BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Estomatología

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

TESIS

“EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE RESINA A ESMALTE INTACTO, ESMALTE ARENADO Y ESMALTE FRESADO”

Fecha de entrega: 28 /Mayo /2020

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN REHABILITACIÓN ORAL

PRESENTA:

FLOR DE MARÍA RODRÍGUEZ RICART
ID. 217450016

DIRECTOR DE TESIS:
MRO. KARLA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ
ID. 100524781

DIRECTOR DISCIPLINARIO.
MEI. GUILLERMO FRANCO ROMERO
ID. 100294988

DIRECTOR METODOLÓGICO:
DC. CAROLINA SÁMANO VALENCIA
ID. 100526470

LECTOR:
D.C. ALBERTO VINICIO JEREZANO DOMÍNGUEZ
ID: NSS524063

PUEBLA, PUE. MAYO DE 2020

Oficio No. FESIEP/320/2019

LE. Flor de María Rodríguez Ricart
Matrícula: 217450016
Alumno de la Maestría en Estomatología
Con opción Terminal en Rehabilitación Oral
Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P R E S E N T E.

El que suscribe, ***MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez****, Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por este medio me permito informar a usted que esta Secretaría* ***aprueba la impresión de la Tesis titulada "Evaluación de la fuerza de adhesión de resina a esmalte intacto, esmalte arenado y esmalte fresado"****, misma que presentará para realizar su examen profesional y obtener el grado de* ***Maestra en Estomatología con opción Terminal en Rehabilitación Oral.***

Sin más por el momento, deseándole lo mejor, le reitero mi distinguida consideración.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., a 17 de octubre de 2019

MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología

Nota: Este documento tiene validez de 90 días posteriores a la fecha de emisión.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

Para obtener el Grado de: Maestra en Estomatología con opción terminal en Rehabilitación Oral.
Registro CIFE: 219103 Fecha:17/10/2019

Título de Tesis: "EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE LA RESINA A ESMALTE INTACTO, ESMALTE ARENADO Y ESMALTE FRESADO".

Nombre del alumno: Flor de María Rodríguez Ricart **Matrícula:** 217450016
Domicilio: Av. 35 poniente 2902, planta alta, El vergel, Puebla, Puebla.
Código postal: 72410 **Tel:** 2226707069 **Fecha de ingreso a la facultad:** Enero 2017

Firma: _____

Director de tesis: MRO. Karla Rodríguez Hernández **Grado académico:** Maestra en Rehabilitación Oral.
Adscripción: Facultad de Estomatología **ID.** 100524781 **Tel.** 2224268122
Firma: _____

Director disciplinario: MEI. Guillermo Franco Romero **Grado académico:** Maestría en Estomatología Integral **Adscripción:** Facultad de Estomatología **ID:** 100294988 **Tel:** 2222120657
Firma: _____

Director metodológico: DC. Carolina Sámano **Grado académico:** Doctorado en biomateriales dentales **Adscripción:** Facultad de Estomatología **ID:** 100526470
Tel: **4448191822**
Firma: _____

Lector: DC JEREZANO DOMINGUEZ **Grado académico:** Doctorado en Ciencias Químico Biológicas **Adscripción:** Facultad de Estomatología **ID:** NSS524063 **Tel.** 2224269508
Firma: _____

Nombre y firma de aprobación del presidente de la academia / Responsable de la Maestría en Estomatología con Opción terminal Rehabilitación Oral.
MEI. Guillermo Franco Romero **Firma:** _____

La Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología, autoriza la impresión de la Tesis.
MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez
Fecha: _____ **Sello:**

Agradecimientos.

Hoy termina una etapa muy importante en mi vida, y agradezco a **Dios** principalmente por darme la oportunidad de realizar un posgrado, y enriquecerme de mucho aprendizaje, crecimiento profesional, personal y por permitirme llegar hasta aquí.

A mis padres, **Ernesto Rodríguez y Consuelo Ricart,** no terminaré **nunca** de agradecerles por todo el apoyo, que día a día me motivó a seguir adelante aún cuando el camino no fue fácil, gracias por que me hicieron fuerte y me enseñaron a esforzarme por todos los objetivos cumplidos y los que quedan por cumplir.

A mi maestro y confidente **MEI. Floriberto Calixto Arellano**, gracias por confiar en mi y por que siempre estuvo ahí apoyándome en lo profesional, en lo personal, siempre compartiendo sus conocimientos para ayudarme a crecer.

A **Gabriel Eduardo Alonso**, por que dos cabezas piensan mejor que una, y durante los dos años de posgrado, fuiste un gran apoyo, los días malos, no eran tan malos, gracias por desvelarte conmigo.

A mis asesores; **MRO. Karla Rodríguez Hernández**, M**EI. Guillermo Franco Romero, DC. Carolina Sámano Valencia,** por compartir su conocimiento y su tiempo con la única finalidad de lograr este proyecto. **Mi más sincero agradecimiento.**

A mi coordinador, el MEI. Guillermo Franco Romero por darme la oportunidad de pertenecer a este gran Posgrado y a mis maestros por el aprendizaje que me dieron día a día.

A la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,** gracias por que ha sido mi casa de estudios desde el pregrado hasta posgrado, gracias por ser la pionera en mis conocimientos como profesionista. Me siento orgullosa de pertenecer a esta gran casa de estudios.

íNDICE.

1.- INTRODUCCIÓN…… 1
2.- ANTECEDENTES GENERALES…….. 2
2.1. Adhesión química ……..... **2**
2.2. Unión mecánica …….. **2**
2.3. Adhesión a la estructura dental …… **3**
2.4. Grabado total …….. **5**
2.5. Adhesivos autograbantes ……..... **6**
2.6. Universales …… **7**
2.7. Resinas …… **7**
2.8. Relleno …….. **8**
2.9. Agente de acoplamiento …… **8**
2.10. Clasificación de acuerdo al tamaño de partículas ……... **8**
Microrelleno …….. **8**
Híbridas …….. **8**
Nanorelleno ……..... **9**
2.11. Grabado ácido …….. **10**
2.12. Arenado con óxido de aluminio …….. **12**
2.13. Esmalte fresado ……... **13**
2.14. Máquina Universal de Pruebas Instron …… **14**
3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS ……..…… 15
3.1. Arenado con óxido de aluminio previo al grabado ácido…….. **15**
3.2. Esmalte fresado…….. **17**
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA …… 18
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN …… 19
6. JUSTIFICACIÓN …… 19
7. HIPÓTESIS CIENTÍFICA …….. 20
8. HIPÓTESIS NULA …… 20
9. OBJETIVOS …… 20
9.1. General ……..... **20**
9.2. Específico …… **20**
10. MATERIALES Y MÉTODOS …… 20
10.1. Diseño del estudio…… **20**
10.2. Universo …… **20**
10.3. Criterios de selección …….. **21**
10.3.1 Inclusión …… **21**
10.3.2 Exclusión …….. **21**
10.3.3 Eliminación ……... **21**
10.4 VARIABLES …….. 21
10.4.1. Dependiente …… **21**
10.4.2. Independiente ……..... **21**
10.5 CONCORDANCIA Y FIABILIDAD …… 23
10.5.1. Estandarización …….. **23**
10.6. PROCEDIMIENTO …….. 23
Esmalte únicamente grabado …… **24**
Esmalte arenado ……..... **24**
Esmalte fresado ……... **24**
10.7. LOGÍSTICA ……... 26
10.7.1. Recursos Humanos …… **26**
10.7.2. Recursos materiales …….. **26**

10.7.3. Recursos financieros **27**
11. CONSIDERACIONES ÉTICAS 27
12. RESULTADOS 28
13. DISCUSIÓN 30
14. CONCLUSIÓN 35
15. BIBLIOGRAFÍA 36
16. ANEXOS 40

1. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día es imposible pensar en la odontología restauradora sin adhesión. Una gran necesidad de salvar la estructura dental sana, junto con el concepto de odontología mínimamente invasiva, ha alentado fuertemente la rápida evolución de las técnicas adhesivas en los últimos años. Desde la introducción del concepto de grabado del esmalte en 1955, la tecnología de adhesión se ha centrado en las propiedades físicas, mecánicas y químicas para mejorar la longevidad clínica de las restauraciones adhesivas. (1)

Uno de los materiales de obturación directa más utilizados, es la resina compuesta, de la cual existe una clasificación dependiendo de las propiedades del material que tendrá distintas indicaciones según sea el caso.

Para que este material se adhiera a la estructura dental, tenga un excelente sellado marginal y mayor tiempo de vida, se tienen que llevar a cabo diferentes procedimientos para acondicionar la estructura dental o de la restauración para poder lograr una buena unión entre éstos. (2)

El acondicionamiento del esmalte es una etapa fundamental del procedimiento de adhesión debido a que se forman micro ranuras, necesarias para una buena fijación del agente de unión. Actualmente, el grabado con ácido fosfórico es el procedimiento convencional. Sin embargo, para obtener una mejor adhesión y para preservar la integridad del esmalte, se han propuesto otros métodos de acondicionamiento, como el grabado con diferentes ácidos, láser de irradiación, fresado y el arenado con óxido de aluminio. Estos procedimientos han sido reportados y probados en el área de ortodoncia para la adhesión de brackets, sin embargo, hay pocos estudios reportados de su aplicación en odontología restauradora para mejorar la adhesión de las resinas compuestas. (3)

El desarrollo de los biomateriales y la adhesión en odontología restauradora ha sido notable en los últimos tiempos con el fin de mejorar la adhesión y hacer más longevas las restauraciones, por ejemplo, las microfiltraciones de los materiales dentales para restauración son el resultado de una adhesión insuficiente o incompleta. (4)

Los resultados del presente estudio sobre la fuerza de adhesión de resina compuesta al esmalte con diferentes tratamientos de la superficie como el arenado y el fresado, permite compararlos con el acondicionamiento convencional utilizando únicamente ácido grabador al 37%. Es importante continuar con la búsqueda de una técnica que permita una mejor adhesión de la estructura dentaria con la resina compuesta y que ésta permanezca en cavidad oral en buenas condiciones durante un largo periodo de tiempo. (4)

ANTECEDENTES GENERALES

Debido a que las restauraciones adhesivas se han convertido en el estándar de oro en odontología estética y restaurativa, se han realizado esfuerzos serios para reducir la cantidad de pasos clínicos necesarios para obtener buenos resultados.

La adhesión, es la atracción molecular o atómica entre dos superficies de contacto diferentes y se trata de una unión química. Existen otras formas de unión como la mecánica y la combinación de ambas. (5)

2.1 Adhesión química.

La adhesión química mantiene este contacto a través de la fuerza desarrollada por uniones químicas de valencia primaria, (covalentes, enlaces iónicos o metálicos) o secundarias (fuerzas de vander Waals) entre las partes involucradas. Estas fuerzas de vander Waals construyen la base de la atracción dipolar. Los electrones de los átomos se distribuyen equitativamente alrededor del núcleo y producen un campo electroestático alrededor del átomo. Sin embargo, este campo puede fluctuar, por lo que la carga, es alternativamente positiva y negativa. Por lo tanto, se crea un dipolo constante que atraerá otros dipolos similares. Estas fuerzas interatómicas son bastante débiles. Algunos autores consideran como adhesión real a la que se genera por fuerzas químicas, no obstante, cuando hoy en día se habla de adhesión se hace referencia a los mecanismos mecánicos microscópicos y/o químicos. (5)

2.2 Unión mecánica

Se trata de una retención estructural. La unión mecánica supone mecanismos más sutiles, como la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas o submicroscópicas en la superficie del sustrato. Para este procedimiento es mejor un adhesivo fluido o un adhesivo líquido ligeramente viscoso debido a que pueden penetrar con facilidad en estos defectos. Al endurecer las numerosas proyecciones del adhesivo penetradas en la superficie adherente proporcionan el anclaje para la retención mecánica. Este tipo de unión micromecánica se ha utilizado desde hace muchos años debido a que en tiempos pasados no existían los materiales (adhesivos) que existen hoy en día y que han mejorado las propiedades de este procedimiento, siendo ahora más predecible y exitoso. (5)

2.3 Adhesión a la estructura dental.

Los tejidos orales duros y su ambiente son una estructura compleja, sin embargo, el mecanismo fundamental de adhesión a la estructura dental es considerado como un intercambio simple de la estructura inorgánica del diente (hidroxiapatita), que es remplazado por una resina sintética.

Este proceso se divide en dos partes:

1. Remover la hidroxiapatita para crear microporos.
2. Infiltración de los monómeros de resina en los microporos y la posterior polimerización.

Esto da como resultado la formación de tags de resina por lo tanto una retención micromecánica o la interpenetración con el tejido duro dental.
La unión y la adhesión comprenden un conjunto complejo de mecanismos físicos, químicos y mecánicos que permiten la adhesión de una sustancia a otra. Un sistema de adhesión dental realiza tres funciones esenciales:

- Proporciona resistencia a la separación de un sustrato adherido (es decir, esmalte, dentina, metal, material compuesto, cerámica) de un material de restauración o cementación.
- Distribuye el estrés a lo largo de las interfaces enlazadas.
- Sella la interfaz a través de la unión adhesiva entre el esmalte y el material unido, aumentando así la resistencia a la microfiltración, disminuyendo el riesgo de sensibilidad postoperatoria, manchas marginales y caries secundarias. (6)

Para que este fenómeno de adhesión se pueda llevar a cabo en los procedimientos que realizamos en la práctica diaria debemos tener presentes algunas condiciones:

- Lograr una unión íntima entre las partes. Sin embargo, es casi imposible que dos sólidos contacten en forma tan íntima, lo más común es que se interponga un líquido (adhesivo o medio cementante), que posteriormente endurece por una reacción química o física.
- Este líquido debe adaptarse perfectamente a las superficies para lograr el efecto buscado; se dice que el líquido debe mojar adecuadamente la superficie sólida.
- El contacto entre el líquido y sólido va a mejorar cuando la energía libre del sólido (energía superficial) sea mayor que la del líquido (tensión superficial) y pueda atraerlo hacia él.
- La energía superficial de un sólido puede y debe elevarse por descontaminación, secado y procedimientos especiales que elevarán la capacidad de atraer el líquido. Es decir, que la superficie debe prepararse adecuadamente a fin de establecer la adhesión. (7)

Para lograr modificar la superficie del esmalte, exponer las fibras de colágeno y que se vuelva más rugoso, se debe utilizar un agente acondicionante como el ácido grabador.

Este grabado ácido se utiliza debido a que las resinas compuestas no tienen la capacidad de adherirse realmente al diente, por lo que puede producirse filtraciones adyacentes a la restauración. Estas filtraciones pueden producir tinciones marginales, caries secundaria e irritación pulpar. Se debe emplear una técnica para minimizar estos riesgos. Antes de colocar la resina, se expone el esmalte de la estructura dental contigua durante un corto periodo de tiempo al ácido fosfórico, a esto se le conoce como la técnica de grabado ácido. (7)

El ácido fosfórico, comparado con otros ácidos, mostró ser el más efectivo en la adhesión del esmalte a los materiales dentales. Existen diferentes concentraciones de este ácido, la cual, si es menor del 30% no logra una adecuada disolución del esmalte, por lo tanto, se lleva una adhesión insuficiente. Si el ácido tiene una concentración mayor de 50 % presenta una disolución mayor del esmalte y por lo tanto cambios morfológicos en la superficie. Inicialmente se reportó que la superficie del esmalte debía grabarse 60 segundos para obtener una adecuada alteración de los prismas del esmalte.

En estudios previos, el grabado de la superficie intacta del esmalte de los dientes permanentes con ácido fosfórico al 30% y al 50 % por 60 segundos había sido el protocolo de adhesión aceptado desde 1980.

Posteriormente, se produjo un tiempo de grabado más corto (menos de 60 segundos), ácido débil, grabado con láser, abrasión y otros métodos de pretratamiento. Una razón importante por la que los tiempos de grabado disminuyeron de 60 segundos a los 15 segundos actuales debido a que la odontología adhesiva aceptó el concepto de grabado total. Ese concepto se basa en grabar el esmalte y la dentina simultáneamente. Sesenta segundos de grabado fueron casi óptimos para el esmalte, pero excesivo para la dentina.

Grabando 15 segundos, la dentina está grabada y el esmalte únicamente desmineralizado. Con todas estas ventajas clínicas, un tiempo de grabado de 15 o 30 segundos se ha convertido en el método predominante de grabado con ácido en los últimos años. (8)

Los agentes adhesivos y los métodos de unión han evolucionado a lo largo de los años y las instrucciones del producto ahora recomiendan la unión a superficies húmedas de esmalte y dentina. Estas instrucciones sugieren un secado suave con aire o un hisopo para eliminar el exceso de agua utilizada para enjuagar el agente acondicionador de la superficie. (9)

Por otro lado, un adhesivo es una sustancia que promueve la adhesión de un compuesto o material a otro. Los adhesivos dentales se han ido desarrollando constantemente para

minimizar los pasos en su aplicación y reducir el margen de error debido a una mala manipulación por parte el operador. (10)

Debido a esto, se introdujeron adhesivos de autograbado de un solo paso (comúnmente llamados adhesivos (“todo en uno") a principios del Siglo XXI.

Existen diferentes generaciones de adhesivos, en las cuales se cambia la forma de aplicación y sus componentes, como se puede observar en la tabla 1. (7)

Tabla 1. Generaciones de adhesivos

Generación		**Componentes**		
4ta Generación	**3 pasos**	ácido grabador	Primer	Adhesivo
5ta Generación	**2 pasos**	ácido grabador	Adhesivo/primer	
6ta Generación	**2 pasos**	Primer autograbante	Adhesivo	
7a Generación	**1 paso**	Primer autograbante/Adhesivo o Adhesivo autograbante		
Adhesivos Universales	**1 paso**	ácido grabador/ primer/ adhesivo Se puede utilizar con un grabado total o selectivo.		

Tomada de Phillip´s Science of dental materials (7).

Los sistemas adhesivos dentales se pueden clasificar en dos categorías principales de acuerdo con su estrategia de adhesión: sistemas de “grabado y enjuague” y “autograbado”.

2.4 Grabado Total.

Los adhesivos de grabado y enjuague, conocidos como adhesivos de grabado total, usualmente usan de 35% a 37% de ácido fosfórico para grabar el esmalte y la dentina, seguido del enjuague con agua de la superficie grabada. En el esmalte, el ácido desmineraliza la hidroxiapatita superficial para revelar los prismas de esmalte grabados. Posteriormente el adhesivo penetra estos prismas de esmalte grabados para formar microtags de resina que se entrelazan con las porosidades superficiales del esmalte creadas por el procedimiento de grabado. En la dentina, el ácido desmineraliza la hidroxiapatita superficial y elimina la capa de lodillo para exponer las fibrillas de colágeno que permanecen retenidas en la dentina mineralizada subyacente y abren los túbulos dentinarios, exponiendo sus orificios. Las fibras de colágeno expuestas colapsan después de secar al aire las superficies de dentina, lo que podría interferir con la infiltración de resina adhesiva y disminuir la resistencia de unión. Por lo anterior, se cree que la humedad superficial es importante para la dentina desmineralizada para evitar el colapso de las

fibrillas de colágeno. Los adhesivos de grabado y enjuague de varios pasos a menudo se consideran sensibles a la técnica, con el más mínimo error en el procedimiento de aplicación clínica que da como resultado un desprendimiento rápido o un desajuste marginal temprano. Como consecuencia, la demanda de adhesivos más simples, fáciles de usar y menos sensibles a la técnica sigue siendo alta. Esto estimula a los fabricantes a desarrollar nuevos materiales que dependan de menos habilidades del operador para un buen resultado clínico. (11)

2.5 Adhesivos autograbantes.

Los adhesivos de autograbado contienen monómeros ácidos que pueden disolver las capas de lodillo, actuar simultáneamente como acondicionador y primer en el esmalte y la dentina sin la necesidad de un paso de grabado de ácido fosfórico por separado. La acidez y la composición química de los adhesivos están fuertemente relacionadas con su profundidad de interacción en la dentina y, en consecuencia, las características morfológicas de las interfaces adhesivas. Los adhesivos de autograbado necesariamente contienen agua para permitir la ionización de los monómeros ácidos, mientras que los solventes, como el etanol o la acetona, se agregan para acelerar la eliminación del agua. Cada sistema de autograbado o sistema adhesivo contiene su monómero funcional específico que determina su rendimiento adhesivo real. Además de la retención micromecánica, grupos carboxilo o fosfato específicos de monómeros funcionales interactúan químicamente con la hidroxiapatita residual en la superficie de dentina parcialmente desmineralizada. Los adhesivos que contienen 10 MDP (10-metacriloiloxiidecil-dihidrogenofosfato) han revelado un potencial de unión significativamente más fuerte a la hidroxiapatita que 4-META o fenil-P.9. (11)

2.6 Universales

Recientemente, se introdujo en el mercado una nueva versión de los sistemas adhesivos de una botella llamados adhesivos universales. Estos adhesivos se consideran la última generación, y se pueden utilizar como una estrategia de grabado y enjuague, autograbante o grabado selectivo. Tienen algunas similitudes con los adhesivos de autograbado de un solo paso basados en el concepto de "todo en uno", pero incorporan la versatilidad de adaptarlos a situaciones clínicas mediante la aplicación en diferentes modos de grabado. Algunos de estos adhesivos, que contienen 10-metacriloiloxiidecil-dihidrogenofosfato (10-

MDP) u otros monómeros organofosforados, tienen la capacidad de unirse químicamente a sustratos indirectos, como zirconia, vitrocerámica, metal y resina compuesta sin el uso de un grabador, tienen alta tolerancia a la humedad para permitir la unión a los sustratos gracias a la presencia en su composición de MDP y silano. (12)

Fig1. Ejemplos de Adhesivos Universales. Imágenes tomadas del sitio web del fabricante

2.7 Resinas

Un material restaurador directo, que con el paso del tiempo ha mejorado sus propiedades físicas y químicas son las resinas.

Las resinas se estructuran principalmente a base de tres componentes:

- Una matriz polimérica altamente reticulada
- Relleno de partículas de vidrio, mineral o resina
- Agente de acoplamiento

La matriz de resina en la mayoría de los compuestos dentales se basa en una combinación de monómeros de dimetacrilato aromáticos y/o alifáticos, como bis GMA y dimetacrilato de uretano (UDMA), para formar enlaces cruzados fuertes, estructuras de polímero rígidas y duraderas. Esta matriz forma una fase continua en la que el relleno de refuerzo se dispersa. Debido al gran volumen molecular de estos monómeros, la contracción de polimerización puede ser tan baja como 0.9% (promedio de 1.5% comparado con un rango de 2 a 3% para la mayoría de los compuestos) cuando se combina con rellenos inorgánicos en partículas hasta niveles de 88% por peso. Sin embargo, UDMA y bis-GMA son altamente viscosos (800,000 centipoise), difíciles de mezclar y manipular. Por lo tanto, es necesario usar cantidades variables de monómeros altamente fluidos de menor peso molecular, tales como dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA, 5 a 30 centipoise) y otros dimetacrilatos de bajo peso molecular, para poder mezclar y diluir los componentes viscosos, y de esta manera

poder conseguir resinas suficientemente fluidas para la manipulación clínica e incorporar suficiente carga para reforzar la resina curada. (13)

2.8 Relleno.

Se emplean diversos rellenos minerales para reforzar los materiales compuestos, así como para reducir la contracción del curado y la expansión térmica (generalmente entre 30% a 70% en volumen o 50% a 85% en peso de un material compuesto). (13)

2.9 Agente de acoplamiento.

Es esencial que las partículas de relleno estén unidas a la matriz de resina. Esto permite que la matriz de polímero más flexible transfiera tensiones a las partículas de relleno de mayor módulo (más rígidas y más rígidas). El enlace químico entre las dos fases del compuesto está formado por un agente de acoplamiento; este es un compuesto superficial activo bifuncional que se adhiere a las superficies de partículas de relleno y también coopera con el monómero que forma la matriz de resina. (13)

2.10 Clasificación de acuerdo con el tamaño de partículas.

Microrelleno. Son aglomerados de partículas de sílice coloidal inorgánica de 0,01 a 0,1 µm incrustadas en partículas de relleno de resina de 5 a 50 µm.

Estas partículas, debido a su tamaño extremadamente pequeño, tienen áreas superficiales extremadamente grandes que varían de 50 a 400 mm^2 por gramo.

Estas resinas se utilizan para restaurar y reemplazar el tejido dental perdido por caries, trauma en restauraciones directas, clase I, II, III, IV, V, VI y carillas.

Híbridas. Están compuestas por un sistema de relleno combinado, que contiene relleno microfino y fino, en un esfuerzo por obtener una superficie suave aún mejor que la proporcionada por los compuestos de partículas pequeñas mientras aún se mantienen las propiedades mecánicas deseables de este último.

Por lo tanto, son adecuados para restaurar ciertos sitios de alto estrés donde predominan las consideraciones estéticas, por ejemplo, bordes incisales y pequeñas cavidades oclusales sin contacto.

Nanorelleno.

En la actualidad las nanopartículas (1 a 100 nm) son similares a las de microrelleno, pero la diferencia de las partículas de este último es que están aglomeradas en 3D y eso

incrementa la viscosidad, mientras que los de nanorelleno son más discretas y tienen un efecto mínimo en su viscosidad.
Por lo tanto, estos compuestos tienen propiedades ópticas altas, un pulido superior como los composites microrrellenos, pero el tratamiento superficial reduce el aumento de la viscosidad cuando se incorporan al monómero, lo que permite una carga de relleno incrementada en más del 60% de volumen y 78% de peso. (13)

Tratado de la superficie del esmalte. El acondicionamiento del esmalte es una etapa fundamental del procedimiento de unión porque produce micro ranuras en la superficie del esmalte, necesarias para una buena fijación del agente de unión.
Ya sabemos que la adhesión al esmalte a través del grabado ácido modifica la superficie del esmalte creando microporos, en las cuales el agente adhesivo va a penetrar. Todo el procedimiento de adhesión tiene excelentes resultados si se lleva a cabo de una manera adecuada, sin agentes contaminantes como la saliva, que impide el éxito del procedimiento. (14)

2.11 Grabado ácido

Con la finalidad de encontrar un sistema para aumentar la resistencia al desprendimiento de la resina al esmalte grabado, en las últimas 4 décadas se han efectuado múltiples investigaciones analizando varios aspectos de la adhesión: los tiempos de grabado, la concentración del agente grabador, así como diferentes tipos de ácidos y concentraciones. (15)
El tratamiento químico del esmalte efectuado por medio del grabado ácido causa la modificación de la superficie, originalmente lisa, brillante y pulida a opaca y micro estructuralmente poroso. Esta modificación ha dado como resultado en el incremento de la adhesión entre la superficie del esmalte tratado y las resinas.
Se ha demostrado que el correcto grabado del esmalte depende de la concentración del ácido, del tiempo de grabado y de la composición de la superficie del esmalte en su contenido orgánico. (15)

a) b) c)

Fig.2. Esmalte acondicionado con ácido fosfórico al 37 %

a) Esmalte intacto, b) grabado ácido, c) esmalte ya grabado, donde existe una apariencia opaca y rugosa. Fuente propia.

El tiempo de grabado ácido es un factor importante que se debe considerar para aumentar la fuerza de adhesión en el esmalte, debido a que si se coloca por un periodo corto de tiempo (3 a 5 segundos), los resultados en la fuerza de adhesión son menores en comparación con el uso de ácido fosfórico al 37 % durante 15 segundos en el esmalte, en el que se observa al microscopio, un patrón de grabado más definido, y usando un adhesivo universal, las pruebas de adhesión de resina a esmalte son mayores.

Los cristales de hidroxiapatita dentro del esmalte son considerablemente más pequeños que los de la dentina y son más regulares y orientados en paralelo a comparación con la orientación cruzada de los cristales de hidroxiapatita en la dentina. El grabado con ácido fosfórico actúa sobre los cristales de hidroxiapatita en el esmalte, erosionándolos parcialmente, creando una estructura porosa y retentiva en la superficie. (28) Este tratamiento puede crear una superficie más reactiva para la unión química entre monómeros funcionales ácidos e hidroxiapatita del esmalte como resultado de cambios estructurales característicos.

Cuando se utiliza un adhesivo universal, el cual contiene monómeros funcionales que interactúan con la hidroxiapatita del esmalte, si éste último no ha sido grabado previamente por un periodo de tiempo de 15 segundos, se obtienen valores bajos de adhesión a comparación de cuando si se realiza el grabado ácido en la superficie. (16)

2.12 Arenado con óxido de aluminio.

Se ha descrito que la abrasión por aire implica el uso de polvo de óxido de aluminio, que se transporta en una fina corriente de aire comprimido. Cuando las partículas contactan con un objetivo sólido, en este caso esmalte o dentina, se libera la energía cinética de las partículas, lo que da como resultado la fractura de fragmentos microscópicos de éstos.

Se conoce que las ventajas de esta técnica incluyen presión, ruido y vibración reducida en comparación con el uso de instrumentos rotatorios, y los pacientes han tolerado bien la técnica. (17)

Existe una mayor evidencia del uso del arenado del esmalte con óxido de aluminio en el área de ortodoncia. Debido a esto y a los resultados favorables que han encontrado se aplicará al área de Rehabilitación oral. (18)

El arenado con partículas de alúmina se describió por primera vez en 1945 por Black. Esta técnica aumenta la superficie de contacto y se ha demostrado que aumenta la resistencia adhesiva de los brackets unidos a materiales restaurativos como amalgamas, metales, materiales compuestos y cerámicas. La mejoría en las propiedades de unión con el procedimiento de arenado a la superficie de esmalte antes del grabado ácido o en lugar de solamente usar grabado ácido, se discute en la literatura, pero las investigaciones pertinentes no son concluyentes. Algunos autores afirman que no se mejora la fuerza de adhesión con el arenado antes del grabado, mientras que otros observaron una tendencia a una mayor fuerza de adhesión, pero sin significancia estadística. (18)

Además, los protocolos utilizados varían sustancialmente en el tamaño de partícula, la distancia a la superficie del diente, la duración de la abrasión y presión de aplicación.

La fuerte capacidad abrasiva de las partículas de alúmina transportadas por el aire puede eliminar el esmalte aprismático, exponiendo así la estructura prismática subyacente. Dado que con el tamaño medio de las partículas abrasivas de alúmina es de 50 micrones (mucho mayor que el diámetro de un prisma), la rugosidad de la superficie que queda después del arenado es mucho mayor que el efecto de disolución química inducida por el grabado ácido. Por lo cual se da un efecto mayor del cambio en la superficie del esmalte. (19)

Los estudios relacionados del arenado combinado con ácido ortofosfórico, han utilizado diferentes tamaños de partículas de óxido de aluminio, y pocos estudios en la literatura han evaluado los efectos de este tipo de acondicionamiento sobre el esmalte; existen partículas de óxido de aluminio de 27, 50 y 90 micrones. (19)

En el área de odontología restauradora, el arenado se ha utilizado para pre-acondicionar la superficie del esmalte previo a la colocación del ácido fosfórico, para aumentar la fuerza de unión o retención de las restauraciones. (20)

2.13 Esmalte fresado.

La fractura de los dientes anteriores es un problema frecuente en pacientes jóvenes. El trauma dental en los dientes anteriores tiene un impacto emocional y psicológico para los individuos causando dificultades durante la fonación y la masticación impidiendo la calidad de vida. En dicha situación una restauración con resina, la cual es estéticamente predecible y funcional, resulta como primera opción para remplazar la estructura dental.

Se sugiere el uso de biseles en los márgenes de la preparación para mejorar la retención de la restauración, proporcionando estabilidad en la adhesión.

Se ha observado que la preparación de biseles mejora el rendimiento de las restauraciones aumentando la resistencia a la fractura de los dientes restaurados con resina con valores similares a los observados para los dientes intactos. El uso de un bisel también mejora la resistencia a la fractura de fragmentos incisales adheridos, en comparación con los grupos adheridos sin biselar. (21)

La colocación de un fresado en esmalte con una fresa de diamante puede ser una buena opción, teniendo en cuenta que los estudios de laboratorio han demostrado que este procedimiento puede reducir la microfiltración marginal, reducir el riesgo de fractura en el esmalte marginal, resultando en una mejor adhesión y obtención de una estética mejorada. El fresado del esmalte es una alternativa interesante porque este procedimiento hace que los prismas del esmalte sean más reactivos al acondicionamiento y, en consecuencia, aumenta la fuerza de adhesión del adhesivo de autograbado. (22)

Mientras que algunos investigadores consideran que el fresado es una solución para mejorar la unión de algunos sistemas adhesivos de grabado y enjuague y de autograbado, otros autores han afirmado que no mejora la retención después de un período de 3 años. (23)

2.14 Para evaluar la fuerza de adhesión se someterán a la máquina universal Instron.

Esta máquina es semejante a una prensa con la que es posible someter materiales a pruebas de tracción y compresión para medir sus propiedades. La presión se logra mediante placas accionadas por tornillos o un sistema hidráulico. El ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante la compresión. En la mayoría de los casos se realiza con hormigones y metales (sobre todo aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material. La prueba de tracción de un material consiste en someter a una probeta a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta

que se produce la rotura de ésta. Esto mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente. (24)

Para medir la fuerza de adhesión en este estudio, se someterá a una fuerza de compresión en el cilindro de resina, adherido al esmalte tratado de distintas maneras, hasta lograr su desprendimiento.

3. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Desde 1955, Buonocore reportó el uso del grabado del esmalte con ácido fosfórico siguiendo con la colocación de la resina acrílica. Esta técnica mostró una mejoría significativa en la adhesión del esmalte y la resina. (15)

Espinoza R. en su artículo “Resistencia al desprendimiento de la resina al esmalte desproteinizado y grabado; estudio de microtensión”, menciona que el tratamiento químico del esmalte efectuado por medio del grabado ácido causa la modificación de la superficie del esmalte, originalmente lisa, brillante y pulida a opaca y micro estructuralmente poroso. Esta modificación ha dado como resultado en el incremento de la adhesión entre la superficie del esmalte tratado y las resinas.

Se ha demostrado que el correcto grabado del esmalte depende de la concentración del ácido, del tiempo de grabado y de la composición de la superficie del esmalte en su contenido orgánico, aumenta la fuerza de adhesión del composite al esmalte. (16)

3.1 Arenado con óxido de aluminio previo al grabado ácido del esmalte.

El uso de arenado con óxido de aluminio combinado con grabado ácido fosfórico para aumentar la fuerza de adhesión sigue siendo controversial. Aunque algunos estudios encontraron un aumento en la fuerza de adhesión, otros no lo hicieron. Además, los protocolos utilizados varían sustancialmente en tamaño de la partícula, distancia a la superficie del diente, duración de la abrasión y presión de aplicación. (17)

Los estudios relacionados con el arenado combinado con grabado ácido ortofosfórico han utilizado diferentes tamaños de partículas de óxido de aluminio, y pocos estudios en la literatura han evaluado los efectos de este tipo de acondicionamiento sobre el esmalte; existen partículas de óxido de aluminio de 27, 50 y 90 micrones.(18)

Según Robles Ruız et al. en su estudio “Efectos del arenado antes del grabado con ácido ortofosfórico sobre el esmalte lingual: evaluación de la rugosidad *in vitro*” el esmalte arenado con partículas de óxido de aluminio de 27, 50 y 90 micrones antes del grabado con ácido ortofosfórico da como resultado una mayor rugosidad y produce un patrón de acondicionamiento más uniforme que el del grabado sólo con ácido ortofosfórico. (18)

También Robles Ruíz et al. en su estudio “Efecto del arenado en esmalte lingual con óxido de aluminio de diferentes tamaños de partículas en combinación con grabado ácido fosfóricos sobre unión indirecta de brackets linguales", encontró que en el arenado del esmalte lingual usando diferentes tamaños de partículas de óxido de aluminio antes del grabado ácido, produjo valores clínicamente aceptables de la fuerza de unión al corte *in vitro*.

No hubo diferencias significativas en la fuerza del enlace entre los protocolos de acondicionamiento con diferentes tamaños de partículas de óxido de aluminio. (18)

Pontons Melo et al. en su estudio “Restablecimiento estético y funcional de la guía anterior utilizando la técnica de estratificación”, mencionaron que después del aislamiento del campo operatorio, cuando las superficies vestibulares y palatinas fueron aspersadas con óxido de aluminio (Micro jato, Bio-art) se remueve la capa aprismática, y deja el esmalte más reactivo al condicionamiento ácido favoreciendo la fuerza de adhesión. (8)

Patcas Raphael et al. en su estudio. “Análisis superficial e interfacial de esmalte tratado con arenado y ácido para unir adhesivos ortodóncicos”, menciona que esta técnica aumenta la superficie de contacto y se ha demostrado que aumenta la resistencia adhesiva de los brackets unidos a materiales restaurativos como amalgamas, metales, materiales compuestos y cerámicas. También demostró que el arenado causó una superficie más rugosa que el grabado ácido en cuanto a la amplitud y los parámetros de rugosidad híbrida debido al mecanismo de eliminación de esmalte. (19)

En el mismo estudio se comprobó que cuando existe un aumento importante en el contenido de aluminio en el grupo arenado, se puede dar a la implantación de partículas de alúmina en la superficie del esmalte. Sin embargo, estos fragmentos de alúmina se eliminaron después de grabado con ácido. Por lo tanto, el grabado ácido después del arenado tiene un efecto triple: además de eliminar la capa de esmalte sin prismas, elimina las rugosidades profundas producidas durante el arenado y elimina las partículas de alúmina implantadas que pueden contaminar la superficie del esmalte. (19)

Existen diversos estudios donde se compara una superficie de esmalte no arenada *vs* arenada sobre todo en el área de ortodoncia, donde comparan la adhesión al bracket, sin

embargo, en el área de rehabilitación oral hay poca información acerca de este procedimiento.

Umesh kumar et al. en su estudio menciona que no hay una mejoría en la fuerza de adhesión de las restauraciones de resina clase V cuando se arena con óxido de aluminio y cuando solamente se realiza el grabado ácido convencional. (20)

3.2 Esmalte fresado.

Muhlbauer et al. en su estudio "The effect of resin composite pins on the retention of Class IV restorations" observó que la preparación de biseles mejoraba el rendimiento de las restauraciones. (25)

Marcos Schroeder et al. en su estudio "Efecto del bisel del esmalte sobre la retención de las restauraciones de resina compuesta cervical": una revisión sistemática y metaanálisis mencionó que se puede concluir que no hay diferencia entre la técnica de esmalte biselado y no biselado en el seguimiento a corto plazo. Además, menciona que no hay pruebas suficientes para respaldar esta conclusión en los seguimientos a largo plazo. (14)

Thaís Regina Ferreira Da Costa et al. en su estudio "Efecto del bisel de esmalte en la realización clínica de las restauraciones de resina compuesta colocadas en lesiones cervicales no cariosas" menciona que los estudios de laboratorio han encontrado que un biselado de esmalte favorece el sellado marginal y reduce la microfiltración. (26)

Ali Asghar Alavi et.al. en su estudio "La fuerza de unión a las carillas de porcelana en dientes anteriores preparados y no preparados" menciona que, en los resultados de su estudio, ningún método de preparación (fresado o no fresado) produjo la mayor fuerza de unión al corte.

También menciona que, con respecto a los hallazgos del estudio actual, concluyeron que el método de no preparación con fresado proporciona la mayor fuerza de unión al corte para carillas de porcelana. (27)

Jung M et al. En su estudio, "Surface roughness and bond strength of enamel to composite", menciona que no se encontraron diferencias significativas en un esmalte acondicionado con el método convencional, donde solo se graba el esmalte con ácido fosfórico, y el método de fresado del esmalte. (2)

Loguercio et al. En su estudio "The effect of the method of obtaining fragments on the fracture strengh of different reattachment techniques" observó que la colocación del bisel aumentó la resistencia a la fractura de los dientes restaurados compuestos a valores similares a los observados para los dientes intactos. El uso de un bisel también mejora la

resistencia a la fractura de fragmentos incisales adheridos, en comparación con los grupos adheridos sin biselar. (28)

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la práctica clínica odontológica el uso de las resinas como material restaurador es muy común, la cual debe de tener una excelente adhesión a la estructura dental ya que si no se lleva a cabo este procedimiento se acorta el tiempo de vida de la restauración, y otros múltiples factores que se pueden dar debido a una falla en esta unión, como la microfiltración, formación de caries y pigmentación. El protocolo convencional que es el grabado ácido y la colocación de adhesivo tiene buenos resultados en adhesión a esmalte, sin embargo, se pueden emplear maniobras previas en la superficie del esmalte antes del grabado para mejorar fuerza de adhesión del esmalte a la resina.

Existen distintos protocolos de acondicionamiento del esmalte para aumentar esta adhesión entre el sustrato y el material como el arenado con óxido de aluminio y el fresado de la superficie previo al grabado ácido, que se han probado previamente en ortodoncia, con diversidad de resultados.

Si se logra este aumento de adhesión como lo mencionan diversos artículos, se realizarán restauraciones más longevas y predecibles.

Considerando los antecedentes se muestra que hay reportes de resultados contradictorios empleando los diversos métodos de acondicionamiento. La importancia de este estudio radica en la escasez de literatura que compare la fuerza de adhesión entre un esmalte tratado con arenado con óxido de aluminio de 29 micrones, y un esmalte fresado (biselado con fresa de diamante de grano fino) y un esmalte intacto, previo al acondicionamiento convencional de adhesión que se lleva a cabo en el área de odontología restauradora cuando se realiza una restauración con resina.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Es mayor la fuerza de adhesión en el esmalte acondicionado con arenado y fresado que en el esmalte acondicionado solo con ácido fosfórico?

6. JUSTIFICACIÓN

El uso de un material de obturación directo como la resina, en la práctica clínica es un procedimiento que se lleva a cabo día a día debido al incremento de la demanda por parte

del paciente de restauraciones estéticas que sea lo más natural y exitoso posible. Este material no tiene una unión íntima con la estructura dental, por lo tanto se tiene que llevar a cabo un procedimiento previo a la colocación del material, que involucra el acondicionamiento del esmalte, lo que cambia la superficie de éste y permite que el material penetre, que exista adhesión entre el sustrato y el material, para aumentar su fuerza, y poder crear una unión íntima, evitando micro filtraciones y posterior formación de caries dental y pigmentación, logrando así una restauración más estética, resistente, saludable y más duradera para el paciente.

Con el motivo de seguir mejorando esta fuerza de adhesión entre el esmalte y el material restaurador se han implementado otras técnicas para acondicionar la superficie de la estructura dental, como el arenado, el fresado, y el acondicionamiento convencional con ácido grabador. En la actualidad no existe un estudio que compare la fuerza de adhesión de la resina compuesta a la superficie del esmalte tratada con fresado *vs* arenado, por lo que el presente protocolo la llevará a cabo acondicionando la estructura, con el grabado ácido convencional, arenado y fresado, para poder analizar que tratamiento previo al grabado ácido, es el que aumenta la fuerza de adhesión.

Como se ha visto en diversos artículos, existe escasa información en el área de restauradora, acerca de una mejora en la adhesión de la resina al esmalte, previamente tratado con el arenado del óxido de aluminio, sin embargo, en el área de ortodoncia existe una gran cantidad de estudios donde se compara el acondicionamiento convencional del esmalte vs el arenado con el óxido de aluminio.

Debido a la escasa información del arenado con óxido de aluminio para la mejora de la adhesión en el área de rehabilitación, comparándolo con procedimientos previos como el fresado de la superficie del esmalte, se decide realizar este estudio, para mejorar, el pronóstico, a corto, mediano y largo plazo, para brindarle al paciente el tratamiento duradero y estético que requiere.

7. HIPÓTESIS

La fuerza de adhesión en el esmalte acondicionado con arenado y fresado es mayor que en el esmalte acondicionado solo con ácido fosfórico.

8. HIPÓTESIS NULA.

La fuerza de adhesión en el esmalte acondicionado con arenado y fresado no es mayor que en el esmalte acondicionado solo con ácido fosfórico.

9.OBJETIVOS

9.1 Objetivo general. Evaluar la fuerza de adhesión de resina compuesta al esmalte con diferentes tratamientos de la superficie (intacto, arenado y fresado).

9.2 Objetivos específicos.

- Determinar la fuerza de adhesión de la resina compuesta al esmalte tratado con el grabado ácido convencional.
- Determinar la fuerza de adhesión de la resina compuesta al esmalte tratado con arenado previo a la colocación del ácido grabador
- Determinar la fuerza de adhesión de la resina compuesta al esmalte tratado con el fresado de la superficie del esmalte, previo al grabado ácido.
- Determinar cuál método de acondicionamiento presenta la mayor fuerza de adhesión de la resina compuesta al esmalte.
- Comparar los, métodos de acondicionamiento entre sí e identificar si existen o no diferencias.

10. MATERIALES Y METODOS.

10.1 DISEÑO DEL ESTUDIO.

In vitro, transversal, prospectivo, analítico y comparativo.

10.2 Universo.

Órganos dentarios extraídos que se obtengan de pacientes de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Muestreo. No probabilístico por conveniencia de los órganos dentarios que cumplieron con los criterios de selección, un mínimo de 10 órganos dentarios por cada grupo y un total de tres grupos.

Los órganos dentarios obtenidos se conservaron en agua destilada a temperatura ambiente, que posteriormente se montaron en cubos de acrílico.

10.3 Criterios de selección.

10.3.1 Inclusión.

Terceros molares extraídos

Esmalte dental intacto

Terceros molares con cara vestibular y palatina/lingual intactas.

10.3.2 Exclusión.

Molares con defectos cariosos

Molares con fluorosis

Molares con trazos de fractura

Molares con dentina expuesta

Molares fracturados

Molares con tratamiento de conductos

10.3.3 Eliminación.

Se eliminaron los órganos dentarios que durante el procedimiento se fracturaron completamente.

Se eliminaron los órganos dentarios que durante el procedimiento se fracturó parte del esmalte (falla cohesiva).

10.4 VARIABLES

10.4.1 Dependiente

Fuerza de adhesión

10.4.2 Independiente

Esmalte intacto

Esmalte arenado

Esmalte fresado

Variable	Nivel de dependencia	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza de la variable	Tratamiento Estadístico
Fuerza de adhesión	Dependiente	Cuando dos sustancias se unen intermolecularmente (esmalte y resina)	Se sometió a la máquina instron cada muestra, y se le aplicó fuerza hasta que se desprendió la resina del esmalte a ciertos megapascales.	Cuantitativa de razón	ANOVA T-student

Esmalte intacto	Independiente	Superficie del esmalte que no se acondiciona con otro método previo a la aplicación del ácido grabador.	Se grabó con ácido fosfórico al 37% por 30 segundos y enjuagó 20 segundos	Cualitativa nominal dicotómica	Estadística descriptiva (Promedio, desviación estándar)
Esmalte arenado	Independiente	Superficie de esmalte a la que se arenará con óxido de aluminio al 27%	Se utilizó la máquina de arenado y se colocó óxido de aluminio con partículas de 27 micrones por 5 segundos a 5 mm de distancia	Cualitativa nominal dicotómica	Estadística descriptiva (Promedio, desviación estándar)
Esmalte fresado	Independiente	Superficie de esmalte a la que se va a realizar un bisel con una fresa troncocónica punta redonda de grano fino.	Con una fresa de diamante troncocónica punta redonda grano fino se fresó por 5 segundos la superficie del esmalte.	Cualitativa nominal dicotómica	Estadística descriptiva (Promedio, desviación estándar)

10.5 CONCORDANCIA Y FIABILIDAD

10.5.1 Estandarización.

Se realizó una capacitación de todo el protocolo de adhesión, del acondicionamiento con esmalte arenado, fresado y solamente grabando con ácido fosfórico, con el apoyo de un experto en el área, con el fin de que el alumno reproduzca la técnica adecuada de cada uno de los tipos de acondicionamiento y así se evitaron resultados alterados o no deseados y la prueba de la fuerza de adhesión se realizó por el experto.

No se llevó a cabo estandarización para el uso de la máquina de pruebas universal Instron debido a que las pruebas en ella estuvieron a cargo del experto en su uso.

10.6 PROCEDIMIENTO

Se utilizaron 30 órganos dentarios (terceros molares) extraídos de humanos de edad entre 15 y 20 años, y fueron montados en cubos de acrílico de medida 1.5 cm de ancho por 2.5 cm de altura dejando libre la corona, y las caras vestibulares y lingual/palatina.

Se conservaron en agua destilada a una temperatura ambiente.

Ambas caras del diente fueron utilizadas para el estudio.

20 caras (10 premolares) fueron utilizadas para la técnica de esmalte intacto

20 caras (10 premolares) para la técnica de arenado con óxido de aluminio

20 caras (10 premolares) para la técnica de fresado con una fresa troncocónica punta redonda de grano fino de marca SSW (Nueva para cara del órgano dentario)

En las 20 caras de los premolares del grupo control ningún tratamiento de la superficie, se realizó el siguiente protocolo de adhesión:

Esmalte únicamente grabado.

- Grabado ácido. del esmalte con Scotch Bond (ácido fosfórico) al 37 % por 30 segundos
- Se enjuagó 20 segundos y secó con aire ligero y limpio por 1 o 2 segundos
- Aplicar dos capas de adhesivo universal Single Bond Universal a la superficie del esmalte y adelgazar con aire limpio.
- Se fotopolimerizó por 20 segundos
- Con un conformador de cilindros de resina de la marca ULTRADENT, que se colocó sobre la superficie de esmalte, y se condensó la resina Filtek Z350 en el tercio medio de la cara del órgano dentario.
- Se fotopolimerizó por 20 segundos.

a) b) c)

Fig. 3. Grupo 1, donde únicamente se realiza el acondicionamiento del esmalte, grabado con ácido fosfórico al 37% por 30 seg. A) grabado ácido b) aplicación de dos capas de adhesivo c) montaje del órgano dentario en la prensa de ULTRADENT para colocar la resina.

Esmalte arenado.

- Se arenó la superficie de esmalte con óxido de aluminio de partículas de 27 micrones por 5 segundos a 5 mm de distancia, con el arenador Prophy flex, donde a la punta activa, se le colocó una sonda periodontal, para respetar los 5 mm de distancia.
- Grabado ácido. del esmalte con Scotch Bond (ácido fosfórico) al 37 % por 30 segundos.
- Se lavó 20 segundos y secó 2.
- Se aplicaron dos capas de adhesivo universal Single Bond Universal a la superficie del esmalte y se adelgazó con aire limpio.
- Se polimerizó 20 segundos
- Con un conformador de cilindros de resina que se colocó sobre la superficie de esmalte, se condensa la resina Filtek Z350
- Se fotopolimerizó por 20 segundos.

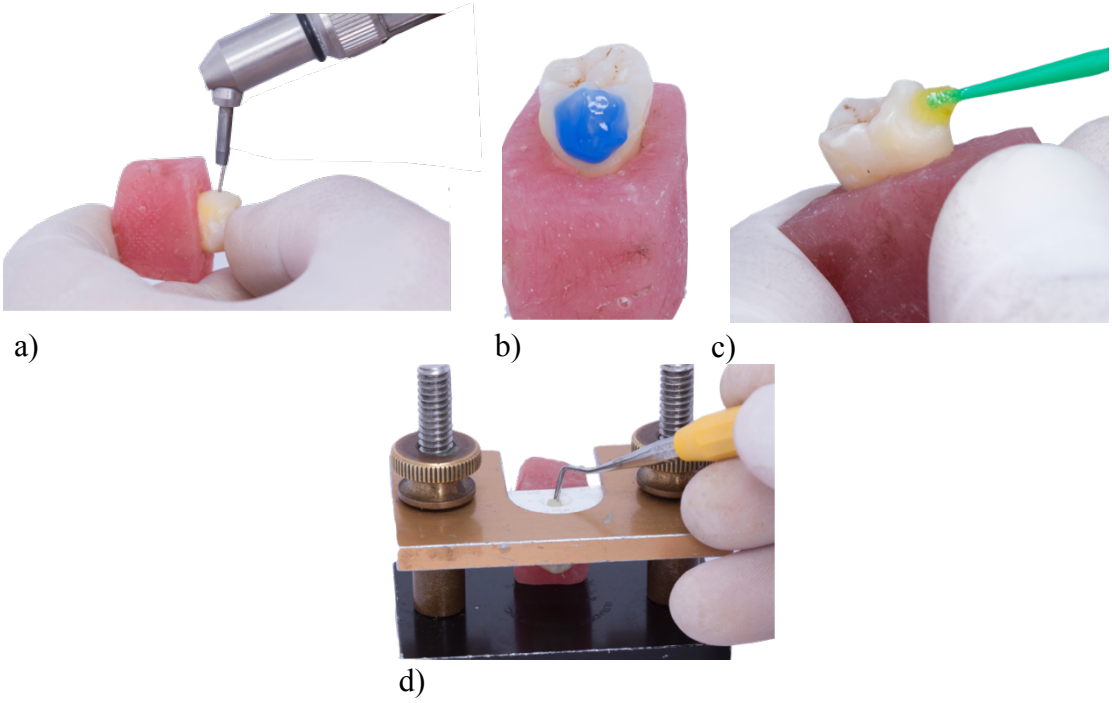

Fig.4. Esmalte arenado con óxido de aluminio de 27 micrones previo al grabado ácido, a) La punta activa del arenador se coloca a 5 mm de la cara palatina del órgano dentario, b) posteriormente se graba el esmalte con ácido fosfórico al 37% y posteriormente se realiza el mismo protocolo que el grupo 1.

Esmalte fresado:

- Se calibró la fresa troncocónica punta redonda de grano fino, de diámetro en la punta de .5 mm para únicamente desgastar o introducir la mitad de ella.

- Se colocó una fresa de grano fino, troncocónica punta redonda en la superficie del esmalte de las caras vestibulares y linguales/palatinas para hacer un ligero bisel en él.
- Se grabó con ácido el esmalte con Scotch Bond (ácido fosfórico) al 37 % por 30 segundos
- Se enjuagó 20 segundos y secó con aire ligero y limpio por 1 o 2 segundos
- Se aplicó dos capas de adhesivo universal Single Bond Universal a la superficie del esmalte y adelgazó con aire limpio.
- Se fotopolimerizó por 20 segundos
- Con un conformador de cilindros de resina que se colocó sobre la superficie de esmalte, se condensa la resina Filtek Z350.
- Se fotopolimerizó por 20 segundos.
  Una vez que todas las caras se acondicionaron y se adhirió la resina, se guardaron 24 horas en la incubadora y posteriormente se llevaron a la máquina de pruebas universal Instron de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla donde se le aplicó una fuerza para evaluar la fuerza requerida para lograr una falla en la adhesión de la resina al esmalte dental.

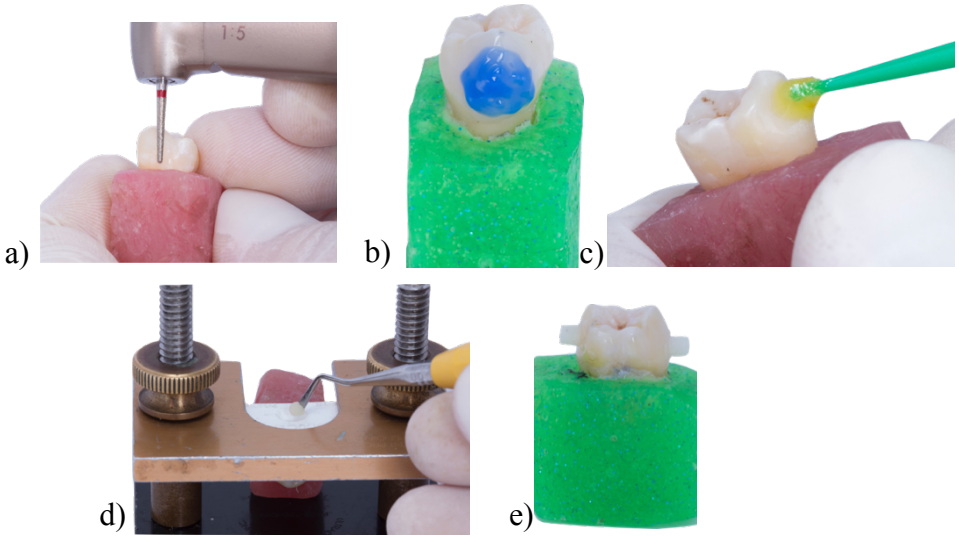

Fig. 5 Esmalte fresado con una fresa troncocónica punta redonda de grano fino, previo al grabado ácido, a) Fresado de cara vestibular, b) grabado ácido, c), d) y e) se realiza el mismo protocolo adhesivo que en el grupo 1 y 2, esto se repite en la para palatina, para poder tener dos muestras en un órgano dentario.

10.7 LOGÍSTICA

10.7.1 Recursos humanos.

Asesor responsable.

Asesor disciplinario.

Asesor metodológico.

Alumno responsable.

10.7.2 Recursos materiales:

- Acrílico transparente (monómero y polímero).
- 30 órganos dentarios humanos (premolares).
- Scotcht bond (ácido grabador).
- Resina 3M Z350.
- Adhesivo universal Single Bond 3M
- Conformador de cilindro.
- Óxido de aluminio de 27 micrones.
- 30 fresas troncocónica punta redonda de grano fino.
- 120 microbrush.
- Máquina universal Instron.
- Máquina de arenado de la marca Zhermack S 25 R
- Ácido ortofosfórico al 37%.
- Lámpara de fotocurado 3M ESPE Elipar.
- Lápiz y lapicero para hacer apuntes.
- Libreta.
- Tres espátulas de resina.
- Pieza de mano de alta velocidad.
- Pieza de mano de baja velocidad
- Aire comprimido.
- Unidad dental
- Jeringa triple.
- Regla milimétrica metálica
- Sonda periodontal

10.7.3 Recursos financieros

Fueron proporcionados por el alumno responsable del proyecto.

9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todos los procedimientos estuvieron de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección I, investigación sin riesgo, no requiere consentimiento informado.

10. RESULTADOS

Los procedimientos se llevaron a cabo de acuerdo a lo establecido, evaluando los 3 grupos propuestos: esmalte tratado con el protocolo convencional de adhesión, esmalte fresado y esmalte arenado.

Se observó que la fuerza de adhesión entre los tres grupos de estudio, fue diferente. El esmalte intacto presentó los valores más altos con un promedio de 38.229 ± 8.057 MPa, seguido del esmalte arenado y fresado respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Estadística descriptiva de los grupos de estudio.

	n	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*	*Mínimo*	*Máximo*
Esmalte intacto	20	38.2291	8.05723	21.0762%	28.67	54.686
Esmalte arenado	20	30.6151	5.12788	16.7495%	23.972	39.470
Esmalte fresado	20	28.8945	3.63082	12.5658%	24.099	35.778
Total	60	32.5796	7.09578	21.7799%	23.972	54.686

Se identificó la distribución de los grupos en donde todos presentaron una distribución normal en los valores de la curtosis que se encontraron dentro del rango -2 a +2 (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los grupos

	Rango	*Sesgo Estandarizado*	*Curtosis Estandarizada*
Esmalte intacto	26.016	0.894694	-0.784985
Esmalte arenado	15.498	0.431993	-0.983353
Esmalte fresado	11.679	0.735437	-0.782537
Total	30.714	3.55456	1.66189

Fuente: Propia

Para identificar si hay diferencia entre los valores de las variables en estudio, se utilizó la prueba ANOVA, ésta, determinó que la diferencia entre los grupos fue estadísticamente significativa pero no indica en donde se encuentran las diferencias (p=0.00001). (Tabla 4)

Tabla 4. Tabla de diferencia de las medias (ANOVA).

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	987.118	2	493.559	14.18	0.0000
Intra grupos	1983.54	57	34.799		
Total (Corr.)	2970.66	59			

Fuente: Propia

Puesto que el valor-P de la prueba-F fue menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias fueron significativamente diferentes de otras, se utilizó una prueba Post Hoc de Tukey.

En la cual se observó que únicamente entre el esmalte fresado y el esmalte arenado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p>0.05). (Tabla 5 y gráfico 1)

Tabla 5. Prueba POST HOC. TUKEY

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*P valor*
Esmalte intacto - Esmalte fresado	*	9.3346	0.000
Esmalte intacto - Esmalte arenado	*	7.61395	0.000
Esmalte fresado - Esmalte arenado		-1.72065	0.5

Donde se puede observar en donde se encuentran las diferencias entre los 3 grupos.

* Indica una diferencia significativa.
Fuente: Propia

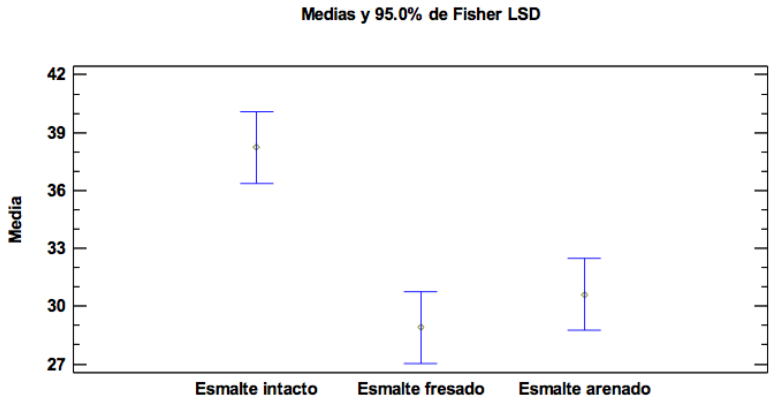

Gráfico 1. Gráfico de medias. Donde se observa que el esmalte intacto (grupo 1), presenta el valor mas alto, y que tiene diferencia significativa con el grupo 2 y 3. Mientras que el grupo 2 y 3, no tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí, mientras que con el grupo 1, estos si presentan diferencias estadísticamente significativas.

11. DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de este proyecto se compararon diferentes métodos de tratamiento de la superficie del esmalte como el arenado y el fresado, que han sido previamente reportados en la literatura. Estos métodos se compararon con el protocolo convencional de acondicionamiento del esmalte donde se utiliza ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos con el objetivo de identificar que método presentaba valores más altos de adhesión de la resina compuesta a esmalte.

Los resultados difieren del estudio de Borsatto et al. donde evalúan la fuerza de adhesión de la resina compuesta a esmalte con diferentes acondicionamientos, se probaron 3 grupos: grupo I: ácido grabador, grupo II: arenado con óxido de aluminio de 27.5 micrones, grupo III: arenado/ácido fosfórico. Los autores reportaron que no había diferencias estadísticamente significativas entre el grupo I (12.49 ± 2.84 MPa) y III (12.59 ± 2.68 MPa). (29)

A diferencia del presente estudio, donde se evaluó la fuerza de adhesión de la resina a esmalte intacto, arenado y fresado, donde el grupo de esmalte acondicionado con ácido grabador obtuvo los valores más altos con 38.229 MPa ± 8.057 MPa y el esmalte arenado obtuvo 30.615 ± 5.12 MPa.

Estas diferencias entre ambos estudios pueden deberse a que, en el estudio de Borsatto et al. utilizaron las caras mesial y distal de los terceros molares, el tiempo de grabado fue de 15 segundos, y se utilizó una resina compuesta distinta (resina Z-100 3M), sometiendo a las muestras a tiempo de envejecimiento antes de hacer las pruebas en la máquina Instron. En el presente estudio, se utilizaron las caras vestibular y palatina del tercer molar, se realizó un grabado por 30 segundos del esmalte, se utilizó la resina z350 3M, y la prueba de cizalla se realizó a las 24 horas sin envejecimiento previo.

También difieren del estudio de Robles Ruız et al. donde evaluaron la fuerza de adhesión en 4 grupos, grupo I: Control únicamente grabado con ácido fosfórico al 37% (22.7 ± 5.8 MPa) grupo II: arenado con óxido de aluminio de 27 micrones y ácido fosfórico por 30 segundos (25.0 ± 4.6 MPa), grupo III: Arenado con óxido de aluminio de 50 micrones + ácido fosfórico por 30 segundos (23.1 ± 5.0 MPa), grupo IV: Arenado con óxido de aluminio de 90 micrones y ácido fosfórico por 30 segundos (22.2 ± 5.9 MPa). (30)

Donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, a diferencia del presente estudio, donde los valores obtenidos en MPa fueron mayores a 30

MPa con diferencias entre el grupo control y el grupo de esmalte arenado y tratado con ácido fosfórico. Sin embargo, en el estudio de Robles Ruiz, utilizan un adhesivo Sondhi Rapid Set (3M Unitek), para colocar brackets, y los grupos fueron sometidos a un proceso de termociclado de 500 ciclos de 5ºC y 55ºC.

Los resultados del presente estudio difieren con el estudio de Halpern y Rouleau, donde evalúa la fuerza de adhesión de brackets cementados a esmalte, con diferentes tratamiento de superficie, grupo I: Esmalte únicamente grabado con ácido fosfórico al 37%, grupo II: Esmalte arenado con óxido de aluminio de 25 micrones + grabado con ácido fosfórico al 37%, grupo III: esmalte arenado con óxido de aluminio de 50 micrones + grabado con ácido fosfórico al 37%, grupo IV: esmalte arenado con óxido de aluminio de 100 micrones + ácido fosfórico al 37%. Donde los resultados son 7.244 MPa para el grupo 1, 7.736 MPa para el 2, 8.751 MPa para el grupo 3 y 10.24 MPa para el grupo 4. (31)

Lo cual quiere decir que el grupo 4 tuvo valores más altos de fuerza de adhesión, y difiere con éste estudio debido a que los valores más altos fueron los del grupo control, que es el esmalte en el cual no se realizó ningún tratamiento a la superficie, previo a la colocación del ácido fosfórico al 37% (38.229 MPa ± 8.057) a comparación del grupo 3 en el que se arenó con óxido de aluminio de 27 micrones previo al grabado ácido (30.615 ± 5.12 MPa) el cual tuvo valores más bajos que el esmalte intacto.

Estas diferencias se pueden deber a que se utilizan diferentes productos, para realizar la adhesión, ya que en el estudio de Richard se utiliza adhesivo especial para el área de ortodoncia, y también difiere el área de la superficie que está en contacto con el esmalte debido a que en éste estudio utilizamos un cilindro de resina de 2 mm de diámetro, y ellos utilizaron un bracket con diferentes medidas.

No se coincide con Julio P. Cal Neto, en su estudio donde evaluar la fuerza de adhesión de la colocación de brackets linguales, a esmalte con dos grupos, grupo I: Esmalte únicamente grabado con ácido fosfórico al 37 % por 30 segundos, grupo II: Esmalte arenado con óxido de aluminio de 50 micrones + grabado ácido al 37% por 30 segundos, donde los resultados fueron mayores en el grupo II con 16.42 (5.41) MPa y el grupo 1 obtuvo 13.17 (4.33) MPa. (32)

Difiere a los resultados que se obtuvieron en el presente protocolo, donde el grupo III (esmalte arenado) obtuvo 30.615 ± 5.12 MPa, y el grupo I (esmalte intacto) obtuvo 38.229 MPa ± 8.057, donde se observa que si hubo diferencia significativa entre estos.
Estas diferencias pueden deberse a los diferentes materiales que se utilizaron, (adhesivo, resina) y a la diferencia en el área de contacto con la superficie del esmalte.

G.B. Gray et al. en su estudio, donde evaluar la fuerza de adhesión de resina compuesta a esmalte, en donde en el grupo I: el esmalte se grabó con ácido fosfórico al 36% por 15 segundos previo a la colocación de adhesivo y la resina y se realizó la prueba a una velocidad de .5mm/s, grupo II: grabado con ácido fosfórico al 36% y se evaluó a una velocidad de 1mm/s, grupo III: el esmalte se arenó con óxido de aluminio con partículas de 27 micrones a 4 mm de distancia, grupo III: esmalte arenado con partículas de óxido de aluminio (50 micrones) a 4 mm de distancia, grupo IV: arenado con óxido de aluminio de 27 micrones a 20 mm de distancia, grupo V: arenado con óxido de aluminio de 50 micrones a 20 mm de distancia (33). Donde los resultados del estudio de Gray, coinciden con el presente protocolo, donde se compara la fuerza de adhesión de la resina a esmalte intacto (grupo 1) (únicamente grabado con ácido fosfórico al 37%), esmalte fresado (grupo 2) y esmalte arenado con óxido de aluminio de 27 micrones (grupo 3), donde los valores son, grupo 1: 38.229 MPa ± 8.057, grupo 2: 28.8945 MPa y grupo 3: 30.6151 MPa.
Se puede observar que los resultados coinciden debido a que el valor más alto es el del esmalte en el cual únicamente se grabó con ácido fosfórico a comparación del esmalte arenado. Sin embargo, estos estudios difieren en diferentes pasos del procedimiento, debido a diversos factores: el grabado ácido se realizó con un ácido fosfórico al 36% por 15 segundos en el grupo 1 y 2, y en el grupo 3, 4 y 5 únicamente se arenó con diferentes tamaños de partículas sin ningún grabado ácido posterior, a diferencia del protocolo presente, donde en todos los grupos se realizó el grabado ácido posterior al fresado o al arenado en caso del grupo 2 y 3, y la distancia que se manejó es de 5 mm perpendicular a la cara vestibular del tercer molar.

El estudio de Coelho de Souza et al. evalúa la fuerza de adhesión de una resina clase IV a esmalte y dentina en órganos dentarios anteriores, con diferentes tratamientos de superficie previo a la colocación de ácido grabador, adhesivo, y resina en diferentes grupos. Grupo 1: resina directa en esmalte intacto, únicamente realizan grabado con ácido fosfórico al 35%, grupo 2. resina directa con esmalte biselado con fresa de diamante y posterior grabado ácido, grupo 3: Resina indirecta sobre esmalte únicamente con grabado ácido, grupo 4:

resina indirecta sobre esmalte biselado con fresa de diamante, y posterior grabado ácido, donde realizaron dos evaluaciones, una a las 24 horas y otra a los 180 días (con envejecimiento de las mismas). Los resultados que obtuvieron son los siguientes:

Tabla 6. (34)

Grupos	Valores después de las 24 horas (Newtons)	Valores después de 180 dias (Newtons)
Resina directa sin esmalte biselado	192	134
Resina directa con esmalte biselado	398	290
Resina indirecta sin esmalte biselado	150	157
Resina indirecta con esmalte biselado	378	288

Donde se puede observar que los resultados, no coinciden con el presente protocolo, donde se evalúa la fuerza de adhesión de la resina compuesta al esmalte intacto, esmalte fresado y esmalte arenado, debido a que los resultados fueron los siguientes, grupo 1: esmalte intacto (únicamente con grabado ácido al 37%) 38.229 MPa ± 8.057 MPa, grupo 2: Esmalte fresado o biselado en la cara vestibular del tercer molar previo al grabado ácido 28.8945 MPa, grupo 3: Esmalte arenado con óxido de aluminio de 27 micrones previo al grabado ácido, adhesivo y colocación de resina, 30.6151 MPa.

Estas discrepancias en los resultados, se pueden deber a que no son estudios iguales, hay factores en el estudio de Coelho-de-Souza et al. Como la adhesión a esmalte y dentina, se utiliza un adhesivo de quinta generación (Adper single bond 3M), el área de contacto al esmalte es distinta y se realizó proceso de envejecimiento artificial. Lo cual en el presente estudio, no se llevó a cabo adhesión de resina a dentina, se utilizó un adhesivo universal, el área de contacto es de 2 mm, y no se llevó a cabo proceso de envejecimiento.

Mahshid Mohammadi Bassir et al. En su estudio donde evalúa la fuerza de adhesión de la resina al esmalte sano y esmalte con fluorosis, con diferentes tratamientos de este, antes de la colocación de adhesivo, en diferentes grupos, grupo 1. Grabado ácido por 15 segundos se aplicó primer, y posteriormente el adhesivo y se fotopolimerizó por 30 segundos. Grupo 2. Desgaste de esmalte .3 mm con fresa de diamante, grabado ácido por 15 segundos, aplicación de primer y adhesivo/ resina. Grupo 3. Esmalte sano: Microabrasión, grabado ácido por 15 segundos, aplicación de primer/adhesivo y resina filtek z350. Grupo 4: Esmalte normal, microabrasión, reducción con fresa de .3 mm, grupo 5:

esmalte sano, microabrasión, grabado ácido por 30 segundos y aplicación de primer y adhesivo. Grupo 6, 7, 8, 9 y 10 se realizaron los mismos procedimientos pero en esmalte con fluorosis, por lo que no vamos a comparar esos resultados.

Los valores fueron mayores en el grupo 2 (49.7 Mpa) seguido por el grupo 4 (48.3 Mpa) a comparación con el grupo 1 (34.7 Mpa), donde no se realizó ningún desgaste previo a la colocación del adhesivo.(35)

Esto difiere de los resultados que se obtuvieron en el presente protocolo debido a que el grupo 1, que es el esmalte donde únicamente se grabó con ácido fosfórico previo a la colocación del adhesivo y resina tuvo los valores más altos (38.2291 Mpa) a comparación del grupo 3, donde se realizó un desgaste con fresa de diamante previo al grabado ácido y colocación de adhesivo (28.8945 Mpa).

Estas diferencias se deben a que se utilizaron otros productos como el OptiBond FL de Kerr, que es un adhesivo de quinta generación de dos componentes, a comparación con el adhesivo utilizado en el estudio presente.

Charles et al. en su estudio donde compara la fuerza de adhesión de brackets al esmalte de premolares en tres grupos según el tratamiento de superficie que se da, grupo 1. Esmalte grabado con ácido fosfórico al 37 % por 20 segundos y posteriormente se coloca el adhesivo, grupo 2: Esmalte biselado y posteriormente se colocó el adhesivo, grupo 3: esmalte arenado con óxido de aluminio de 50 micrones. Donde los resultados de la fuerza de adhesión fueron, grupo 1: (8.82 ± 0.92 Mpa), grupo 2: (3.82 ± 0.57) Mpa, grupo 3: (6.01 ± 0.87) Mpa. (36)

Se puede observar que coinciden con los resultados de la presente tesis, donde se compara la adhesión de la resina a grupo 1: esmalte intacto (grabado con ácido fosfórico), grupo 2: esmalte arenado y posterior mente grabado ácido, y grupo 3: esmalte fresado y posteriormente grabado, donde los valores más altos fueron de igual manera en el grupo 1, donde se utilizó el grabado ácido únicamente. Sin embargo estos estudios difieren en varias situaciones ya que en el estudio de Anila, en el grupo 2 y 3, no se realiza grabado con ácido fosfórico posterior al arenado y al fresado, se utiliza un adhesivo que no es utilizado en el área de odontología restauradora, y se realizó una adhesión de un bracket, lo cual es un estudio muy diferente al presente.

12. CONCLUSIÓN.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio sobre fuerza de adhesión de la resina a esmalte con diferentes tratamientos de la superficie, partiendo del esmalte intacto, esmalte fresado y esmalte arenado, podemos darnos cuenta, que los tres son procedimientos que favorecen la adhesión de la resina al esmalte, debido a que los 3 grupos están por encima del promedio de megapascales de 17-18 MPa que se deben de obtener de acuerdo con Pierre-Luc Michaud et al. en su estudio (37). Sin embargo, con este procedimiento y el material que se utilizó, los resultados más altos se presentaron en el grupo 1, en donde no se realizó ningún tratamiento de la superficie previo a la colocación del ácido fosfórico, adhesivo, y resina. Este tuvo diferencias estadísticas significativas con el grupo 2 y 3, pero el grupo del esmalte fresado y esmalte arenado no tuvieron diferencias significativas entre sí.

El presente estudio, demuestra que el esmalte intacto, previo al grabado ácido al 37 % por 30 segundos, y a la colocación de un adhesivo universal (Single bond Universal 3M), y resina z350 3M, se obtiene una menor invasión del tejido, y una fuerza de adhesión mayor. Esto es de gran importancia debido a que las restauraciones de resina sobre esmalte son un procedimiento que se realiza constantemente en la práctica privada, y la mínima o nula invasión de la estructura dental, siempre es preferible, sin dejar a un lado, el protocolo adhesivo, donde ya se demostró el protocolo de acondicionamiento de esmalte que presenta los mejores resultados, ya que es de vital importancia para el éxito de este tipo de restauraciones.

No existe gran cantidad de estudios cómo éste, y es un procedimiento que se realiza día a día en el área de restauradora, por lo que se sugiere continuar con la investigación con diversas modalidades para poder tener más conocimiento y enriquecer la información que en este proyecto se da a conocer.

14. BIBLIOGRAFÍA

1) Barkmeier WW, Cooley RL. Laboratory evaluation of adhesive systems. Oper Dent 1992: 50–61.

2) Jung M, Wehlen LO, Klimek J. Surface roughness and bond strength of enamel to composite. Dent Mater. 1999; Jul; 15(4):250-6.

(3) Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin : current status and future challenges. Oper Dent 2003; 28(3):215–35.

4) Barkmeier WW, Cooley RL. Laboratory evaluation of adhesive systems. Oper Dent 1992; 50–61.

(5) Van Meerbeek B, Yoshida Y, Van Landuyt K, Perdigão J, DeMunck J, Lambrechts P, et al. Bonding to enamel and dentin. In: Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, editors. Fundamentals of operative dentistry, 3rd Ed. Quintessence Publishing Co., Inc. Chicago; 2006. p. 183–260.

(6) Espinar Escalona, Barrera-Mora, J, Llamas-Carreras, Solano-Reina, E, Rodríguez, D. and Gil, F. Improvement in adhesion of the brackets to the tooth by sandblasting treatment. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 2011; 23(2), 605-611.

(7) Skinner, E. and Phillips, R. The science of dental materials by Eugene W. Skinner and Ralph W. Phillips. Philadelphia: Saunders.1969; pp. 257-298.

(8) Pontons Melo J, Fernandes da Cunha F, Yoshio Furuse A. Restablecimiento estético y funcional de la guía anterior utilizando la técnica de estratificación con resina compuesta. Fundación Acta Odontológica Venezolana, 2009; Vol. 47 No 2.

(9) Braga, R., Meira, J., Boaro, L. and Xavier, T. Adhesion to tooth structure: A critical review of “macro” test methods. Dental Materials, 2010; 26(2), 38-49.

(10) Wagner, A., Wendler, M., Petschelt, A., Belli, R. and Lohbauer, U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. Journal of Dentistry, 2014; 42(7), 800-807.

(7) Skinner, E. and Phillips, R. The science of dental materials by Eugene W. Skinner and Ralph W. Phillips. Philadelphia: Saunders. (1967).

(11) Salerno, M., Loria, P., Matarazzo, G., Tomè, F., Diaspro, A. and Eggenhöffner, R. Surface Morphology and Tooth Adhesion of a Novel Nanostructured Dental Restorative Composite. Materials, 2016; 9(3), p.203.

(12) Rosa, W., Piva, E. and Silva, A. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. Journal of Dentistry, 2015; 43(7), pp.765-776

(13) Sirin Karaarslan E, Ozsevik A, Cebe M, Gursel Surmelioglu H, Tosun S, Yildiz E. Bond strength of repaired composite resins: surface treatments, adhesive systems, and composite type. Journal of Adhesion Science and Technology. 2015; 30(5):520-533.
(14) Schroeder, M, Reis, A., Luque-Martinez, I., Loguercio, A., Masterson, D. and Maia, L. Effect of enamel bevel on retention of cervical composite resin restorations: A systematic review and meta-analysis. Journal of Dentistry, 2015; 43(7), 777-788.
(15) Zhu, J., Tang, A., Matinlinna, J. and Hägg, U. Acid etching of human enamel in clinical applications: A systematic review. The Journal of Prosthetic Dentistry, 2014; 112(2), 122-135.
(16) Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Watanabe H, Johnson WW, Latta MA, Miyazaki M. Influence of duration of phosphoric acid pre-etching on bond durability of universal adhesives and surface free-energy characteristics of enamel. Eur J Oral Sci 2016; 124: 377–386.
(17) G.B. Gray, G.P.D. Carey, BDS; 2 and D.C. Jagger, An In Vitro Investigation of a Comparison of Bond Strengths of Composite to Etched and Air-Abraded Human Enamel Surfaces. Journal of Prosthodontics, 2006; Vol 15(1) 1,2-8.
(18) Robles-Ruíz, J., Ciamponi, A., Medeiros, I. and Kanashiro, L. Effect of lingual enamel sandblasting with aluminum oxide of different particle sizes in combination with phosphoric acid etching on indirect bonding of lingual brackets. The Angle Orthodontist, 2014; 84(6), 1068-1073
(19) Patcas, R., Zinelis, S., Eliades, G. and Eliades, T. Surface and interfacial analysis of sandblasted and acid-etched enamel for bonding orthodontic adhesives. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2015; 147(4), S64-S75.
(20) Umesh kumar, Charan Dharmani, Shamsher Singh, Ajay logani, Naseem S. Effect of Air Abrasion Preconditioning on Microleakage in Class V Restorations Under Cyclic Loading: An In-vitro Study. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2014; Vol-8(5): ZC29-ZC32.
(21) Coelho-de-Souza F, Camacho G, Demarco F, Powers J. Influence of Restorative Technique, Beveling, and Aging on Composite Bonding to Sectioned Incisal Edges. J Adhes Dent 2008; 10: 113-117.
(22) Costa, T., Loguercio, A. and Reis, A. Effect of Enamel Bevel on the Clinical Performance of Resin Composite Restorations Placed in Non-carious Cervical Lesions. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2013; 25(5), 346-356.

(23) Baratieri LN, Canabarro S, Lopes GC, Ritter AV. Effect of resin viscosity and enamel beveling on the clinical performance of Class V composite restorations: three-year results. Operative Dentistry 2003; 28:482–7.
(24) Rosa, W., Piva, E. Silva, A. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. Journal of Dentistry, 2015; 43(7), pp.765-776.
(25) JA Muhlbauer, WJ Dunn HW Roberts, DF Murchison. The Effect of Resin Composite Pins on the Retention of Class IV Restorations. Operative Dentistry, 2002, 27, 284-288.
(26) Ferreira Thays R, Da Costa, Loguercio Alessandro, Reis Alessandra. Effect of Enamel Bevel on the Clinical Performance of Resin Composite Restorations Placed in Non-carious Cervical Lesions. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: 2013; Vol 25: 346–356.
(27) Ali Asghar Alavi, Zeinab Behroozi, Farid Nik Eghbal. The Shear Bond Strength of Porcelain Laminate to Prepared and Unprepared Anterior Teeth.2017; 18(1): 50-55.
(28) Loguercio AD, Mengarda J, Amaral R, Kraul A, Reis A. Effect of fractured or sectioned fragments on the fracture strength of different reattachment techniques. Oper Dent. 2004; 29(3):295-300.
(29) Borsatto M, Catirse A, Dibb, Salvitti de Sá Rocha, Corona S. Shear Bond Strength of Enamel Surface Treated with Air-abrasive System. Braz Dent J (2008) 13(3): 175-178.
(30) Robles-Ruíz Julissa, Ciamponi Ana, Studart Medeiros I, Kanashiro Lylian . Effect of lingual enamel sandblasting with aluminum oxide of different particle sizes in combination with phosphoric acid etching on indirect bonding of lingual brackets, Angle Orthodontist. 2014; Vol 84, No 6.
(31) Halpern Richard, Rouleau Tania. The effect of air abrasion preparation on the shear bond strength of an orthodontic bracket bonded to enamel, European J. of Orthodontics. 2010; 32: 224–227.
(32) Julio P. Cal-Netoa, Simone Castrob, Pollyana Marques Mourac, Daniel Ribeirod, José Augusto M. Miguel. Influence of enamel sandblasting prior to etching on shear bond strength of indirectly bonded lingual appliances. Angle Orthodontist. 2011; Vol 81 (1): 149-152.
(33) G.B. Gray, BDS, PhD, G.P.D. Carey,D.C. Jagger. An in vitro investigation of a comparison of bond strengths of composite to etched and air-abraded human enamel surfaces, Journal of Prosthodontics. 2006; Vol 15 (1):pp 2-8.

(34) Coelho-de-Souza F, Guilherme Brião Camacho, Flavio Fernando Demarco, John M. Powers. Influence of Restorative Technique, Beveling, and Aging on Composite Bonding to Sectioned Incisal Edges, J Adhes Dent 2008; 10: 113-117.
(35) Mahshid Mohammadi Bassir, Mohammad Bagher Rezvani, Elham Tabatabai Ghomsheh , Zahra Malek Hosseini, Effect of Different Surface.Treatments on Microtensile Bond Strength of Composite Resin to Normal and Fluorotic Enamel After Microabrasion. J Dent (Tehran), 2016; Vol.13, No.6
(36) Charles A, RS Senkutvan, R Ramya, Sanjay Jacob. Evaluation of shear bond strength with different enamel pretreatments: An in vitro study. Indian Journal of Dental Research; 2014 25(4).
(37) Pierre-Luc Michaud, DMD, MSc, FRCD, Matthew Brown, BSc. Effect of universal adhesive etching modes on bond strength dual-polymerizing composite resins. The Journal of Prosthetic Dentistry. Volume 119 Issue 4.

15. ANEXOS

1)

Fuerza de adhesión de resina a esmalte arenado

	Mpa requeridos para el desprendimiento de la carilla	
Muestra 1		
Muestra 2		
Muestra 3		
Muestra 4		
Muestra 5		
Muestra 6		
Muestra 7		
Muestra 8		
Muestra 9		
Muestra 10		

2)

Fuerza de adhesión de resina a esmalte intacto

	Mpa requeridos para el desprendimiento de la carilla
Muestra 1	
Muestra 2	
Muestra 3	
Muestra 4	
Muestra 5	
Muestra 6	
Muestra 7	
Muestra 8	
Muestra 9	
Muestra 10	

3)

Fuerza de adhesión de resina a esmalte fresado

	Mpa requeridos para el desprendimiento de la carilla
Muestra 1	
Muestra 2	
Muestra 3	
Muestra 4	
Muestra 5	
Muestra 6	
Muestra 7	
Muestra 8	
Muestra 9	
Muestra 10	

(4)

Fuerza de adhesión

	Esmalte intacto	Esmalte arenado	Esmalte frenado
Media de los valores megapascales obtenidos en cada tipo de esmalte.			
¿Hay diferencia significativa?			