcentual de microinfiltración, según mitad del diente observada, para el grupo B.

En la Tabla IV se muestra la comparación de presencia de microinfiltración para ambas mitades del grupo B y se aprecia que hay 7 mitades derechas y 4 mitades izquierdas en las que no hay presencia de microinfiltración, es por esto que se investigó si es que en el grupo B la proporción de presencia de microinfiltración era la misma en ambas mitades.

Por medio de una prueba de hipótesis de dos poblaciones binomiales, se determinó que la proporción presencia de microinfiltración es igual en ambas mitades.

La hipótesis nula para esta prueba era que no hay diferencia entre las dos proporciones de presencia de microinfiltración para ambas mitades de dientes del grupo B.

La prueba exacta de Fisher arroja un p-valor = 0,531; siendo éste mayor al nivel de significancia con el que se aplicó el test, de un 0,05. En base a esto, podemos decir que no se rechaza la hipótesis nula y que no hay diferencias estadísticamente significativas en la proporción de mitades de dientes con presencia de microinfiltración, para el grupo B.

Por lo tanto se trabajó con ambas mediciones como si fuesen de una sola mitad para esta parte del análisis.

La siguiente tabla corresponde a la descripción de los datos para la variable cualitativa, donde se observó si presentaban o no microinfiltración los dientes restaurados, separados por grupo de estudio según técnica empleada.

	Grupo A	Grupo B
No hay Microinfiltración	0%	8,21%
Hay Microinfiltración	100%	91,79%

Tabla V: Frecuencias porcentuales de la presencia de microinfiltración, según grupo.

En la Tabla V se muestra que todos los dientes del grupo A se microinfiltraron y en el grupo B esto se da en 91,79%, por lo que un 8,21% de unidades de estudio del mismo grupo no poseen presencia de microinfiltración.

A grandes rasgos no habría diferencia significativa entre ambos grupos, para determinar si dicha afirmación es correcta se realizó una prueba de hipótesis de dos poblaciones binomiales.

La hipótesis nula para esta prueba es que no hay diferencia entre los grupos en la proporción de presencia de microinfiltración.

La prueba exacta de Fisher arrojó un p-valor = 0,001; siendo este menor al nivel de significancia con el que se aplicó el test, de un 0,05. En base a esto podemos decir que se rechaza la hipótesis nula y es estadísticamente significativa la diferencia de microinfiltración que se presenta entre los grupos A y B.

## 2. LONGITUD DE MICROINFILTRACIÓN

Los siguientes gráficos corresponden a la descripción de los datos para la variable cuantitativa, donde se observó longitud en mm de penetración de la tinción en los dientes restaurados, separados por grupo de estudio según técnica empleada y relacionando ambos grupos.

Para el estudio de esta variable se realizaron dos mediciones de longitud en mm de penetración de la tinción en cada mitad del diente, en ambos grupos.

Como es de interés para el estudio analizar las diferencias entre los dos grupos, y considerando que el diente recibió un solo tratamiento, se tomaron en cuenta las medidas obtenidas en cada punto de las mitades como si fueran de una sola, dando un total de 268 datos por grupo.

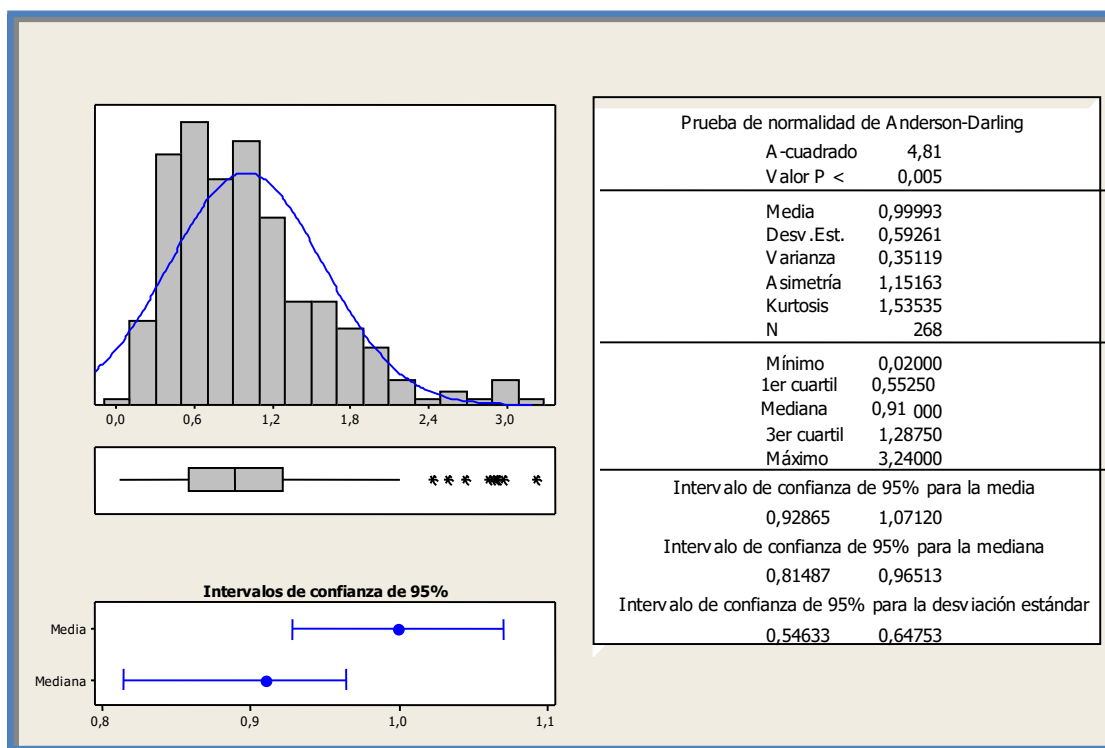


Gráfico N°1: Medidas descriptivas para la variable milímetros de microinfiltración, en el grupo A.

En el Gráfico N°1 se muestra que la media de longitud de microinfiltración en el grupo A es de 0,999 mm y el 50% central de los datos se ubica entre 0,552 mm y 1,287 mm.

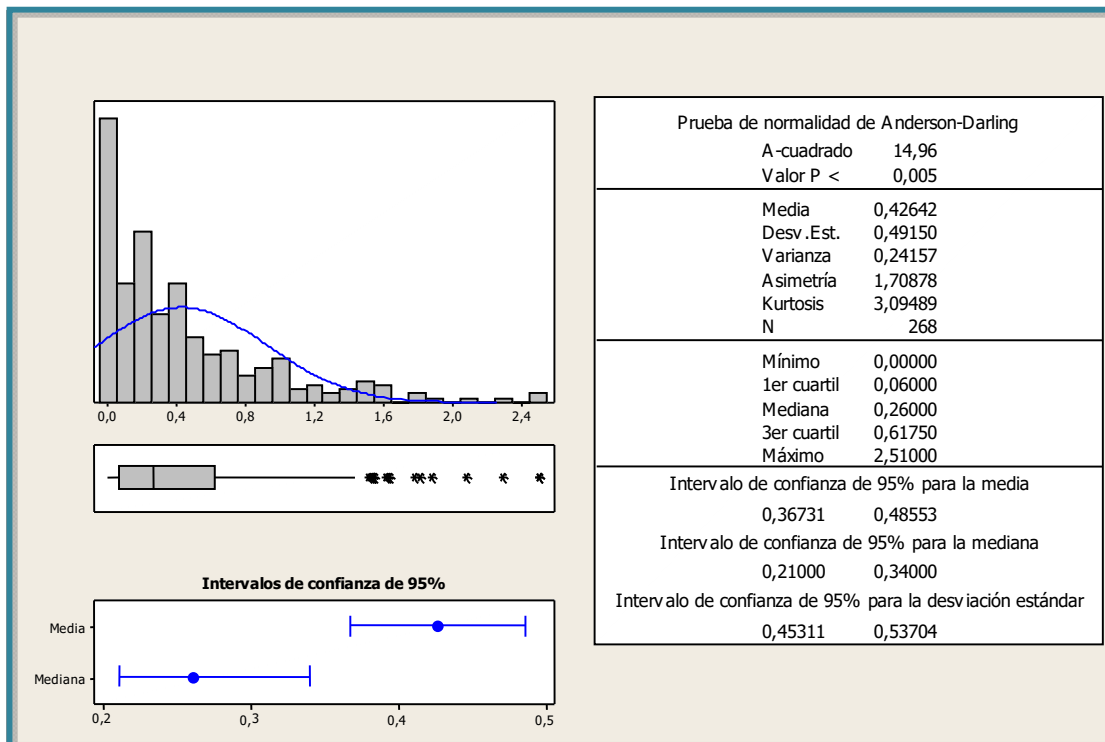


Gráfico N°2: Medidas descriptivas para la variable milímetros de microinfiltración, en el grupo B.

En el Gráfico N°2 se muestra que la media de longitud de microinfiltración en el grupo B es de 0,426 mm y el 50% central de los datos se ubica entre 0,060 mm y 0,617 mm.

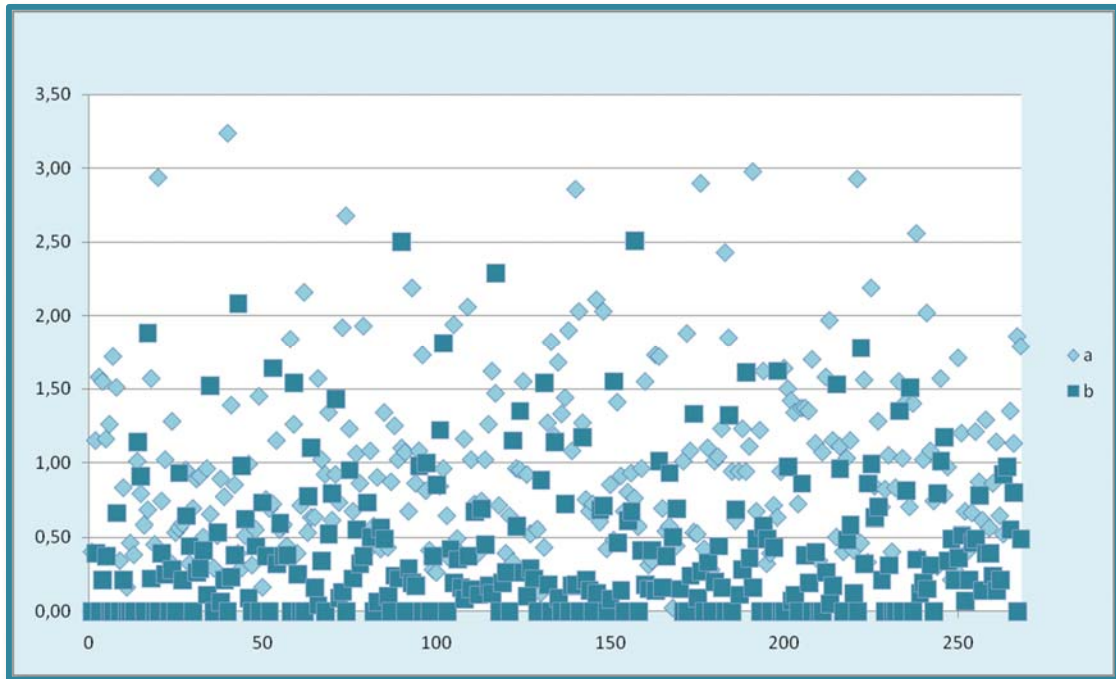


Gráfico N°3: Dispersión de los mm de microinfiltración del Grupo A y B.

En el Gráfico N°3 vemos representada la dispersión de los datos para los grupos A y B, se aprecia a simple vista que la mayoría de los datos del grupo B se ubican en la base del gráfico, correspondiente a los menores milímetros de microinfiltración, los datos del grupo A en cambio se encuentran dispersos en un área mayor, alcanzándose en este grupo los valores máximos.

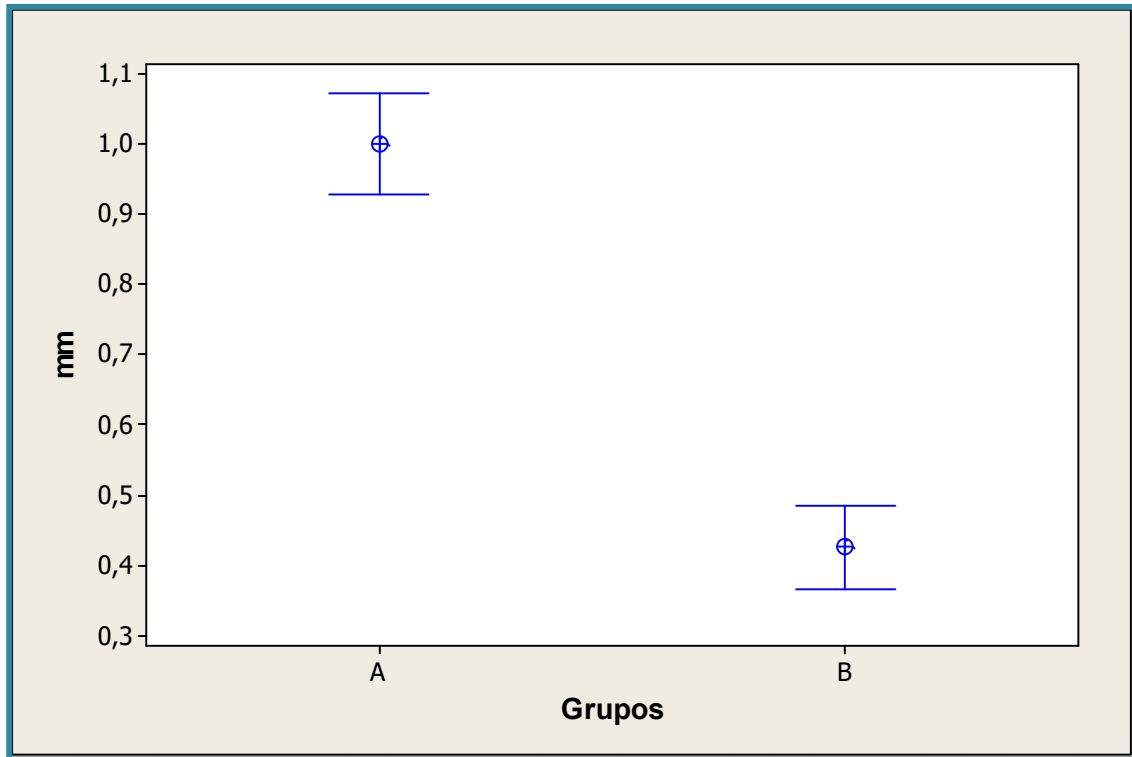


Gráfico N°4: Intervalos de confianza para la media de cada grupo.

Se determinó, en el Gráfico N°4, con un intervalo de confianza del 95%, que la media de la microinfiltración medida mm de longitud de penetración de la tinción para el grupo A es cercana a 1, para el grupo B, en cambio, es inferior a 0,5 mm.

Buscando contrastar la longitud en mm de penetración del colorante para ambos grupos se realizó el test de dos muestras para grupo A versus B.

La hipótesis nula a contrastar es si es que el valor medio de mm de microinfiltración es mayor en el grupo A que en el B.

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
<b>B</b>	268	0,426	0,491	0,030
<b>A</b>	268	1,000	0,593	0,036

Tabla VI: Test de dos muestras para grupo B versus A.

Los valores arrojados por el test de dos muestras para grupo B versus A son los siguientes:

Diferencia =  $\mu$  (Grupo A) -  $\mu$  (Grupo B).  
 Estimado de la diferencia: 0,5735.  
 Límite inferior 95% de la diferencia: 0,4960.  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 12,19.  
 Valor P = 0,000 GL = 516.

El test arroja un p-valor = 0,000, siendo este menor al nivel de significancia con el que se aplicó el test, de un 0,05. En base a esto podemos decir que se rechaza la hipótesis nula, es decir, hay evidencia estadísticamente significativa para decir que el valor medio de microinfiltración en mm del Grupo B es menor que el valor medio del Grupo A.

### 3. NIVEL DE MICROINFILTRACIÓN

Las siguientes tablas y gráficos corresponden a la descripción de los datos para la variable cualitativa nominal tetracotómica, donde se categorizó en cuatro niveles clínicos, separados por grupo de estudio según técnica empleada.

Nivel	Frecuencia Absoluta		Frecuencia Porcentual	
	Mitad Derecha	Mitad Izquierda	Mitad Derecha	Mitad Izquierda
0	0	0	0,00%	0,00%
1	45	45	67,16%	67,16%
2	3	7	4,48%	10,45%
3	19	15	28,36%	22,39%
<b>Total</b>	67	67	100,00%	100,00%

Tabla VII: Frecuencias absolutas y porcentuales del nivel de microinfiltración, según mitad del diente observada, en el grupo A.

En la tabla VII se muestra que la mayor frecuencia de nivel clínico de microinfiltración del grupo A se da en el nivel 1 con un 67,16% para ambas mitades, seguido de un 28,36% y 22,39% para la mitad derecha e izquierda respectivamente del nivel 3; y en tercer lugar en frecuencia se ubica el nivel 2 con un 4,48% en la mitad derecha y un

10,45% en la mitad izquierda. No se encontró ninguna mitad con nivel 0 de microinfiltración.

Nivel	Frecuencia Absoluta		Frecuencia Porcentual	
	Mitad Derecha	Mitad Izquierda	Mitad Derecha	Mitad Izquierda
0	5	3	7,46%	4,48%
1	55	56	82,09%	83,58%
2	2	2	2,99%	2,99%
3	5	6	7,46%	8,96%
<b>Total</b>	67	67	100,00%	100,00%

Tabla VIII: Frecuencias absolutas y porcentuales del nivel de microinfiltración, según mitad del diente observada, en el grupo B.

En la tabla VIII se muestra que la mayor frecuencia de nivel de microinfiltración del grupo B se da en el nivel 1 con un 82,09% y 83,58% para la mitad derecha e izquierda respectivamente, seguido del nivel 3 con un 7,46% para la mitad derecha y 8,96% para la mitad izquierda; en tercer lugar en frecuencia se ubica el nivel 0 con un 7,46% para la mitad derecha y un 4,48% para la izquierda. El nivel con menor frecuencia fue el nivel 2 con un 2,99% para ambas mitades.

Con la intención de saber si es que los niveles de microinfiltración se distribuyen similares en las distintas mitades de las unidades de estudio se realizó la prueba de Stuart-Maxwel, trabajando con un nivel de significancia de 0,05.

Las hipótesis nulas a contrastar son que los niveles de microinfiltración se comportan de manera similar para cada mitad del diente, por grupo.

Para el grupo A, el estadístico de prueba da como resultado  $X_{obs}^2 = 2.72$ , versus el valor de tabla  $X_{k-1; 1-\alpha}^2 = X_{3; 0.95}^2 = 7.815$ .

Para el grupo B, el estadístico de prueba da como resultado  $X_{obs}^2 = 2$ , versus el valor de tabla  $X_{k-1; 1-\alpha}^2 = X_{3; 0.95}^2 = 7.815$ .

Es decir, en ambos grupos el estadístico de prueba no es mayor que el valor de tabla, por lo tanto no se rechazan las hipótesis nulas y se consideraron las

mediciones de las distintas mitades como si fueran una sola, obteniendo 134 observaciones para cada grupo.

Para determinar si existen diferencias en el comportamiento de las respuestas de nivel de microinfiltración comparando los dos grupos se realizó la prueba de Stuart-Maxwell, con un nivel de significancia de 0,05.

La hipótesis nula a contrastar es que los niveles de microinfiltración se comportan de manera similar comparando los dos grupos.

El estadístico de prueba da como resultado  $X_{obs}^2 = 25,22$  versus el valor de tabla  $X_{k-1, 1-\alpha}^2 = X_{3, 0,95}^2 = 7,815$ .

Es decir, el estadístico de prueba es mayor que el valor de tabla, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se considera que en el nivel de microinfiltración hay diferencia estadísticamente significativa para el grupo A y B.

La siguiente tabla corresponde a la descripción de los datos para la variable cualitativa nominal tetracotómica, donde se categorizó en cuatro niveles, comparando los grupos de estudio según técnica empleada.

Nivel	Grupo A	Grupo B
0	0,00%	5,97%
1	67,16%	82,84%
2	7,46%	2,99%
3	25,37%	8,21%
Total	100,00%	100,00%

Tabla IX: Frecuencias porcentuales del nivel de microinfiltración de ambos grupos.

En la tabla IX se muestra que la mayor frecuencia de nivel de microinfiltración se da en ambos grupos en el nivel 1, siendo mayor para el grupo B que para el grupo A con un 82,84% y 67,16% respectivamente. En frecuencia decreciente se ubica el nivel 3 con un 25,37% para el grupo A y 8,21% para el grupo B, seguido del nivel 2 con un 7,46% para el grupo A y un 2,99% para el grupo B. El Nivel 0 presentó en general menor frecuencia, con un 5,97% para el grupo B y un 0% para el grupo A.

## VII. DISCUSION

---

La microinfiltración es un motivo de preocupación en Odontología Restauradora ya que se relaciona con alteraciones como sensibilidad pulpar y caries secundaria, lo que determina, entre otros factores, el fracaso de las restauraciones (Silva et al., 2006).

Como uno de los objetivos de una restauración ideal es prevenir la microinfiltración, se busca cuantificarla con diversos biomateriales y técnicas restauradoras, y así tener argumentos para la elección de alguno de ellos por parte del profesional odontólogo.

Si bien es cierto, con el tiempo, la formación de productos de corrosión puede reducir la microinfiltración alrededor de las restauraciones de amalgama, esto puede llegar a tardar hasta 2 años en las restauraciones de amalgama no adhesivas (Ziskind et al., 2003). Por eso es importante determinar si existe menor microinfiltración inmediata en comparación de las técnicas de amalgama adhesiva y no adhesiva.

Ziskind señala también que la presencia de ciertos agentes adhesivos pueden reducir a corto plazo la microinfiltración.

El método clásico de medición de microinfiltración de fluidos tiene como ventajas su bajo costo y facilidad de aplicación, pero puede caerse en una evaluación subjetiva de los resultados (Cenci et al., 2004), para contrarrestarlo es que utilizamos el programa computacional de diseño Autocad 2010® donde realizamos nuestras mediciones con una imagen a escala real de los dientes.

El objetivo de utilizar este método es simular la posible interface existente entre la restauración y la estructura del diente (Ziskind et al., 2003).

Nuestros resultados muestran que para la variable que evalúa presencia o ausencia de microinfiltración las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva se microinfiltraron en un 100% en comparación con las restauraciones de amalgama adhesiva que se microinfiltraron en un 91,79%, el porcentaje de dientes que no se microinfiltró corresponde a un 8,21%, lo que nos lleva a pensar que la amalgama adhesiva es una técnica más eficaz en el sellado de la interface diente restauración, tal como lo señala Cenci en su estudio del año 2004.

No hay publicación de algún estudio que haya medido específicamente la longitud de penetración del colorante en milímetros, pero nosotros encontramos que en el grupo de amalgamas con técnica adhesiva la media es de 0,999 mm, en cambio, para el grupo de amalgamas adhesivas la media fue de 0,426 milímetros, lo que determina, entre las medias, una diferencia de 0,573 mm. Es decir, la amalgama con técnica

adhesiva presenta una media de más del doble de microinfiltración que las amalgamas adhesivas, lo cual quedó representado en el Gráfico N°4.

El 50% central de los datos, con un intervalo de confianza del 95%, para el grupo con técnica adhesiva va en un rango de 0,552 a 1,287 mm, lo cual es significativamente mayor a los resultados encontrados en el grupo B, donde este intervalo se ubica entre los 0,060 y 0,617 mm.

Destaca que el mínimo valor encontrado en las amalgamas con técnica adhesiva es 0,020 mm, en cambio entre las amalgamas adhesivas encontramos muestras que no presentaron microinfiltración, por lo que su mínimo valor registrado fue 0 mm.

El máximo valor para el grupo A fue 3,24 mm, lo que dista bastante del grupo B donde se registró un valor máximo de 2,51 mm.

Teniendo como antecedentes los resultados obtenidos en otros estudios, que si bien no cuantifican en longitud la microinfiltración, podemos señalar que nuestros resultados apuntan a lo mismo, encontrando en general menor microinfiltración marginal en los dientes restaurados con amalgama adhesiva.



Fig. 34: Imagen de microinfiltración promedio en restauraciones de amalgama con técnica adhesiva.



Fig. 35: Imagen de microinfiltración promedio en restauraciones de amalgama adhesiva.

Considerando que el valor máximo de penetración del colorante en milímetros está supeditado al tamaño de la cavidad es que se categorizó en niveles clínicos de microinfiltración, así se da una mayor claridad en la presentación de los datos.

Para definir los niveles nos basamos en la posibilidad, a ojo desnudo, de categorizar las imágenes obtenidas, ya que si bien hay otros estudios que utilizan categorización en niveles su discriminación es basada en observaciones con microscopio.

En el caso de los dientes que fueron restaurados con amalgama con técnica adhesiva se encontró en orden decreciente la frecuencia para el nivel 1, correspondiente a un 67,16%; un 25,37% para el nivel 3 y un 7,46% para el nivel 2, alcanzando 0% el nivel 0.

Para el grupo de dientes restaurados con amalgama adhesiva las frecuencias porcentuales en orden decreciente fueron 82,84% para el nivel 1; 8,21% para el nivel 3; 5,97% para el nivel 0; y 2,99% para el nivel 2.

En ambos grupos la mayor frecuencia se encuentra en el nivel 1.

Para nosotros es importante hacer una lectura de los datos que nos lleve a darnos cuenta que el nivel 2, que significa penetración por toda la pared axial de la cavidad incluyendo el piso cavitario es significativamente menos encontrado en el grupo que se restauró con amalgama adhesiva, lo que nos hablaría de la efectividad de la técnica. Y en el grupo B esta frecuencia es la menor de todos los grupos.

El nivel 3, donde se encuentra tinción en el piso cavitario, nos parece importante señalarlo porque si bien es cierto no habría en esos dientes una penetración continua del colorante, el encontrar estos resultados puede suponer que la microinfiltración efectivamente ocurrió en forma total por algún punto y que dada la posición del corte, y que sólo se mide en dos dimensiones, no se pesquisan dichos casos de forma sistemática. Basándonos en lo expuesto es que se demuestra la efectividad de las amalgamas adhesivas en el sellado de la interface diente restauración con una disminución de casi el 20%.

Si se comparan ambas técnicas de restauración de amalgama, según nuestros resultados hay menor microinfiltración en las amalgamas adhesivas, lo que es relevante ya que según Setcos esta técnica presenta grandes ventajas, además de proporcionar una retención adecuada, las restauraciones de amalgama adhesiva presentan menor sensibilidad postoperatoria, mejoran la adaptación marginal, reducen la aparición de caries secundaria, y favorecen una preparación más conservadora. El mismo autor señala que hay evidencia de que la amalgama adhesiva puede ser favorablemente empleada en situaciones como grandes cavidades o en preparaciones sin retención.

La comparación de los resultados con otros estudios, como ya se dijo, presenta limitaciones, ya que no hay normas claramente aceptadas de parámetros

experimentales, como los materiales utilizados, el tipo y la concentración de la solución de almacenamiento, el tiempo de almacenamiento y su temperatura, la duración de los ciclos térmicos y/o mecanismos de termociclado, y principalmente los criterios de puntuación.

La mayoría de los estudios revisados utilizó como medio colorante el azul de metileno, pero por las razones expuestas en nuestro marco teórico es que decidimos optar por usar tinta de dibujo. Los resultados de los otros investigadores podrían considerarse como falsos positivos, por ejemplo Silva, dice en su estudio que las restauraciones de amalgama adhesiva, en la mayoría de las situaciones, no logró producir una mayor resistencia al medio de microinfiltración en comparación con las restauraciones de amalgama convencional, y en esa investigación se utilizó azul de metileno como colorante.

Otra dificultad se presenta ya que al tratarse de un estudio *In Vitro* no es posible evaluar todas las variables que se presentarían en un estudio *In Vivo*, no obstante algunas evaluaciones de las restauraciones de amalgama adhesiva demostraron la eficacia clínica de esta técnica como lo señala Cenci el año 2004.

Varios estudios *In Vitro* han demostrado la capacidad de los cementos, utilizados como un material intermedio, para evitar microinfiltración a lo largo de la interface diente restauración (Cenci et al., 2004), lo cual se condice con nuestros resultados.

El mismo cemento de resina que utilizamos en nuestra investigación, RelyX™ ARC de la empresa 3M® fue también empleado en otras investigaciones, como las de Cenci el año 2004 o las de Silva el año 2006. En todos los trabajos la forma de aplicación fue la indicada por el fabricante y los resultados mostraron diferencias significativas en la reducción de la microinfiltración en comparación con cementos de otras marcas y diferencia sustancial con el grupo control que correspondía a la restauración de amalgama con técnica adhesiva, resultados en concreto como los nuestros.

## VIII. CONCLUSIONES

---

Finalizada la investigación, y de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos, podemos concluir que se cumplen todas nuestras hipótesis de investigación, ya que:

- Existe microinfiltración marginal, tanto en las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva como en las restauraciones de amalgama adhesiva.
- La media, la longitud y el nivel clínico de microinfiltración de las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva es significativamente mayor que el que presentan las restauraciones de amalgama adhesiva.
- En definitiva, hay diferencias en cuanto a la microinfiltración producida al restaurar un diente con una amalgama con técnica adhesiva o con una amalgama adhesiva.
- Por todo lo anteriormente expuesto señalamos que en el caso de hacer una restauración con amalgama, ésta deber ser realizada con la técnica de amalgama adhesiva.

## IX. SUGERENCIAS

---

- Como muchos factores que se presentarían *In Vivo* no pueden ser considerados en un estudio *In Vitro* consideramos que sería interesante poder llevar a cabo este estudio *In Vivo*.
- La diversidad de marcas comerciales en cuanto a biomateriales dentales, nos lleva a sugerir incluir otras alternativas a las que se utilizaron en esta investigación y comparar así diversas marcas de amalgama y de cementos adhesivos entre sí.
- Para lograr una observación más minuciosa de las muestras se podría emplear un método más preciso como la microscopía, e idealmente mantener la estandarización de este estudio respecto al análisis fotográfico.
- Un factor no considerado en nuestra investigación es la variación de la microinfiltración en el tiempo por lo que proponemos hacer esta investigación con mediciones seriadas incluyendo el tiempo una como variable.
- Se invita a realizar este estudio, con la consideración de que en las mediciones se incluya el área de penetración del colorante, puesto que de la forma en que fueron medidas nuestras muestras puede haber pérdida de datos relevantes.

## X. RESUMEN

---

**Antecedentes:** La amalgama es uno de los biomateriales de restauración más utilizados, pero presentaría microinfiltración marginal. Surgen técnicas de aplicación, en combinación con otros biomateriales, para reducir dicho defecto.

**Objetivos:** Determinar la presencia o no de microinfiltración en restauraciones de amalgama con técnica adhesiva y amalgama adhesiva, su media, longitud y nivel clínico.

**Materiales y Método:** Estudio experimental *In Vitro* que empleó 134 terceros molares sanos separados en dos grupos: A, restaurados con amalgama con técnica adhesiva y B, con amalgama adhesiva. Fueron termociclados y sumergidos en solución de tinta china por 14 días, cortados, fotografiados y analizados. Se consideró como variable la presencia o no de microinfiltración, penetración o no del colorante en la interface diente-restauración; su longitud y cuantificación en cuatro niveles. Se realizaron pruebas para evaluar la significancia estadística de los resultados.

**Resultados:** 100% del grupo A se microinfiltró, y 91,79% del grupo B. La media de la longitud de microinfiltración en el grupo A fue 0,999 mm y 0,426 en el grupo B. En el grupo A 67,16% presentó nivel 1; 7,46% nivel 2 y 25,37% nivel 3. En el grupo B 5,97% presentó nivel 0; 82,84% nivel 1; 2,99% nivel 2 y 8,21% nivel 3.

**Discusión:** Nuestros resultados se asemejan a los de estudios similares en la materia. Se debe considerar la variabilidad en biomateriales y formas de medición.

**Conclusión:** Existe microinfiltración marginal, tanto en las restauraciones de amalgama con técnica adhesiva como en las de amalgama adhesiva, pero es significativamente menor en esta última.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

3M ESPE Chile. 3M RelyX™ ARC Cemento de Resina Adhesivo. Perfil Técnico del producto (1999). Obtenido el: 29-10-10 de: [http://solutions.3mchile.cl/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?locale=es\\_CL&cmd=1309538999000&assetId=1273688419109&assetType=MMM\\_Image&blobAttribute=ImageFile](http://solutions.3mchile.cl/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?locale=es_CL&cmd=1309538999000&assetId=1273688419109&assetType=MMM_Image&blobAttribute=ImageFile).

3M ESPE Chile. Adper™ Single Bond 2 Información técnica (2004). Obtenido el: 22-10-10 de: [http://solutions.3mchile.cl/wps/portal/3M/es\\_CL/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/adhesivos/adper-single-bond-2-adhesivo/](http://solutions.3mchile.cl/wps/portal/3M/es_CL/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/adhesivos/adper-single-bond-2-adhesivo/).

Arias V., Campos I., Pimenta L. (2004): Microleakage study of three adhesive systems. *Braz Dent J.* 15: 194-198.

Barrancos, J., Barrancos, G., (1999a). Preparaciones para amalgama, estudio comparativo. En: *Operatoria dental*, editor: Barrancos, J., tercera edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 1003 – 1015.

Barrancos, J., Barrancos, P., (1999b). Adhesión a metal y otras superficies. En: *Operatoria dental*, editor: Barrancos, J., tercera edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 579 – 607.

Barrancos, J., Barrancos, P., (1999c). Restauraciones de clases 1 y 2 con amalgama. En: *Operatoria dental*, editor: Barrancos, J., tercera edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 1017 – 1081.

Barrancos, J., Barrancos, P., (2006). Restauraciones con amalgama. En: *Operatoria dental integración clínica*, editor: Varas, P., cuarta edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 1031 – 1083.

Berry T., Summitt J., Chung A., Osborne J. (1998): Amalgam at the new millennium. *JADA.* 129: 1547-1556.

Cabral, J., Spadiliero, M., Uribe, J., (1990). Sistemas resinosos compuestos. En: *Operatoria dental ciencia y práctica*, editor: Uribe, J., primera edición, Editorial Avances, Madrid – España, pp: 207 – 230.

Cenci M., Piva E., Potrich F., Formolo E., Demarco F., Powers J. (2004): Microleakage in bonded amalgam restorations using different adhesive materials. *Brazil Dental Journal.* 15: 13-18.

Dietschi, D., Spreafico, R. (1998). ¿Por qué realizar restauraciones adhesivas estéticas en los dientes posteriores?. En: *Restauraciones adhesivas no metálicas*,

conceptos actuales para el tratamiento estético de dientes posteriores, editor: Roig, M., primera edición, Editorial Masson, Barcelona – España, pp: 13 – 24.

Dominici J., Eleazer P., Clark S., Staat R., Scheetz J. (2001): Desinfection/Sterilization of extracted teeth for dental student use. *J Dent Educ.* 65: 1278 – 1280.

Edelberg, M., (2003). Adhesión con ionómeros vítreos. En: Adhesión en odontología restauradora, editor: Henostroza, G., primera edición, Editorial Maio, Curitiba – Brasil, pp: 139 – 162.

Fairhurst, C., (1980). Amalgama. En: Materiales dentales y su selección, editores: O' Brien, W., Ryge, G., primera edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 163-168.

Gallato A., Angnes G., Reis A., Loguercio A. (2005): Long-term monitoring of microleakage of different amalgams with different liners. *J Prosthet Dent.* 93:571-576.

Guzmán, H., (2003). Aleaciones de plata para amalgama. En: Biomateriales odontológicos de uso clínico, editor: Madero, Y., tercera edición, Editorial Ecoe, Bogotá – Colombia, pp: 87 – 103.

Henostroza, G., (2003). Perspectiva histórica. En: Adhesión en odontología restauradora, editor: Henostroza, G., primera edición, Editorial Maio, Curitiba – Brasil, pp: 13 – 26.

Karagenç B., Gençoglu N., Ersoy M., Cansever G., Külekçi G. (2006): A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 102:110-113.

Kumar M., Sequeira P., Peter S., Bhat G. (2005): Sterization of extracted human teeth for educational use. *Indian Journal of Medical Microbiology.* 23: 256 – 258.

Macchi, R., (2006). En: Amalgama. En: Operatoria dental integración clínica, editor: Varas, P., cuarta edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 747 – 754.

Macchi, R., (2007). Amalgama. En: Materiales dentales, editor: Macchi, R., cuarta edición, Editorial médica panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 207 – 222.

Mahler D. (1997): The high-copper dental amalgam alloys. *J Dent Res.* 76: 537- 41.

Mahler D., Pham B., Adey J. (2009): Corrosion Sealing of Amalgam Restorations In Vitro. *Operative Dentistry.* 34: 312-330.

Mali P., Deshpande S., Singh A. (2006): Microleakage of restorative materials: An In Vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 24: 15-18.

Maravankin, F., (2003). Restauraciones directas adhesivas. En: Adhesión en odontología restauradora, editor: Henostroza, G., primera edición, Editorial Maio, Curitiva – Brasil, pp: 195 – 225.

Marshall, S., Marshal, G., Anusavice, K., (2004). Amalgamas dentales. En: Phillips ciencia de los materiales dentales, editor: Anusavice, K., undécima edición, Editorial El Sevier, Madrid – España, pp: 495 – 543.

Mente J., Kerk S., Drevhaupt J., Deckert A., Legner M., Joerg H. (2010): Assessment of different dyes used in leakage studies. *Clin Oral Invest.* 14: 331 – 338.

Ministerio de Salud Chile. Normas técnicas básicas para la obtención de la autorización sanitaria de las salas de procedimientos y pabellones de cirugía menor (2008). Obtenido el: 09-04-11 de: [www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/6c000551930e4e98e04001011e017d5d.pdf](http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/6c000551930e4e98e04001011e017d5d.pdf).

Muniz M., Quioca J., Dolci G., Reis A., Loguercio A. (2005): Bonded amalgam restorations: microleakage and tensile bond strength evaluation. *Operative Dentistry.* 30: 228 – 233.

Rawls, H., Esquivel, J., (2004). Resinas para restauraciones. En: Phillips ciencia de los materiales dentales, editor: Anusavice, K., undécima edición, Editorial El Sevier, Madrid – España, pp: 399 – 441.

Setcos J., Staninec M., Wilson N. (2000): Bonding of amalgam restorations: Existing knowledge and future prospects. *Operative Dentistry.* 25: 121 – 129.

Shen, C., (2004). Cementos dentales. En: Phillips ciencia de los materiales dentales, editor: Anusavice, K., undécima edición, Editorial El Sevier, Madrid – España, pp: 443 – 494.

Silva A., Piva E., Demarco F., Correr L., Osinaga P., (2006). Microleakage in Conventional and bonded amalgam restorations: Influence of cavity volume. *Operative Dentistry.* 31: 377 – 383.

Steenbecker, O., (2006a). Propiedades físicas. En: Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, editores: Steenbecker, O., Garone, W., Souza, C., Uribe, J., Nuñez, N., Priotto, E., primera edición, Editorial Universidad de Valparaíso, Valparaíso – Chile, pp: 85 – 102.

Steenbecker, O., (2006b). Propiedades superficiales. En: Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, editores: Steenbecker, O.,

Garone, W., Souza, C., Uribe, J., Nuñez, N., Priotto, E., primera edición, Editorial Universidad de Valparaíso, Valparaíso – Chile, pp: 167 – 202.

Steenbecker, O., (2006c). La materia. En: Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, editores: Steenbecker, O., Garone, W., Souza, C., Uribe, J., Nuñez, N., Priotto, E., primera edición, Editorial Universidad de Valparaíso, Valparaíso – Chile, pp: 41 – 84.

Steenbecker, O., (2011): Conversación Telefónica, 10 de abril.

Teixeira, L., Gonçalves, M., (1999). Grandes restauraciones con amalgama. En: Operatoria dental, editor: Barrancos, J., tercera edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires – Argentina, pp: 1091 – 1101.

Uribe, J., Priotto, G., Cabral, J., (1990): Restauraciones con amalgamas. En: Operatoria dental ciencia y práctica, editor: Uribe, J., primera edición, Editorial Avances, Madrid – España, pp: 93 – 145.

Uribe, J., Steenbecker, O., Priotto, E., Nuñez, N., (2006). Principios sobre adhesión. En: Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, editores: Steenbecker, O., Garone, W., Souza, C., Uribe, J., Nuñez, N., Priotto, E., primera edición, Editorial Universidad de Valparaíso, Valparaíso – Chile, pp: 277 – 325.

Wilder, A., May, K., Strickland, W., (1996). Restauraciones con amalgama para preparaciones de cavidades clase I. En: Arte y ciencia operatoria dental, editores: Sturdevant, C., Roberson, T., Heymann, H., Sturdevant, J., tercera edición, Editorial Panamericana, pp: 406 – 433.

Yip H., Li D., Yau D. (2003): Dental amalgam and human health. *Int Dent J.* 53: 464 – 468.

Zidan O., Abdel U. (2003): The effect of amalgam bonding on the stiffness of teeth weakened by cavity preparation. *Dental Materials.* 19: 680 – 685.

Ziskind D., Venezia E., Kreisman I., Mass E. (2003): Amalgam type, adhesive system, and storage period as influencing factor son microleakage of amalgam restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 90: 255 – 260.

## **ANEXOS**

---

1. ANEXO 1: MATERIALES EMPLEADOS EN EL ESTUDIO
2. ANEXO 2: FOTOGRAFAS DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO POR ETAPAS
3. ANEXO 3: FOTOGRAFIAS DE LOS DIENTES CORTADOS
4. ANEXO 4: TABLAS DE DATOS