



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

RESISTENCIA DE UNIÓN DE TRES
PROTOCOLOS ADHESIVOS AL
ESMALTE DENTAL DESPUÉS DEL USO
DE DENTÍFRICOS BLANQUEADORES

Tesis para obtener el título de Especialista en
Odontología Restauradora y Estética

Dante Martín Estrada Suárez

Lima-Perú

2018

ASESORES

Dra. Mg. Lidia Yileng Tay Chu-Jon

Departamento académico y clínica estomatológica UPCH

Mg. Leyla Delgado Cotrina

Departamento académico y clínica estomatológica UPCH

JURADO EXAMINADOR

Presidente: Dra. Janett Mas López.

Secretario: Dra. Natalia Henostroza Quintans.

Miembro: Dr. Andrés Noborikawa Kohatsu.

Fecha de sustentación: 27 de abril del 2018.

Calificativo: Aprobado.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, a quien debo todo y supo hacer las cosas en el momento y lugar adecuado. A mis padres, quienes son claro ejemplo de esfuerzo y dedicación. A Lady Vivina, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Úrsula Rodríguez Sanjurjo, que a pesar de la distancia siempre estuvo al tanto para brindarme palabras de apoyo, gracias Chula. A todos mis docentes de la especialidad, en especial al Dr. Ken Noborikawa que más que un docente, ha sido un amigo y un gran ejemplo de profesional, gracias Sensei. A mis asesoras Dra. Yileng Tay y Dra. Leyla Delgado, por brindarme sus apoyo, tiempo y paciencia durante la realización de este proyecto de investigación. A mis amigos Fiorela Ordoñez, Diana León y Camilo Ruilova por estos 2 años de convivencia y de aprendizaje, han puesto la chispa en la especialidad.

RESUMEN

El propósito del estudio fue evaluar la resistencia de unión de tres protocolos adhesivos al esmalte dental después del uso de dentífricos blanqueadores. Se prepararon 45 muestras divididas aleatoriamente en 3 grupos de acuerdo a su exposición a un dentífrico (n=15): grupo sin exposición a dentífrico (control), grupo expuesto al dentífrico abrasivo Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, Guanajuato, México) y grupo expuesto al dentífrico blanqueador Colgate Luminous White Advanced Expert (Colgate Palmolive, Guanajuato, México). Las muestras se cepillaron con cepillo eléctrico 2 veces al día durante 21 días, el grupo control se almacenó en agua destilada hasta su uso. Después del último ciclo de cepillado, cada grupo se dividió en 3 subgrupos de acuerdo al protocolo adhesivo (n=5): Convencional (grabado y lavado) con Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, EE.UU.), Universal (autograbado) con Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, EE.UU.) y AF-Universal (con previo grabado del esmalte) con Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, EE.UU.), siguiendo las indicaciones del fabricante. Se colocaron 3 cilindros de resina sobre la superficie del esmalte. Después de 24 horas las muestras fueron sometidas a prueba de microcizallamiento. Se utilizó microscopio estereoscópico para identificar los patrones de falla. Se aplicó ANOVA/Tukey con un nivel de significancia de 0.05%. Los mayores valores de resistencia de unión se encontraron en el grupo Blanqueador + AF-Universal (39.60 MPa), seguido del grupo Abrasivo + Convencional (38.68 MPa), en tercer lugar el grupo Convencional sin exposición a dentífrico (34.60 MPa). La resistencia de unión al esmalte dental con un sistema adhesivo convencional y un adhesivo universal (autograbado) disminuyó cuando se expuso a un dentífrico blanqueador, excepto cuando el adhesivo universal fue aplicado con previo grabado ácido.

Palabras clave: Resistencia de unión, dentífrico blanqueador, adhesión.

ABSTRACT

The purpose of the study was to evaluate the bond strength of three adhesive protocols to tooth enamel after the use of whitening toothpastes. 45 specimens were randomly divided into 3 groups according to their exposure to a dentifrice (n = 15): group without exposure to dentifrice (control), group exposed to the abrasive toothpaste Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, Guanajuato, Mexico) and group exposed to whitening toothpaste Colgate Luminous White Advanced Expert (Colgate Palmolive, Guanajuato, Mexico). The specimens were brushed with electric brush twice a day for 21 days, the control group was stored in distilled water until use. After the last brushing cycle, each group was divided into 3 subgroups according to the adhesive protocol (n = 5): Conventional (etch and rinse) with Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, USA), Universal (self-etch) with Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, USA) and AF-Universal (with pre-etch enamel) with Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, USA), following the manufacturer's instructions. Were placed 3 resin cylinders on the enamel surface. After 24 hours the samples were subjected to a micro-shear test. Stereoscopic microscope was used to identify the failure patterns. ANOVA / Tukey was applied with a level of significance of 0.05%. The highest values of bond strength were found in the Bleach + AF-Universal group (39.60 MPa), followed by the Abrasive + Conventional group (38.68 MPa), in the third place the Conventional group without exposure to toothpaste (34.60 MPa). The bond strength to the dental enamel with a conventional adhesive system and a universal adhesive (self-etching) decreased when exposed to a whitening toothpaste, except when the universal adhesive was applied with prior acid etching.

Key words: Bond strength, whitening toothpaste, adhesion.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Comparación de la resistencia de unión al esmalte dental de los sistemas adhesivos después del uso de dentífricos blanqueadores.	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pag.
Gráfico 1. Distribución de la resistencia de unión al esmalte dental de los sistemas adhesivos después del uso de dentífricos blanqueadores.	28
Gráfico 2. Patrones de falla en el esmalte dental después del uso de dentífricos y sistemas adhesivos.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Vistas en microscopio estereoscopio (8.0x) de diferentes patrones de falla.	31

INDICE DE CONTENIDOS

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
II.1. Planteamiento del problema	2
II.2. Justificación	3
III. MARCO TEÓRICO	4
IV. OBJETIVOS	14
IV.1. Objetivo general	14
IV.2. Objetivos específicos	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS	15
V.1. Diseño de estudio	15
V.2. Muestra	15
V.3. Criterios de selección	16
V.4. Variables	16
V.5. Técnicas	17
V.6. Procedimientos	19
V.7. Prueba de microcizallamiento	24
V.8. Patrones de falla	25
V.9. Plan de análisis	25
V.10. Consideraciones éticas	25
VI. RESULTADOS	26
VII. DISCUSIÓN	32
VIII. CONCLUSIONES	37

IX. RECOMENDACIONES	38
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	45

I. INTRODUCCIÓN

La exigencia actual de una sonrisa armónica y con dientes blancos ha llevado a la industria a la elaboración de nuevos productos que intentan cumplir con tal objetivo. Los denominados productos de venta libre (*over the counter*), entre los cuales se destaca los dentífricos blanqueadores, están al alcance del público en general. Al ser productos de venta libre puede conllevar a su uso no controlado y por consiguiente afectar los posteriores tratamientos restauradores.

Muchos reportes indican que el uso de estos dentífricos puede afectar el proceso de adhesión al sustrato dental, sea al esmalte o dentina, esto puede variar de acuerdo a su composición.¹⁻⁶ Algunos estudios señalan que los dentífricos blanqueadores, cuyo principio activo es el peróxido de hidrógeno, pueden alterar los resultados de resistencia de unión de forma significativa.^{1,4} Por otro lado, otros estudios señalan que los dentífricos a base de peróxido de carbamida no modifican dichos valores.^{7,8}

Sabiendo que la adhesión es uno de los procedimientos de mayor empleo en la odontología restauradora contemporánea, es importante poder elegir un sistema adhesivo que permita la unión del material restaurador al sustrato dental y que provea las mejores propiedades mecánicas.⁹

Asimismo, la tendencia por simplificar las etapas en los procedimientos clínicos ha conducido a la introducción de sistemas adhesivos universales, que generan adhesión con una aplicación sencilla, simplificando los pasos y disminuyendo las posibilidades de fallo durante el procedimiento restaurador.¹

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el propósito de este trabajo fue evaluar la resistencia de unión al esmalte dental con diferentes protocolos adhesivos después del uso de dentífricos blanqueadores.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

La demanda de los pacientes por obtener resultados estéticos en los dientes ha llevado a la fabricación de productos con principios activos para estos fines, que a la vez están al alcance de los pacientes, como los dentífricos blanqueadores. Su uso indeterminado y no controlado puede afectar los posteriores tratamientos restauradores,¹⁻⁴ al igual que las técnicas de blanqueamiento aplicados por el clínico, puede tener efecto sobre la adhesión.¹⁰⁻¹² Por tal motivo surge la pregunta ¿el uso de dentífricos blanqueadores altera la resistencia de unión de los adhesivos convencionales y universales?

II.2. Justificación

Con el presente trabajo de investigación se busca proporcionar información a la población sobre la influencia del uso indiscriminado de dentífricos blanqueadores en la superficie dental.

De igual manera, se brindará información a la comunidad odontológica sobre la interacción de diferentes protocolos adhesivos en el esmalte dental expuesto a diferentes dentífricos blanqueadores.

Asimismo, presenta importancia clínica ya que el profesional podrá tomar una mejor decisión con respecto a la técnica adhesiva a utilizar cuando los pacientes tengan exposiciones a distintos dentífricos blanqueadores, con el fin de garantizar un mejor desempeño de las restauraciones y evitar complicaciones post operatorias.

III. MARCO TEÓRICO

III.1. Adhesión dental

La adhesión dental se define como la fuerza que mantiene unida dos sustancias o sustratos, de diferentes composiciones, siempre y cuando que sus moléculas estén en íntimo contacto¹³, teniendo como objetivo principal de proporcionar retención a las resinas compuestas y cementos. Además de soportar las fuerzas mecánicas, también debe ser capaz de evitar las microfiltraciones marginales de la restauración.¹⁴

Su desarrollo modificó por completo la práctica odontológica, tanto en los conceptos de preparación cavitaria, así como en la preservación de la estructura dentaria remanente.¹³

III.1.1. Evolución y clasificación de los sistemas adhesivos

Kugel *et al.*¹⁵ propusieron la clasificación de los sistemas adhesivos basados en la cronología de aparición. Es así que en la década del setenta los sistemas adhesivos comenzaron a clasificarse en generaciones que van desde la primera hasta la séptima. Debido a la falta de relación entre las últimas generaciones en contraste con la calidad adhesiva, esta clasificación fue tomando menor interés. Actualmente se opta por una clasificación mucho más sencilla que depende de la aplicación del grabado ácido. En consecuencia, dos tipos principales de adhesivos están disponibles, el sistema adhesivo de autograbado (SE), y el sistema adhesivo de grabado y lavado (ER). Por otra parte, existe una sub-clasificación de estas categorías de acuerdo con el número de pasos implicados en cada procedimiento en función del “*primer*” y “*bond*” si se utilizan en uno o dos frascos por separado. Para los adhesivos SE existe de un paso (1SE) y dos pasos (2SE), mientras que para los adhesivos ER de dos pasos (2ER) y tres pasos (3ER).^{13,16}

Una de las características propias de los sistemas adhesivos ER, es el uso del ácido fosfórico. Este agente fue propuesto por Buonocore en 1955, quien demostró que su uso

mejoraba la adhesión a la superficie del esmalte.¹⁷ En un inicio no era aceptado por la comunidad científica, sin embargo autores como Gwinnett, apoyaron dicha teoría. Desde ese entonces se implementaron distintos tipos de agentes grabadores como: ácido poliacrílico, cítrico y nítrico. Sin embargo, el más utilizado hasta la actualidad es el ácido fosfórico. Con el pasar de los años, su concentración ha sido modificada, teniendo las primeras presentaciones una concentración al 85%, que fue disminuyendo hasta alcanzar al 37%,¹⁸ que es la que se utiliza en la actualidad.

La adhesión al esmalte dental ha demostrado ser efectiva y confiable. Gracias a estos beneficios, la estructura dental es más conservada ya que genera un anclaje micromecánico “*tags*” entre el material restaurador y la superficie dental. Peumans *et al.*¹⁹ señala dos tipos de “*tags*” de resina: los macro “*tags*”, formados entre el prisma periférico en forma circular; y los micro “*tags*”, que es una red mucho más fina en el núcleo de los prismas del esmalte, donde parte de los cristales de la hidroxiapatita han sido removidos por el efecto del ácido fosfórico.

Omitiendo el paso del grabado ácido no sólo reduce el tiempo, sino que también disminuye el riesgo de la recontaminación de la cavidad por la sangre y la saliva durante el lavado y secado, haciendo que el sistema adhesivo SE sea un procedimiento con una técnica más simplificada que la de los sistemas adhesivos ER.²⁰

III.1.2. Adhesivos Universales

La tendencia de simplificar los pasos en los procedimientos clínicos ha conducido a la introducción de sistemas adhesivos universales, que producen la adhesión en una aplicación sencilla, simplificando los pasos y disminuyendo las posibilidades de fallo durante el procedimiento restaurador.¹

Pueden ser aplicados en diferentes sustratos, por tanto son denominados como adhesivos universales.

Su aplicación clínica puede ser con o sin grabado del esmalte, permitiendo al dentista elegir su procedimiento según el caso clínico para optimizar el resultado final.²¹

El modo de acción de los sistemas adhesivos universales sigue mecanismos de tratamiento diferentes para cada sustrato dental. De hecho, a nivel molecular, los adhesivos contienen monómeros funcionales que tienen como objetivo de penetrar y unirse a los minerales de hidroxiapatita.^{22,23}

III.1.2.1. Evaluación de los sistemas adhesivos universales

De Goes *et al.*²⁴ compararon la resistencia de unión a la microtensión de un adhesivo universal con un adhesivo de autograbado de dos pasos y dos sistemas adhesivos de grabado total sobre el esmalte. En sus resultados mostraron valores elevados cuando se utilizaba grabado ácido previo en los sistemas adhesivos universales. Finalmente concluyen que el grabado ácido preliminar del esmalte aumentó significativamente la resistencia de unión para adhesivo universal y el adhesivo de autograbado de dos pasos.

Existen estudios que evalúan la resistencia de unión de estos adhesivos universales aplicados con y sin grabado ácido, como Wagner *et al.*²⁵ quienes compararon la resistencia de unión de tres adhesivos universales, aplicados con y sin grabado ácido previo. Concluyen que la aplicación del grabado ácido previo al adhesivo universal mejora la penetración del adhesivo a la dentina. Al igual que Takamizawa *et al.*²⁶ quienes evaluaron la capacidad de adhesión a la dentina con tres sistemas adhesivos universales con diferentes modos de grabado, obteniendo mejores resultados en los grupos de sistemas adhesivos universales con grabado ácido previo.

Lawson *et al.*²⁷ evaluaron el rendimiento clínico de un sistema adhesivo universal con y sin grabado ácido versus un sistema adhesivo de grabado total de dos frascos de restauraciones en lesiones cervicales no cariosas. Las restauraciones fueron evaluadas durante 6, 12 y 24 meses para ver adaptación marginal, decoloración marginal, caries secundaria y sensibilidad. El rendimiento clínico de todos los sistemas adhesivos mostró mayor deterioro en el tiempo tanto en la adaptación marginal y decoloración. Las tasas de retención a los 24 meses fueron 87,6%, 94,9% y 100% para Scotchbond Multipropósito (3M ESPE) y Scotchbond Universal (3M ESPE) de autograbado y grabado total, respectivamente. Finalmente concluyen que el uso de un sistema adhesivo universal, con o sin grabado ácido previo, tuvo similar o mejor rendimiento que un sistema adhesivo de grabado total de 2 frascos.

Perdigão *et al.*²⁸ evaluaron el rendimiento clínico de 18 meses de un adhesivo universal en lesiones cervicales no cariosas sobre dentina seca y dentina húmeda. Participaron 39 pacientes y un total de 102 restauraciones fueron asignadas en cuatro grupos: ERm (grabado y secado en dentina húmeda), ERd (grabado y secado en dentina seca), SEt (grabado selectivo de esmalte) y SE (autograbado). Utilizaron como material restaurador a Filtek Supreme Ultra (3M ESPE) y las restauraciones fueron evaluadas al inicio del estudio y a los 18 meses. En sus resultados obtienen que en la evaluación a los 18 meses se perdieron 5 restauraciones (3 del grupo SE, 1 del grupo SEt y 1 del grupo ERm). Finalmente concluyen que la retención clínica del adhesivo universal a los 18 meses no depende de la estrategia de adhesión.

Wagner *et al.*²⁵ compararon la resistencia de unión a la microtensión y la penetración de la resina en la dentina de tres adhesivos universales aplicados en dos modos diferentes, con grabado ácido previo y autograbado. En los grupos experimentales se utilizó los adhesivos universales Futurabond Universal (Voco), Scotchbond Universal (3M ESPE)

y All-Bond Universal (Bisco), como referencia se utilizaron dos adhesivos de autograbado de un solo paso como el Futurabond DC (Voco) y Futurabond M (Voco). En sus resultados señalan que el grabado ácido previo no afecta significativamente la resistencia de unión a la microtensión de los sistemas adhesivos universales, pero estas muestras mostraron “tags” de resinas considerablemente más largas y una capa híbrida más gruesa que las del grupo de autograbado. Finalmente concluyen que el ataque ácido previo al adhesivo universal mejora su penetración en la dentina, pero no afecta su resistencia de unión.

En su afán de mejorar la resistencia de unión de estos adhesivos simplificados, Perdigão *et al.*²⁹ evaluaron el efecto del grabado ácido y la aplicación de una capa de adhesivo hidrófugo sobre la resistencia de unión al esmalte y dentina de un sistema adhesivo universal. Concluyen que el uso de un adhesivo hidrófugo puede ser beneficioso para la técnica de grabado selectivo del esmalte, ya que mejora la resistencia de unión al esmalte cuando se emplea con la técnica de grabado ácido previo, mientras que en la dentina mejora sus resultados cuando se utiliza la técnica de autograbado.

III.2. Dentífricos

Hoy en día existe una gran variedad de dentífricos, con agentes activos indicados para cada caso, que pueden o no interferir en la adhesión a la estructura dental^{1-6,30}

Según Maldupa *et al.*³¹ se clasifican en dentífricos para prevención y tratamiento de caries dental, dentífricos para la prevención y tratamiento de la enfermedad periodontal, dentífricos para el tratamiento de la sensibilidad dental, dentífricos para el aclaramiento y blanqueamiento dental y dentífricos con propósitos específicos.

III.2.1. Dentífricos blanqueadores

Sin duda, la alteración del color dental ha estimulado a la elaboración de técnicas de blanqueamiento dental que sean fiables y de simple aplicación. El objetivo principal de estos dentífricos es la eliminación de la placa dental ya sea de forma mecánica, agregándoles productos abrasivos, o de forma química, con el fin de proporcionar un efecto blanqueador.³

1. De forma mecánica:

Basados en la dureza, tamaño, forma y concentración de las partículas y la presión utilizada en el cepillado de dientes

Los abrasivos más utilizados son el dióxido de sílice, dióxido de sílice hidratado, carbonato de calcio, dihidrato de fosfato de calcio, pirofosfato de calcio, óxido de alúmina, perlita (70-75% de dióxido de sílice) y bicarbonato de sodio.³¹

2. De forma química:

Basados en productos químicos como el peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida. Cuando los peróxidos tocan la superficie del diente o penetran en el tejido dental, rompen la molécula de la mancha, proporcionando un efecto blanqueador.³¹

Cuando se añaden peróxidos a un dentífrico debe observarse que la concentración sea mínima (normalmente 1% de peróxido de hidrógeno) y que haya un corto tiempo de exposición,³² pero que a la vez sea constante (diaria).

Aunque hay estudios que señalan que el blanqueamiento dental en consultorio, en concentraciones mayores de peróxido de hidrógeno, pueden influir la resistencia de unión como Titley *et al.*³³ que observaron valores reducidos de resistencia de unión al esmalte

en las restauraciones realizadas inmediatamente después del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%.

Este hecho también fue verificado por Torneck *et al.*³⁴ y Syprides *et al.*³⁵ que atribuyen al oxígeno residual presente en la estructura dental y a las posibles alteraciones histomorfológicas que se produjeron en el sustrato.

Otros estudios señalan que el oxígeno que queda en los tejidos dentales después de la aplicación del agente de blanqueamiento puede impedir la polimerización adecuada del sistema adhesivo y, por lo tanto, contribuir a la reducción de los valores de resistencia de unión.^{35,36}

Incluso con los conocimientos de los efectos negativos de los peróxidos, los dentífricos con agentes de blanqueadores (peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida) y partículas abrasivas (carbonato de calcio, fosfato de calcio, sílice hidratada, óxido de aluminio o bicarbonato de sodio)^{37,38} fueron creados sin evaluar los efectos adversos en cuanto a restauraciones inmediatas.

Algunos estudios avalan el efecto que generan estos dentífricos sobre la resistencia de unión, como Fraga *et al.*¹ quienes evaluaron la resistencia de unión al microcizallamiento de restauraciones con resina compuesta sobre el esmalte sometido a dentífricos blanqueadores. Utilizaron 40 dientes bovinos que fueron divididos en 8 grupos, de acuerdo con el dentífrico (peróxido de carbamida, peróxido de hidrógeno y convencional) y al sistema de adhesivo (Prime & Bond 2.1 y Adper Single Bond 2). Los dentífricos se aplicaron durante 15 minutos al día durante 21 días. Después de 30 minutos de la última exposición al dentífrico, 4 botones de resina compuesta se colocaron perpendicularmente sobre la superficie dental. A cabo de 24 horas, las muestras fueron sometidos a la prueba de resistencia y posterior análisis del modo de fractura. La resistencia al

microcizallamiento no mostró diferencias entre los sistemas adhesivos, pero se encontró una reducción significativa entre los grupos de control-peróxido de carbamida y los grupos de control-peróxido de hidrógeno. La evaluación de los modos de falla mostró que los tipos de fallas adhesivas fueron predominantes. Por lo tanto, la utilización de un dentífrico a base de peróxidos (hidrógeno o carbamida) puede disminuir la resistencia de unión al esmalte.

De igual manera, Abdelmegid⁴ encontró que el uso de dentífricos blanqueadores (peróxido de hidrógeno) en dientes deciduos afecta la resistencia de unión al microcizallamiento de las resinas compuestas.

Sin embargo, existen estudios que señalan que la aplicación de dentífricos a base de peróxido de carbamida mejora la resistencia al cizallamiento, como el de Da Silva *et al.*⁷ quienes evaluaron la resistencia al cizallamiento de la resina compuesta al esmalte y la dentina humana después de usar dentífrico que contiene peróxido de carbamida para blanquear durante 21 días. Utilizaron 30 bloques de esmalte y 30 bloques de dentina que se dividieron en 3 grupos (n = 10), los cuales recibieron diferentes tratamientos: dentífrico con peróxido de carbamida (Rembrandt Plus), dentífrico a base de fluoruro (Close Up con fluoruro) y por último, inmersión en saliva artificial, que se utilizó como grupo control. Las aplicaciones se realizaron durante un período de 15 minutos al día, durante los cuales las muestras se sumergieron en una suspensión con agua destilada y dentífrico en una proporción de 3:1 durante 21 días. Para el resto del tiempo, las muestras se mantuvieron en una solución de saliva artificial. Después de la última aplicación, se utilizó un sistema adhesivo Adper Single Bond (3M ESPE) y una resina compuesta Filtek Z100 (3M ESPE) a las superficies de esmalte y dentina para las pruebas de resistencia al cizallamiento. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las muestras tratadas con dentífrico Rembrandt Plus y el grupo control de saliva artificial. Concluyeron

que el dentífrico a base de peróxido de carbamida aumenta la resistencia de unión de sistemas de restauración. En un estudio similar, Basting *et al.*⁸ concluyen que la aplicación de un dentífrico a base de peróxido de carbamida al 10% no causa diferencias significativas en la resistencia de unión con respecto al grupo control.

Cabe recalcar que las concentraciones de peróxido de carbamida son menores a la del peróxido de hidrógeno, que puede propiciar un aumento de oxígeno, generando cambios microscópicos en la superficie de la matriz orgánica e inorgánica,^{34,35} que son reflejadas en los resultados de resistencia de unión.

III.3. Prueba de microcizallamiento

Las pruebas de resistencia de unión son las más utilizadas para cuantificar la eficacia de los agentes adhesivos. Este método tiene su fundamento en que mientras más fuerte sea la adhesión entre diente y material restaurador, mejor resistirá al estrés producido por el sistema masticatorio y la función oral.

La prueba de cizallamiento o cortadura es la resistencia al desplazamiento o movimiento que soporta parte de una pieza cuando sobre ella actúan fuerzas externas transversales y que son paralelas a la interfaz adhesiva.³⁹ Mientras que el microcizallamiento emplea la misma configuración del cizallamiento convencional, pero su empleo es en áreas reducidas de adhesión, como el esmalte dental.

La prueba fue descrito por primera vez en el año 1994 por H. Sano *et al*, quienes observaron una relación inversamente proporcional entre la superficie del área adherida y la resistencia de unión.⁴⁰

Un estudio declaró que las pruebas de microcizallamiento fueron las más eficientes para evaluar la resistencia cohesiva del material, mientras que las pruebas de tracción fueron

apropiadas para estimar la adhesión en la interfaz. Además, las pruebas de microcizallamiento están fuertemente influenciadas por las propiedades mecánicas.³⁹

Se conocen tres diseños de formas de patrón; forma de vara rectangular, forma de pesa y forma de reloj de arena. Según lo experimentado por Inoue *et al*,⁴¹ para conocer la distribución del estrés en esta prueba, no habría diferencias para cualquiera de los tres diseños. No obstante, se prefiere el diseño en forma de vara rectangular por la facilidad en su elaboración. Sin embargo, cualquier variación o modificación en el diseño, aunque sea milimétrica, varía la distribución del estrés, lo que podría producir diferencias en los resultados del estudio.

En estas pruebas, cuando la carga es aplicada de forma perpendicular a la superficie y si no existe una alineación adecuada entre adhesivo y sustrato, tensiones comprensivas no uniformes se introducen a lo largo de la interfaz adhesiva, produciendo limitaciones en las mediciones.⁴²

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Evaluar la resistencia de unión al esmalte dental con diferentes protocolos adhesivos después del uso de dentífricos blanqueadores.

IV.2. Objetivos específicos

1. Comparar la resistencia de unión utilizando sistemas adhesivos convencionales con dentífricos blanqueadores.
2. Comparar la resistencia de unión utilizando sistemas adhesivos universales en modo de autograbado con dentífricos blanqueadores.
3. Comparar la resistencia de unión utilizando sistemas adhesivos universales con grabado ácido previo con dentífricos blanqueadores.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1. Diseño del estudio

El presente trabajo fue un estudio de tipo experimental *in vitro*.

V.2. Muestra

Se utilizaron premolares humanos sanos, extraídos por motivos ortodónticos. Los especímenes fueron almacenados en un recipiente con agua destilada desionizada, previa limpieza de las muestras.

El número de muestra fue calculado utilizando el programa OpenEpi, versión 3, teniendo como resultado un número de 3 muestras para cada grupo. Para la ejecución del estudio se conformaron 9 grupos conformados por 5 muestras cada grupo:

Grupo Convencional (control): Sin dentífrico y sistema adhesivo convencional Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.);

Grupo Universal (control): Sin dentífrico y adhesivo universal Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) en modo de autograbado;

Grupo AF-Universal (control): Sin dentífrico y Ácido Fosfórico más sistema adhesivo universal Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) con grabado ácido previo;

Grupo Abrasivo + Convencional: Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) (CLW) y sistema adhesivo convencional;

Grupo Abrasivo + Universal: CLW y adhesivo universal en modo de autograbado;

Grupo Abrasivo + AF-Universal: CLW y adhesivo universal con grabado ácido previo;

Grupo Blanqueador + Convencional: Colgate Luminous White Advanced Expert (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) (CLWAE) y sistema adhesivo convencional;

Grupo Blanqueador + Universal: CLWAE y sistema adhesivo universal en modo de autograbado;

Grupo Blanqueador + AF-Universal: CLWAE y adhesivo universal con grabado ácido previo.

V.3. Criterios de selección

Las piezas deben estar completamente sanas, sin fracturas, sin restauraciones, sin alteraciones en el esmalte dental.

V.4. Variables

1. **Protocolos adhesivos:** procedimiento que permite la unión de dos o más superficies. Tipo cualitativa. Escala de medición nominal. Categorías: Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.), Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) autograbado y Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) con grabado ácido previo.
2. **Dentífricos:** Material utilizado en la limpieza de las muestras. Tipo cualitativa. Escala de medición nominal. Categorías: Sin dentífrico, Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) y Colgate Luminous White Advanced Expert (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México).

3. **Resistencia de unión:** Capacidad de mantenerse unidas. Tipo cuantitativa. Indicador mediante prueba de microcizallamiento. Valorado en Megapascales (MPa).
4. **Patrón de falla:** Tipo de falla después de la fatiga. Tipo cualitativa. Indicador mediante microscopio estereoscópico. Valorado en falla cohesiva, adhesiva y mixta.

El cuadro de variables se observa en el Anexo 1.

V.5. Técnicas

Para la preparación de los especímenes los premolares fueron seccionados con un disco diamantado (KG Sorensen[®], São Paulo, Brasil) bajo refrigeración constante. Se realizaron dos cortes, el primero fue a nivel cervical de la pieza dental, para lograr separar la corona de la raíz. El segundo corte fue realizado en sentido mesio-distal dividiendo la corona dental en dos porciones (vestibular y palatina). Los especímenes se insertaron en cilindros de PVC de 1 cm de altura y 8 mm de diámetro, para tal efecto se colocarán los especímenes sobre una platina de vidrio con la superficie del esmalte hacia la platina, luego se colocó acrílico rápido marca (Vitacron, Colombia) hasta llenar completamente el cilindro de PVC. El pulido de la superficie del esmalte se realizó con lijas de agua Asalite (Lima, Perú) 600 y 800, durante 20 segundos, y con los granos 1.500 y 2000 durante 2 minutos con irrigación constante para lograr una superficie uniforme en la muestra. Entre el uso de lijas, las muestras fueron lavadas durante 5 minutos utilizando agua destilada desionizada para evitar que los granos interfieran en la lisura de la superficie. Finalmente, todos los especímenes fueron almacenados en agua destilada desionizada a una temperatura de 4° C hasta su uso.

Los dentífricos se utilizaron en una proporción de 1:3 de dentífrico y agua destilada respectivamente, siguiendo con la norma ISO 11609:2010 (Dentífricos: requisitos,

métodos de prueba y marcado).⁴³ Para su aplicación sobre la superficie se utilizó 0.1 ml de la mezcla en una jeringa de tuberculina para cada ciclo de cepillado dental.

Los dentífricos utilizados fueron:

MATERIAL	COMPONENTES	LOTE	FABRICANTE
Colgate Luminous White	<p><u>Ingrediente activo:</u> Fluoruro de sodio 0,243% (1100 ppm de Flúor)</p> <p><u>Ingredientes:</u> Agua, Sílica hidratada, Sorbitol, Glicerina, Trifosfato de Pentasodio, PEG-12, Pirofosfato de Tetrapotasio, Laurilsulfato de Sodio, Sabor, Goma de celulosa, Cocamidopropil Betaína, Goma Xantán, Sacarina Sódica, Hidróxido de Sodio, Fluoruro de sodio, Dióxido de Titanio (CI77891), Pigmento Azul 15 (CI74160), FD&C Azul N°1 (CI42090).</p>	7034MX11H1	Colgate Palmolive, San José Iturbide Guanajuato, México
Colgate Luminous White Advanced Expert	<p><u>Ingredientes activos:</u> Peróxido de Hidrógeno 2%, Monofluorofosfato de sodio 0,76% (1000 ppm de Flúor)</p> <p><u>Ingredientes:</u> Propilenglicol, Pirofosfato de Calcio, PVP-Peróxido de Hidrógeno, PEG/PPG-116, Copolímero 66, PEG-12, Glicerina, Sabor, Laurilsulfato de Sodio, Sílice, PVP, Pirofosfato Tetrasodio, Sacarina Sódica, Monofluorofosfato de Sodio, Pirofosfato Disódico, Sucralosa, BHT, Eugenol.</p>	6356MX1145	Colgate Palmolive, San José Iturbide Guanajuato, México

La utilización de los sistemas adhesivos de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Los sistemas adhesivos utilizados fueron:

Adper Single Bond 2	BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, agua, fotoiniciador y copolímero funcional de metacrilato de ácido poliacrílico y ácido politacónico.	345009	3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.
Scotchbond Universal	10-MDP, resinas de dimetacrilato, HEMA, etanol, agua, copolímero de ácido poliacrílico, silano, rellenos, iniciadores	655207	3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.

V.6. Procedimientos

Los procedimientos se realizaron de acuerdo a cada grupo experimental:

Grupo Convencional (control): no recibió cepillado ni aplicación de dentífrico. Sobre el esmalte de las muestras se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Posteriormente, se lavó con abundante agua durante 30 segundos para eliminar por completo los residuos del ácido. La superficie se secó con aire de una jeringa triple y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo se fotopolimerizó con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo Universal (control): no recibió cepillado ni aplicación de dentífrico. Sobre el esmalte de las muestras se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Posteriormente, se lavó con abundante agua durante 30 segundos para eliminar por completo los residuos del ácido. La superficie se secó con aire

de una jeringa triple y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 20 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo se fotopolimerizó con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo AF-Universal (control): no recibió cepillado ni aplicación de dentífrico. Sobre el esmalte de las muestras se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Posteriormente, se lavó con abundante agua durante 30 segundos para eliminar por completo los residuos del ácido. La superficie se secó con aire de una jeringa triple y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 20 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo se fotopolimerizó con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo Abrasivo + Convencional: Las muestras fueron cepilladas con un cepillo eléctrico Oral B Pro600 cross action (Oral B Braun, Alemania), junto al dentífrico Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) 2 veces al día durante 21 días,^{1,2,4} bajo una carga constante durante 2 minutos, simulando el uso clínico. Después de cada cepillado, se dejó actuar el dentífrico durante 5 minutos para permitir la interacción con el esmalte.³ Posteriormente, las muestras fueron enjuagadas con agua durante 10 segundos para eliminar los excesos del dentífrico. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37°C. Los procedimientos adhesivos se realizaron inmediatamente después del último ciclo de cepillado. Sobre el esmalte se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Posteriormente, se lavó con abundante agua durante 30 segundos, para eliminar por

completo los residuos del ácido. Se secó la superficie con aire y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo fue fotopolimerizado con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo Abrasivo + Universal: Las muestras fueron cepilladas con un cepillo eléctrico Oral B Pro600 cross action (Oral B Braun, Alemania), junto al dentífrico Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) 2 veces al día durante 21 días,^{1,2,4} bajo una carga constante durante 2 minutos, simulando el uso clínico. Después de cada cepillado, se dejó actuar el dentífrico durante 5 minutos para permitir la interacción con el esmalte.³ Posteriormente, las muestras fueron enjuagadas con agua durante 10 segundos para eliminar los excesos del dentífrico. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37°C. Los procedimientos adhesivos se realizaron inmediatamente después del último ciclo de cepillado. Se secó la superficie con aire de una jeringa triple y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 20 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo fue fotopolimerizado con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo Abrasivo + AF-Universal: Las muestras fueron cepilladas con un cepillo eléctrico Oral B Pro600 cross action (Oral B Braun, Alemania), junto al dentífrico Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) 2 veces al día durante 21 días,^{1,2,4} bajo una carga constante durante 2 minutos, simulando el uso clínico. Después de cada cepillado, se dejó actuar el dentífrico durante 5 minutos para permitir la interacción con el esmalte.³ Posteriormente, las muestras fueron

enjuagadas con agua durante 10 segundos para eliminar los excesos del dentífrico. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37°C. Los procedimientos adhesivos se realizaron inmediatamente después del último ciclo de cepillado. Sobre el esmalte de las muestras se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Posteriormente se lavó con abundante agua durante 30 segundos para eliminar por completo los residuos del ácido. Se secó la superficie con aire de una jeringa triple y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 20 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo fue fotopolimerizado con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo Blanqueador + Convencional: Las muestras fueron cepilladas con un cepillo eléctrico Oral B Pro600 cross action (Oral B Braun, Alemania), junto al dentífrico Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) 2 veces al día durante 21 días,^{1,2,4} bajo una carga constante durante 2 minutos, simulando el uso clínico. Después de cada cepillado, se dejó actuar el dentífrico durante 5 minutos para permitir la interacción con el esmalte.³ Posteriormente, las muestras fueron enjuagadas con agua durante 10 segundos para eliminar los excesos del dentífrico. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37°C. Los procedimientos adhesivos se realizaron inmediatamente después del último ciclo de cepillado. Sobre el esmalte se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Posteriormente se lavó con abundante agua durante 30 segundos, para eliminar por completo los residuos del ácido. Se secó la superficie con aire de una jeringa triple y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Se evaporó el solvente

aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo fue fotopolimerizado con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo Blanqueador + Universal: Las muestras fueron cepilladas con un cepillo eléctrico Oral B Pro600 cross action (Oral B Braun, Alemania), junto al dentífrico Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) 2 veces al día durante 21 días,^{1,2,4} bajo una carga constante durante 2 minutos, simulando el uso clínico. Después de cada cepillado, se dejó actuar el dentífrico durante 5 minutos para permitir la interacción con el esmalte.³ Posteriormente, las muestras fueron enjuagadas con agua durante 10 segundos para eliminar los excesos del dentífrico. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37°C. Los procedimientos adhesivos se realizaron inmediatamente después del último ciclo de cepillado. Se secó la superficie con aire y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 20 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo fue fotopolimerizado con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

Grupo Blanqueador + AF-Universal: Las muestras fueron cepilladas con un cepillo eléctrico Oral B Pro600 cross action (Oral B Braun, Alemania), junto al dentífrico Colgate Luminous White (Colgate Palmolive, San José Iturbide, Guanajuato, México) 2 veces al día durante 21 días,^{1,2,4} bajo una carga constante durante 2 minutos, simulando el uso clínico. Después de cada cepillado, se dejó actuar el dentífrico durante 5 minutos para permitir la interacción con el esmalte.³ Posteriormente, las muestras fueron enjuagadas con agua durante 10 segundos para eliminar los excesos del dentífrico. Las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37°C. Los procedimientos adhesivos se

realizaron inmediatamente después del último ciclo de cepillado. Sobre el esmalte de las muestras se aplicó ácido fosfórico al 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 15 segundos. Posteriormente se lavó con abundante agua durante 30 segundos para eliminar por completo los residuos del ácido. Se secó la superficie con aire de una jeringa triple y se aplicó con un aplicador “*microbrush*” una capa del sistema adhesivo Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) durante 20 segundos. Se evaporó el solvente aplicando 5 segundos de aire de una jeringa triple, posteriormente el adhesivo fue fotopolimerizado con una lámpara LED (Valo, Ultradent) durante 10 segundos con una potencia de 1000 mW/cm².

V.7. Prueba de microcizallamiento

Después de la aplicación del sistema adhesivo correspondiente a cada grupo, la resina fluida Filtek Z350 XT Flow (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) se insertó cuidadosamente en 03 cilindros de cloruro de polivinilo estándar con diámetro interno de 0.9 mm y una altura de 2 mm que fueron posicionados perpendicularmente sobre la superficie del esmalte. Se retiraron los excesos del material y se fotopolimerizó por 20 segundos con una lámpara LED (Valo, Ultradent).

Posterior al procedimiento restaurador, las muestras fueron colocadas en agua destilada desionizada durante 24 horas a temperatura ambiente antes de la prueba de microcizallamiento.

Las mediciones de la resistencia de unión al microcizallamiento se llevó a cabo con una máquina de ensayo semi-universal (Microtensile OM100 - Odeme, San Carlos, Brasil) a una velocidad de cruceta de 0.5 mm/min.²⁴

V.8. Patrones de falla

Los patrones de falla se analizaron visualmente utilizando un microscopio estereoscópico (Leica Microsystems S8 APO, Alemania) a 8X de aumento y se clasificaron de la siguiente manera: falla adhesiva, falla cohesiva dentro de resina compuesta y falla mixta.

V.9. Plan de análisis

Se analizaron los datos de resistencia de unión al microcizallamiento estadísticamente por ANOVA y la prueba post test de Tukey, con el nivel de significación de $p < 0,05$.

V.10. Consideraciones éticas

La presente investigación fue presentada al Comité Institucional de Ética de la UPCH para pedir su revisión y aprobación la cual se emitió el 14 de agosto del 2017.

VI.RESULTADOS

La distribución de la resistencia de unión al esmalte dental de los sistemas adhesivos después del uso de dentífricos blanqueadores se puede observar en el Grafico 1. Los mayores valores de resistencia de unión se encontraron en el grupo expuesto a un dentífrico blanqueador y un adhesivo universal con grabado ácido previo (39.60 MPa), seguido del grupo expuesto a un dentífrico abrasivo y un adhesivo convencional (38.68 MPa) y en tercer lugar el grupo sin exposición a un dentífrico y un adhesivo convencional (34.60 MPa).

La comparación de las medias de resistencia de unión al esmalte dental después del uso de dentífricos se muestra en la Tabla 1, donde se observa que cuando el esmalte no presenta exposición a ningún dentífrico los valores de resistencia de unión son mayores para el adhesivo convencional (34.60 MPa), seguido del adhesivo universal con grabado ácido previo (29.27 MPa) y finalmente por un adhesivo universal en modo de autograbado (21.87 MPa) ($p < 0.05$). Esta distribución se mantiene cuando el esmalte se expone a un dentífrico abrasivo con el adhesivo convencional (38.68 MPa), seguido del adhesivo universal con grabado ácido previo (27.41 MPa) y finalmente por un adhesivo universal en modo de autograbado (19.58 MPa), respectivamente. Sin embargo, se observa que los valores de resistencia de unión fueron mayores cuando se utilizó un dentífrico abrasivo comparado con un adhesivo convencional sin exposición a un dentífrico ($p < 0.05$).

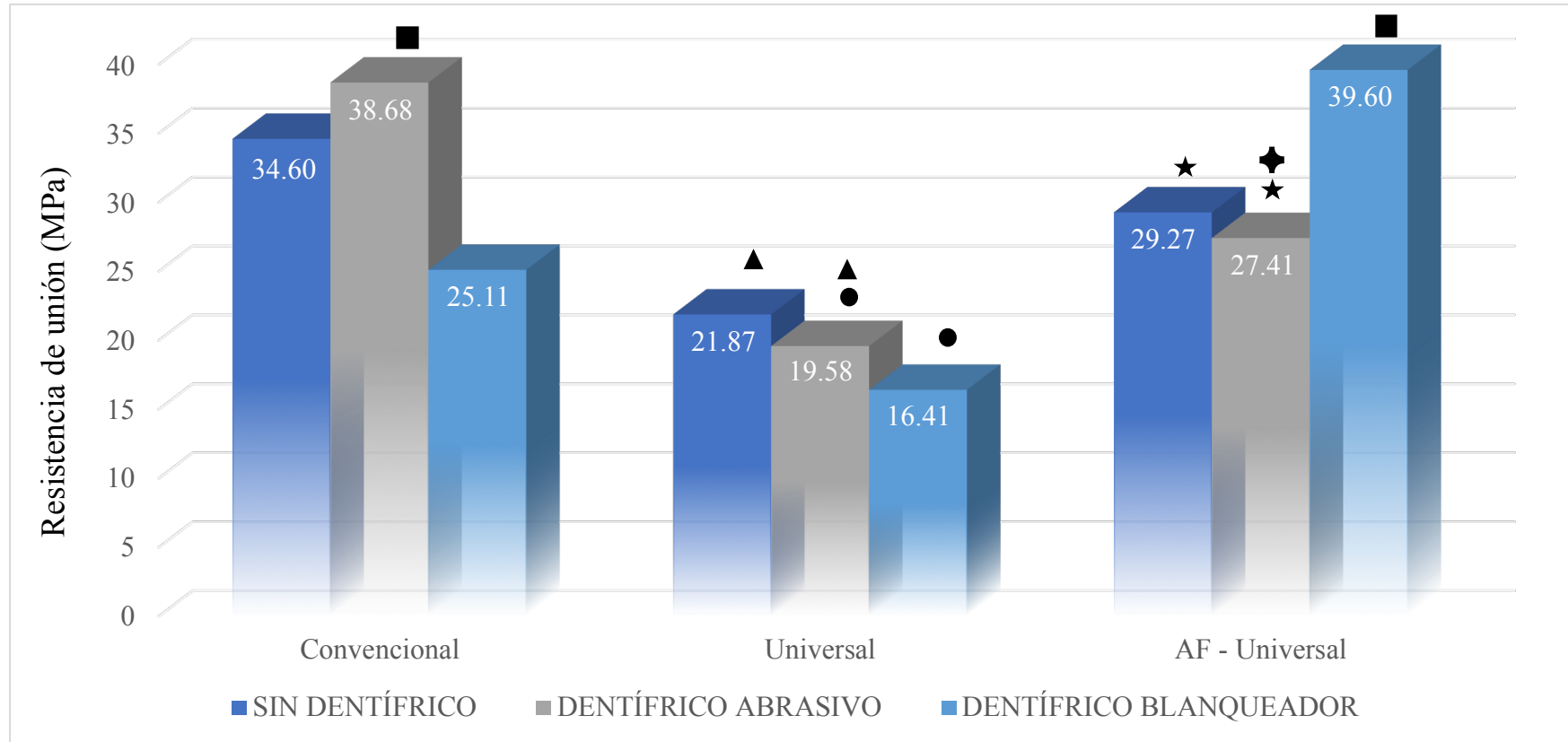
Cuando el esmalte se expone a un dentífrico blanqueador los mayores valores de resistencia de unión se encontraron en el adhesivo universal con grabado ácido previo (39.60 MPa), seguido del adhesivo convencional (25.11 MPa) y finalmente por el adhesivo universal en modo de autograbado (16.41 MPa) ($p < 0.05$).

Cuando se utilizó un adhesivo universal con grabado ácido previo luego de exponer el esmalte a un dentífrico blanqueador los valores de resistencia de unión fueron los mayores comparados con todos los grupos evaluados ($p < 0.05$).

Con relación a los sistemas adhesivos, se evidenció valores de resistencia de unión más altos cuando se utilizó un adhesivo convencional, y los valores más bajos cuando se empleó un adhesivo universal ($p < 0.05$), excepto cuando el adhesivo universal fue aplicado con grabado ácido previo luego de exponer el esmalte a un dentífrico blanqueador ($p < 0.05$).

El Gráfico 2 muestra los patrones de falla adhesiva en el esmalte dental después del uso de dentífricos y sistemas adhesivos. Las fracturas adhesivas se identificaron con mayor frecuencia en todos los grupos, a excepción del grupo Convencional y del grupo Blanqueador + AF-Universal, que mostraron un predominio de los patrones de falla cohesiva y mixta.

La Figura 1 muestra los ejemplos de los patrones de falla encontrados.



Los símbolos significan que son iguales estadísticamente ($p > 0.05$).

Gráfico 1. Distribución de la resistencia de unión al esmalte dental de los sistemas adhesivos después del uso de dentífricos blanqueadores.

Tabla 1. Comparación de la resistencia de unión al esmalte dental de los sistemas adhesivos después del uso de dentífricos blanqueadores.

DENTÍFRICO	ADHESIVO	X (DE)	SIGNIFICANCIA
Sin Dentífrico	Convencional	34.60 (4.67)	a
	Universal	21.87 (3.31)	be
	AF - Universal	29.27 (4.10)	c
Abrasivo	Convencional	38.68 (1.40)	d
	Universal	19.58 (1.70)	bf
	AF - Universal	27.41 (1.67)	ce
Blanqueador	Convencional	25.11 (2.20)	e
	Universal	16.41 (3.05)	f
	AF - Universal	39.60 (1.30)	dg

Letras diferentes implican diferencias significativas ($p < 0.05$)

ANOVA/Tukey

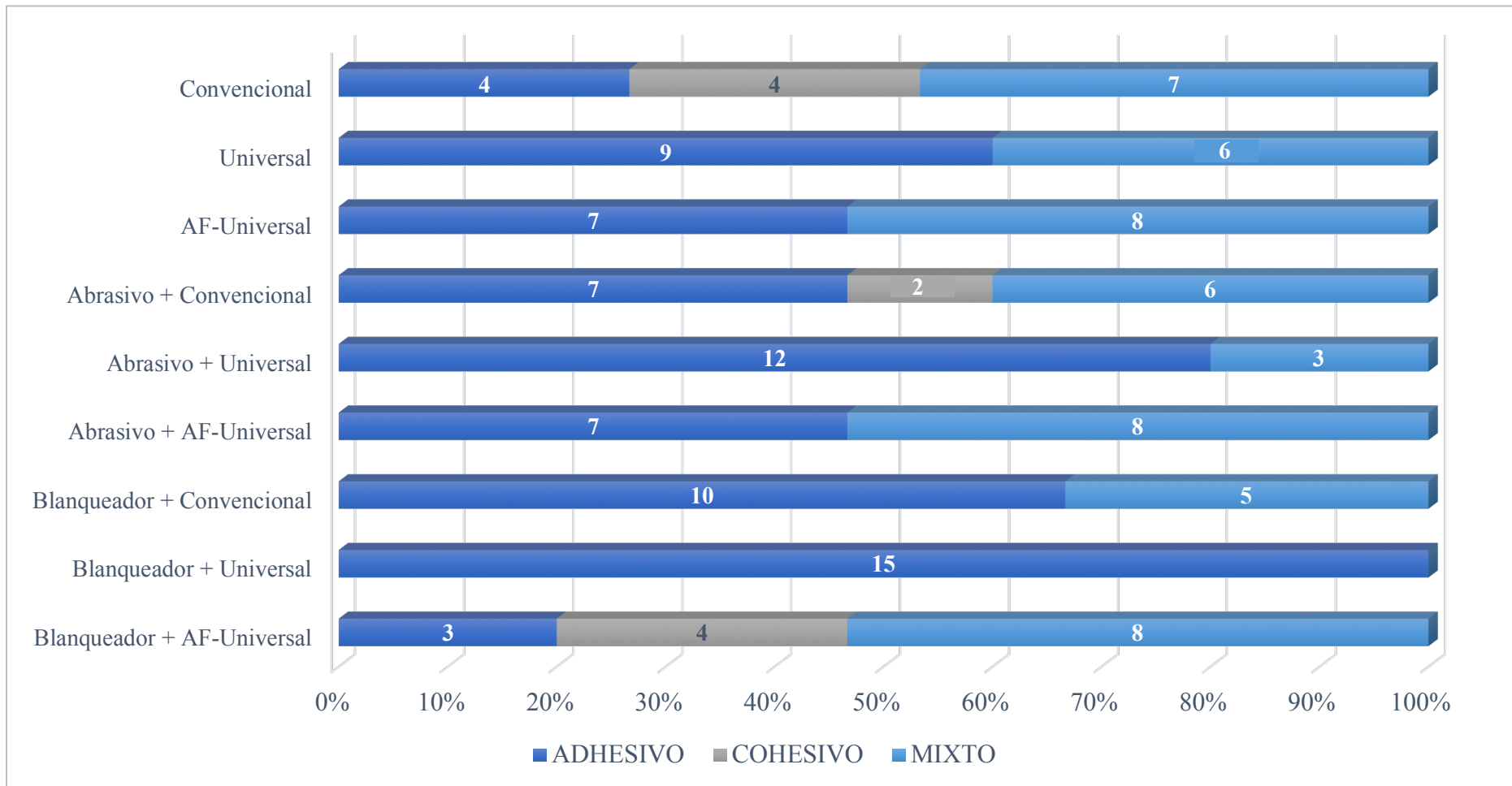


Gráfico 2. Patrones de falla en el esmalte dental después del uso de dentífricos y sistemas adhesivos.

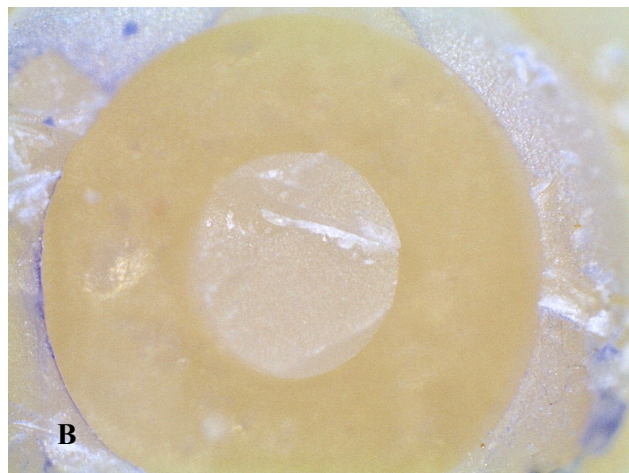
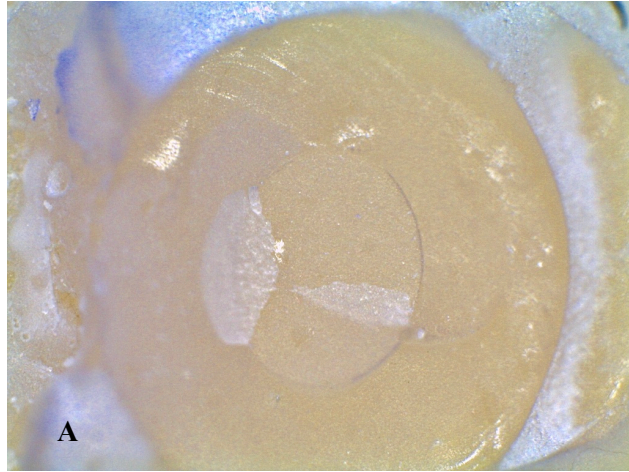


Figura 1. Vistas en microscopio estereoscópico (8.0x) de diferentes patrones de falla: A) Mixta, B) Cohesiva y C) Adhesiva.

VII. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue evaluar la resistencia de unión de tres protocolos adhesivos al esmalte dental después del uso de dentífricos blanqueadores, para su evaluación existen diferentes pruebas como microcizallamiento, microtracción y *push out*. En el estudio se utilizó la prueba de microcizallamiento ya que es un medio adecuado y permite promover una mejor distribución del estrés sobre la superficie del esmalte dental.⁴⁴ Estudios como los de Fraga *et al*,¹ Abdelmegid,⁴ Da Silva⁷ utilizaron esta prueba en sus investigaciones.

Se puso a prueba varios protocolos y sistemas adhesivos, tanto un convencional de dos pasos Adper Single Bond 2 (3M ESPE) y un adhesivo universal Scotchbond Universal (3M ESPE), en sus modos de autograbado y con grabado ácido previo. Los resultados revelaron que sin el uso de dentífrico el adhesivo convencional presentó mayor resistencia de unión que el adhesivo universal, independientemente de la aplicación del ácido fosfórico, 34.60 MPa, 29.27 MPa y 21.87 MPa, respectivamente.

Los adhesivos convencionales de grabado y lavado requieren un paso previo a la colocación del adhesivo que es el grabado con ácido fosfórico, éste promueve una mayor penetración del adhesivo entre los prismas del esmalte grabado, generando una fijación micromecánica efectiva, lo que influye de forma positiva en los valores de resistencia de unión al esmalte dental.⁴⁵ Asimismo, Adper Single Bond 2 (3M ESPE) presenta como solvente principal al etanol y agua, donde el etanol compite con la humedad y la reemplaza, generando una mejor penetración de monómeros sobre la superficie dental.⁴⁶

Cuando se empleó el dentífrico abrasivo Colgate Luminous White (Colgate Palmolive), aumentaron los valores de resistencia de unión con el adhesivo

convencional en comparación a no utilizar ningún dentífrico, 38.68 MPa y 34.60 MPa, respectivamente. Autores como Bizhang *et al.*⁴³ y Voronets *et al.*⁴⁷ establecieron que el cepillado de las muestras con dentífrico abrasivo, generan una mejor limpieza y un aumento de la rugosidad superficial, a diferencia de las muestras cepilladas sólo con agua. Sin embargo, esta mejora no se observó para las muestras tratadas con el sistema adhesivo universal.

Cabe mencionar que el adhesivo universal en su aplicación de autograbado, independientemente de la exposición a un dentífrico, presentó los menores valores de resistencia de unión al esmalte. Esto es atribuido al pH de los monómeros ácidos en comparación del ácido fosfórico. En este contexto, Dey *et al.*⁴⁶ mostraron que los adhesivos universales tienen una composición menos ácida, donde Scotchbond Universal (3M ESPE) posee un pH de 2.7 en comparación del ácido fosfórico que presenta un pH de 0.5, lo que reduce su potencial para desmineralizar la fase mineral del esmalte y, en consecuencia, para crear porosidades microrretentivas adecuadas.⁴⁸ Esta acción de autograbado débil no priva por completo al esmalte de su contenido de hidroxiapatita, en contraste con los sistemas de grabado total.⁴⁶ La hidroxiapatita residual sirve como un receptor para interacciones intermoleculares adicionales con grupos carboxilo o fosfato específicos de los monómeros funcionales, como el 10-MDP, generando una adhesión química-mecánica.⁴⁸

Algunos estudios muestran aumento en los valores de resistencia de unión al esmalte cuando se utiliza adhesivos universales con grabado ácido previo.^{24,38,48-50} En el presente estudio, el grabado con ácido fosfórico previo a la aplicación del adhesivo universal aumentó significativamente los valores de resistencia de unión (39.60 MPa, 29.27 MPa y 27.41 MPa) a diferencia de su aplicación en modo de autograbado (21.87

MPa, 19.58 MPa y 16.41 MPa), pero estos valores son menores a los obtenidos cuando se aplicó el adhesivo convencional (38.68 MPa, 34.60 MPa y 25.11 MPa), independientemente de la exposición a un dentífrico ($p < 0.05$). Los adhesivos universales presentan en su composición una cantidad significativa de agua como solvente para disociar sus monómeros ácidos y liberar los iones de hidronio (H_3O^+) que provocan el grabado de la superficie dental,⁴⁶ lo que hace que sean más permeables y altamente susceptibles a la degradación.⁵¹

Cuando las muestras fueron expuestas al dentífrico blanqueador Colgate Luminous White Advanced Expert (Colgate Palmolive), que presenta peróxido de hidrógeno al 2%, los valores de resistencia de unión disminuyeron significativamente cuando se aplicó el adhesivo convencional (25.11 MPa) y el adhesivo universal en modo de autograbado (16.41 MPa).

Aunque la concentración de peróxido de hidrógeno en dentífricos blanqueadores es inferior a la concentración utilizada de forma profesional, existe evidencia que también disminuye los valores de resistencia de unión al esmalte dental.^{1,3,4} Estos resultados concuerdan con los de Fraga *et al*¹ y Abdelmegid,⁴ quienes afirman que la interacción del dentífrico blanqueador y la presencia de radicales de oxígeno sobre la superficie del esmalte dental.

El peróxido de hidrógeno genera: a) la presencia de subproductos como agua y oxígeno residual en la superficie dental que puede inhibir la polimerización adecuada e interferir en la penetración del sistema adhesivo y resina compuesta, b) la aparición de alteraciones microscópicas en la morfología dental asociada a una erosión de la capa aprismática y aumento de porosidad, y c) alteraciones en la composición del esmalte superficial, disminuyendo el contenido de calcio y fósforo,⁵² los cuales provocan la

disminución de la resistencia de unión al esmalte dental. Por otro lado, la disminución de los valores de resistencia de unión después del blanqueamiento dependen del tiempo de aplicación del peróxido de hidrógeno. En el presente estudio la aplicación del dentífrico blanqueador fue por 21 días, tiempo que pudo haber potencializado el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la superficie del esmalte dental.¹¹

Cuando las muestras fueron expuestas a un dentífrico blanqueador y se utilizó un adhesivo universal con grabado ácido previo, los valores de resistencia de unión aumentaron significativamente (39.60 MPa). La posible explicación de estos resultados se encuentra en el grabado ácido previo a la aplicación del sistema adhesivo universal, que pudo eliminar o neutralizar parte de los subproductos residuales del peróxido de hidrógeno presentes en la superficie del esmalte aumentando la energía superficial, exponiendo más cristales y facilitando la penetración del sistema adhesivo. A la vez, este adhesivo se caracteriza por tener un gran potencial de interactuar con la hidroxiapatita y es capaz de formar fuertes enlaces con el calcio residual.⁴⁴

Autores como Cvitko *et al.*⁵³ y Barghi *et al.*⁵⁴ indicaron que la disminución de la resistencia de unión inmediata al esmalte blanqueado se puede revertir con la eliminación de la capa más superficial del esmalte. Mientras que estudios como el de García *et al.*⁵⁵ y Feiz *et al.*⁵⁶ incorporan el uso de agentes antioxidantes (enzimáticos y no enzimáticos), por otra parte Moosavi *et al.*¹¹ y Bittencourt *et al.*⁵⁷ proponen posponer el procedimiento restaurador de 24 horas hasta 28 días, elevando el presupuesto, incorporando una etapa más al protocolo de restauración y aumentando el tiempo del tratamiento.

Con respecto a los patrones de falla, al igual que Neves *et al.*¹⁰ hubo un predominio de fallas adhesivas y mixtas. Las muestras del grupo Blanqueador + Universal en su

totalidad mostraron incidencia de fallas adhesivas, lo que sugiere la interferencia en la adhesión tanto del sistema adhesivo como del dentífrico.

Se deben realizar más estudios para corroborar los resultados encontrados en las muestras expuestas al dentífrico blanqueador y tratadas con el sistema adhesivo universal con grabado ácido previo para comprender mejor el proceso y verificar si estos resultados se mantienen a lo largo del tiempo en el medio ambiente bucal.

VIII. CONCLUSIONES

1. La resistencia de unión al esmalte dental con adhesivos convencionales y universales disminuye al utilizar un dentífrico blanqueador.
2. La resistencia de unión al esmalte dental con adhesivo convencional aumenta cuando existe exposición a un dentífrico abrasivo.
3. La resistencia de unión al esmalte dental disminuye al utilizar adhesivo universal en modo de autograbado, independientemente de la exposición a un dentífrico.
4. La resistencia de unión al esmalte dental con adhesivo universal con grabado ácido previo aumenta cuando existe exposición a un dentífrico blanqueador.

IX. RECOMENDACIONES

1. Utilizar ácido fosfórico sobre el esmalte dental, independientemente del sistema adhesivo a utilizar.
2. Utilizar un adhesivo universal con grabado ácido previo del esmalte cuando éste se expone a un dentífrico blanqueador.
3. Utilizar un adhesivo convencional cuando el esmalte se expone a un dentífrico abrasivo.
4. Se recomienda realizar más investigaciones relacionadas al uso de dentífricos blanqueadores y su interacción con diferentes sistemas adhesivos, verificar si los resultados se mantienen a lo largo del tiempo con pruebas de termociclado. Asimismo, se recomienda analizar por microscopio electrónico de barrido las superficies expuestas a diferentes dentífricos.

X. REFERENCIAS

1. Fraga AL, Toseto RM, Mendes A, Ramos P, Sversut R, Henrique P. Evaluating the bonding of two adhesive systems to enamel submitted to whitening dentifrices. *AOL*. 2010; 23(2):111-6.
2. Bavbek AB, Goktas B, Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G, Eskitascioglu G. Micro-shear bond strength of resin cement to dentin after application of desensitizing toothpastes. *Acta Odontol Scand*. 2013; 71:952–6.
3. Joiner A. Whitening toothpastes: A review of the literature. *J Dent*. 2010; 38(2): 17-24.
4. Abdelmegid FY. Effect of whitening toothpastes on bonding of restorative materials to enamel of primary teeth. *Niger J Clin Pract*. 2016; 19(2):242-7.
5. Nóbrega Cavalcanti A, Santos E, Dos Santos G, Pinheiro A, Correia RP, Mathias P. Effect of a desensitizing dentifrice on the bond strength of different adhesive systems. *Braz J Oral Sci*. 2013; 12(2):148–52.
6. Saisopa y Srisawasdi. Effect of desensitizing toothpaste on microtensile bond strength between resin composite and dentin. *CU Dent J*. 2014; 37:225-40.
7. Da Silva BM, Flório FM, Basting RT. Shear bond strength of resin composite to enamel and dentin submitted to a carbamide peroxide dentifrice. *Am J Dent*. 2007; 20(5):319-23.
8. Basting RT, Moreira P, Feire LA, Campos M. Shear bond strength after dentin bleaching with 10% carbamide peroxide agents. *Braz Oral Res*. 2004;18(2):162-7.
9. D'Arcangelo C, Vanini L, Casinelli M, Frascaria M, De Angelis F, Vadini M, *et al*. Adhesive cementation of indirect composite inlays and onlays: A Literature Review. *Compend Contin Educ Dent*. 2015; 36(8):1-13.

10. Neves AD, Garone-Netto N. Microtensile bond strength of enamel after bleaching. *Indian J Dent Res.* 2013;24:104-9.
11. Moosavi H, Hajizadeh H, Shaykhvasy M. Shear bond strength of resin bonded to bleached enamel using different modified 35% Hydrogen Peroxides. *J Dent Biomater,* 2015;2(4):133-140.
12. Nour El-din AK, Miller BH, Griggs JA, Wakefield C. Immediate bonding bleached enamel. *Oper Dent.* 2006; 31(1): 106-14.
13. Loguercio A, Reis A. Sistemas adhesivos. *RODYB.* 2006; 1(2):13-28.
14. Van Landuyta KL, Snauwaertb J, De Muncka J, Peumansa M, Yoshidac Y, Poitevina A, *et al.* Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* 2007; 28:3757-85.
15. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131:20-5.
16. Henostroza G. Adhesión en odontología restauradora. 1era ed. Curitiba: Maio. 2003.
17. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34:849-53.
18. Pashley DH, Sano H. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater.* 1995; 11:117-25.
19. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater.* 2010; 26:1176-84.
20. Toledano M, Osorio R, de Leonardi G, Rosales-Leal JI, Ceballos L, Cabrerizo-Vilchez MA. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent.* 2001; 14:205-10.

21. Gregoire G, Sharrock P, Prigent Y. Performance of a universal adhesive on etched and non-etched surfaces: Do the results match the expectations?. *Materials Science & Engineering C*. 2016; 66: 199-205.
22. Gregoire G, Ahmed Y. Evaluation of the enamel etching capacity of six contemporary self-etching adhesives. *J Dent*. 2007; 35:388-97.
23. Gregoire G, Dabsie F, Dieng-Sarr F, Akon B, Sharrock P. Solvent composition of one-step self-etch adhesives and dentin wettability. *J Dent*. 2011; 39:30-9.
24. De Goes MF, Shinohara MS, Freitas MS. Performance of a New One-step Multi-mode Adhesive on Etched vs Non-etched Enamel on Bond Strength and Interfacial Morphology. *J Adhes Dent*. 2014; 16:243-50.
25. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014; 42:800-7.
26. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Berry TP, Watanabe H, Erickson RL, *et al*. Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dent Mater*. 2016; 32(2):e9-21.
27. Lawson NC, Robles A, Fu Ch, Lin CP, Sawlani K, Burgess JO. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-carious cervical lesions. *J Dent*. 2015; 43(10):1229-34.
28. Perdigão J, Kose C, Mena-Serrano AP, De Paula EA, Tay LY, Reis A, *et al*. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. *Oper Dent*. 2014; 39(2):113-27.
29. Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martínez IV, Staichak R, Reis A, *et al*. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. *Oper Dent*. 2014; 39(5):489-99.

30. Andrew J, Bebington UK. Review of the extrinsic stain removal and enamel/dentine abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste. *Int Dent J.* 2006; 56:175-80.
31. Maldupa I, Brinkmane A, Rendeniece I, Mihailova A. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition. *Stomatologija.* 2012; 14(1):12-21.
32. Hasson H, Ismail A, Neiva G. Home-based chemically induced whitening of teeth in adults (Review). *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 4:1-22.
33. Titley KC, Torneck CD, Smith D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. *J Endod.* 1988; 14:69-74.
34. Torneck CD, Titley KC, Smith DC, Adibfar A. The influence of time on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. *J Endod.* 1990; 16:123-8.
35. Syprides GM, Perdigão J, Pagani C, Araújo MHM, Syprides SMM. Effect of whitening agents on dentin bonding. *J Esthet Dent.* 2000; 12:264-70.
36. Ernest CP, Marroquín BB, Wilershausen-Zönnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.* 1996; 27:53-6.
37. Kakar A. A clinical investigation of containing dentifrice the tooth whitening efficacy of a new hydrogen peroxide. *J Clin Dent.* 2004; 15:41-5.
38. Menezes M, Turssi CP, Hara AT, Messias DCF, Serra MC. Abrasion of eroded root dentine brushed with different toothpastes. *Clin Oral Investig.* 2004; 8:151-5.
39. Fonseca RG, Dos Santos Cruz CA, Adabo GL, Vaz LG. Comparison of the tensile bond strength of cast metal crowns luted with resin cements. *J Oral Rehab.* 2004; 31 (11): 1080-4.

40. Pashley DH, Sano H, Yoshihama M, Carvalho R, Nakajima M, Fernandez CA, *et al.* The microtensile bond strength: a review. *J Adhes Dent.* 1999; 1: 299-309.
41. Inoue S, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts, Vanherle G. Adhesion mechanism of self-etching adhesives. *Advanced Adhesive Dentistry 3^o International Kuraray Symposium.* 1999.
42. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, *et al.* Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater.* 1994; 10:236-40.
43. Bizhang M, Schmidt I, Chun Y-HP, Arnold WH, Zimmer S. Toothbrush abrasivity in a long-term simulation on human dentin depends on brushing mode and bristle arrangement. *PLoS ONE* 2017; 12(2): e0172060. doi:10.1371/journal.
44. Diniz ACS, Bandeca MC, Pinheiro LM, dos Santos Almeida LJr, Torres CRG, *et al.* Influence of different etching modes on bond strength to enamel using Universal Adhesive Systems. *J Contemp Dent Pract.* 2016;17(10):820-5.
45. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):333-57, viii.
46. Dey S, Shenoy A, Kundapur SS, Das M, Gunwal M, Bhattacharya R. Evaluation of the effect of different contaminants on the shear bond strength of a two-step self-etch adhesive system, one-step, self-etch adhesive system and a total-etch adhesive system. *J Int Oral Health.* 2016;8(3):378-84.
47. Voronets J, Jaeggi T, Buerger W, Lussi A. Controlled toothbrush abrasion of softened human enamel. *Caries Res.* 2008; 42(4):286–90.
48. Rosa WLO, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015; 43(1):765-76

49. Goracci C, Rengo C, Eusepi L, Juloski J, Vichi A, Ferrari M. Influence of selective enamel etching on the bonding effectiveness of a new “all-in-one” adhesive. *Am J Dent.* 2013;26:99-104.
50. McLean DE, Meyers EJ, Guillory VL, Vandewalle KS. Enamel bond strength of new universal adhesive bonding agents. *Oper Dent.* 2015;40:410-77.
51. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. *Dent Mater.* 2005; 21(10):895-910.
52. Perdigão J, Francci C, Swift EJ Jr, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent.* 1998;11:291-301.
53. Cvitko E, Deneby GE, Swift EJ Jr, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent.* 1991;3:100–2.
54. Barghi N, Godwin JM. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. *J Esthet Dent.* 1994;6:157–61.
55. García JE, Mena-Serrano A, Mello de Andrade A, Reis A, Miranda RH, Loguercio AD. Immediate bonding to bleached enamel treated with 10% sodium ascorbate gel: A case report with one-year follow-up. *Eur J Esthet Dent.* 2012;7(2):2-10.
56. Feiz A, Khoroushi M, Gheisarifar M. Bond strength of composite resin to bleached dentin: effect of using antioxidant versus buffering agent. *J Dent.* 2011; 8(2): 60-6.
57. Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MS, De Oliveira Lima Arsati YB, Franca FM, Flório FM, *et al.* Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc.* 2010; 141:300-6.

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operatización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Indicadores	Escala de medición	Valores y categorías
Protocolos adhesivos	Procedimiento que permite la unión de dos o más superficies.	Se utilizará para adherir resina compuesta al diente	Cualitativa	Sistema adhesivo convencional, adhesivo universal (autograbado) y adhesivo universal (con grabado ácido previo)	Nominal	1. Adper Single Bond 2. Scotchbond Universal (autograbado). 3. Scotchbond Universal (con grabado ácido previo).
Dentífricos	Material utilizado en la limpieza de los dientes.	Se utilizará para la limpieza superficial de las muestras	Cualitativa	Sin dentífrico, dentífrico abrasivo y dentífrico blanqueador	Nominal	1. Sin dentífrico. 2. Colgate Luminous White. 3. Colgate Luminous White Advanced Expert.
Resistencia de unión	Capacidad de mantenerse unidas.	Mostrará la fuerza de unión de los sustratos.	Cuantitativa	Prueba de microcizallamiento	Razón	MPa
Patrón de falla	Tipo de falla después de la fatiga.	Mostrará la ubicación del fallo	Cualitativa	Microscopio estereoscópico	Nominal	Falla cohesiva, Falla adhesiva y Falla mixta.