

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA



**EVALUACIÓN DE EFECTO DEL PERÓXIDO DE CARBAMIDA EN EL
SELLADO MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA.**

Tesis que para obtener el GRADO DE DOCTOR presenta

MARIO IGNACIO MANRÍQUEZ QUINTANA

TUTOR:

Dr. Jorge Paredes Vieyra

SINODAL

Dr. Miguel A. Cadena Alcántar

SINODAL

Dr. José Manuel Mondaca

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, ABRIL DEL 2009

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
1. Introducción.	1
2. Justificación.	8
3. Marco Teórico	11
4. Objetivo.	38
5. Materiales y Métodos	40
6. Metodología.	42
7. Resultados.	48
8. Discusión.	60
9. Conclusión.	64
10. Referencias Bibliográficas.	66
11. Glosario	71
12. Anexos	74

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme el don de la vida y hoy en día la oportunidad de conocerle más cercanamente.

A mi querida esposa Tere, a mis tres tesoros Aby, Melissa y Belén, por ser el motivo que hace la vida más plena de vivir día con día.

A mi Alma Mater, por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista y hoy poder colaborar en la formación de futuros profesionistas.

A mi Tutor y Director de tesis, mi compañero y gran amigo Dr. Jorge Paredes Vieyra, por todo el apoyo brindado no solo en la realización de este trabajo, sino en todos los años que he tenido oportunidad de convivir y aprender de su persona.

A mis maestros y compañeros, Dr. Miguel Ángel Cadena Alcántar y Dr. José Manuel Mondaca, por compartir desde hace muchos años sus conocimientos, confianza y amistad.

A la memoria de mi Maestra y Gran Amiga MC. Laura Leticia Gallo Cárdenas, quien desde el primer contacto con la odontología. Despertó en mí el amor a las ciencias y el respeto a secreto profesional.

A mis alumnos, quienes con su energía de juventud, dan razón a mi persona para seguir preparándome.

EVALUACIÓN DE EFECTO DEL PERÓXIDO DE CARBAMIDA EN EL SELLADO MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de Investigación se ha evaluado in Vitro mediante la utilización de pigmentos en 80 dientes naturales de reciente extracción. Fue observado al microscopio con gran aumento el efecto que tiene en el sellado marginal el Peróxido de carbamida al 10%, utilizado como agente blanqueador, se evaluó si existen realmente modificaciones en el grado de filtración cuando se realiza la restauración inmediatamente después de concluir el blanqueamiento.

Se analizó lo que sucede al restaurar después de 24 horas y transcurrida una semana, comparándolos con lo observado en dientes que no han recibido técnicas de blanqueamiento y son preparados, obturados y pulidos bajo circunstancias semejantes a los tres grupos previamente descritos.

Es ampliamente conocido el efecto inhibitorio que tiene la presencia de oxígeno sobre las resinas provocando, la formación de lo que hoy se denomina “capa inhibida o despolimerizada” ⁽¹⁾.

La formación de la capa inhibida o despolimerizada puede ser explicada de la siguiente manera: Los radicales libres producidos durante la polimerización tienen la particularidad de mostrarse más reactivos con el oxígeno que con el monómero, de modo tal que aquél se comporta como un inhibidor impidiendo la polimerización radical ⁽²⁾ y da lugar a la formación de una capa parcialmente polimerizada en la parte más superficial de la resina que se encuentra en contacto con el oxígeno atmosférico.

Esta capa inhibida varía en su espesor desde unos pocos micrómetros en los composites fotopolimerizables equivale a 2.5 micrómetros hasta más de 50 micrómetros en los químicos ⁽¹⁾.

EFFECTO DE LAS SUBSTANCIAS BLANQUEADORAS SOBRE LOS TEJIDOS DENTARIOS Y MATERIALES DE RESTAURACIÓN

El peróxido de carbamida como agente activo de los blanqueadores dentales de uso doméstico fue introducido formalmente por Haywood y Heymann en 1989 y universalmente aceptado desde ese momento. Sin embargo muchos clínicos han mostrado gran preocupación sobre el efecto que este compuesto tiene sobre los tejidos orales, las estructuras dentarias y los materiales de restauración que son expuestos al mismo durante los procesos de blanqueamiento en el hogar ⁽³⁾.

Efecto de los agentes blanqueadores en las superficies de esmalte.

Un estudio realizado en 1990, por Ruse ND, Smith DC y Tomeck CD, en bovinos mostró que la aplicación de el peróxido de hidrógeno al 35% sobre esmalte aparentemente no causó cambios en la composición química del esmalte ⁽⁴⁾ sin embargo, Rotstein I, Dankner, Goldman y colaboradores en 1996 mostraron una significativa disminución de calcio y fosfato en el esmalte después de un tratamiento con blanqueadores ⁽⁵⁾.

Sí bien el efecto de estas sustancias químicas sobre el esmalte aun no es claro se recomienda que al utilizar cualquier sustancia blanqueadora se tome especial cuidado para prevenir alteraciones adversas. Un tercer estudio desarrollado en 1996 por Mc Cracken MS, Haywood VD, mostró que existe mayor facilidad de perdida calcio en el esmalte expuesto al peróxido de carbamida al 10% que en el esmalte no tratado, el porcentaje de calcio perdido es equivalente al perdido ante la exposición por 2.5 minutos a una bebida de cola ⁽⁶⁾.

Textura de la superficie

La mayoría de los estudios realizados a esmalte tratado con blanqueadores a base de peróxido de carbamida muestran que al ser observado al microscopio electrónico de barrido no existen cambios significativos en cuanto a estructura y cuando estos son registrados solo representan cambios mínimos ⁽⁷⁾.

Las principales alteraciones detectadas incluyen: pequeñas depresiones, incremento de la porosidad y/o ligera erosión ⁽⁸⁾, sin embargo un estudio realizado in vivo en 1998 por Bitter demostró significativos cambios en el esmalte incluyendo la pérdida de la capa de esmalte aprismático, exposición y desmineralización de los prismas y fisuras ⁽⁹⁾ cabe aclarar que en el citado estudio se utilizaron concentraciones de 16% y 35% de peróxido de carbamida.

Dureza y resistencia al uso

La microdureza del esmalte ha sido sometida a técnicas de blanqueamiento, sin excepción todos los estudios han mostrado que la micro dureza del esmalte es la misma tanto en dientes blanqueados como no blanqueados ⁽¹⁰⁾. Sin embargo un estudio realizado por Mccrakens y Haywood en 1995, muestra que el esmalte tratado con peróxido de carbamida a 10 % en gel aunado a un antiséptico oral, disminuyó la micro dureza del tejido desde la superficie a una profundidad de 25 μ m ⁽¹¹⁾ este gel posee un pH de 5.3. y un material similar con un pH de 7.2, no causó efectos en la micro dureza del esmalte.

Otro estudio realizado por Shannon, Spencer, Gross y colaboradores mostraron que las modificaciones en la micro dureza del esmalte tratado con peróxido de carbamida al 10% es reversible, tal vez asociado a la exposición del tejido a la saliva, encontrando el mismo efecto al exponer el tejido a saliva artificial ⁽¹²⁾, finalmente un estudio realizado por Attin, Kielbassa, Schawaneberg y colaboradores, mostró que al realizar un proceso de ciclo de blanqueamiento y

remineralización con fluoruro utilizando peróxido de carbamida al 10%, existe una importante pérdida de la dureza del esmalte ⁽¹³⁾ las topicaciones con fluoruro mejoraron las condiciones de remineralización del esmalte.

La reducción en la dureza del esmalte está asociada a la pérdida del componente mineral, y esto conlleva a la pérdida de resistencia al uso. En suma se puede teorizar que la utilización de blanqueadores a base de peróxido de carbamida reduce la resistencia del esmalte al uso.

Otras alteraciones en las propiedades del esmalte al ser sometido a técnicas de blanqueamiento:

El cambio más importante registrado en el esmalte después de un tratamiento con blanqueadores es la pérdida de la resistencia a la fractura, si bien, este fenómeno no ha sido aun evaluado extensamente Seghi y Denry, reportaron una disminución del 30% de resistencia a la fractura en esmalte tratado por solo 13 horas con peróxido de carbamida al 10% en gel, debido a que la pérdida de resistencia a la fractura no es acompañada de la pérdida de la dureza ellos mencionan que posiblemente el peróxido altere la matriz orgánica del esmalte ⁽¹⁴⁾ .

En la literatura se ha mencionado que no existe diferencia en las micro irregularidades del esmalte tratado con peróxido de carbamida al 10% y el no tratado, sin embargo, Gurgan, Bolay y Alacam encontraron en un estudio realizado in vitro, un aumento importante en la retención del *estreptococo mutans*, en el esmalte expuesto al blanqueador que en el esmalte no expuesto ⁽¹⁵⁾ .

Efectos de los blanqueadores en la adhesión:

Muchos estudios han mostrado alteraciones en la adhesión de las resinas compuestas al esmalte, cuando se realizan técnicas de blanqueamiento, tanto en técnicas de uso doméstico como en aquellos de uso clínico, a base de peróxido de carbamida ^(16,17,18). García- Godoy y colaboradores reportaron una disminución del 40% de la fuerza de adhesión después de 24 horas de haber tratado el tejido con peróxido de carbamida al 10%. ⁽¹⁹⁾

Dos estudios realizados por Josey, Meyers, Romaniuk y Murchison, Charlton, Moore, respectivamente reportaron insignificantes diferencias en las características de adhesión encontradas en esmalte tratado con blanqueadores y el no tratado. ^(20,21). En este estudio los especímenes de esmalte fueron expuestos a saliva artificial durante o después del régimen de blanqueamiento, en contraste con otros estudios donde los especímenes se han colocado en agua o solución salina, aun así no es claramente definido el efecto benéfico de la saliva para generar resultados semejantes en la adhesión hacia el esmalte blanqueado y aquel no sometido a agentes blanqueadores.

Algunos autores han especulado que residuos de peróxido y/o restos de oxígeno interfieren con la polimerización de las resinas adhesivas y los materiales de restauración trayendo como consecuencia la disminución de adhesión ^(22, 23,24).

Titley, Torneck, Smith y colaboradores ⁽²⁵⁾ compararon las características de los “Tags” de resina que se forman en el esmalte sometido a procesos de blanqueamiento y el no tratado. En un estudio realizado en bovinos se reporta que el número es menor, menos definido y los encontrados son de menor longitud en el esmalte expuesto a blanqueadores que en el esmalte no tratado ⁽²⁵⁾.

Teóricamente las porosidades del esmalte, la dentina y el fluido dentinario pueden actuar como reservorios de peróxido y oxígeno. Un estudio reportó que todo el peróxido puede ser eliminado del esmalte al ser colocado en agua por algunos minutos y que la dentina puede ser un reservorio de mayor importancia ⁽²⁶⁾.

Diversos métodos se han propuesto para eliminar los problemas de adhesión que se presentan después de un procedimiento de blanqueamiento dental. La más común de las recomendaciones es posponer cualquier procedimiento restaurador que implique técnicas adhesivas al menos 24 horas después del blanqueamiento pero preferentemente después de dos semanas de la sesión final de blanqueamiento ^(26,27).

Cvitko, Denehy Swift y colaboradores, sugieren la remoción de la capa superficial de esmalte después de una técnica de blanqueamiento, para asegurar la recuperación de los niveles normales de adhesión encontrados en el esmalte no tratado ⁽²⁸⁾. Finalmente los sistemas adhesivos a base de acetona o etanol pueden revertir los efectos adversos de los blanqueadores y lograr una adecuada adhesión con el esmalte.

Las alteraciones en los procesos de adhesión en dentina expuesta a sustancias blanqueadoras a base de peróxido no han sido suficientemente estudiadas, por lo que es necesario realizar mayor investigación al respecto y así mejorar las técnicas restauradoras que garanticen el éxito del tratamiento ⁽²⁷⁾.

Uno de los requisitos ideales que debe poseer un material restaurador, ya sea para obturación o cementación, es el de poseer características adhesivas. Esta unión íntima óptima que debe existir entre el tejido dentario y el material restaurador o cementante, va a permitir el que se conforma un solo cuerpo, que no tendrá defectos en la interfaz y por consiguiente no permitirá la percolación o infiltración marginal no existirá la posibilidad de irritación dentino-pulpar por causa de fluidos o micro-organismos que ingresen entre los espacios creados entre la

restauración y el tejido dentario, y finalmente, no existirá la posibilidad de presentación de caries recurrente ⁽²⁹⁾.

La Sociedad Americana de Ensayo de Materiales (ASTM), define los términos adhesivo y adhesión ⁽³⁰⁾ en la siguiente forma:

- Adhesivo: una sustancia capaz de mantener unidos dos materiales por atracción superficial.
- Adhesión: Estado en el cual dos superficies se mantienen unidas por fuerzas Inter-faciales, las cuales pueden ser de valencia primaria (químicas), secundarias por fuerzas mecánicas, o por ambas. El progreso de la ciencia de los biomateriales ha permitido el logro de la adhesión en varios tipos de materiales

1.- Biomateriales con potencial adhesivo al substrato dentario.

- Policarboxilato de Zn
- Polialquenos de vidrio
- Polímeros de tipo resinas compuestas
- Polímeros del tipo de los usados en selladores de fosetas y fisuras
- Compómeros

2.- Materiales restauradores inorgánicos, en técnicas de prótesis.

- Unión de la porcelana al metal gracias a óxidos superficiales en el metal.
- Unión de cerómeros al substrato metálico preparado para la unión.

JUSTIFICACIÓN

En odontología desde hace muchas décadas se ha buscado conseguir el máximo de estética para la restauración del segmento anterior y en los últimos años ha cobrado gran importancia para el clínico y primordialmente para los pacientes resolver problema de orden funcional del segmento posterior sin sacrificar la estética. La utilización de resinas compuestas ha constituido el material de elección para la restauración de molares y premolares y gracias a los avances en investigación respecto a estos materiales se ha logrado modificar las propiedades químicas y físicas de los mismos y por ende su comportamiento clínico, situación ligada directamente con la correcta manipulación por parte del operador ⁽³¹⁾ .

Una de las más importantes aportaciones en la historia de la odontología moderna es el desarrollo de las resinas compuestas fotopolimerizables, de uso directo o indirecto para la restauración del segmento anterior y posterior ⁽¹⁾. Antes de su incorporación se requería de la mezcla de dos componentes (base y catalizador) para dar inicio a la de polimerización, dicho procedimiento se podía ver alterado por la temperatura ambiental, los tiempos y velocidad de mezcla. Esto lleva al operador a realizar los procedimientos de obturación rápidamente y sin tiempo para conseguir los contornos anatómicos deseables sin la necesaria utilización de fresas de terminado.

La existencia en el mercado de una gran cantidad de resinas fotopolimerizables ha llevado al desarrollo de diversos equipos que generan la luz necesaria para lograr la polimerización de estos materiales desde las más antiguas a base de luz ultravioleta, hoy en desuso, hasta llegar a las más modernas con tecnología de plasma (PAC)⁽³²⁾ .

La literatura odontológica clásica reporta que los materiales de resina para restauración, existentes hoy en el mercado cuando son correctamente

manipulados ofrecen excelentes características, entre ellas: estética, baja filtración y características físicas que facilitan su manipulación ⁽³³⁾.

Estos materiales cuando son correctamente condensados, polimerizados y pulidos se pueden conservar en tan buen estado como un diente sano incluso pueden pasar por desapercibidos del resto de la estructura dentaria natural ⁽³⁴⁾.

El mayor de los problemas presentes en prácticamente todas las resinas compuestas para restauración es la contracción que ocurre durante la polimerización ⁽¹⁾. Si las fuerzas de contracción durante la polimerización no son correctamente controladas la interfase diente-restauración se verá aumentada, incluso, podrá llegar hasta la separación del material restaurador de las paredes internas de la cavidad, los márgenes cavitarios quedarán abiertos y generaría grandes zonas de filtración, con la consecuente sensibilidad postoperatoria y el riesgo al desarrollo de lesiones cariosas secundarias y el consecuente fracaso de la restauración.

Diversas técnicas se han propuesto para compensar las fuerzas de contracción de las resinas durante la polimerización, entre ellas podemos citar la utilización de "Liners", rellenos adhesivos agregados a resinas fluidas, diferentes técnicas en la colocación y polimerizado del material restaurador, variaciones en el tiempo de exposición así como la posición de la fuente de luz ⁽³³⁾.

Se encuentra en cada uno de ellos una gran cantidad de variables necesarias a estudiar en investigaciones adicionales a este trabajo. Si bien todos los procedimientos mencionados anteriormente han mostrado la disminución o control de las fuerzas de contracción durante la polimerización de las resinas compuestas no debemos perder de vista que lo más importante es lograr conseguir la integridad del sellado marginal así como la formación de una zona híbrida entre el tejido dentario remanente, el adhesivo y la restauración.

Se puede observar que en el manejo de materiales restauradores estéticos como las resinas compuestas se presentan una serie de elementos que hacen difícil el conseguir el sellado marginal deseable por lo que, cuando se busca asegurar el éxito de este tipo de restauraciones el operador deberá ser cauteloso en seguir al pie de la letra la técnica de preparación cavitaria, limpieza y desinfección, así como obturación, terminado y pulido de la restauración.

La realización de tratamientos previos recibidos por el paciente es un factor a considerar en vías de lograr controlar los indeseables fenómenos de filtración marginal asociado a restauraciones estéticas.

MARCO TEÓRICO

En 1955 Buonocore ⁽³⁵⁾ demostró científicamente a la profesión odontológica que el tratamiento del esmalte con ácido ortofosfórico previo a la colocación de un polímero de resina mejoraba la adhesión mecánica. Una serie de artículos publicados por más de 40 años a partir de los estudios de Buonocore han permitido beneficiar a una gran cantidad de pacientes al ponerse en práctica este procedimiento ⁽³⁵⁾.

Adhesión del latín: adhaesionis, que significa adherencia, unión; pegarse una cosa con otra.

Atracción Inter-atómica

Se define como una mutua atracción existente entre los diversos átomos que mantienen la cohesión entre moléculas y, por ende la cohesión en la materia.

Estos enlaces, de naturaleza química o electrostática son de gran fuerza y se derivan de las fuerzas de su valencia. Se reconocen tres clases de enlaces intraatómicos: enlace iónico, enlace covalente y enlace metálico ⁽²⁹⁾.

Enlace iónico

Este enlace o atracción es de tipo electrostático por cargas eléctricas de diferente polaridad.

Enlace covalente

En este tipo de enlace, los elementos comparten pares de valencias, esta clase de enlace es particular en la química del carbono.

El enlace covalente es el característico de las resinas sintéticas de uso odontológico. El metano conformado por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno muestra cómo se comportan las valencias de cada uno de los átomos.

Enlaces metálicos

Este tercer tipo de enlace Inter-atómico primario, es característico de los elementos policristalinos o metales, gracias a la capa o nube de electrones, que al ser removidas deja el núcleo actuando como un ión positivo con una gran carga de atracción positiva.

Enlaces secundarios

Comparativamente con los enlaces primarios, estos enlaces son relativamente débiles, pero de significativa importancia en la química de los fluidos y en la de los polímeros. Estas valencias secundarias se denominan también enlaces intermoleculares o fuerzas de *Van der Waals*; los enlaces secundarios se derivan de las fuerzas intermoleculares que comprenden Interacción de los dipolos moleculares, interacción de los dipolos inducidos y puente de hidrógeno.

Los enlaces secundarios o fuerzas de Van der Waals de origen electromagnético proporcionan la resistencia cohesiva de la materia y cumplen papel primordial en la síntesis de los adhesivos.

Fuerzas polares

Pertenecen al grupo de los dipolos permanentes o de los dipolos inducidos. El dipolo eléctrico o de polarización existe en las moléculas que poseen un desequilibrio eléctrico, teniendo un centro de carga positiva y otro de carga negativa. Si esta situación es producida o inducida por condiciones específicas del medio en que se encuentran, se habla de dipolo inducido.

Puente de hidrógeno

Es el resultado de la atracción del núcleo de hidrógeno (protón positivo) expuesto con los electrones del oxígeno, no compartidos.

Fuerzas de dispersión

Son producidas por la ocurrencia de una polarización momentánea por movimientos de electrones. Este tipo de enlace es de naturaleza fluctuante.

Quelación

Corresponde a una reacción química que permita la adhesión y es característica de algunos biomateriales de uso odontológico, tales como:

Oxido de zinc y eugenol _____ Eugenolatos de Zn

Policarboxilatos de Zn _____ Agentes cementantes

Polialquenoatos de vidrio _____ Agentes cementantes

_____ Materiales restauradores estéticos.

La Quelación posee enlaces de tipo primario y/o secundario, los cuales se proyectan desde dos lados simultáneos de una molécula atando un ión metálico. Durante la reacción efectuada entre los componentes de un cemento de policarboxilato de Zn: ácido poliacrílico y ZnO; se produce el fenómeno de quelación entre grupos carboxilos de la cadena ácida y el ión metálico de Zn. Simultáneamente, los grupos carboxilo reaccionan con el ión calcio del esmalte dentario, ocasionando quelación en dicho substrato.

Adhesión mecánica

Este término, usado con mucha frecuencia, no es del todo correcto, pues el concepto de verdadera adhesión, como se ha descrito previamente corresponde a una unión íntima gracias a los diversos tipos de enlaces en donde se experimenta una reacción entre dos sustancias diferentes. Quizás el término más correcto debe ser el de traba mecánica, que explica los fenómenos de dificultad de desplazamiento o retención entre dos componentes.

El caso específico de traba mecánica se puede ilustrar entre las superficies de una restauración metálica colada, las paredes cavitarias y el denominado agente cementante, fosfato de zinc.

Factores necesarios para lograr la adhesión

Los factores que pueden promover la adhesión deben estudiarse tanto en la superficie a la cual se va a efectuar la adhesión -superficie adherente en el caso particular odontológico, el tejido dentario y factores que afectan al tipo de adhesivo que se va a utilizar.

Factores requeridos en la superficie adherente

- a.- Energía superficial alta
- b.- Composición homogénea
- c.- superficie lisa y tersa
- d.- superficie limpia y libre de humedad

a.- Energía superficial alta: la energía superficial del cuerpo debe ser alta y atractiva. Al considerar un cuerpo conformado por átomos, los cuales están equilibrados internamente, unos con otros, los átomos superficiales, estarán

parcialmente equilibrados, Pues en su superficie están aflorando sin compensación produciendo así un campo de energía.

b.- Composición homogénea: los cuerpos con estructura molecular homogénea en lo posible del menor número de elementos, permiten una mejor reacción adhesiva.

c.- Las Superficies lisas y tersa: que permitan la aproximación de otra superficie, son más aptas a la adhesión. Esta distancia interfacial no debe ser mayor de 2 Ångstrom.

d.- La superficie adherente debe estar libre de impurezas. Puesto que la superficie adherente en nuestro caso es el tejido dentario.

Análisis de las estructuras dentarias y la adhesión

Esmalte

El esmalte presenta una composición bastante homogénea, razón por lo cual es mucho mas favorable lograr la adhesión. La hidroxiapatita de calcio corresponde casi al 96-97% de la composición adamantina, por consiguiente altamente mineralizado.

Dentina

La dentina, por el contrario, es un tejido orgánico, vital, con un contenido orgánico del 19 al 21% en peso más que el esmalte; contiene además una proporción considerable de fibras colágenas, que constituyen el 18% del peso total de la dentina con un 0.9% de ácido Cítrico y 0.2% de proteína insoluble, mucopolisacáridos y lípidos.

Esta composición heterogénea además de la baja energía del colágeno y la presencia de agua dificultan en grado sumo la adhesión a la dentina.

Cemento

El cemento radicular, por su parte, recubre la raíz del diente, iniciándose en la parte cervical, posee alrededor de 45-50% de sustancia inorgánicas y el 50% restante de material orgánico y agua.

Como se puede deducir, el logro de un adhesivo común a estos tres tejidos dentarios, es bastante complejo y difícil.

Efecto producido por los agentes condicionadores ácido sobre el esmalte dentario ⁽³⁶⁾.

- Efecto limpiador, remoción de películas y agentes contaminantes
- Aumento de la superficie reactiva de contacto, por formación de microporos, Por eliminación de iones de Calcio del esmalte.
- Promueve la formación de una capa superficial altamente reactiva de naturaleza polar: eleva la energía superficial.

Todos estos efectos, permiten la posibilidad de lograr una efectiva unión de tipo adhesivo entre el substrato dentario esmalte y adhesivo de tipo polimérico: resinas compuestas, selladores de fosetas y fisuras.

Propiedades deseables de un adhesivo

Adhesivo: fluido de gran capacidad de humectación o mojado que produce la formación de una capa muy delgada que permite la adhesión ⁽²⁹⁾.

- Tensión superficial baja
- Ángulo de contacto bajo cercano a cero
- Capacidad humectante
- Capilaridad

Si se logra la adhesión, las superficies se verán atraídas en su interfaz. Esta condición la menciona Phillips ⁽³⁶⁾ y se efectúa no importa las fases presentes: Sólida, líquida o gaseosa.

Cuando en el proceso de adhesión se involucran enlaces primarios, se habla de sorción química o, en su defecto, de enlaces físicos del tipo de fuerzas de Van der Waals.

Una capa de óxido formado en la superficie de un metal es un ejemplo de oxidación química e invariablemente entran en juego los enlaces del tipo secundario.

La tensión superficial baja de un fluido va a permitir que este se esparza fácilmente sobre la superficie de otro cuerpo, mojándolo (capacidad de humectación) y adosándose a este con un ángulo de contacto cercano a cero.

Al colocar una gota de agua sobre una superficie de vidrio, esta forma una esfera, dependiendo de las condiciones de limpieza del vidrio. Si se coloca una gota de mercurio, cuya característica es ser un metal líquido de alta tensión superficial, formara una esfera con muy poco contacto con la superficie del vidrio ⁽²⁹⁾.

Si la superficie de la loseta de vidrio esta engrasada, la gota de agua formará invariablemente una esfera, que se ve repelida de la superficie contactante. Si se limpia una parte de la loseta con alcohol, podremos lograr que la gota se esparza y moje la superficie. Este efecto no podrá lograrse con la gota de mercurio.

El ángulo de contacto se mide por medio de una línea tangente entre el contacto con la superficie del vidrio, en este caso y la periferia de la gota de agua ⁽²⁹⁾.

Entre menor sea el ángulo de contacto, mejor será la capacidad de humectación y por consiguiente la capacidad de adhesión ⁽²⁹⁾. La descripción anterior puede ser transpolada a lo que ocurre al colocar una sustancia adhesiva sobre una superficie dentaria contaminada con placa dentó-bacteriana, restos de tejido dentario desnaturalizado consecuencia de proceso operatorio así como proteínas salivales y células descamadas.

Todo esto en conjunto impide el efecto de humectación del adhesivo sobre el tejido dentario impidiendo la correcta adhesión y como consecuencia nos llevará al fracaso de la restauración final. Cuando la superficie dentaria es tratada con gluconato de clorhexidina previo al proceso de grabado ácido por 15 segundos utilizando ácido fosfórico al 30%, lavado con agua por 45 segundos y eliminado el exceso de humedad para posteriormente colocar el adhesivo sobre la superficie dentaria lograremos la formación de un ángulo de contacto cercano a cero, que favorece la adhesión e impide el desprendimiento de la restauración final.

En la siguiente tabla podemos observar las diferencias encontradas por Newman y Sharpe ⁽³⁶⁾, con relación a las modificaciones del ángulo de contacto formado al poner en contacto una gota de agua sobre una superficie de esmalte sin tratar, al ser limpiada con piedra pómez y al ser expuesta al ácido fosfórico.

Condiciones del tejido dentario	Líquido	Ángulo de contacto
Sin tratamiento	Agua destilada	70%
Con piedra pómez	Agua destilada	53%
Con piedra pómez	Resina epóxica + aminas	36%
Con ácido fosfórico	Agua destilada	Se extiende 0%
Con ácido fosfórico	Resina epóxica	Se extiende 0%

Percolación marginal

Se define como el infiltrado de fluidos y micro-organismos que presentan la mayoría de los materiales para obturación, los cuales no poseen capacidad adhesiva al tejido dentario. Es, pues, la antítesis de la adhesión ⁽²⁹⁾.

Los materiales restauradores utilizados con frecuencia, tales como amalgamas, resinas acrílicas, resinas compuestas sin previo tratamiento del tejido dentario permiten la percolación marginal. Por tal motivo la importancia de la limpieza y acondicionamiento del tejido dentario previo a la obturación final de la cavidad preparada.

Dentro de los factores que influyen en el grado de adaptación de un material para obturación deben anotarse:

- Coeficiente de expansión térmica
- Cambios dimensionales en el proceso de endurecimiento dentro de la cavidad.

Coeficiente de expansión térmica

Guzmán Báez en su texto de Biomateriales dentales de uso odontológico, define la expansión térmica como el cambio en longitud, por unidad de longitud que sufre un material al variar la temperatura en un grado centígrado ⁽³⁷⁾. Un cuerpo sometido al calor se dilata y por el contrario, al enfriarse se contrae. De acuerdo con la naturaleza de la materia investigada, esta dilatación o contracción será mayor o menor, por lo que podemos concluir que el coeficiente de expansión térmica es individual para cada material.

En la siguiente tabla se puede observar los diferentes coeficientes de expansión térmica encontrados en el tejido dentario y cuatro de los materiales de uso odontológico mas comúnmente utilizados.

Tejido dentario	11.4 mm/mm x grado centígrado x 10-6
Amalgama de plata	25. mm/mm x grado centígrado x 10-6
Porcelana dental	4.1. mm/mm x grado centígrado x 10-6
Resina acrílica	81. mm/mm x grado centígrado x 10-6
Resina compuesta	25-40 mm/mm x grado centígrado x 10-6

Los materiales dentales restauradores, idealmente deben tener un coeficiente de expansión térmica al anotado para el tejido dentario. Si el material restaurador posee un coeficiente de expansión mucho mayor, ocasionará grandes desadaptaciones en los márgenes

Los fenómenos de percolación se han comprobado ampliamente, tanto in vitro como in vivo, con técnicas detectoras, utilizando anilinas fluorescentes o isótopos radioactivos ⁽³⁷⁾, las restauraciones elaboradas con material de alto coeficiente de expansión térmica, permiten el fácil acceso de dichas sustancias detectoras, incluso penetrando por los márgenes y alcanzando el fondo cavitario.

Se han demostrado las colonias de micro-organismos en dichos espacios microscópicos ⁽²⁹⁾.

Cambio dimensional durante el proceso de polimerización

Un segundo factor predisponente de la desadaptación del material de obturación lo constituye la variación volumétrica del material dentro de la cavidad, al pasar del estado plástico al rígido.

Las restauraciones en amalgama de plata alcanzan un cambio dimensional durante su cristalización de entre 0 a 20 micrones al termino de 24 horas, mientras las resinas acrílicas por su parte, en la etapa de polimerización sufren una

contracción de gran magnitud que de acuerdo a la relación monómero/polímero puede llegar hasta un 7% ⁽²⁹⁾.

La incorporación del refuerzo inorgánico en las resinas compuestas modernas, así como la inclusión de diferentes copolímeros, reducen en gran magnitud los problemas de contracción volumétrica de polimerización, así como el coeficiente de expansión térmica.

Una preparación cavitaria modificada, el uso de condicionadores ácidos, de imprimadores y agentes de unión permiten el logro de una restauración que desafía la precolación marginal, obteniéndose un sellado propio del fenómeno adhesivo.

La práctica odontológica demanda del profesional el manejo adecuado de las técnicas de acondicionamiento del tejido dentario para asegurar la correcta adhesión y por ende el éxito de la restauración final.

A continuación se realizará una breve descripción de los tejidos dentarios y la técnica de limpieza y grabado correcto ⁽²⁹⁾ para favorecer el fenómeno de adhesión:

ESMALTE

El esmalte presenta una superficie poco atractiva desde el punto de vista de energía superficial, primordialmente por la presencia de placa dentó bacteriana y restos de alimentos que de no ser eliminados, impedirán la posibilidad de lograr unión adhesiva.

El primer paso consiste en eliminar todo agente extraño localizado sobre la superficie dentaria, para lo cual, se recomienda utilizar un cepillo suave a baja velocidad, aunado a una pasta de bicarbonato de sodio y agua, la cual deja una

superficie pulida y limpia para pasar al lavado profuso con agua limpia y libre de residuos oleosos.

Grabado ácido. La técnica de grabado ácido propuesto por Buonocore ⁽³⁸⁾, abrió las puertas a la odontología adhesiva. Dicha técnica ha transitado por diferentes concentraciones, tiempos y estados del agente activo. El procedimiento actual se realiza utilizando concentraciones del 35 al 37% de ácido fosfórico en consistencia de gel pigmentado, aplicándolo sobre el substrato y dejándolo actuar durante 15 segundos.

Para enseguida eliminar todo residuo y lavar con agua por un tiempo no menor de 30 segundos, para posteriormente eliminar el exceso de humedad y proceder a la colocación del componente adhesivo y su posterior foto polimerización.

Una gran cantidad de profesionistas han adoptado las técnicas modernas de acondicionamiento del esmalte utilizando ácido ortofosfórico y aun más manejando adhesivos monocomponentes de autograbado. Sin embargo estas técnicas inicialmente fueron incorporadas a la practica clínica sin un sustento teórico y de investigación claro, orientados principalmente por la industria, el mercado y por la observación casuística de algunos clínicos.

Hoy en día se ha generado una serie de investigaciones que orientan de manera más confiable su utilización ⁽³⁹⁾. Mientras la adhesión al esmalte es una técnica fiable, la adhesión a la dentina representa un reto mayor, aunque se habla de la hipótesis de que existe un entrecruzamiento micro mecánico similar entre la resina y la dentina ⁽⁴⁰⁾.

Dentina

Al aplicar las técnicas preparatorias de este tejido no deberemos de perder de vista su íntima relación con el órgano pulpar, solo así, podremos garantizar la conservación de su vitalidad y la ausencia de sintomatología postoperatoria.

Primordialmente se deberán eliminar de la superficie dentinaria los contaminantes superficiales, Smear layer, capa de desechos o residuos dentinales, producto resultante del desgaste o corte de las fresas, pues su presencia impedirá el logro de la adhesión requerida para el éxito de la restauración⁽²⁹⁾.

La utilización de ácido poliacrílico en una concentración de 20% y aplicados al tejido dentario por 20 segundos, al igual que las soluciones de gluconato de clorhexidina logran eliminar efectivamente los residuos descritos previamente⁽³⁶⁾, sin embargo, la limpieza real de la luz de los túbulos dentinarios requerido para lograr una efectiva unión con formulas de resinas compuestas o adhesivos poliméricos demanda la utilización del grabado ácido.

Grabado con ácido fosfórico. Se pueden utilizar formulaciones en gel con una concentración de 10% (ultradent) por 10 segundos, siempre y cuando exista un remanente o espesor dentinal adecuado entre el piso pulpar y el techo o paredes de la cámara pulpar, de lo contrario primeramente se deberán manejar protectores dentino-pulpares a base de hidróxido de calcio ácido resistentes y cementos de Polialquenoatos de vidrio.

Transcurridos los 10 segundos se procede al lavado cavitario manejando baja presión, para posteriormente eliminar el exceso de humedad evitando, deshidratar la dentina, pues esto ocasionara el colapso de la maya colágena, la posible aspiración de odontoblastos y la irritación pulpar con daños irreversibles.

La resina adhesiva incluye resinas hidrofílicas e hidrofóbicas disueltas en solventes orgánicos como el alcohol o la acetona, que persiguen el agua y disponen a los monómeros en íntimo contacto con las fibras colágenas expuestas, mejorando la fuerza de adhesión ⁽⁴⁰⁾. Las moléculas del adhesivo, se entrelazan micromecánicamente con la red de fibras colágenas expuestas por el grabado. Esto da lugar a una red con una estructura mixta de la matriz de colágeno rodeado por resina y algunos cristales residuales de hidroxiapatita, creando así la capa híbrida. ⁽⁴¹⁾

La preparación dentinal se puede lograr en forma más segura mediante la aplicación de nuevas formulaciones adhesivas de imprimadores y sistemas adhesivos auto-grabadores, los cuales solubilizan la capa de contaminantes y preparan al substrato dentinal para lograr la hibridación, ínter difusión o integración con las resinas de restauración ⁽¹⁾.

La relativamente reciente introducción de llamados adhesivos auto-grabadores ha sido recibida con gran entusiasmo y hay varias razones para ello. La más importante parece ser la facilidad de uso de estos productos. Muchos clínicos han visto a los adhesivos auto-grabadores como materiales que pueden grabar el esmalte y la dentina en una sola aplicación, y también los perciben como sistemas con los que pueden aplicar el iniciador en el mismo paso.

La segunda razón para la rápida aceptación de estos materiales puede estar relacionada con la sensibilidad postoperatoria que se les atribuye, que es poca o nula. Estos dos factores juntos han impulsado a muchos odontólogos a dejar sus sistemas tradicionales para adoptar este modo de adhesión a las estructuras dentales que perciben como mejor, más rápido, más fácil de aplicar, de pronóstico más certero ⁽⁴¹⁾.

La ventaja inherente de los agentes de adhesión auto-grabadores es que graban y depositan el iniciador al mismo tiempo. Con este procedimiento es muy posible

que se eviten las variaciones en las zonas donde la substancia inorgánica ha sido retirada. En consecuencia, la posibilidad de que haya una reducción a largo plazo de la fuerza de unión se disminuye considerablemente. La sensibilidad a las variaciones en la aplicación de la técnica se reduce al reducirse el número de pasos requeridos para adherir las resinas compuestas a la superficie de la dentina. Esta última generación de adhesivos convierte los procedimientos de adhesión dental en procesos más fáciles, mejores y de mayor duración ⁽⁴²⁾.

Los adhesivos utilizados hoy en día han sufrido un gran desarrollo tecnológico en los últimos años. En muy poco tiempo se ha pasado de utilizar sistemas en los que había que realizar varios pasos a sistemas en los que solo hace falta utilizar un solo frasco o una sola aplicación. Hoy día, sin duda alguna son los sistemas adhesivos auto grabadores los que se sitúan como primera opción a la hora de elegir un adhesivo. Esto es debido a dos ventajas.

Tradicionalmente, el fundamento de la adhesión a los tejidos dentales se ha basado en el grabado ácido del substrato previo a la aplicación del adhesivo. Este grabado ácido descalcifica el tejido dental (esmalte y dentina) y crea un frente de desmineralización. El esmalte queda en un estado poroso y la dentina queda con los túbulos dentinarios ensanchados y con las fibras de colágena expuestas.

Después del grabado, se aplica el adhesivo que tiene que infiltrar este frente a la desmineralización, se cierra la porosidad creada en el esmalte y son protegidas las fibras colágenas expuestas en la dentina.

El resultado de este tratamiento es la creación de la capa híbrida descrita por Nakabayashi, en 1991 o zona de interdifusión definida por Van Meerbeek, en 1992 ⁽⁴²⁾, que es una mezcla entre el tejido biológico descalcificado y la resina adhesiva aplicada. Sin duda alguna esto ha supuesto un gran avance en la adhesión, ya que se consigue una interacción muy buena entre el adhesivo y el tejido tratado.

Los adhesivos de autograbado considerados de séptima generación, eliminan la necesidad de realizar mezclas antes de su aplicación. Su fabricación incluye los tres componentes químicos necesarios para la adhesión dentinaria (agente de grabado, acondicionador dentinario y la resina adhesiva). Como solvente se han incorporado a la mezcla acetona para promover la evaporación y agua para facilitar la hidratación de las fibras colágenas, consiguiendo una adecuada adhesión tanto a dentina como a esmalte y según los estudios de Irfan Ahmad, de Inglaterra, la desadaptación marginal es casi de cero ⁽⁴³⁾.

Antes de utilizar los sistemas adhesivos, el primer punto a considerar es el almacenado, ya que el solvente es sumamente volátil, cerrar perfectamente el contenedor inmediatamente después de su utilización es algo obligado para evitar su evaporación. La solución deberá ser refrigerada a una temperatura de 4 a 10 grados centígrados para asegurar la consistencia de los componentes, y tener a una temperatura ambiente una hora antes de su utilización ⁽⁴³⁾.

Además el tener el recipiente sin movimiento causa separación del solvente y los elementos activos, por los que el recipiente deberá ser agitado antes de ser utilizado buscando, la incorporación de los agentes activos y el solvente. Logrando con ello las funciones esperadas de estos compuestos ⁽⁴³⁾.

Finalmente solo una gota del adhesivo de autograbado deberá ser colocado en el dispensador desechable unos segundos antes de ser utilizado de esta manera, lograremos evitar la contaminación del material y mantener la estabilidad química y física requerida para el éxito de la restauración ⁽⁴³⁾.

El proceso de infiltración del esmalte grabado es muy sencillo porque el esmalte es un tejido prácticamente mineral con casi ningún componente acuoso o proteico, sin embargo, el proceso de infiltración de la dentina es algo mas complejo debido a su mayor contenido acuoso y proteico y debido también a la red de túbulos dentinaríos.

Posterior al grabado ácido, se ensanchan los túbulos dentinarios y se exponen las fibras de colágena. Antes del grabado, los cristales de hidroxiapatita mantenían las fibras colágenas sin colapsar, tras el grabado ácido, se eliminan los cristales y las fibras quedan sin soporte. Lo único que puede mantenerlas sin colapsar es el agua. Así, es muy importante que la dentina grabada permanezca húmeda para evitar el colapso de las fibras de colágena. Si se colapsan estas fibras, se reducirá la permeabilidad y los adhesivos verán dificultada su infiltración.

Pero la dentina tampoco puede estar sobre hidratada. Una sobre hidratación no hace ningún daño al tejido desmineralizado pero si puede afectar a los adhesivos que ven diluidos sus componentes y pueden fracasar en la unión. Desde un punto de vista clínico es muy difícil conseguir una dentina suficientemente húmeda para no colapsar las fibras de colágena y suficientemente seca para que no se afecten los adhesivos, y esto es aun más difícil en una cavidad con numerosos recovecos en la que habrá zonas en las que al soplar con una jeringa de aire queda mas agua y en otra menos ⁽⁴⁴⁾.

Estas variaciones de agua afectan especialmente a los sistemas adhesivos con disolventes orgánicos. Una vez está el substrato dentinario acondicionado, el adhesivo aplicado ha de disolverse en el agua que sustenta las fibras de colágena e infiltrar adecuadamente y en su totalidad el frente de desmineralización creado. La aplicación de aire con la jeringa, se evapora el agua que queda en la dentina y el disolvente que contenía el adhesivo, estableciéndose así la capa híbrida como una mezcla de material orgánico y resinoso. Si el adhesivo no consigue una infiltración y sellado completo, el paciente sufrirá inmediatamente sensibilidad postoperatoria y, a la larga, se producirá el fracaso de la unión y la instauración de una caries secundaria ⁽⁴⁵⁾.

Es aquí donde entran en juego los sistemas adhesivos auto grabadores. En este sentido su mecanismo de acción es bastante sencillo. Incorporan una resina ácida

que al ser aplicada sobre el substrato dental disuelve el barrillo dentinario y crea un pequeño frente de desmineralización.

Actúa unos segundos (entre 15 y 30 segundos el adhesivo), la propia resina se desactiva debido a que los radicales ácidos se neutralizan con los cristales de hidroxiapatita que ha desnaturalizado. El resultado es un tejido desmineralizado e infiltrado simultáneamente con el adhesivo. Con este tratamiento se evita la dificultad del control del agua en el diente grabado, el riesgo de dañar las fibras de colágena y la posibilidad de no infiltrar y sellar completamente el frente de desmineralización.

Otra de las ventajas de los adhesivos auto grabadores es la simplificación de los pasos al aplicar el adhesivo. Debido a que se graba e infiltra a la vez, se suprime totalmente el paso del grabado ácido. El paso, aplicar ácido por 15 segundos, lavar abundantemente y soplar ligeramente sin deshidratar queda eliminado.

Como se puede ver las dos ventajas principales de los adhesivos auto grabadores sobre los adhesivos tradicionales son muy importantes y decisivas a la hora de utilizar estos nuevos adhesivos. Esto hace que, en comparación con sus predecesores, los sistemas auto grabadores tengan una menor sensibilidad a la técnica por su mayor facilidad de uso.

Sin embargo, debido a que las resinas de los auto grabadores tienen una menor acidez que el ácido ortofosfórico, no consiguen un grabado tan profundo tanto en esmalte como en dentina descrita por Tay y Pashley, 2001⁽⁴⁵⁾. Lo importante es que aun cuando existe menor interacción del adhesivo auto grabador con el substrato el rendimiento adhesivo es bueno según lo demostrado en los estudios de fuerza de unión y micro filtración realizados por Hanning en el 2001⁽⁴⁵⁾, los cuales coinciden con lo encontrado por Hayakawa en 1998 y Santini en el 2001⁽⁴⁵⁾, donde se han encontrado valores similares a los convencionales.

También se ha podido demostrar que la creación de una zona de ínter difusión mayor o menor no influye en el resultado final, basta que exista una mínima interacción con el substrato ⁽⁴⁶⁾

Manhart y Hickel, en 1999⁽⁴⁶⁾ y Swift en el 2001⁽⁴⁷⁾ avalan la eficacia de los sistemas autograbadores, determinándose resultados similares a los obtenidos con los sistemas convencionales e incluso observándose menor sensibilidad postoperatoria con los sistemas autograbadores.

EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS DENTINARIOS:

Durante las últimas dos décadas, la evolución de las técnicas de adhesión ha transformado el panorama de la práctica de la odontología. En la actualidad en los Estados Unidos y Canadá la mayor parte de las restauraciones directas e indirectas son adheridas a la estructura dental en lugar de cementarlas o retenerlas mecánicamente ⁽⁴⁷⁾.

Un amplio acervo de investigación y de desarrollo de productos ha mejorado constantemente la gama de adhesivos disponible para los dentistas. Se amplía el rango de aplicaciones. Un interés nuevo por la apariencia y la salud oral se ha visto reflejado en la demanda de servicios generalmente asociados a procedimientos de adhesión.

La amplia demanda y uso de adhesivos dentales ha impulsado el desarrollo en rápida sucesión de adhesivos mejores y más fáciles de usar. Los dentistas se han visto literalmente inundados por oleadas de "generaciones" de materiales adhesivos. Aunque el término "generación" no tiene una base científica en el campo de los adhesivos y es más bien arbitrario, sirve para el propósito de organizar una mirada de materiales en categorías más comprensibles.

Las definiciones "generacionales" ayudan a identificar los principios químicos involucrados, la fuerza de la adhesión a la dentina y la facilidad de uso para el

clínico. Finalmente, este tipo de clasificación beneficia al dentista y al paciente al simplificar el proceso de elección en el consultorio.

EL DESARROLLO GENERACIONAL DE LOS SISTEMAS DE ADHESIÓN

Aunque su fuerza de adhesión al esmalte era alta, su adhesión a la dentina era baja, típicamente no mayor a los 2 MPa generalmente todas las generaciones de adhesivos se unen bien a la estructura microcristalina del esmalte, el principal problema para el dentista es la fuerza de unión a la dentina, tejido semi orgánico ⁽⁵⁰⁾.

La unión se buscaba por la quelación del agente adhesivo con el calcio componente de la dentina; si bien había penetración tubular, ésta contribuía poco a la retención de la restauración. Era común observar el despegamiento de la interface dentinal en pocos meses ⁽⁴⁸⁾.

Estos adhesivos se indicaban primariamente para cavidades pequeñas, con retención, de Clases III y V ⁽⁴⁹⁾. La sensibilidad postoperatoria era común cuando estos agentes eran usados para restauraciones oclusales posteriores ⁽⁵⁰⁾.

Al comienzo de los 80 se desarrolló una **2ª generación** bien diferenciada. Estos productos intentaban usar la capa residual (*smear layer*) como substrato para la adhesión ⁽⁵¹⁾. Esta capa está unida a la dentina subyacente a niveles insignificantes de 2 a 3 MPa y las débiles fuerzas de adhesión de esta "generación" (2 a 8 MPa a la dentina) hacía todavía necesaria la retención en la preparación de cavidades.

Las restauraciones con márgenes en dentina presentaban exagerada microfiltración y las restauraciones en posteriores adolecían de considerable sensibilidad postoperatoria. La estabilidad a largo plazo de los adhesivos de 2º generación era problemática y la tasa de retención a un año para las restauraciones no pasaba de un 70 por ciento ⁽⁵²⁻⁵³⁾.

Al final de los años 80 aparecieron dos sistemas de doble componente: iniciador (*primer*) y adhesivo. Las mejoras notables que estos agentes de unión

presentaban justifican que se les clasifique como una **3ª generación**. El incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina, 8-15 MPa, disminuyó la necesidad de retención en las preparaciones cavitarias ⁽⁵⁴⁾.

Las lesiones por erosión, abrasión o abfracción pudieron ser tratadas con preparaciones mínimas, dando comienzo a la odontología ultracoservadora. Una notable disminución de la sensibilidad post-operatoria en las restauraciones oclusales posteriores fue también un avance bienvenido. La tercera generación fue también la primera "generación" en adherirse no solamente a la estructura dental sino también a metales y cerámica. La parte negativa de estos agentes de unión fue su corta duración.

En varios estudios se constató que la adhesión de estos materiales empezaba a decrecer después de tres años en boca. Sin embargo, a pesar de niveles altos de sensibilidad post-operatoria, la demanda por parte de los pacientes de restauraciones color diente impulsó a algunos dentistas a empezar a ofrecer obturaciones posteriores en resina compuesta como procedimiento de rutina ⁽⁵⁵⁻⁵⁶⁾.

Al comienzo de los años 90, los agentes de unión de **4ª generación** transformaron la odontología. La alta fuerza de unión a la dentina, entre 17 y 25 MPa, y la disminución de la sensibilidad postoperatoria en restauraciones oclusales posteriores, impulsaron a muchos dentistas a empezar el cambio de uso de amalgama por resinas compuestas en obturaciones directas en posteriores.

Esta "generación" se caracteriza por el proceso de hibridación en la interface dentina-resina compuesta. Esta hibridación es el reemplazo de la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinal por resina. Esta resina, en combinación con las fibras de colágeno remanente, constituye la capa híbrida. La hibridación involucra tanto a los túbulos dentinarios como a la dentina intratubular, mejora extraordinariamente la fuerza de unión a la dentina ⁽⁴⁸⁻⁵⁷⁾.

El grabado total y la adhesión a dentina húmeda, conceptos desarrollados por Fusayama y Nakabayashi ⁽⁵⁴⁾ en Japón en los años 80 introducidos a Estados

Unidos por Bertollotti y popularizados por Kanca^(58,59,60,61) son las grandes innovaciones de la 4a generación de adhesivos.

Los materiales en este grupo se distinguen por sus componentes; hay dos o más ingredientes que se deben mezclar, preferiblemente en proporciones muy precisas. Esto, que es fácil de lograr en el laboratorio, no lo es tanto en el consultorio. El número de pasos en el mezclado y la necesidad de medición exacta de los componentes tienden a hacer el procedimiento confuso y a reducir la fuerza de unión a dentina.

Esto condujo al desarrollo y popularización de los adhesivos dentales de **5ª generación**. Estos materiales se adhieren bien al esmalte, la dentina, a la cerámica y a los metales, pero lo más importante es que se caracterizan por tener un solo componente en un solo frasco. No hay mezclado, y por lo tanto menos posibilidades de error. La fuerza de retención a la dentina está en el rango de 20 a 25 MPa y más, adecuada para todos los procedimientos dentales (excepto en conjunción con cementos de resina autopolimerizables y de resinas compuestas autopolimerizables).

Los procedimientos dentales tienden a ser, por una parte estresantes, y por otra, sensibles a las variaciones en la técnica. Cuando algo de ese estrés se logra eliminar; todos: los dentistas, sus auxiliares y los pacientes salen favorecidos. Los agentes de unión de la Quinta "generación" fáciles de usar y de resultados predecibles, son los adhesivos más populares en la actualidad. Además hay poco riesgo de sensibilidad a la técnica en un material que se aplica directamente a la superficie preparada del diente. La sensibilidad post operatoria ha sido también reducida sensiblemente⁽⁵⁴⁾.

Es necesario eliminar en lo posible el paso del grabado ácido, o de incluirlo químicamente dentro de alguno de los otros pasos. La **6ª generación** de adhesivos no requiere grabado, al menos en la superficie de la dentina. Si bien esta "generación" no está aceptada universalmente, hay un número de adhesivos

dentales presentados en el año 2000 en adelante, que están diseñados específicamente para eliminar el paso de grabado⁽⁵⁴⁾.

Estos productos tienen un acondicionador de la dentina entre sus componentes; el tratamiento ácido de la dentina se autolimita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interfase restauración-diente.

Algunos investigadores han planteado dudas sobre la calidad de la unión con el paso del tiempo en boca. Lo interesante es que la adhesión a la dentina (18 a 23 MPa) se sostiene con el transcurso del tiempo, mientras que la adhesión al esmalte no grabado ni preparado es la que está en entredicho.

Además, los múltiples componentes y múltiples pasos en las varias técnicas de la 6ª "generación" pueden causar confusión y conducir a error. También se ha expresado preocupación sobre la eficacia y prognosis de varios procedimientos innovadores de mezcla.

Un nuevo sistema simplificado de adhesión recientemente introducido al mercado es el primer representante de la **7ª generación** de materiales adhesivos. Así como los materiales de unión de la 6ª "generación" dieron el salto de los sistemas previos multicomponentes hacia el más racional de un solo frasco fácil de usar, la 7ª "generación," simplifica la multitud de materiales de la 6ª "generación" reduciéndolos a un sistema de un solo componente y un solo frasco⁽⁵⁴⁾.

Tanto los adhesivos de la 6ª como los de la 7ª "generación" ofrecen el autograbado y el autoiniciado para los dentistas que buscan procedimientos perfeccionados, con baja reacción a variaciones en la técnica y poca o ninguna sensibilidad post-operatoria.

Química de los agentes de unión

Aunque los agentes de unión disponibles en la actualidad unen con efectividad las resinas compuestas a la dentina, pueden ser mejorados. Cuando se manipulan bajo condiciones cuidadosamente controladas, la longevidad clínica de la resina

adherida es tan buena como la de cualquier otro material usado en odontología restauradora. Pero por desgracia algunos de estos sistemas han demostrado ser más sensibles a las fluctuaciones de la técnica que lo que se suponía originalmente.

En un estudio con adhesivos de 4ª "generación" (que posiblemente también pueda aplicar a los de 5ª "generación", Hashimoto⁽⁶²⁾ ha demostrado que a lo largo del tiempo puede haber un desprendimiento gradual de la superficie dentinaria.

La fuerza de adhesión de restauraciones posteriores de resina compuesta adheridas con materiales de 4ª "generación" disminuyó casi un 75% por envejecimiento en un período de tres años. Además, el microscopio electrónico de rastreo ha demostrado que algunas de las fibras de colágeno bajo la zona de hibridación han sufrido alguna degradación.

Aunque este estudio se realizó en dientes posteriores primarios, la misma conclusión puede ser extendida a dientes permanentes restaurados en razón de que el mecanismo de unión a colágeno y la formación de la zona de hibridación son similares para ambos tipos de dentición.

No se han demostrado las razones específicas de estos hallazgos, las causas más probables pueden ser atribuidas a los procedimientos de manipulación asociados con el propio proceso de adhesión. Específicamente es probable que una vez que se ha completado el proceso de descalcificación, el iniciador del agente de unión no alcanza a penetrar completamente en algunos de los espacios que quedaron vacíos entre las fibras de colágeno ⁽⁵⁴⁾.

Sin la protección de la hidroxiapatita natural o en *Su defecto* del componente de resina del adhesivo, las fibras expuestas de colágeno simplemente sufren una degradación biológica ⁽⁷¹⁾.

Este problema puede estar relacionado en parte con la manera en que los agentes de unión de 4ª o 5ª "generación" son usados. En ambos el agente grabador se usa

primero para desmineralizar la dentina. Cuando esto se completa, el clínico aplica el agente de unión a la dentina para revertir el proceso que ha sido realizado por el ácido grabador.

A menos que el dentista sea muy cuidadoso con el número de aplicaciones de iniciador y *también* con el tiempo necesario para permitir una difusión completa del adhesivo dentro de la dentina desnaturalizada, no se logrará una penetración adecuada.

Existen otros factores que pueden afectar este nivel de penetración. Resecar la preparación, evitando dejar agua residual en la superficie (para una adhesión en húmedo) puede frenar la penetración del iniciador en la dentina. Pero un exceso en la superficie puede tener el mismo efecto. Otra fuente potencial de una inadecuada difusión del adhesivo puede ser la vaporización prematura del solvente, alcohol o acetona, contenido en el agente de unión ⁽⁵⁴⁾.

La reciente introducción de los adhesivos auto-grabadores ha sido recibida con gran entusiasmo y hay varias razones para ello. La más importante parece ser la facilidad de uso de estos productos. Se ha visto a los adhesivos auto-grabadores como materiales que pueden grabar la dentina y el esmalte en una sola aplicación, y también los perciben como sistemas con los que pueden aplicar el iniciador en el mismo paso ⁽⁶²⁾.

La segunda razón para la rápida aceptación de estos materiales puede estar relacionada con la sensibilidad postoperatoria que se les atribuye, que es poca o nula. Estos dos factores juntos han impulsado a muchos odontólogos a dejar sus sistemas tradicionales para adoptar este modo de adhesión a las estructuras dentales que perciben como mejor, más rápido, más fácil de aplicar y de prognosis más certera ⁽⁶²⁾.

La ventaja inherente de los agentes de adhesión auto-grabadores es que graban y depositan el iniciador al mismo tiempo. Con este procedimiento es muy posible que se eviten los vacíos en las zonas donde la sustancia inorgánica ha sido

retirada. En consecuencia, la posibilidad de que haya una reducción a largo plazo de la fuerza de unión se disminuye considerablemente.

Más aun, la sensibilidad a las variaciones en la aplicación de la técnica se reduce al reducirse el número de pasos requeridos para adherir las resinas compuestas a la superficie de la dentina. Esta última "generación" de adhesivos convierte los procedimientos de adhesión dental en procesos más fáciles, mejores y de prognosis más certera ⁽⁵⁴⁾.

OBJETIVO:

Evaluar bajo microscopía óptica el grado de filtración en dientes tratados con blanqueadores y obturados con resinas fotopolimerizables.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Analizar bajo microscopía óptica en cortes longitudinales el grado de filtración que ocurre en cavidades de clase V, a nivel de:

- a) Esmalte.
- b) Dentina.
- c) Pared axial de dentina.
- d) Más allá de la pared axial.

Hipótesis de Investigación.

El efecto del oxígeno liberado por los blanqueadores dentales favorece la microfiltración al inhibir la polimerización de los adhesivos dentinarios de autograbado y resinas fotopolimerizables.

Hipótesis nula.

El oxígeno liberado por los blanqueadores dentales no favorece la microfiltración al no inhibir la polimerización de los adhesivos dentinarios de autograbado ni el de las resinas fotopolimerizables.

Variables

Independientes

- Adhesivos autograbadores.
- Técnica de obturación.

Dependientes

- Tiempo transcurrido entre la aplicación de las sustancias blanqueadora y la restauración final.
- Grado de filtración marginal.

Operación de variables.

La muestra fue dividida en 4 grupos:

Grupo 1 Restauración inmediatamente al concluir el blanqueamiento.

Grupo 2 Restauración a las 24 horas post blanqueamiento.

Grupo 3 Restauración a la semana del blanqueamiento.

Grupo 4 Grupo control, restaurados sin aplicación de agente blanqueador.

Criterios ⁽⁶³⁾ para establecer el grado de filtración:

GRADO	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
0	<i>Sin filtración</i>	Nula penetración del agente de pigmento
1	Esmalte	Cuando el agente colorante empleado solo ha llegado a esmalte.
2	<i>Dentina</i>	Cuando el agente colorante empleado ha pasado el límite amelodentinario.
3	<i>Pared axial</i>	el agente colorante empleado ha llegado hasta el límite de la pared axial de la cavidad.
4	<i>Más allá de la pared axial</i>	Cuando el agente colorante empleado ha penetrado mas allá de la pared axial de la cavidad.

Materiales y Métodos

Definición del universo

80 dientes humanos permanentes del grupo de incisivos y caninos, permanentes maxilares o mandibulares de reciente extracción.

Criterios de inclusión.

- Dientes humanos del grupo de incisivos y caninos permanentes.
- Dientes de reciente extracción, conservados en un medio húmedo para evitar la deshidratación.
- Dientes exentos de fracturas o lesiones cervicales que induzcan a la filtración.

Criterios de exclusión.

- Molares y premolares.
- Dientes temporales.
- Dientes que presentan lesiones de grupo V vestibular (caries, abrasión, erosión o abfracción cervical).

Material y equipo:

- 80 dientes humanos permanentes del grupo de incisivos o caninos, maxilares o mandibulares.
- Cureta periodontal Mc Call 11-12
- Cavitron
- Punta de cavitron angulada.

- Contrángulo de copa de caucho desechable
- Godete
- Polvo de bicarbonato de sodio
- Agua destilada
- Masilla de silicona por condensación para impresiones 3M.
- Pasta ligera de silicona por condensación 3M.
- Puntas mezcladoras
- Jeringa para inyección de material ligero
- Sustancia blanqueadora OPALECENCE, 10%, ULTRADENT.
- Bisturí y hoja No. 12.
- Pieza de alta velocidad
- Fresa de diamante forma de bola 022
- Fresa de carburo 330
- Fresa de diamante forma de flama no 015
- Fresas de terminado para resina de 12, 20 y 30 navajas, (SS WHITE)
- Juego de puntas abrasivas de baja velocidad para terminando de resinas (SHOFU)
- Fielros para pulido (SHOFU)
- Pasta para pulido de resinas (SHOFU)
- Gluconato de clorhexidina al 2% (consepsis, Ultradent)
- Puntas anguladas con microfibras duras (Ultradent)
- Jeringas hipodérmicas desechables
- Adhesivo de autograbado Opti Bond Solo plus, presentación de dos frascos, Kerr
- Algodón en torundas pequeñas
- Micropinceles desechables
- Resina fluida Revolution, Kerr.
- Resina Point 4, Kerr
- Gel hidrosoluble
- Instrumentos para resina

- Lámpara halógena de fotocurado 2500 (3M)
- Barniz para uñas transparente.
- Cera pegajosa (sticky wax-kerr)
- Tintura de fucsina básica
- Pieza de baja velocidad
- Mandril
- Disco de diamante
- Microscopio estereoscópico de luz.

Metodología Raphael Pilo⁽⁶³⁾, J. Mondaca⁽⁶⁴⁾

Fueron seleccionados 80 dientes humanos con los criterios ya establecidos, previa desinfección fueron sometidos a limpieza con cavitron e irrigación abundante para luego, ser sometidos a profilaxis con copa de caucho a baja velocidad y pasta de bicarbonato de sodio.

Posteriormente fueron enjuagados con agua abundante y finalmente colocados en agua destilada y almacenados en refrigeración.

Para facilitar el manejo de las muestras y posterior a la integración de los cuatro grupos, los dientes fueron montados en bloques de silicona por condensación para base y posteriormente sellados en la periferia cervical con jeringa de punta angulada y silicona ligera.

Transcurrido el proceso de polimerización se recortaron los márgenes cervicales utilizando un bisturí y hoja No. 12.

La clasificación de los grupos se realizó de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

- Grupo A: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19 Y A20.
- Grupo B: B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19 Y B20.
- Grupo C: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19 Y C20.
- Grupo D: D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19 Y D20. (Grupo control)

Los grupos A, B y C fueron sometidos a las sustancias blanqueadoras (peróxido de carbamida al 10%) durante 7 noches, bajo el siguiente protocolo:

- Los dientes fueron retirados del agua y secados con papel absorbente para la posterior colocación del gel sobre la superficie vestibular, abarcando tercio cervical, medio e incisal.
- Cada mañana el gel fue eliminado utilizando cepillo dental y agua abundante, para su posterior colocación en agua destilada dentro de recipiente de plástico individual y mantenidos a temperatura ambiente.
- Con la finalidad de mantener condiciones semejantes de hidratación del grupo control (D), durante cada una de las noches fue retirado del medio húmedo, y colocado en las mismas condiciones ambientales de los grupos A, B y C.
- Transcurrido los 7 días del blanqueamiento los grupos B y C fueron colocados en agua destilada y mantenidos en recipiente sellado.
- Inmediatamente después de retirado el gel blanqueador del grupo A, mediante cepillado manual y enjuague abundante se procedió a la preparación de cavidades de clase V, utilizando pieza de alta velocidad y fresa de diamante para la apertura en esmalte y la conformación cavitaria

con fresa de carburo 330, con irrigación., finalmente se procedió al biselado de los bordes cavitarios utilizando una fresa de diamante fino en forma de flama.

Las cavidades preparadas fueron estandarizadas bajo una forma semilunar en sentido mesio-distal, a una profundidad de 1 a 1.5 mm. Se mantuvo alejada la pared cervical aproximadamente 0.5 a 1 mm del límite amelo-cementario.

Una vez preparadas las 20 cavidades los dientes fueron limpiados con agua y aire de la jeringa triple y eliminado el exceso de humedad con aire suave.

Cada una de las cavidades fue saturada con solución de gluconato de clorhexidina al 2% (Consepsis, Ultradent), frotando con micropincel angulado de cerdas negras tanto la pared axial como las paredes cavitarias de 15 a 20 segundos, transcurrido un minuto se procedió a eliminar el exceso del producto, evitando la desecación dentaria.

Para manejar condiciones similares todos los dientes del grupo A, fueron retirados del bloque antes de dar inicio a la utilización del Opti Bond Solo Plus.

Manipulación del adhesivo autograbante Opti Bond solo plus, presentación de dos frascos, siguiendo las instrucciones del fabricante se impregnó el micro pincel en el imprimador ácido, contenido en el recipiente dorado, para posteriormente ser llevado a la cavidad, frotando sobre paredes y piso por 15 segundos, se aplicó aire suave por tres segundos hasta observar la pérdida de humedad.

El siguiente paso consistió en la utilización del adhesivo contenido en el recipiente negro, después de empapar el pincel para su inmediata aplicación dentro de la cavidad frotando constantemente por 15 segundos, inmediatamente se aplicó aire suave por 3 segundos para eliminar el exceso de humedad y se procedió al fotopolimerizado por 20 segundos utilizando la lámpara 2500 de 3M.

Una vez polimerizado el adhesivo de autograbado se procedió a colocar la resina fluida Revolution de Kerr, con una micro aguja angulada, se forma una capa delgada sobre la pared axial y su unión con paredes mesial, distal, incisal y cervical.

Se procedió inmediatamente a la fotopolimerización por 20 segundos, para continuar con la obturación total de la cavidad con un condensador metálico y resina point 4, Kerr, color A1. Solo en algunos casos fue necesaria la técnica incremental, ya que en su mayoría después de colocada la resina fluida la cavidad tuvo una profundidad de menos de 1 mm lo que permitió la correcta obturación en una sola capa.

Una vez conseguida la obturación cavitaria se procedió a colocar un gel hidrosoluble sobre la resina previa a la fotopolimerización para evitar la formación de la capa inhibida, resultado de la presencia del oxígeno ambiental. Se finalizó con el fotopolimerizado por 20 segundos.

Una vez eliminado el gel hidrosoluble utilizando agua y aire de la jeringa triple se dio inicio al recortado inicial con una fresa de terminado de 12 hojas, continuando con una de 30 y el sistema de terminado de resinas de Shofu. El pulido se logró con pasta de pulido de Shofu, disco de goma y fieltro húmedo.

El procedimiento descrito se realizó en forma similar para cada uno de los dientes del grupo A.

La restauración de los 20 dientes del grupo D, (grupo control) se realizó en la misma sesión siguiendo el protocolo descrito para el Grupo A.

Bajo la técnica previamente descrita se procedió a la restauración y terminado de los dos grupos restante (B y C) en los intervalos de tiempo de 24 horas post-blanqueamiento para el grupo B y de siete días para el grupo C.

Manejo de los especímenes

Los dientes restaurados permanecieron montados en el bloque de silicona y sumergidos en agua destilada por una semana a una temperatura ambiente, para posteriormente realizar el termociclado manual, en baños de agua destilada bajo temperaturas de 5 grados centígrados \pm 2 grados centígrados y 55 grados centígrados \pm 2 grados centígrados por 500 ciclos de un minuto cada uno.

Se evitó el transcurso de más de 10 segundos entre una temperatura y otra. Después del termociclado los dientes fueron secados y tanto la raíz como la corona fueron sellada con una doble capa de barniz para uñas.

Se evitó que la restauración y su periferia fuera invadido por el material sellador en una medida de aproximadamente de 1mm de distancia entre sellador y periferia cavitaria. El ápice fue sellado con el uso de cera pegajosa.

Las muestras fueron sumergidas en una solución acuosa de pigmento consistente en fuscina básica al 0.5%, en recipientes individuales y mantenidos dentro de la solución por un plazo de 24 horas a una temperatura ambiente. Una vez transcurrido el tiempo previamente establecido se procedió a enjuagar las muestras con agua destilada.

Todos los dientes fueron seccionados longitudinalmente a la restauración en sentido inciso cervical con un disco de diamante delgado, mandril y fuente de

Resultados

Después de haber llevado a cabo las maniobras correspondientes, en los tiempos sugeridos aplicados a la muestra, los resultados obtenidos fueron sometidos a estadística descriptiva e inferencial.

Los datos fueron vaciados en hoja de cálculo Excel y en la base de datos del programa SPSS versión 16.

Bajo la plataforma del SPSS se empleo la herramienta de crosstab para elaborar los cuadros de contingencia y fue usada la prueba de X^2 , ANOVA de una vía, con una $p= 0.05$ y con un 95% de confiabilidad.

Estadística descriptiva e inferencial.

Para llevar a cabo el presente estudio se seleccionaron de manera aleatoria 80 órganos dentarios que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión, fueron ordenados como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Concentrado de dientes seleccionados.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	12	21	21	12	13	12	12	42	31	41	22	12	22	33	31	32	32	32	32	32
B	43	11	42	42	11	42	42	42	32	31	22	12	42	41	32	42	41	41	31	42
C	13	23	42	32	21	32	21	41	22	31	22	41	31	43	32	42	32	33	12	31
D	43	23	21	23	33	32	32	42	32	41	22	13	11	43	22	31	41	31	31	31

Después de que les fueron aplicados los procedimientos correspondientes al protocolo establecido en los materiales y métodos, la filtración marginal obtenida por grupos se puede observar en la tabla 2 y 3. En donde hubo cierto predominio de filtración en el tejido representado por la dentina.

Tabla 2. Grados de filtración por grupo.

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	2	3	3	3	4	3	4	3	2	1	4	3	3	2	2	4	3	4	2	2
B	3	2	3	2	3	3	2	4	1	1	3	2	3	1	1	2	2	2	4	2
C	2	1	3	2	3	2	3	2	1	2	2	2	2	2	3	4	3	3	4	2
D	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	4	3	3	3	3	3	3	4	2	2

Tabla 3. Numero de dientes por grado de filtración.

Grupo	0	1	2	3	4	Total
A	/	1	6	8	5	20
B	/	4	8	6	2	20
C	/	2	10	6	2	20
D	/	0	9	9	2	20
Total	0	7	33	29	11	80

Con el empleo del software SPSS versión 16, pudieron ser identificados los valores de las medidas de tendencia central como se ejemplifica en la tabla 4. Donde se puede observar que el grupo 3 presentó mayor variabilidad que el resto de los grupos (varianza 0.245).

Tabla 4. Concentrado de medidas de tendencia central.

Valores	0 filtración	Filtración en esmalte	Filtración en Dentina	Filtración hasta pared axial	Filtración mas allá de pared axial
N	80	80	80	80	80
Media	.00	.09	.41	.38	.14
Mediana	.00	.00	.00	.00	.00
Desviacion Std.	.000	.284	.495	.487	.347
Error standard	.000	.032	.055	.054	.039
Varianza	.000	.081	.245	.237	.120

Puede observarse que en los 4 grupos estudiados, la mayor filtración ocurrió en dentina, especialmente en el grupo C, aunque estadísticamente los datos obtenidos no demuestran diferencia estadísticamente significativa. (Tabla 5). Muy semejante el grupo control, que aunque no se le aplicó el blanqueador, la filtración se cargo hacia dentina.

El total de cada grupo arroja que el grupo de dentina presentó mayor filtración, seguido del grupo hacia la pared axial.

Tabla 5. Concentrado de valores de filtración por tiempos

Grupo	Filtración en Esmalte	Filtración en Dentina	Filtración hasta pared axial	Filtración mas allá de pared axial	TOTAL
GRUPO A Restauración inmediata	1	6	8	5	20
GRUPO B Restauración 24 hrs.	4	8	6	2	20
GRUPO C Restauración 7 días	2	10	6	2	20
GRUPO CONTROL Sin Blanqueamiento	0	9	9	2	20
TOTAL	7	33	29	11	80
Significancia Asintótica X ² Pearson	.140	.614	.785	.416	

p=0.05

Después de haber analizado los cortes y visto al microscopio estereoscópico los niveles que el colorante alcanzó a penetrar, se puede teorizar que en ocasiones el clínico pierde visibilidad en el momento de aplicar el material restaurador en aquellas zonas del diente donde el campo visual aun con visión indirecta es deficiente.

Aunque el estudio fue In vitro cabe la posibilidad que ocurriera por el tipo de cavidad preparada.

En la fig. 1 tomada de forma aleatoria de la muestra se puede distinguir cierta filtración en el esmalte, seguida de una línea con la misma intensidad de color hacia la pared axial. Se refleja también cierto grado de porosidad del cuerpo de la restauración lo que en cierta manera permitiera el avance del colorante hacia la profundidad de la preparación.

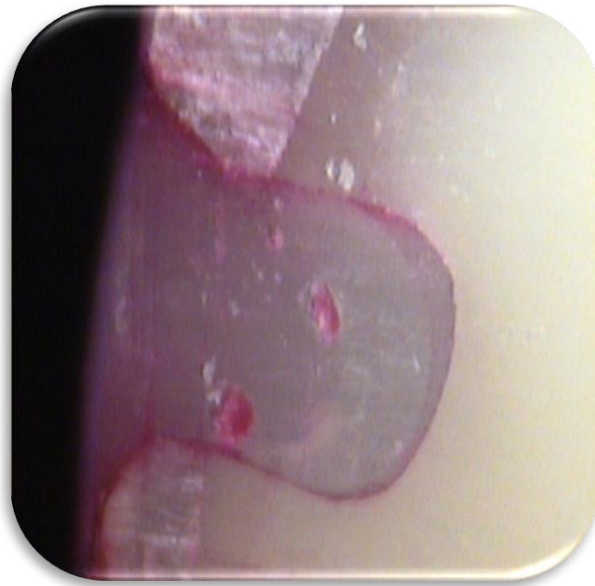
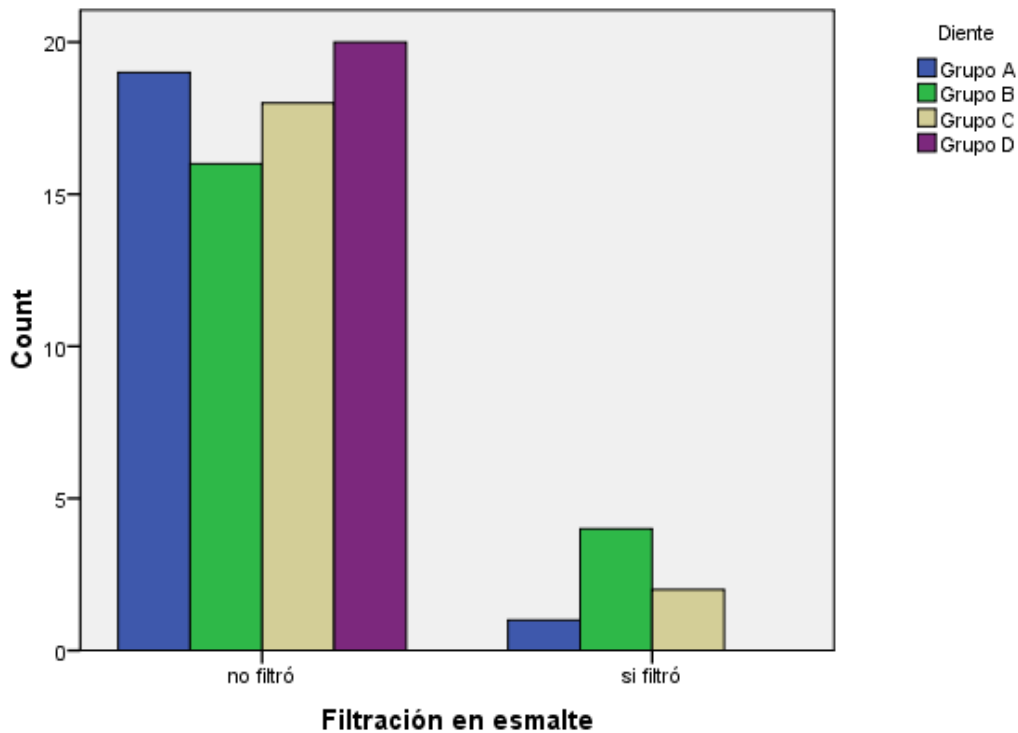


Figura 1. Grupo A

En la gráfica 1 se observa aquellos grupos que filtraron (grupo B) y los que no filtraron en cierto grado (grupo D). Se puede recordar que para que se dé el fenómeno de filtración influye: Tipo de preparación, instrumental empleado, terminado de la cavidad, manipulación del material restaurador y terminado del mismo.

Grafica 1. Filtración en esmalte.



En la figura 2 puede observarse mínima filtración, una masa compacta y bien adaptada del material restaurador. De acuerdo a las 4 zonas estudiadas, la región del esmalte y pared axial de la cavidad restaurada presentan mínima coloración en los aumentos empleados para su análisis. Cabe aclarar que estos resultados cambiarían totalmente si fuesen observados bajo la microscopía electrónica de barrido.

En la gráfica 2 y 3 se pone de manifiesto que dentro de los grupos que no filtraron sigue el predominio del grupo A y D.

Se observa también el comportamiento casi “normal del grupo D”, pocas son sus variantes a diferencia del grupo A.

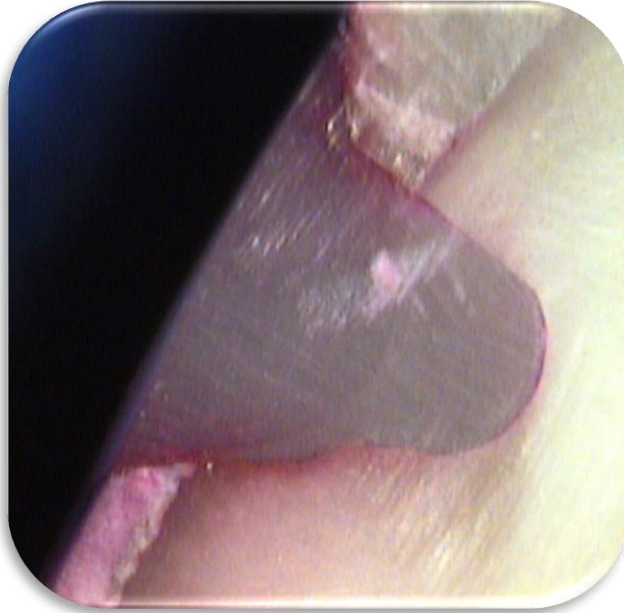
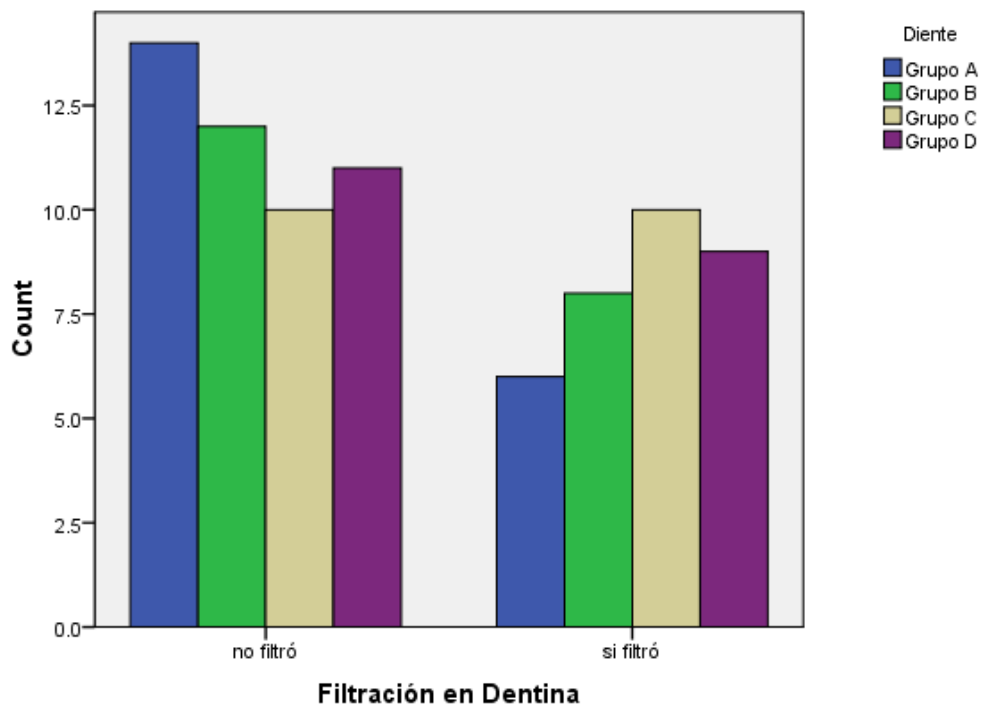


Figura 2. Grupo B

Gráfica 2. Filtración en dentina.



En la figura 3 se puede observar una adecuada adaptación del material restaurador sobre las paredes de la cavidad, un mínimo avance del material colorante, aunque se puede distinguir cierto grado de porosidad del material, debido tal vez al aire atrapado.

Las paredes de dentina incluida la pared axial se encuentran libres del colorante.

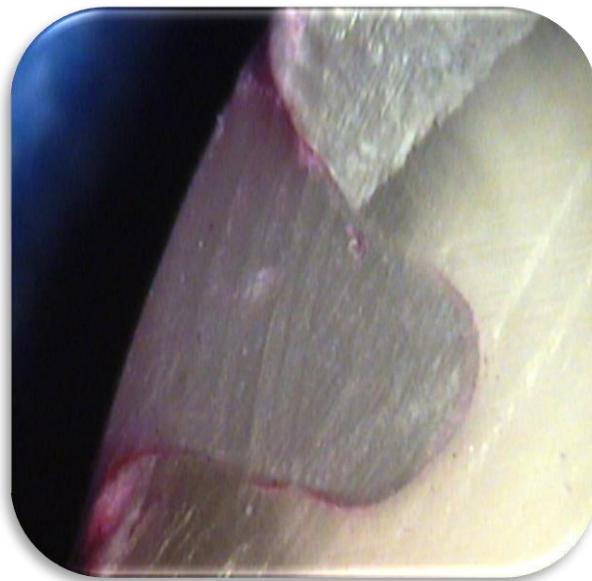
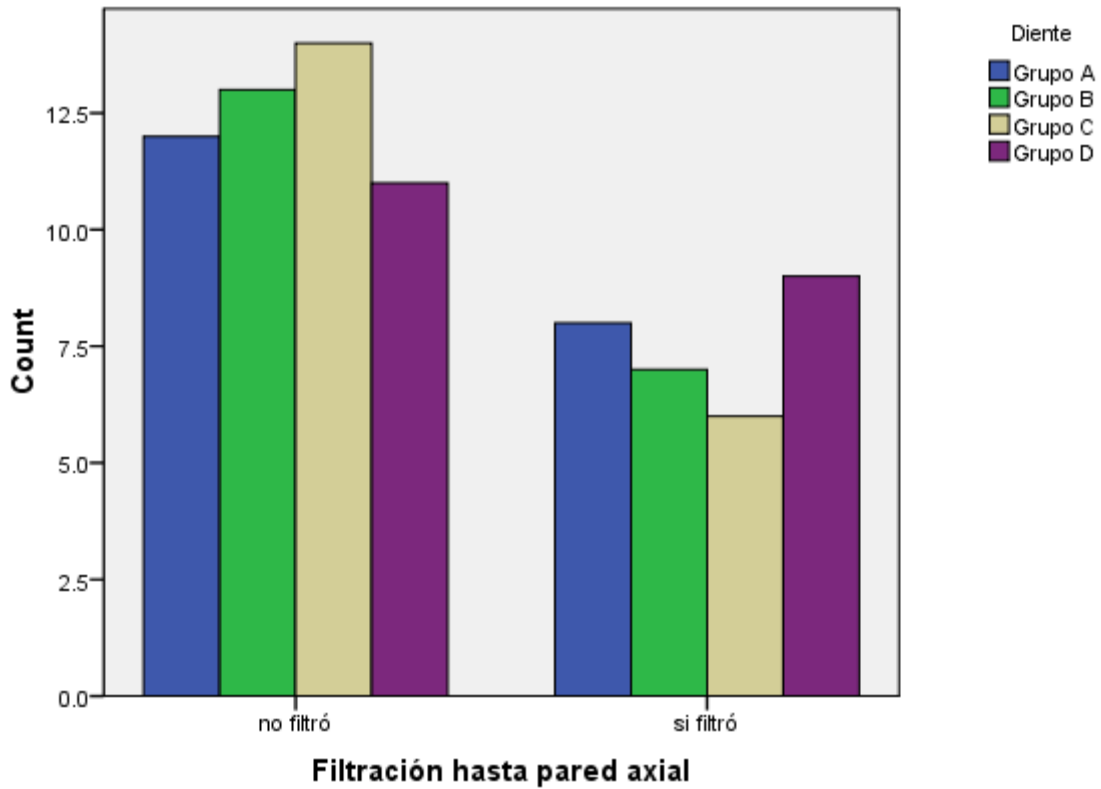


Figura 3. Grupo C

Grafica 3. Filtración hasta pared axial.



En la figura 4 se puede observar una pared axial libre del colorante, paredes de dentina con mínima acumulación del colorante, mientras que en la región del esmalte existe una línea intensa del colorante pero sin difusión de este hacia el resto del material restaurador ni sobre el resto de las paredes.

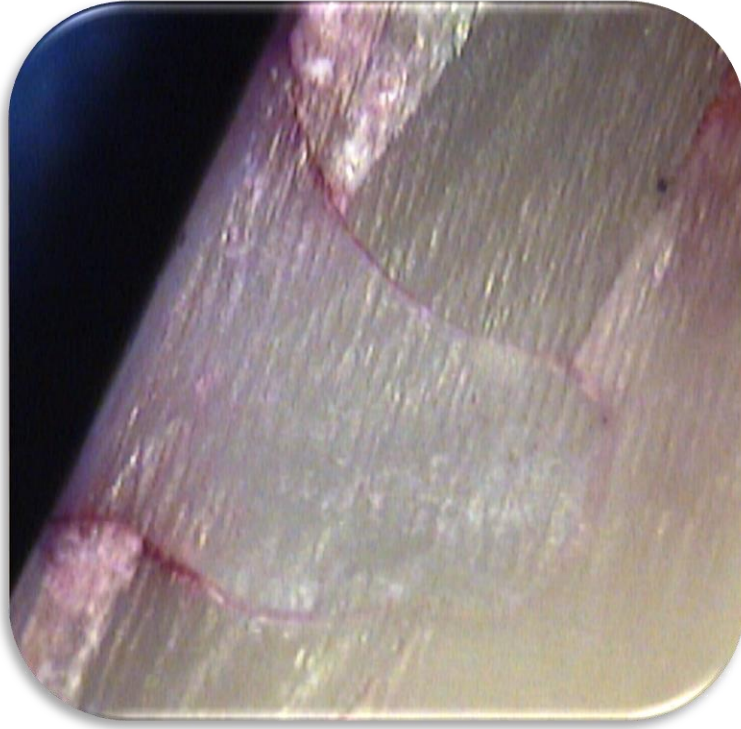
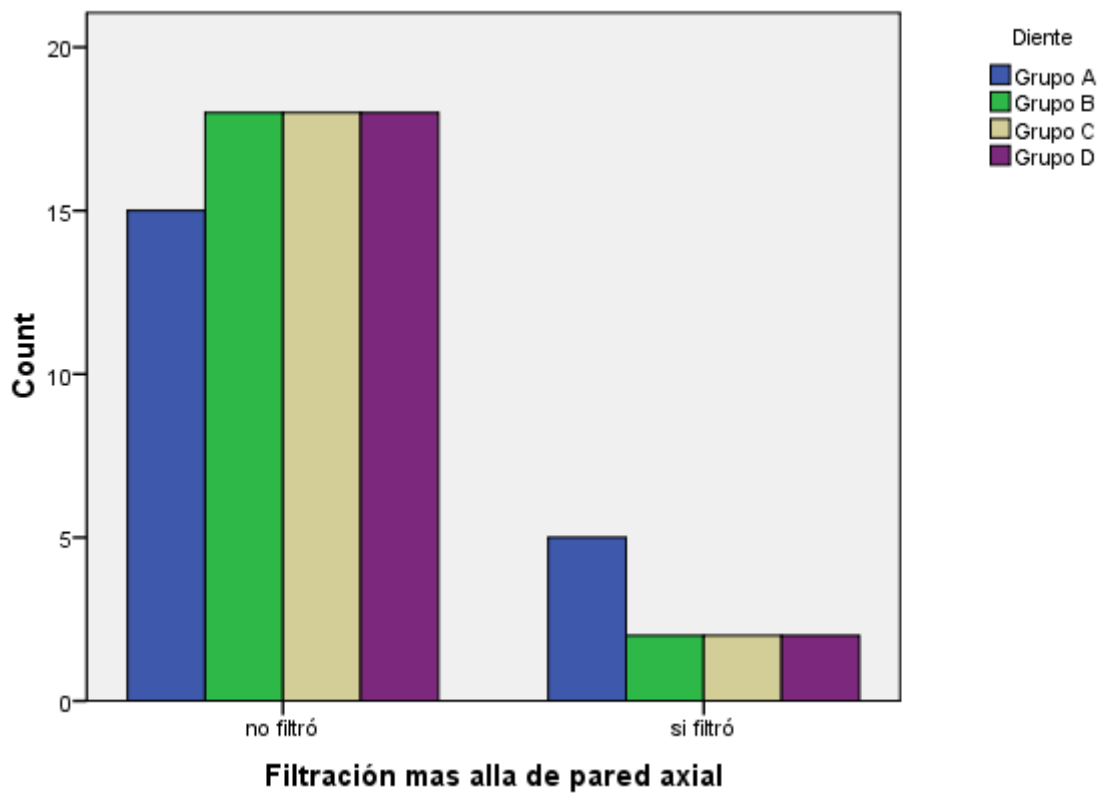


Figura 4. Grupo D

En la gráfica se puede apreciar el comportamiento casi similar de los grupos estudiados.

Grafica 4. Filtración más allá de la pared axial



Puede ser observado también que la mayor frecuencia de filtración ocurrió en el grupo de dentina, lo que represento el 41.2% del total de la muestra (Tabla 6).

Tabla 6. Frecuencia de filtración por grupos.

Grupo		Frecuencia	%	Desviacion std.	Porcentaje acumulado
Filtración en esmalte	si filtró	7	8.8	.284	100.0
Filtración en dentina	si filtró	33	41.2	.495	100.0
Filtración hasta pared axial	si filtró	29	37.5	.487	100.0
Filtración mas allá de pared axial	si filtró	11	13.8	.347	100.0

p= 0.05

DISCUSIÓN:

El blanqueamiento dental es uno de los procedimientos estéticos más solicitados en la Odontología Moderna, es un tratamiento conservador pero a pesar de eso se debe tener en cuenta sus diferentes efectos adversos, uno de los cuales se da en la unión sistema adhesivo-esmalte⁽⁶⁶⁾. De la misma manera han aparecido en el mercado agentes blanqueadores que tienen en su composición además del peróxido de carbamida al 10%, el ión fluoruro, básicamente para reducir la sensibilidad dentaria, tal como lo demostró Apéstegui M⁽⁶⁷⁾, pero poco se sabe de las alteraciones que podría causar en la unión del sistema adhesivo-esmalte.

Lai S.C.N y cols.⁽⁶⁸⁾ usaron el peróxido de carbamida al 10%, otras investigaciones también emplearon el mismo agente blanqueador del estudio pero con sistemas adhesivos como All Bond 2, One-Step y Heliobond Vivadent^(68,69); también existen estudios que demostraron esta diferencia significativa colocando la resina inmediatamente después del blanqueamiento con PC10%⁽⁷⁰⁾ y con PC15%⁽⁷¹⁾.

Asimismo la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo a la superficie de esmalte blanqueado con PC10% con flúor al 0,11% es similar a la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo a la superficie de esmalte no blanqueado, tal como lo demostraron Giannini M y col.⁽⁷²⁾ (2006) quienes trataron al esmalte humano con agentes blanqueadores en base a PC 10%, PC10% con 0,05% Ca, PC10% con 0,2% Ca, PC10% con 0,2% F, PC10% con 0,5%F concluyendo que los agentes blanqueadores en base a PC10% que contienen en su composición Ca o F pueden preservar la última fuerza de tensión después de un régimen de blanqueamiento⁽⁶⁶⁾.

Ha sido reportado que el blanqueamiento del esmalte con peróxido de carbamida al 10% con o sin incorporación del flúor provoca alteraciones morfológicas en la superficie del esmalte, pérdida de minerales, además de una pérdida de microdureza, los cuales pueden afectar la fuerza de adhesión y por ende

favorecen a la microfiltración marginal , una razón para ello se basaría en la *teoría estructural*, la cual afirma que las alteraciones en la superficie del esmalte que ha sido sometido a un régimen de blanqueamiento puede afectar la fuerza de adhesión disminuyéndola⁽⁶⁶⁾.

Los resultados encontrados durante la evaluación de los diferentes grupos, muestran de manera contundente en general, las restauraciones con resina asociada a la utilización de adhesivos autograbantes en dientes expuestos a peróxido de carbamida al 10%⁽³⁾ o sin haber sido expuestos, presentan diversos grados de filtración marginal lo cual, constituye un serio problema para el éxito clínico esperado por el odontólogo y su paciente. Esto en virtud de que por un lado la pigmentación clínica indeseable hace evidente la existencia de la restauración, traducido como un problema estético para el paciente pero primordialmente, la preocupación esta en relación al daño potencial para el complejo dentino-pulpar que representa la presencia de microorganismos y agentes extraños en la interface diente-restauración.

De los 80 órganos dentarios manejados bajo la metodología previamente descrita, se pudo identificar que el 100% presento diversos grados de filtración marginal, y que la incidencia principalmente se identifica en los rangos de filtración grado 2 y 3, dando una significancia estadística del mayor grado de filtración en tejido dentinario más que a nivel de esmalte, situación justificada desde el punto de vista micro estructural⁽⁶⁵⁾, desde el punto de vista histológico^(29.).

Se puede identificar que solo 7 de las 80 muestras estudiadas, equivalente al 8.75%, registró filtración en esmalte (grado I), mientras que 33 de ellas equivalente al 41.25% de ellas se identificó una filtración en dentina (grado 2), 29 órganos dentarios equivalente al 36.25% mostró filtración a pared axial (grado 3) y apenas 11 muestras equivalente a un 13.75% de las muestras se encontró filtración más allá de la pared axial (grado 4).

La identificación de los diversos grados de filtración en cada uno de los grupos nos revela lo siguiente:

Grupo A, restaurado inmediatamente después de terminado el proceso de blanqueamiento, solo el 5% de las muestras presento filtración grado 1, el 30% se ubica en grado 2, el 40% alcanzo una filtración de grado 3 y se pudo ubicar un 25% en grado 4.

Grupo B, restaurado después de 24 horas del blanqueamiento, el 20% de las muestras registro filtración grado 1, el 40% de ellas grado 2, 30% se ubico en grado 3 y solo un 10% alcanzo el grado 4.

Grupo C, restaurado 7 días después del blanqueamiento se encontró una filtración de grado 1 en un 10%, un 50% de las muestras registro una filtración de grado 2, el 30% se ubica en grado 3 y solo un 10% en grado 4.

Grupo D, grupo control, se encontró que el 45% de las muestras se pudo ubicar en grado 2, el otro 45% en grado 3 y solo un 10% en grado 4.

Muchos clínicos han mostrado gran preocupación sobre el efecto que el efecto del peróxido de carbamida tiene sobre los tejidos orales, las estructuras dentarias y los materiales de restauración que son expuestos al mismo durante los procesos de blanqueamiento en el consultorio dental o en el hogar ⁽³⁾. Sin embargo los hallazgos de este trabajo muestran que aun en condiciones de ausencia de exposición del tejido dentario al peróxido de carbamida tal es el caso del grupo control, se puede registrar filtración marginal significativa principalmente a nivel dentinario, tejido que definitivamente no es expuesto al agente blanqueador durante la implementación del tratamiento.

Si bien en este trabajo no se pretendió determinar el efecto del peróxido de carbamida con relación al grado de adhesión, sino su efecto a nivel de filtración es

necesario citar que Muchos estudios han mostrado alteraciones en la adhesión de las resinas compuestas al esmalte, cuando se realizan técnicas de blanqueamiento, tanto en técnicas de uso doméstico como en aquellos de uso clínico, a base de peróxido de carbamida^(16,18).

García- Godoy y colaboradores reportaron una disminución del 40% de la fuerza de adhesión después de 24 horas de haber tratado el tejido con peróxido de carbamida al 10%⁽¹⁹⁾. Es lógico esperar que al existir modificaciones en el grado de adhesión la filtración marginal se ve favorecida. Sorprendentemente los grados de filtración observados en el grupo no expuesto al agente blanqueador no distan mucho de los porcentajes encontrados en los A, B y C.

Los trabajos publicados por Josey, Meyers, Romaniuk y Murchison Charlton, Moore^(20,21), respectivamente reportaron insignificantes diferencias en las características de adhesión encontradas en esmalte tratado con blanqueadores y el no tratado. Lo encontrado por los autores previamente citado si bien se orienta a adhesión, es coincidente con lo encontrado con relación a filtración en el presente trabajo. Donde la filtración a nivel dentinaria siguió patrones porcentualmente muy cercanos en los tres grupos expuestos al peróxido de carbamida y el no expuesto.

Titley KC, Torneck CD, Ruse ND y Colaboradores⁽²⁶⁾ reportaron que las porosidades del esmalte, la dentina y el fluido dentinario pueden actuar como reservorios de peróxido y oxígeno. Este estudio reportó que todo el peróxido puede ser eliminado del esmalte al ser colocado en agua por algunos minutos y que la dentina puede ser un reservorio de mayor importancia, de aquí podemos deducir los máximos grados de filtración a nivel dentinario en los 4 grupos estudiados.

Guzmán Báez Humberto José ⁽²⁹⁾ menciona que uno de los requisitos ideales que debe poseer un material restaurador, ya sea para obturación o cementación, es el de poseer características adhesivas. Esta unión íntima óptima que debe existir

entre el tejido dentario y el material restaurador o cementante, va a permitir el que se conforma un solo cuerpo, que no tendrá defectos en la interfaz y por consiguiente no permitirá la percolación o infiltración marginal no existirá la posibilidad de irritación dentino-pulpar por causa de fluidos o micro-organismos que ingresen entre los espacios creados entre la restauración y el tejido dentario y finalmente, no existirá la posibilidad de presentación de caries recurrente. Sin embargo bajo las condiciones en que se realizó este estudio en ninguno de los casos se logro esa estructura continua por lo que se hace necesario el continuar investigando el cómo lograr la requerida superficie de continuidad entre el órgano dentario y la restauración.

Los fenómenos de percolación se han comprobado ampliamente, tanto in vitro como in vivo, con técnicas detectoras, utilizando anilinas fluorescentes o isótopos radioactivos ⁽³⁷⁾, las restauraciones elaboradas con material de alto coeficiente de expansión térmica, permiten el fácil acceso de dichas sustancias detectoras, incluso penetrando por los márgenes y alcanzando el fondo cavitario.

CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones de este estudio *in vitro*, después de un régimen de blanqueamiento dentario utilizado por 7 días peróxido de carbamida al 10% y restaurados los órganos dentarios inmediatamente después de concluido el blanqueamiento, 24 horas y 7 días post blanqueamiento al ser comparado con el grupo no expuesto al peróxido de carbamida se identificó que todas las restauraciones en resina fotopolimerizable *existe filtración marginal* en la interface diente-restauración en grados y profundidades variables.

2. La profundidad y grado de filtración en *esmalte es en menor que en dentina,*

Situación justificada desde el punto de vista histológico y estructural pues es ampliamente conocido que, en la medida que el agente mineral aumenta en la estructura adherente es mayor en grado de adhesión y por ende la limitación de la filtración.

3. La mayor filtración en restauraciones con resina fotopolimerizable a *nivel dentinario* es mayor que en esmalte aun en dientes que no fueron expuestos al agente blanqueador.

4. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que si existió filtración marginal en restauraciones de dientes expuestos y no expuestos al peróxido de carbamida al 10%, por lo que se rechaza la hipótesis de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Uribe Echevarria Jorge, Operatoria Dental, Ciencia y Practica, Pág. 216-217, Ediciones Avances, Madrid, 1990.
2. Phillips, R., La ciencia de los materiales dentales de Skinner, 7ª. Edición, Edit. Interamericana, México.
3. Haywood VB, Heymann HO: nightguard vital bleaching, quintessence Int. 20: 173-176, 1989.
4. Ruse ND, Smith DC, Tomeck CD, et al, preliminar surface análisis of etched, bleached, and normal bovine enamel, J. Dent Res, 69: 1610-1613,1990.
5. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, et al: Histochemical análisis of dental hard Tissues following bleaching. J. Endod, 22: 23-25, 1996.
6. Mc Cracken MS, Haywood VD, Demineralization effects of 10 % carbamide peroxide. J. dent 24: 395-398,1996.
7. Haywood VB, Leech T, heymann HO, et al: Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. Quintessence Int. 21: 801-804, 1990.
8. MC Guckin RS, Babin JF, Meyer BJ: Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. J Prosthet Dent 68: 754-760,1992.
9. NC, A scanning electron microscopy study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo, Gen Dent 46: 84-88, 1998.
10. Murchison DR, Charlton DG, Moore BK: carbamida peroxide bleaching: effects on enamel surface harness and bonding. Oper dent 17, 181-185, 1992
11. McCracken MS, Haywood VB:effects of 10% carbamide peroxide on the surface hardness of enamel, Quintessence Int, 26, 21-24, 1995.
12. Shannon H, Spencer P, Gross K et al, Characterization of enamel exposed to 10% carbamida peroxide bleaching agents, Quintessence Int, 24, 39-44,1993.
13. Attin T, Kielbassa AM, Schawanenberg H, et al:Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel, J. of Oral Reabil, 24, 182-286, 1997.
14. Seghi RR, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro J. Dent Res 71: 1340-1344, 1992.

15. Gurgan S, Bolay S, Alacam R: In vitro adherence of bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces, *J. of Oral Rehabil*, 24: 624-627, 1997.
16. Ben-Amar A, Liberman R, Gorf-il C, et al: Effect of mouth-guard bleaching on enamel surface, *Am J. Dent*, 8: 29-32, 1995.
17. Titley KC, Torneck CD, Smith DC, et al: Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel, *J Dent Res* 67: 1523-1528, 1988.
18. Van der Vyver PJ, Lewis SB, Marais JT: the effect of bleaching agent on composite/enamel bonding. *J. dent Assoc S, Afr* 52:601-603, 1997.
19. Garcia-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, et el: composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 18: 144-147, 1993.
20. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, et al: The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin enamel, *J Oral Rehabil*, 23:244-250, 1996.
21. Murchison DR, Charlton DG, Moore BK: carbamida peroxide bleaching: effects on enamel surface harness and bonding. *Oper dent* 17, 181-185, 1992.
22. Ruse ND, Smith DC, Tomeck CD, et al, preliminare surface análisis of etched, bleached, and normal bovine enamel, *J. Dent Res*, 69: 1610-1613, 1990.
23. Haywood VB, Leech T, heymann HO, et al: Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int*, 21: 801-804, 1990.
24. McGuckin RS, Thurmond BA, Osovitz S; Enamel shear bond strengths after Vital bleaching. *Am J Dent* 5: 216-222, 1992.
25. Titley T, Torneck CD, Smith DC, et al: scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleaches and unbleached bovine enamel, *J. Endod* 17: 72-75, 1991.
26. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND, et al: Adhesión of a resin composite to bleached and unbleached human enamel, *J Endod* 19: 112-115, 1993.
27. Toneck CD, Titley KC, Smith DC, et al: effect of wather Bleaching on the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel *J endod* 17:156-160, 1991.
28. E, Denehy GE, Swift EJ, et al, Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent*, 3: 100-102, 1991.
29. Guzmán Baez Humberto Jose, *Biomateriales odontológicos de uso clinico*, 2da. Edición, cap IV, pag. 63-84, ECOE Ediciones, Bogota, colombia, 1999.

30. Phillips, r.w. Skinner's science of dental materials, W.B. Saunders Co. 8th. Ed. 1982, philadelphia, USA.
31. Leinfelder KF: New developments in resin restorative systems. J Am Dent Assoc. 128(5):573-581,1997
32. Hammesfahr Paul D. O'Connors Michael T. Wang Xiuling, Light-Curing Technology: Past, Present, and Future, Compendium? Vol 23, No. 9, September 2002.
33. Denery Gerald E, Cobb Deborah S. A clinical Study of Prompt and Experimental Composite Class I Cavities, Contemporary Esthetics and Restorative Practice, Vol . 4, Sup. 1. p. s7-s10, marzo 2000.
34. Yoshikawa T. Sano H, Burrow MF, et al: Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. J Dent Res 78(4): 898-905,1999.
35. Duke Steven E. Self Etching Adhesives: New Science or Just a Trends?, Compendium vol.23, No. 12 December 2002.
36. Lee, H Orłowski, J. Handbook of Dental Composite Restoratives. Lee Pharmaceuticals, 3rd Edition. 1974, California, USA.
37. Guzmán Baez Humberto Jose, opus cit., 2da. Edición, cap I, pag 43, ECOE Ediciones, Bogota, colombia, 1999.
38. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic resin filling materials to enamel surfaces. J Dent Rest. 1955; 34: 849-853.
39. . Duke Steven E. Self Etching Adhesives: New Science or Just a Trends?, Compendium vol.23, No. 12 December 2002.
40. Guzmán ,H.J., odontología Operatoria estética, Universidad nacional de Colombia, 1986, Bogota.
41. Perdigo Jorge, Profesor asociado departamento de Odontología conservadora, universidad de Carolina del norte.
42. Hashimoto M, Qhno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Q9uchi H, in vivo degradation of resin- dentin bonds inhuman over 1-3 years. J dent Res 2000;79: 1385-91.
43. Ahman Irfan, Evaluating Dentin Bonding Agents: An update, Pract Proced Aesthet Dent August 2003; 15(7): 529-536.
44. Hanning M, reinhardt KJ, Bott B. Composite to-dentin bond strength, micromorfology of de bonded dentin interface and marginal adaptation of class

- II composite resin restorations using self-etching primers. *Op. dent* 2001; 26: 157-165)
45. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesives, *J Dent* 1997; 25: 355-372.
 46. Manhart J, Hickel R. Esthetic compomer restoration in posterior teeth using a new all-in-one adhesive: case presentation. *J Esthet Dent* 1999; 11: 250-258.
 47. Swift EJ. Dentin Bonding: what is the state of the art? . *Compend Contin Educ Dent* 2001; 14: 132-136)
 48. Horris RK, Phillips' RW, Swartz ML. An evaluation of two resin Systems for restoration of abraded areas. *J Prosthet Dent* 1974;3 1:537-546.
 49. Albers HF. Dentin-resin bonding. *Adept Report* 1990; 1:33-34.
 50. Munksgaard EC, Asmussen E. Denhnopolymer bond promoted by Gluma and various resins. *J Dent Res* 1985;64:1409-141 1.
 51. Causlon BE, Improved bonding of composite resin to dentin. *Br Dent J* 1984; 156:93.
 52. Jo ynt RB, DAVIS, EL Wejczkowski G, Yu XY. Dentin bonding agents and the smear layer. *Oper Dent* 1991;16:186-191.
 53. Lambrecchts P, Broem M, Vanherle G. Eva luation of cimical performance for posterior composite res ms and dentin adhesives. *Oper Dent* 1987; 12:53-78.
 54. Freedman George, Leinfelder Kart, Sistemas Adhesivos de Séptima Generación, Salud Dental Para Todos, Buenos Aires. Argentina
 55. . Christensen GJ. Bonding ceramic or metal crowns with resin cement. *Clin Res Assoc'.atees Newsletter* 1992; 16:1-2.
 56. O'Keefe K, Powers JM. Light-cured resin cements for cementation of esthetic restorations. *J Esthet Dent* 1990;2: 129-131.
 57. Swift EJ, Triolo PT. Bond strengths of Scotchbond multi-purpose to moist dentin and enamel. *Am J Dent* 1992;5:3 18-320.
 58. Kanca J. Effect of resin pnmer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 1992;5:213-215.
 59. Kanca J. Res in bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence mt*, 1992;23:39-4 1.

60. Gwinnett A'. Moist versus dry dentin; its effect on shear bond strength. *Am J Dent* 7992;5:127-129.
61. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent* 1992; 17:229-242.
62. Hashimoto M, Qhno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Q9uchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1-3 years. *J Dent Res* 2000; 79:1385-91.
63. Pilo Raphael y Ariel Ben-Amar. Comparison of Microleakage for three one bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J. of Prosthetic Dentistry* 1999, 82:209-213.
64. Mondaca José Manuel, estudio comparativo de la eficacia de adhesivos autograbantes, ante la filtración marginal, Tesis Doctoral, Facultad de Odontología, Universidad de Granda, España , junio del 2005.
65. Seltzer S. I. B. Bender, *La Pulpa Dental, manual moderno*, México, 1987
66. Lugo Varillas Jocelyn Graciela, Horna Palomino Hernán, Evaluación de la fuerza de adhesión de un sistema adhesivo a la superficie de esmalte blanqueado con peróxido de carbamida al 10% con fluor y sin fluor, *Odontol. Sanmarquina* 2008; 11(1): 3-6.
67. Oliveira R, Paes Leme A, Giannini M. Effect of a carbamide Peroxide Bleaching gel containing Calcium or Fluoride on Human enamel surface microhardness. *Braz Dent J.* 2005; 16(2): 103-6
68. Lai SC, bleaching agent effecTay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH. Reversal of compromised Bonding in bleached enamel. *Journal of Dental Research.* 2002; 81(7):477-81
69. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide ts on enamel surface microhardness roughners and morphology. *Brazilian Oral Research.* 2004; 18(4):306-11
70. Schwartz R, James B, Summit, J. William Robbins. *Fundamentos en Odontología Operatoria un logro contemporáneo.* 1ra edición. Caracas-Venezuela: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana; 1999.
71. Attin T, Kocabiyik M, Buchalla W, Hanning C, Becker K. Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Research.* 2003;37(2): 93-9
72. Giannini M, Silva A, Cavalli V. Effect of carbamide peroxide-based bleaching

agents containing fluoride or calcium on tensile strength of human enamel. J Appl Oral Sci. 2006; 14(2): 82-7.

GLOSARIO

Adhesión:

Estado en el cual dos superficies se mantienen unidas por fuerzas inter-faciales, las cuales pueden ser de una valencia primaria (químicas), secundarias por fuerzas mecánicas, o por ambas⁽²⁹⁾.

Adhesión:

Es una fuerza que causa que dos diferentes sustancias se unan, cuando ellas son llevadas a íntimo contacto una con otra. Dr. Ralph W. Phillips

Adhesivo:

Una sustancia capaz de mantener unidos dos materiales por atracción superficial⁽²⁹⁾.

Cohesión:

Es la fuerza que causa que las sustancias que son parecidas o iguales se unan y entren en contacto. Dr. Ralph W. Phillips.

Filtración:

Paso de determinados elementos constituyentes de una mezcla, eliminando los restantes. Penetrar un líquido a través de un cuerpo sólido.

Percolación marginal:

Infiltrado de fluidos y micro-organismos que presentan la mayoría de los materiales para la obturación, los cuales no poseen capacidad adhesiva al tejido dentario⁽²⁹⁾. Es una fuerza que causa que dos diferentes sustancias se unan, cuando ellas son llevadas a íntimo contacto una con otra.

ANEXOS

ANEXO I

CONCENTRADO DE DIENTES SELECCIONADOS SE HA MANEJADO EL SISTEMA DE LA OMS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS ORGANOS DENTARIOS

MUESTR A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	12	21	21	12	13	12	12	42	31	41	22	12	22	33	33	33	33	33	33	33
B	43	11	42	42	11	42	42	42	32	31	22	12	42	41	32	42	41	41	31	42
C	13	23	42	32	21	32	21	41	22	31	22	41	31	43	32	42	32	33	12	31
D	43	23	21	23	33	32	32	42	32	41	22	13	11	43	22	31	41	31	31	31

ANEXO II

CONCENTRADO DE LOS GRADOS DE FILTRACION ENCONTRADOS EN LOS ORGANOS DENTARIOS POR GRUPO.

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	2	3	3	3	4	3	4	3	2	1	4	3	3	2	2	4	3	4	2	2
B	3	2	3	2	3	3	2	4	1	1	3	2	3	1	1	2	2	2	4	2
C	2	1	3	2	3	2	3	2	1	2	2	2	2	2	3	4	3	3	4	2
D	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	4	3	3	3	3	3	3	4	2	2

ANEXO III

CONCENTRADO DE LOS CUATRO GRUPOS ESTUDIADOS POR GRADOS DE FILTRACIÓN

Grupo	0	1	2	3	4	Total
A	/	1	6	8	5	20
B	/	4	8	6	2	20
C	/	2	10	6	2	20
D	/	0	9	9	2	20

Total	0	7	33	29	11	80
-------	---	---	----	----	----	----

ANEXO IV

CONCENTRADO DE NUMERO DE MUESTRAS POR GRADO DE FILTRACIÓN Y PORCENTAJES.

GRADOS DE FILTRACIÓN	NUMERO DE MUESTRAS	%
0	0	0
1	7	8.75
2	33	41.25
3	29	36.25
4	11	13.75
TOTAL	80	100 %