

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



***Adhesión en Dentina: Comparación de Niveles de Adhesión entre
Sistemas de Grabado y Lavado y Sistemas Adhesivos Autograbantes:
Revisión Sistemática***

Sustentantes:

Roger Guerrero O.

Victor E. Lappost E.

Docente Especializado

Dra. Yiselis Portes

Docente Titular

Dra. Helen Rivera

Los conceptos emitidos en el presente trabajo final
son de la exclusiva responsabilidad de
los estudiantes

Santo Domingo D.N

27 Julio 2021

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a :

Dios, quien es el forjador de mi camino, el que me acompaña en todo momento, quien me levanta de mis tropiezos y cada día me da más fuerzas. Eres quien guía el destino de mi vida.

A mis Padres, Dra. Evelyn Olivo Canaan y Lic. Maximo Roberto Guerrero, quienes se han preocupado en todo momento por mi educación, y me han forjado como la persona que soy en la actualidad.

En especial a mi Madre la Dra. Evelyn Olivo Canaan por inculcarme tantos valores, por aconsejarme en cada momento, por estar siempre pendiente de mi y dar todo su esfuerzo para que pueda ser un profesional de éxito. Te amo

Al igual que mi Padre Lic. Máximo Roberto Guerrero, fuiste, eres y siempre serás el mejor papá del mundo, gracias por dejar plasmada esa alegría, esa confianza en mí de poder llegar al éxito, pero sobre todo por siempre estar preocupado por mi para que en ningún momento me falte nada. Sé que en el lugar que estés debes sentirte muy orgulloso de mi, y esto es por ti y para ti. Gracias papá.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, que de una forma u otra me apoyaron, me extendieron sus manos en momentos difíciles, y que compartimos momentos de calidad .



Roger Guerrero Olivo

DEDICATORIA

Gracias Dios por ser el centro de mi vida y darme la sabiduría para aprender del día. Siempre afrontó el éxito con humildad y las derrotas con regocijo porque tu Dios siempre estás conmigo.

Gracias madre mía por entregarme tu vida, tus días, tu amor incondicional, tu paciencia y esforzarte para que nada me falte.

Gracias papi por todos tus consejos que hoy son mi manual práctico para el diario vivir. Siempre te recordaré con mucho amor y fervor.

A ustedes les dedico este trabajo de grado.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Victor E. Lappost E.', with a stylized, cursive script.

Víctor E.Lappost E.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme todas sus bendiciones y darme la oportunidad de estar en salud, por ser el forjador de mi camino el cual me ha dirigido por el sendero correcto, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad, pero sobre todo por amarme y nunca dejarme solo.

Agradezco a mis Padres, Dra. Evelyn Olivo Canaan y Lic. Maximo Roberto Guerrero, por gran dedicación, esfuerzo y empeño, por haberme forjado la persona que soy hoy en día, por ser los principales promotores de mi sueños pero sobre todo por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, a ello les debo todo.

Agradezco a mi Hermano menor Romer Guerrero Olivo, el cual siempre me ha brindado su apoyo, por mostrar interés desde el inicio de mi formación hasta el final. Agradezco no solo por estar presente aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes lotes de felicidad y de diversas emociones que me has causado.

Agradezco a mi compañero de Tesis Victor Elias Lappost Espiritusantos, Por todo su apoyo incondicional en este proceso, por siempre estar ahí en aquellos momentos difíciles, por aportarme conocimiento, lealtad y vivir muchos momentos de buena calidad como un gran amigo, eres parte de mi familia. Te deseo muchos éxitos .

Agradezco a todos mis pacientes quienes depositaron plena confianza en todos mis conocimientos y mi habilidad manual, las cuales fueron adquiridas durante mi formación.

Agradezco a mis docentes quienes se entregaban día a día compartiendo todos su conocimientos en especial a la Dra. Helen Josefina Rivera por brindar su confianza, por

guiarme en este gran escalón, dedicar el tiempo necesario y sobre todo tener paciencia para realizar de manera correcta nuestro trabajo de investigación aportando sus valiosos conocimientos. A la Dra. Aida Brache por su apoyo incondicional, por brindarme su confianza , por enseñarme la Odontología desde un punto ético y responsable. A nuestra asesora la Dra. Yiselis Portes por ser guía y parte esencial para que este trabajo, por toda su dedicación, tiempo y conocimientos de gran ayuda.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and curves, likely representing the initials 'RO'.

Roger Guerrero Olivo

AGRADECIMIENTOS

Al culminar mi tesis de grado quiero agradecer en primer lugar a Dios por ser el centro de mi vida y permitirme concluir este peldaño tan importante de mi educación .

Agradezco de todo corazón a la Dra.María Espiritusanto por ser una madre ejemplar, luchadora, que cada día me alienta a ser mejor profesional, hijo y ser humano. Eres la razón por la cual cada día intento superarme.

A mi padre Ing. Víctor Manuel Lappost. Me enseñaste a ser un hombre de fé, me enseñaste a leer todas las mañanas y me recordabas que esto me abriría caminos, me entregaste toda tu paciencia, rigurosidad y sobre todo aprendí contigo a ser un caballero. Aunque no me viste en mi etapa universitaria desde muy temprana edad me preparaste para ser el hombre que hoy soy.

Una mención especial al Ing. José Espiritusanto por ser un gran tío. Me enseñaste a escuchar y leer en vez de hablar. Admiro tu progreso y trayectoria.

Al Lic. Eduardo Espiritusanto por recalcar me que la perseverancia es la clave del éxito y que cada día uno debe andar con los mejores ánimos sin importar la circunstancia.

Al Dr. José Espiritusanto. Gracias por inspirarme y aconsejarme, me has ayudado a ser mejor odontólogo y persona.

A los demás miembros de mi familia. Si escribiera a todos los que me han apoyado en este camino no bastarían las páginas de esta tesis para expresar mi más sincero agradecimiento hacia ustedes.

A Juliana Rodríguez por cada día ser mi compañera y apoyarme en todos mis sueños. Siempre estas para mi sin importar la circunstancia, aportando toda tu paciencia, amor y sabiduría.

A mi compañero de tesis Roger Guerrero Olivo. Contigo me di cuenta que la amistad trasciende y cuando dos personas tienen el mismo interés pueden triunfar juntos. Gracias por todas esas jornadas de clínica donde nos apoyamos para dar lo mejor de nosotros a nuestros pacientes. Eres un hermano para mi y seguiremos compartiendo en la vida profesional.

A la Dra. Helen Rivera por ser la mejor asesora metodológica, no tengo palabras para agradecer todo el esfuerzo puesto por usted para que esta tesis estuviera perfecta.

A la Dra. Yiselis Portes por apoyarnos en el emprendimiento de este proyecto de grado desde el día uno. Valoro sus conocimientos, enfoque y deseo de que esta tesis se lleve a cabo.

A la Dra. Laura Reyes. Gracias por trascender en mi vida como alumno, de usted aprendí el comportamiento ético y precavido que se debe de tener a la hora de la atención de todos los pacientes, es usted un ejemplo de profesional.

Al Dr. Carlos Valera. Siempre será un mentor y amigo, gracias por todos sus consejos que me ayudarán a ser un mejor profesional. Su empeño y dedicación a la escuela de odontología de UNIBE no tiene precedentes.

A la Dra. Aida Brache. Gracias por esas interminables jornadas clínicas donde con todo su corazón me enseñaba , agradezco el empeño en forjarme como profesional.

Al Dr. Ramon Vicioso. Usted más que un profesor se ha vuelto un amigo, gracias por desinteresadamente explicarme el más mínimo detalle y otorgarme el privilegio de aprender de toda su experiencia.

A la Dra. Ana María Ortíz. Eternamente agradecido por todo su conocimiento, explicaciones, exigencias y por enseñarme que debemos de dar lo mejor de nosotros, de usted siempre recordaré la entrega con la cual realizaba sus procedimientos.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Victor E. Lappost E.', with a large, stylized initial 'V' and a horizontal line extending to the right.

Víctor E. Lappost E.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo general de esta investigación es comparar los sistemas adhesivos de grabado y lavado y los autograbantes en dentina. *Métodos:* Se hizo una revisión de la literatura evaluando cuatro fuentes de búsqueda: Scielo, Elsevier, PubMed y Google Scholar, de los cuales se escogieron los sesenta artículos más relevantes publicados entre 2004-2020. Se usaron como criterios de búsqueda, las palabras claves: adhesivos, dentina, self etch, etch and rinse, dental bonding. Al revisar los artículos seleccionados, se extrajo la fuerza adhesiva de los diferentes sistemas y luego fue promediada. *Resultados:* Se obtuvo el mejor resultado con los sistemas de grabado y lavado de tres pasos en dentina promediando 32 Mpa, luego le continúan los autograbantes de dos pasos promediando 26 Mpa, a continuación se encuentran los de grabado y lavado de dos pasos promediando 23 Mpa, y por último los de autograbado de un paso promediando 21 Mpa. *Conclusión:* En función del análisis de los resultados se afirma que existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de adhesión de los sistemas de grabado y lavado y autograbantes siendo el primero superior en dentina . Se recomienda seguir un protocolo riguroso a la hora de hacer adhesión a este sustrato , evidenciándose como un procedimiento estricto y delicado.

Palabras Clave: adhesivos, dentina , self-etch, etch and rinse, capa híbrida.

ABSTRACT

Objective: The general objective of this research is to compare etch and rinse and self-etching adhesive systems on dentin. *Methods:* A review of the literature was carried out by evaluating four search sources: Scielo, Elsevier, PubMed and Google Scholar, from which the sixty most relevant articles published between 2004-2020 were chosen. The following keywords were used as search criteria: adhesives, dentin, self etch, etch and rinse, dental bonding. When reviewing the selected articles, the adhesive strength of the different systems was extracted and then averaged. *Results:* The best results were obtained with the three-step dentin etch and rinse systems averaging 32 Mpa, followed by the two-step self-etch systems averaging 26 Mpa, then the two-step etch and rinse systems averaging 23 Mpa, and finally the one-step self-etch systems averaging 21 Mpa. *Conclusions:* Based on the analysis of the results, it is affirmed that there are statistically significant differences between the adhesion levels of the etch and wash and self-etching systems, the former being superior in dentin. It is recommended to follow a rigorous protocol at the time of adhesion to this substrate, being evidenced as a strict and delicate procedure.

Keywords: adhesives, dentin, self-etch, etch and rinse, hybrid layer.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN.....	10
2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3.OBJETIVOS	
General.....	15
Específico.....	15
4. MARCO TEÓRICO	
Antecedentes Históricos.....	16
Revisión de la literatura	
4.1 Dentina.....	20
4.1.1 Dentinogénesis.....	21
4.1.2 <i>Propiedades Físicas</i>	
4.1.2.1 Color.....	22
4.1.2.2 Translucidez.....	23
4.1.2.3 Dureza.....	23
4.1.2.4 Radiopacidad.....	23
4.1.2.5 Elasticidad.....	23
4.1.2.6 Permeabilidad.....	23
4.1.3 <i>Composición química</i>	24
4.1.4 <i>Función</i>	24
4.1.5 <i>Clasificación de la dentina</i>	
4.1.5.1 Dentina superficial.....	25
4.1.5.2 Dentina media.....	25
4.1.5.3 Dentina profunda.....	25

<i>4.1.6 Estructura</i>	
4.1.6.1 Odontoblastos.....	26
4.1.6.2 Fibrillas de Tomes.....	26
4.1.6.3 Túbulos dentinarios.....	26
4.1.6.4 Predentina.....	27
4.1.6.5 Sustrato estructural y adhesivo.....	27
4.1.6.5.1 Peritubular o intratubular.....	27
4.1.6.5.2 Intertubular.....	28
<i>4.2 Adhesión</i>	
4.2.1 Concepto.....	28
4.2.2Objetivos de la adhesión.....	29
<i>4.2.3 Tipos de Adhesión</i>	
4.2.3.1 Física.....	29
4.2.3.2 Química.....	30
<i>4.2.4 Factores que favorecen la adhesión</i>	
4.2.4.1 Dependientes del sustrato.....	30
4.2.4.2 Dependientes del adhesivo.....	31
<i>4.3 Sistemas adhesivos</i>	
4.3.1 Concepto.....	32
<i>4.3.2 Composición de los sistemas adhesivos</i>	
4.3.2.1 Agente grabador.....	33
4.3.2.2 Resinas hidrofílicas.....	33
4.3.2.3 Resinas hidrofóbicas.....	33
<i>4.3.3 Clasificación de los adhesivos</i>	
4.3.3.1 Clasificación por generación.....	34

4.3.3.2 Clasificación por mecanismo.....	38
<i>4.4 Fallos adhesivos entre dentina y material adhesivo</i>	
4.4.1 Acondicionamiento incorrecto de la superficie dental.....	43
4.4.2 Falta de formación de la capa híbrida o formación inadecuada de la misma.....	43
4.4.3 Faltas de niveles de humedad óptimos.....	44
4.4.4 Fallos en el solvente.....	44
4.4.5. Fallos en la correcta colocación de los adhesivos.....	45
4.4.6 Polimerización incorrecta.....	45

5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

5.1 Hipótesis de investigación (H1).....	47
5.2 Hipótesis nula (H0).....	47

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Tipo de estudio

6.1.1 Estudio retrospectivo.....	48
6.1.2 Estudio transversal	48
6.1.3 Estudio descriptivo.....	48

6.2 Criterios de inclusión y exclusión

6.2.1 Criterios de inclusión	48
6.2.2 Criterios de exclusión	49

6.3 Variable independiente y dependiente

6.3.1 Variable independiente	49
6.3.2 Variable dependiente.....	49

6.4 Metodología

6.4.1 Estrategias de búsqueda	49
-------------------------------------	----

6.4.2 Métodos, procedimientos y población	50
6.4.3 Selección de palabras claves o descriptores	50
7. RESULTADOS.....	52
8. DISCUSIÓN	57
9. CONCLUSIONES	61
10. RECOMENDACIONES	62
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

ÍNDICE DE FIGURA TABLAS Y GRÁFICO

Figura 1.....	42
Tabla 1.....	51
Tabla 2.....	52
Gráfico 1.....	56

1.INTRODUCCIÓN

En odontología restauradora la adhesión supone un peldaño fundamental para el éxito de los tratamientos actuales. La adhesión al esmalte es estable y predecible, por otro lado, la adhesión en dentina aún no resulta ser eficaz y presenta muchas fallas en la interfase adhesiva por la complejidad del sustrato, como representan: fibrillas colágenas, desmineralización peri e intratubular, humedad y tipo de sustrato. La técnica aún resulta ser sensible a la destreza del operador, material utilizado y números de pasos clínicos, esto supone un mayor índice de fracaso ¹.

Todo ha ido evolucionando, y la odontología restauradora no ajena a este cambio ha vivido una verdadera revolución en los últimos cincuenta años. Buonocore, introdujo la técnica de grabado ácido del esmalte en 1955, reportando que este provocaba una mayor receptividad adhesiva por parte de las resinas acrílicas ². Fue así como en 1960 Bowen sintetizó el primer co-monómero, demostrando tener bajos índices de adhesión pero supone el puntapié inicial para llegar a los sistema adhesivos que conocemos hoy. Durante su desarrollo los sistemas adhesivos fueron clasificados en generaciones, de acuerdo a su evolución, siendo esto difícil de aprender y poco didáctico, por dicha razón se clasificaron en grupos por pasos clínicos, como son: sistema de grabado y lavado y sistemas autoacondicionantes ³.

No existe ningún sistema adhesivo perfecto ni que se ajuste a todas las situaciones clínicas, el adhesivo ideal sería aquel que al ser aplicado sobre la dentina sea muy hidrófilo para poderla humectar correctamente y una vez polimerizado, se transforme en un elemento altamente hidrofóbico, al fin de repeler el agua, impedir su absorción y resistir por mayor tiempo que se genere la hidrólisis ^{4,5}.

Actualmente existe una tendencia para desarrollar adhesivos más simples, que involucran reducir el número de pasos y la posibilidad de fallas, comprimiendo todo los componentes en una sola botella. Existe una fuerte evidencia clínica que la tendencia a la simplificación resulta en efectividad disminuida y durabilidad comprometida ⁶ .

Este trabajo tiene como propósito recolectar evidencia científica para demostrar qué sistema adhesivo es más efectivo en dentina. Esto permite al clínico tomar decisiones basadas en evidencia. Este estudio es de tipo retrospectivo, transversal, descriptivo y comparativo porque recopila información en un tiempo específico y luego la contrasta.

Se realizó una recolección de datos en base a sesenta artículos los cuales fueron escogidos luego de pasar los criterios de inclusión y exclusión disminuyendo así la posibilidad de sesgo.

Se formuló una base de datos sobre los distintos sistemas adhesivos recopilando la fuerza de adhesión en megapascuales de los mismos. Posteriormente se sometieron estos datos a una comparación promediando los resultados.

Este trabajo de grado se divide en once capítulos. El primer capítulo es la introducción donde se da una breve descripción del manuscrito. El segundo capítulo es el planteamiento del problema donde se expresa la inquietud principal que llevó a la sustentación del postulado y plantea las preguntas que dirigen la investigación. En el tercer capítulo se describen los objetivos generales y específicos. El cuarto capítulo abarca la sustentación teórica dividiéndolo en dos ramas: La dentina y la adhesión, luego contrastandolas en un tercero. El quinto capítulo trata sobre la hipótesis de investigación. El sexto capítulo abarca el marco metodológico que va a regir los pasos a seguir para tener una investigación sistemática. El séptimo capítulo recopila los

resultados de las investigaciones antes revisadas. El octavo capítulo es la discusión donde se contrastan los resultados obtenidos con los ya presentes y se describen los aportes de esta investigación. El noveno capítulo presenta las conclusiones respondiendo las preguntas de investigación. El décimo capítulo plantea las recomendaciones que se pueden extraer luego de revisar la literatura. El undécimo capítulo comenta la prospectiva.

La finalidad de este trabajo es resumir el protocolo de adhesión a dentina, pudiendo ser sustentado en la evidencia científica.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de los tiempos los adhesivos han evolucionado de manera significativa, con el objetivo de poder disminuir el tiempo operatorio, mejorar la unión entre la dentina y el material restaurador y permitir una menor sensibilidad post-operatoria.

Según Ramos y col ⁷ en 2015 describen que el protocolo convencional empleado en la actualidad presenta fallas relacionadas con la duración y estabilidad de la unión dentina- adhesivo, que hasta el momento sigue siendo sensible e impredecible. A través de la literatura revisada, se ha evidenciado que las restauraciones en resina necesitan ser reemplazadas, en promedio cada 5-8 años, debido a la pérdida de interfase adhesiva, lo que lleva a microfiltración bacteriana. Con esto se puede concluir que existe una necesidad consonante de buscar métodos que permitan aumentar la longevidad de las restauraciones en resina compuesta.

Además es de destacar las dificultades relacionadas con las características propias del sustrato dentinario, debido a su constitución de tipo heterogénea y a su comportamiento fisiológicamente dinámico, que puede tener variaciones bajo distintas situaciones clínicas normales y patológicas. Sofan y col ⁸ en 2017 destacaron que los adhesivos han ido evolucionando, han pasado de ser de carácter hidrófobo a hidrófilo, presentando mayor capacidad de interacción con el sustrato dentinario.

La adhesión a dentina es todo un reto tanto para los clínicos como para los investigadores, esto levanta el interés por reunir información para delimitar protocolos basados en la evidencia existente y hacer más predecible los resultados a obtener.

Preguntas de investigación:

- 1-¿Cuál es la composición de los sistemas adhesivos?
- 2-¿Cuáles fallos pueden ocurrir entre la dentina y el material adhesivo?
- 3- ¿Qué hace la dentina un sustrato difícil de adherir?
- 4-¿En cuáles situaciones clínicas se debe usar cada sistema adhesivo?

3. OBJETIVOS

GENERAL

Comparar los niveles de adhesión entre sistemas adhesivos de grabado y lavado y sistemas adhesivos autograbantes en dentina .

ESPECÍFICOS

- Describir la composición de los distintos sistemas adhesivos.
- Analizar los fallos que pueden ocurrir en los protocolos adhesivos a dentina.
- Identificar los factores que hacen a la dentina un sustrato difícil de adherir.
- Demostrar las situaciones clínicas en la que se debe usar cada sistema adhesivo.

4. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Para que la adhesión al diente se produjera eficazmente, se tuvo que recolectar conocimiento científico sobre la estructura del esmalte y la dentina. De éstos en aquella época se sabía que la dentina se comportaba totalmente diferente al esmalte, siendo la primera más hidrófila, 70% hidroxiapatita , un 18% de colágeno y un 12% de agua, frente al esmalte bastante menos hidrófilo, y constituido por un 95% de material inorgánico, un 4% de agua y un 1% de material inorgánico. Hacia la década de los cincuenta, tenía lugar la aparición en la odontología adhesiva, del primer adhesivo (SEVRITION 1951), desarrollado por Hagger y cuya composición era la del ácido glicerofosfórico-dimetacrilato. Era muy inestable en medios húmedos⁹.

El comienzo real de la odontología adhesiva, tuvo lugar en 1955 con Buonocore que fue el primero en describir el efecto de una solución ácida al ser aplicada sobre el complejo adamantino , este se encargaba de disolver selectivamente los extremos finales de los prismas de esmalte en la superficie, lo que logra conseguir una superficie irregular y porosa, capaz de ser humectada y penetrada por una resina fluida de baja viscosidad¹⁰.

Bowen se unió a la investigación de Buonocore obteniendo una resina capaz de adherirse al diente grabado con ácido, la misma era conocida como “resina de Bowen”, esta tenía la característica de tener dos área a lo largo de una cadena de Bisfenol-Glicidil-Metacrilato (Bis.-GMA), áreas que le proporcionan viscosidad para permitir establecer una reacción de polimerización. En 1965, Bowen propone el primer

adhesivo dentinario comercial, con una molécula de NPG-GMA (N-fenilglicina-glicidil metacrilato), se caracteriza por tener carácter bifuncional, de forma que el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta como material restaurador y al otro extremo a la dentina. Este adhesivo se comercializó como Cervidenete de la S:S:White. Los resultados clínicos a los tres años mostraron un 50% de fallos y más de la mitad de éstos tenían lugar en los primeros seis meses de tratamiento. Las causas se atribuyen a las pobres propiedades de humectancia, cristalizando postsecado, lo que reduce la superficie disponible para la unión con la resina compuesta ¹¹.

En 1978, se comercializa primer adhesivo dentinario a base de fosfatos, Clearfil Bond System de Kuraray, que contenía un monómero hidrófobo, el metacriloxietil-fenil-hidrógenofosfato, junto con un metacrilato hidrosoluble, HEMA(Hidroxietilmetacrilato) e incorporando activadores químicos, por lo que se presentó como un sistema de dos componentes. Su mecanismo de unión se basaba en la interacción entre los fosfatos y el calcio de la dentina y del esmalte sin grabar. La capacidad adhesiva todavía era pobre debido a la poca capacidad de humectar a la dentina, alrededor de 3 megapascales ¹².

En la década de los 80 tiene lugar una explosión de adhesivos dentinarios de diferentes composiciones químicas:

-Los fosfatos: la capacidad de unión se establece por la reacción entre el fosfato del adhesivo y el calcio de la estructura. El primer adhesivo en utilizar este concepto fue comercializado en 1983 denominado Scotchbond de 3M, un esterfosfato del Bis-GMA que se presentaba en dos componentes: la resina hidrofóbica formada por

Diclorofosfato de BisGMA al 57% y un 43% de TEG-DMA (Trietilglicidilmetacrilato) y pequeñas cantidades del iniciador de peróxido de benzoilo, y el otro componente líquido, constituido por un 98% de etanol, aceleradores y sulfocinato sódico de benceno. Al compararlo con adhesivos anteriores se había duplicado la adhesión a esmalte, se tenía la creencia que los grupos fosfatos podían crear una unión química a la dentina, gracias al smear layer siendo esto falso. Algunos de los adhesivos desarrollados a base de la molécula de fosfato en los años 80 son los siguientes ⁹:

- Bondlite (Kerr)
- Universal Bond (Caulk)
- Dentin Bonding agent (J&J)
- Synter Bond (Teledyne Getz)

Entre 1984-1989 la casa comercial Kuraray, crea un nuevo fosfato que contenía un grupo hidrofóbico largo (MDP- Metacriloxyetilhidrógeno fosfato) y un grupo hidrofílico con mayor humectancia (HEMA). Los resultados clínicos no eran mejores, los artículos reportan una longevidad impredecible pese a ser exitosa inicialmente, de modo que sin grabado ácido el 30% de las obturaciones cervicales fallaba y con el grabado ácido el 30% de las obturaciones cervicales fallaba y con el grabado se caen al año, alrededor del 10% ¹³.

-Los Oxalatos: desde 1965, principalmente trabajados en la década de los ochenta. Bowen y Cobb trabajaron con los mismos e introdujeron los sistemas de oxalatos. Estos autores describen un sistema de unión con una solución acuosa de oxalato férrico, que luego fue sustituido por oxalato de aluminio para evitar la tinción del diente.

El primer producto comercial fue el Tenure introducido por la casa Den-Mat en 1982, que era un sistema complejo de ocho pasos, que luego se simplificó. Estaba compuesto por un acondicionador a base de oxalato de aluminio al 3.5%, ácido nítrico al 2,5% y un 94% de agua, una solución A con NPG-GMA en acetona al 94% y una solución B que era un 10% de PM-DM. La literatura reporta un comportamiento inestable ¹⁴.

Los adhesivos dentinarios a base de fosfato y oxalatos suponen lo que algunos autores conocen como adhesivos de 1ª y 2ª generación.

-El sistema Gluma: en 1985, Munksgaard y Asmussen promueven un adhesivo dentinario que graba el esmalte con ácido fosfórico al 37%, graba la dentina con EDTA al 17%. Posteriormente se humecta la superficie del diente con glutaraldehído al 5% que reacciona con la dentina. Se produce después, una reacción de condensación con el HEMA al 35% y un 65% de agua junto con el glutaraldehído. El siguiente paso es colocar una resina fluida y fotopolimerizar. El GLUMA fue el adhesivo dentinario más vendido de 1985. Entre sus desventajas se encuentran que posee una corta vida de almacenamiento y forma polímeros de Glutaraldehído que suponen una barrera a la penetración del monómero en las fibras de colágeno ¹⁵.

El sistema Gluma es considerado un adhesivo de tercera generación.

El camino a descubrir los adhesivos de cuarta generación fue acompañado por el devenir investigativo. Uno de los descubrimientos más significativos fue la realizada por Nakabayashi en 1982 sobre la "Capa Híbrida" ¹⁶.

-*Los acuosos*: en la década de los 90, con la intención de utilizar adhesivos dentinarios más hidrofílicos, por seguir las características de la dentina, y así mejorar la capacidad de unión, aparecen los adhesivos dentinarios basados en primers acuosos. Estos constan de un acondicionador de dentina y esmalte (EDTA, Poliexidina y Ác. Nítrico), estos tienen la función de limpiar la interfase dental y usualmente retirar el smear layer. Casi siempre son lavados después de aplicar el acondicionador. También constan del “Primer Acuoso” propiamente dicho, que humedece la superficie de la dentina, incrementa la permeabilidad del barillo dentinario, proveen retención micromecánica y unión química. El adhesivo, como resina hidrofóbica sería el tercer elemento ¹⁶.

La capacidad de adhesión es alrededor de 10-12 megapascales. Estos adhesivos pertenecen a la 4ta generación.

El continuo avance de la ciencia ha permitido que la adhesión se desarrolle, los demás sistemas adhesivos serán descritos en los próximos capítulos de esta sustentación, es de suma importancia denotar como ha surgido la evolución de la adhesión para tener un precedente en cuanto a este tema.

REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 DENTINA

La palabra dentina fue aceptada oficialmente por la academia francesa en 1855. Es un tejido conjuntivo mineral que se desarrolla a partir de la papila y de la pulpa dental quedando mineralizada en su fase madura. La dentina es originaria del ectomesénquima y derivada del mesodermo ¹⁷.

“Es un cuerpo físico sólido, no cristalino, tubular, con una baja energía superficial”.
llamado sustancia ebúrnea o marfil constituye el eje estructural del diente, su espesor varía según la pieza dentaria en los caninos y molares es de 3 mm aproximadamente
17.

4.1.1 Dentinogénesis

La dentinogénesis es el proceso de formación de la dentina en el diente.

-Dentina Primaria : Se caracteriza porque es donde comienzan las primeras etapas de la dentinogénesis hasta llegar en contacto con su diente antagonista, es decir en oclusión. Es la primera en formarse con la función de delimitar la cámara pulpar ¹⁸.

-Dentina Secundaria: A esta dentina se la conoce como adventicia o fisiológica teniendo como característica principal el desarrollo secuencial de la dentina durante todo el proceso de formación tanto de la corona como de la raíz, desarrollándose lentamente a comparación de la dentina primaria. Esta dentina la podemos encontrar en dientes que aún no han desarrollado su erupción y evolución ¹⁸.

-Dentina terciaria: Es producida por los odontoblastos formándose internamente y cambiando la estructura de la cámara pulpar, tomando en cuenta los lugares donde encontramos estímulos nocivos y localizados como las caries o procedimientos operatorios con el fin de aislar la pulpa de la zona afectada ¹⁸.

La dentina terciaria se estudia en dos variantes:

-Dentina terciaria reaccional: Constituye un sustrato adhesivo débil ya que la producción de odontoblastos es rápida y desorganizada, su síntesis se da en respuesta a agresiones patológicas externas que no destruyen la barrera odontoblástica y tienen intensidad moderada por ejemplo caries, abrasiones, etc ¹⁹.

-Dentina terciaria reparativa: Se da por severas agresiones patológicas externas, que destruyen la barrera la barrera odontoblástica, como pueden ser caries, fracturas, abfracciones o calor generado por el instrumental rotatorio ¹⁹.

4.1.2 Propiedades Físicas

4.1.2.1 Color

Presenta un color blanco amarillento, pero puede variar de respuesta a otra y depende de los siguientes factores ²⁰ :

-Grado de mineralización: Los dientes temporales presentan un color blanco azulado debido a su menor grado de mineralización.

-Vitalidad pulpar: Los dientes sin vitalidad pulpar presentan un color grisáceo.

-Edad: Mientras más edad la dentina se vuelve más amarillenta.

-Pigmentos: Estos pueden ser endógenos, como en el caso de hemorragias pulpares o traumáticas dentoalveolares, que le dan un aspecto negruzco al diente; y exógenas debido a la presencia de obturaciones metálicas.

4.1.2.2. Translucidez

La dentina presenta menos translucidez que el esmalte debido a su menor grado de mineralización ²⁰.

4.1.2.3. Dureza

Presenta mucho menos dureza que el esmalte, debido a su grado de mineralización ²⁰.

4.1.2.4 . Radiopacidad

Presenta menor radiopacidad debido a su menor grado de mineralización, razón por la cual en las radiografías se diferencia un tanto más oscura que el esmalte ²⁰.

4.1.2.5. Elasticidad

Es su principal prioridad funcional, ya que amortigua las cargas ejercidas en la masticación, compensando la rigidez del esmalte. La elasticidad varía de acuerdo al porcentaje de agua y colágeno orgánico que contiene ²¹.

4.1.2.6. Permeabilidad:

Presenta mayor permeabilidad que el esmalte, gracias a la presencia de los túbulos dentinarios, que permiten la difusión de diferentes elementos. Esta propiedad depende de la longitud y diámetro del túbulo dentinario, y en la más importante en la clínica, al momento de utilizar sistemas adhesivos ²².

4.1.3 Composición Química

La dentina está compuesta por mineral inorgánico (70%), colágeno orgánico de hidroxiapatita (2%) y agua (12)%; La Dentina presenta una estructura variable, dependiendo de factores como la edad, tamaño y número de túbulos dentinarios, y la previa exposición a caries, estimulada por factores químicos o mecánicos ²³.

El mineral inorgánico comprende principalmente los cristales de hidroxiapatita, cuya longitud es menor que la del esmalte, 60 nm aproximadamente; además consta de cantidades muy pequeñas de carbonatos y sulfatos de calcio, y otros elementos como el flúor, hierro, cobre, entre otros ²³.

Morfológicamente está constituido por túbulos situados en una matriz mineralizada denominada dentina intertubular, los que poseen de cono invertido cuya base se dirige hacia la pulpa y el extremo menor hacia la unión amelodentinaria. Estructuralmente el tejido dentinario consta de zonas diferenciadas, la dentina intertubular y la dentina peritubular, las que varían según la profundidad y pueden ser modificadas por la edad o agentes externos ²³.

4.1.4 Función

El tejido dentinario es el encargado de la protección a la pulpa dentaria y del soporte elástico y resistente al esmalte y cemento. Transmite a la pulpa dentaria una información rápida y efectiva, de los estímulos térmicos, químicos y táctiles, a través de los receptores del plexo nervioso subodontoblástico ¹⁷.

4.1.5 Clasificación de Dentina

La dentina se clasifica de acuerdo con su estructura, localización, características de su matriz y las modificaciones que sufre el tejido a lo largo de su vida en respuesta a diferentes estímulos que influyen en este ²⁴.

4.1.5.1 Dentina Superficial

Esta es una dentina primaria, presenta túbulos sin proceso odontoblástico en una cantidad de 18.000 túbulos/ mm² , cada uno con un diámetro de 0.9um. La dentina intertubular presenta la máxima cantidad de hidroxapatita y de fibras colágenas, con mínima proporción de agua, que constituye un sustrato menos poroso, disminuye la permeabilidad por lo que existe menos humedad y más contenido de colágeno ²⁴.

4.1.5.2 Dentina Media

La dentina primaria presenta 25.000 túbulos/mm² con o sin proceso odontoblástico, con un diámetro de 1.5 a 1.8 um, lo que hace un sustrato adhesivo efectivo. La dentina intertubular presenta fibras colágenas, hidroxapatita y agua, en una cantidad media ²⁴.

4.1.5.3 Dentina Profunda

Es la dentina primaria o secundaria dependiendo de la edad del individuo la cual protege conjuntamente con la predentina a la pulpa dentaria. Presentan procesos odontoblasticos primarios que ocupan la luz de los túbulos, estos van de 66.000 a 90.000 túbulos/mm² alcanzando un diámetro de 3.2 a 4.6 um. Este es el sustrato

adhesivo más deficiente, ya que la disminución de dentina intertubular aumenta la cantidad relativa de agua ²⁴.

4.1.6 Estructura

4.1.6.1 Odontoblastos

Los odontoblastos son sustancia protoplasmática que se aloja en el interior de los innumerables conductillos, recubren la pared interna de la dentina y su célula madre se encuentra en la pulpa. Son células cilíndricas de 10 um de longitud y 7 um de ancho, tiene cantidad abundante de RER bien desarrollado y un gran aparato de Golgi , los procesos odontoblásticos en los conductillos están rodeados por colágeno mineralizable, en este predomina colágeno tipo I y existe algo del tipo V estando ausente el tipo III ²⁵.

4.1.6.2 Fibrillas de Tomes

Se denomina así en homenaje a quien lo estudió, es una prolongación citoplasmática del odontoblasto situada dentro de los conductillos dentinarios. Recibe estímulos, los cuales transmite a las células y éstas forman dentina terciaria o esclerótica ²⁵.

4.1.6.3 Túbulos Dentinarios

Los conductillos o túbulos dentinarios atraviesan desde el límite del esmalte o cemento hacia la pulpa, tienen una dirección en forma de S, alojan en su interior a la fibrilla de Tômes. El espacio entre la pared interna del túbulo y la fibrilla de Tomes, se conoce

como espacio periodontoblástico. Estos túbulos en la unión amelodentinaria conforman un sustrato imbricado e integrado ²⁶.

El diámetro promedio de los túbulos oscila entre 0,63 μm en la periferia y hasta 2,37 μm cerca de la pulpa. En un corte longitudinal el túbulo dentinario se va estrechando a medida que se acerca al límite amelodentinario. También la luz del túbulo puede disminuir con el pasar del tiempo, por agresiones químicas, físicas y microbianas ²⁶.

La dentina cerca a la pulpa, posee 65.000 túbulos por milímetro cuadrado. Lo que constituye un 22% de la superficie y a mitad de camino entre la pulpa y el esmalte la dentina posee 45.000/ mm^2 y en el límite amelodentinario, solo 20.000/ mm^2 . Esto se debe principalmente al aumento de la superficie dentinaria a medida que avanza hacia el esmalte ²⁶.

4.1.6.4 Predentina

Barrancos la denomina también como matriz colágeno que se encuentra dentro de la dentina sobre su pared pulpar, es una zona no calcificada, claramente visible al microscopio con un ancho de 15 μm , ubicada entre la capa de odontoblastos y la dentina ²⁷.

4.1.6.5 Sustrato estructural y adhesivo

4.1.6.5.1 Peritubular o Intratubular

Recubre al túbulo dentinario como una vaina, posee alto grado de calcificación. Este anillo hipomineralizado se caracteriza por su riqueza en cristales de hidroxiapatita y por

su carencia en fibras colágenas. Según Henostroza, mientras transcurre la edad aumenta su espesor por el depósito de minerales, ocasionando la disminución del diámetro interno de los túbulos. La dentina profunda no presenta dentina peritubular ²⁸.

4.1.6.5.2 Intertubular

Separa a los túbulos de sus vecinos, presenta menor grado de calcificación pero un contenido mayor de matriz orgánica, especialmente fibras colágenas, formada también por proteínas dentinogénicas que sostienen a los cristales de hidroxiapatita. Representa el 86% de la totalidad del tejido cerca de la unión amelodentinaria, y 18% en las inmediaciones de la pulpa dentaria. Posee tubulillos submicrónicos, que permiten el paso del líquido y fibras tubulares entre los túbulos vecinos, que forman anastomosis intratubulares ^{27,28}.

4.2 ADHESIÓN

4.2.1 Concepto

Adhesión término proveniente del latín “adhaerere” que significa pegarse a algo, describe la unión entre dos sustancias distintas. En odontología la adhesión comprende la unión entre los materiales dentales y la estructura dental ²⁸.

La Sociedad Americana de Materiales define la adhesión como una propiedad en la cual dos superficies de diferente naturaleza, se mantienen unidas gracias a fuerzas interpuestas entre sí ²⁹.

4.2.2 Objetivos de la Adhesión

Los objetivos principales de la adhesión son: brindar retención y estabilidad a los materiales restauradores independientemente de cual sea este o del sustrato a adherir. Resistir fuerzas mecánicas como es la oclusión y las ejercidas por la masticación. Resistir contracción por estrés absorbiendo las tensiones: el diente es como una raqueta de tenis y sufre deflexión, el conjunto adhesivo-material restaurador debe de ser capaz de comportarse con las mismas propiedades que un diente natural. Reducción de la sensibilidad postoperatoria: los adhesivos deben de ser capaces de sellar los túbulos dentinarios y mantener el entramado colágeno natural de la dentina

28,29

4.2.3 Tipos de Adhesión

4.2.3.1 Física

Es el principal tipo de adhesión y se logra cuando las dos superficies quedan trabadas entre sí, gracias a su morfología. Se puede lograr a nivel macroscópico o microscópico en base a la cantidad de irregularidades presentes en las superficies de contacto ³⁰.

Macro Mecánica: se obtiene mediante diseños cavitarios, obteniendo un anclaje o retención a la restauración que por lo general, carece de adhesión a los tejidos dentarios.

Micro Mecánica: Se denomina adhesión física propiamente dicha, y se produce cuando se coloca un material sobre una superficie, y este tiene la capacidad de adaptarse o humectar dicha superficie, gracias a la presencia de irregularidades superficiales, a nivel microscópico, de modo tal que pueda penetrar en dichas irregularidades, esta se da por dos efectos:

1.Efecto Geométrico: se refiere a las irregularidades superficiales presentes en la superficie a adherir, las mismas se producen por acción del fresado o por el grabado ácido ³¹.

2.Efecto Reológico: Se obtiene por acción de fraguado de un semisólido o semilíquido sobre una superficie en la cual, por cambios dimensionales de expansión o contracción, queda ajustada y adherida físicamente ³¹.

4.2.3.2 Química

Se obtiene por la reacción química generada entre dos superficies en contacto, la cual sella túbulos dentinarios, impidiendo la microfiltración y obteniendo una restauración fija al diente . En Odontología suele utilizarse el término adhesión para referirse a uniones mecánicas

microretentivas, sin existir ninguna interacción química entre los sustratos. Sin embargo, solo los mecanismos microscópicos y específicos pueden asegurar la integración estructural entre el diente y el material restaurador y conseguir así todos los objetivos esperados de una perfecta adhesión. Evitando el desprendimiento del material, consiguiendo un sellado marginal que evite filtración de sustancias y microorganismos y asegurando un comportamiento mecánico entre ambos sustratos como si se tratase de una unidad estructural ^{28,31}.

4.2.4 Factores que favorecen la adhesión

4.2.4.1 Dependientes del sustrato

-*Superficie limpia y seca*: el esmalte es fácil de limpiar y secar. La superficie dentinaria es donde se encuentran las dificultades debido a su naturaleza propia, el secado debe de hacerse con papel absorbente y no chorros de aire de la jeringa triple porque se

modificaría el equilibrio hídrico de los túbulos dentinarios, causando dolor postoperatorio.

-Superficie lisa vs rugosa: Para obtener adhesión física, se requiere una superficie rugosa para que en ella se trabe el adhesivo polimerizado. En cambio, para obtener una adhesión química, es preferible una superficie lisa en donde un adhesivo pueda fluir y adaptarse sin dificultad.

-*Con alta energía superficial:* Para lograr una íntegra adaptación de un biomaterial sobre la estructura dentaria, esta debe tener alta energía superficial. Mientras más alta esta energía mayor facilidad de atracción de los biomateriales y de sus sistemas adhesivos. Esto le permite a la pieza dentaria tener mejor impregnación del adhesivo, y consecuentemente, favorecer una óptima adhesión ³².

4.2.4.2 Dependientes del Adhesivo

-*Con baja tensión superficial:* mientras menor tensión, mejor capacidad de humectación del adhesivo a los tejidos dentinarios, logrando con ello un mejor contacto de las superficies, favoreciendo las uniones físicas y químicas ³³.

-Con alta humectancia: Mientras menos viscosidad presente el material, más humectancia posee, por lo que genera un mejor contacto, y favorece sus potenciales uniones físicas y químicas.

-*Con bajo ángulo de contacto:* el ángulo de contacto ideal debe acercarse a 0, puesto que mejora su capacidad de humectancia. Este ángulo se forma entre la superficie de una gota de líquido sobre la superficie del sólido, permitiendo evaluar la atracción entre

los dos. Un ángulo de contacto bajo cerca de 0 es lo ideal, puesto que mejora su capacidad de humectancia^{32,33}.

-Con alta estabilidad dimensional: después de su polimerización debe tener el mínimo cambio dimensional .

-Con alta resistencia mecánica química adhesiva: Que le permitan resistir las fuerzas de oclusión funcional y el medio oral .

-Biocompatibilidad: Debe ser biocompatible, con la estructura dentaria, tejidos intrabucales y el paciente en sí mismo.

4.3 SISTEMAS ADHESIVOS

4.3.1 Concepto

Un sistema adhesivo es el conjunto de materiales que nos permiten realizar todos los pasos de la adhesión, es decir, nos permiten preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión, también nos permiten la adhesión química y micromecánica al diente y por último se unen adecuadamente al material restaurador³⁴.

La adhesión no es una propiedad intrínseca de los sistemas adhesivos, sino la respuesta a un ensamblaje de cargas moleculares, que en Odontología se conocen como fuerzas de adhesión. Otra característica de la dentina es la formación del denominado barrillo dentinario en la superficie de la misma después de la preparación cavitaria, que ocluye los túbulos dentinarios y disminuye la permeabilidad de la dentina en un 86%. El barrillo dentinario ha sido definido como cualquier resto producido por un tallado o preparación cavitaria de la dentina. Es poroso y está atravesado por canales

submicrónicos que permiten el paso del fluido dentinario por ellos. Se ha comprobado que se deben desobstruir esos túbulos para poder infiltrar el adhesivo creando la denominada capa híbrida ³⁴.

4.3.2 Composición de los sistemas adhesivos

4.3.2.1 Agente Grabador

Los más comúnmente utilizados son ácidos fuertes como el ortofosfórico al 37%, utilizado para grabado total o selectivo dependiendo el sistema adhesivo. También se utilizan ácidos débiles como el cítrico y maleico. Por último existen resinas ácidas (Pheni-P y MOP) que actúan como agentes grabadores en los adhesivos autograbantes actuales ²².

4.3.2.2 Resinas Hidrofílicas

Son las encargadas de impregnar la capa híbrida y formar los “tags” de resina, aprovechando la humedad de la dentina. Son resinas como PENTA, HEMA, BPOM, TEGOMA, GPOM o 4-META ³⁵.

4.3.2.3 Resinas Hidrofóbicas

Son poco compatibles con el agua y su función en los sistemas adhesivos es doble, por un lado, consiguen una buena unión a la resina compuesta que también es hidrofóbica, y por el otro consiguen un grosor suficiente de la capa adhesiva en la interfase dentina-resina, para poder soportar el estrés masticatorio que va a ser

sometida, ya que suelen ser más densos que las resinas hidrofílicas. Está compuesta por resina Bis-GMA y/o uretano dimetacrilato ³⁵.

-Activadores: Son los encargados de desencadenar la reacción de polimerización. Existen dos tipos: los foactivadores que son las canforoquinonas o el PPD y los quimoactivadores como el complejo Aminoperóxido. En los adhesivos de polimerización dual se encuentran asociados ambos tipos de activadores ³⁵.

-Relleno Inorgánico: Este componente no aparece en todos los adhesivos pero en los que lo hace pretende reforzar a través del nanorelleno la resina y conseguir así un adhesivo con propiedades mecánicas mejoradas. Con este tipo de adhesivos es más fácil conseguir un adecuado grosor de capa pues son menos fluidos ³⁶.

-Solventes: Las resinas están disueltas en un transportador que les facilite su difusión por el entramado de colágeno. Los más utilizados son : agua, alcohol etílico y acetona, los primeros dos son solventes hidrofílicos y el último es un solvente hidrofóbico. Es de carácter imperativo conocer la manipulación de los sistemas adhesivos especialmente los que están compuestos por solventes a base de etanol y acetona , si el bote de adhesivo se deja abierto estos se evaporan con facilidad y la proporción resina-solvente se altera y con esto las propiedades del producto ³⁷.

4.3.3 Clasificación de los Adhesivos

4.3.3.1 Clasificación por Generación

El concepto de generación fue usado debido a la complejidad de los agentes adhesivos. La odontología adhesiva inició en 1955 por Buonocore. Cada generación ha

intentado reducir el número de botellas que se involucran en el proceso, para disminuir los pasos y consigo simplificar el proceso.

-Primera Generación: fueron los primeros sistemas adhesivos en el mercado lanzados en el 1956 por Buonocore. Este demostró que el NPG-GMA provocaba adhesión en dentina grabada. En general esta generación obtuvo pobres resultados adhesivos de 1-3 MPa ³⁸.

-Segunda Generación: A mediados de 1970 aparecieron adhesivos de segunda generación tratando de superar las características de los adhesivos de primera generación. Esta generación no muestra una adhesión química significativa entre el adhesivo y la estructura dentaria; intentaron utilizar el barrillo dentinario como superficie de unión mediante una reacción iónica. Los monómeros característicos de estos adhesivos son el NPG-GMA. Los adhesivos segunda generación presentan bajas fuerzas de adhesión entre los 4 -6 MPa ^{38, 39}.

-Tercera Generación: Aparecieron en la década de 1980, introducen el sistema de dos componentes primer y adhesivo. Compuestos de resinas hidrofóbicas y su agente acondicionador Hidroxietilmetacrilato (HEMA) ²¹ logrando niveles de adhesión cercanos a los 10 MPa. Dentro de su composición presentaban un grupo ácido que reacciona con iones calcio y un grupo metacrilato que copolimerizaba con las resinas sin relleno. El acondicionamiento producía una modificación en el barrillo dentinario para mejorar sus propiedades y eliminación de este sin alterar el material que obturaba los túbulos dentinarios, tratando de generar una unión micromecánica en vez de química ³⁸.

-Cuarta Generación: A partir de 1990, aparecen los primeros sistemas en completar la eliminación total del smear layer. Esta generación se caracteriza por la incorporación de un agente promotor de la adhesión denominado primer y es considerada el Gold-Standard en adhesión. El proceso de hibridación en la interfaz diente- resina, intenta generar la eliminación total de barrillo dentinario y obstáculos de barrillo, además producir prolongaciones de resina en los túbulos dentinarios que contribuyen a la retención de la resina ⁴⁰.

Componentes: - Ácido: cuya función es preparar el substrato para la adhesión. - Primer: que es la solución hidrofílica compatible con la dentina húmeda y que posee solventes en su composición. - Adhesivo: parte hidrofóbica, compatible con la resina compuesta.

Este sistema es muy sensible a la técnica y requiere una técnica exacta desde la técnica de grabado ácido a esmalte y dentina, seguido de dos o más componentes en esmalte y dentina. Cuando es usado correctamente tiene muy buenos resultados a largo plazo y es el sistema más versátil , puede ser utilizado prácticamente para cualquier protocolo adhesivo (directo, indirecto, dual, auto-curable y foto-curable). Este sistema sigue siendo el estándar y por el cual los otros sistemas son juzgados ⁴⁰.

-Quinta Generación: A mediados de 1990 aparecen los adhesivos de quinta generación con una efectividad semejante a los de cuarta generación. El objetivo de los adhesivos de esta generación es reducir el número de pasos de la técnica de aplicación y por tanto simplificar la técnica. Para ello reducen los envases a dos, el primero corresponde al ácido grabador y el segundo una mezcla de acondicionador y adhesivo, compuesto

por una solución de agua, etanol, HEMA, BisGMA, dimetacrilatos, copolímero funcional de metacrilato de ácido poli-acrílico y poli-itacónico ⁴¹.

Características: Estos adhesivos presentan un éxito clínico por la disminución de pasos clínicos. Están formados por el agente imprimante y adhesivo en una misma botella, requieren un paso previo que corresponde al grabado ácido. - Generan una compleja combinación de retención micro mecánica.

Varios estudios de larga data explican que estos adhesivos consiguen un índice de adhesión alto. Además, se resalta que estos adhesivos son más dados a hidrólisis que la 4ta generación, Su índice de adhesión a dentina es de 3-25 MPa.

-*Sexta Generación*: Surgen en 1999, se caracterizan por haber unido en un solo compuesto la triada acondicionador, primer y agente adhesivo; esta unión únicamente se produce en el momento de su aplicación debido a que se presentan en blisters, en dos frascos o un frasco cuyo contenido debe ser mezclado con el iniciador que ha sido impregnado en torundas de esponja ⁴².

Corresponden a adhesivos autograbantes, poseen en su composición un ácido débil como el ácido poliacrílico al 10%

Con estos adhesivos se necesitan dos pasos y dos capas, la primera capa sirve como ácido y la segunda como adhesivo.

Al incrementar la concentración de monómeros ácidos en el primer se crea un sistema autoadhesivo.

-Séptima Generación: Los llamados sistemas 'todo en uno' ingresaron al mercado a finales del 2002 ⁴³.

A diferencia de los adhesivos de sexta generación prescinden de mezcla; los tres componentes acondicionador, primer y agente adhesivo se encuentran en un solo frasco, requiriendo únicamente foto polimerización. Se colocan directamente sobre la cavidad preparada y seca. La acidez de este producto produce la disolución del barrillo dentinario, la descalcificación de la capa más superficial de la dentina y la imprimación de las fibras de colágeno; finalmente los monómeros resinosos presentes producen la impregnación o infiltración de la resina, todo en un solo paso. Entre otras ventajas de esta generación están la desmineralización e infiltración de resina simultáneamente, permiten controlar la evaporación del solvente manteniendo estable la composición del adhesivo, adecuada interacción monómero- colágeno, menos crítico el control de la humedad dentinaria y disminuye tanto el tiempo operatorio como la posible sensibilidad post-operatoria.

-Octava Generación: En 2010 Voco América introdujo el Futurabond DC conteniendo partículas nano como relleno. La partícula tiene un tamaño de 12 nm aumentando la penetración del monómero resinoso y el grosor de la capa híbrida ⁴⁴.

4.3.3.2 Clasificación por mecanismo adhesivo

Carvalho et al., en el año 2004 propuso una clasificación basada en la estrategia de adhesión en la cual existen tres mecanismos de adhesión , siendo esta la clasificación utilizada en los sistemas adhesivos modernos:

-Sistemas de Grabado y Lavado

Los sistemas de grabado y lavado son los más antiguos del sistema multi-generacional se dividen en tres y dos pasos. Los sistemas adhesivos de tres pasos, de grabado total, fueron introducidos en los años 1990. Estos involucran el primer paso de grabado ácido tanto en esmalte como dentina seguido de un lavado , este paso es el responsable de la remoción del barrillo dentinario. En esmalte el grabado ácido crea macro y micro porosidades que posteriormente son penetradas por el adhesivo. Es otra historia a la hora de hablar de adhesión a dentina debido a su composición intrínseca , siendo este sistema de alta susceptibilidad a la técnica. Al mismo tiempo, el grabado ácido en dentina promueve la desmineralización de 3 a 5 μm , exponiendo fibrillas colágenas con gran contenido de hidroxiapatita ³⁵. El siguiente paso consiste en la aplicación de un primer que contiene monómeros específicos con propiedades hidrofílicas, como el HEMA, disueltos en solventes orgánicos como agua, alcohol o acetona. La principal función del primer es humedecer la superficie de la malla colágena y desplazar el agua a lo profundo de la superficie dentinaria desmineralizada ⁴⁵.

En el paso adhesivo se aplica una resina adhesiva libre de solvente sobre la superficie preparada, llevando a la penetración de monómeros hidrofóbicos, no solo en los espacios interfibrilares de la malla colágena, sino también en los túbulos dentinarios.

Una de las ventajas de los sistemas de tres pasos clínicos es su capacidad de obtener una resistencia de adhesión adecuada a esmalte y dentina. Sin embargo, estos sistemas poseen el inconveniente de que su técnica es muy sensible debido al número de pasos clínicos necesarios para su aplicación y al riesgo de sobrehumedecer o resecar la dentina durante el lavado y secado tras la aplicación del ácido grabador.

Estos adhesivos han logrado valores de resistencia de unión de aproximadamente 31 MPa ⁴⁶.

-Sistemas Adhesivos de Autograbado

Estos adhesivos fueron introducidos para controlar la sensibilidad a la humedad de los adhesivos de grabado ácido, simplificando los pasos clínicos y reduciendo su tiempo de aplicación clínica. Se los puede clasificar de acuerdo al número de pasos: adhesivos de dos pasos o de un paso. En su composición se destaca la presencia de ácidos débiles y monómeros acídicos que actúan grabando el sustrato dental e impregnándose en él, por lo que se incorpora la hidroxiapatita disuelta y el barrillo dentinario a la capa híbrida.

Adhesivos de dos pasos: El primer paso incluye monómeros hidrofílicos acídicos que graban e imprimen la red colágena expuesta. El segundo paso incluye resina adhesiva hidrofóbica, la cual hace la interfase más hidrofóbica y la sella promoviendo una adhesión más efectiva ⁴⁷.

Adhesivos de un paso: En estos adhesivos, el ácido, primer y agente resinoso se encuentra en un mismo frasco. Este contiene agua como solvente, que es esencial para la ionización de los monómeros acídicos, sin embargo, su incompleta evaporación causa una incompleta polimerización de la resina.

Estos sistemas necesitan que se aplique una técnica de adhesión húmeda al no realizarse el paso de imprimación de forma independiente. El tejido debe mantenerse húmedo para evitar que, en el caso de la dentina, el colágeno desmineralizado se colapse impidiendo la infiltración incompleta del adhesivo.

Pese a sus ventajas como la simplificación de los pasos clínicos, disminución de la sensibilidad post operatoria, desmineralización de la dentina e infiltración simultánea de la resina y disminución del tiempo de trabajo; los resultados de estudios, en cuanto a resistencia adhesiva y microfiltración no son los mejores, y ponen en duda su utilización debido a su inestabilidad en el tiempo ^{47,48}.

Adhesivos Universales

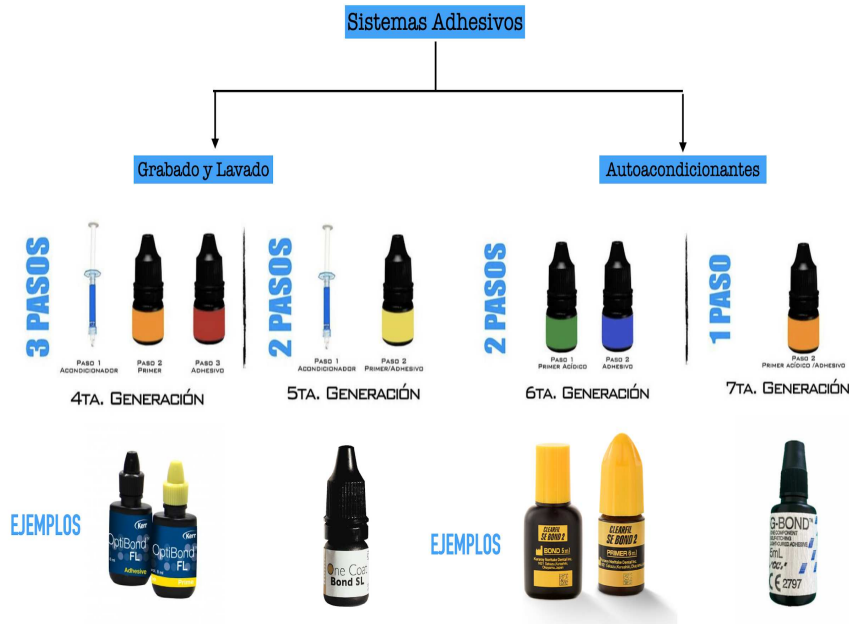
Conocidos como adhesivos multimodo o multipropósito debido a que pueden ser utilizados en grabado total, autograbado o grabado selectivo, tanto en dentina como en esmalte. Difieren de los adhesivos autograbadores por la incorporación de monómeros que son capaces de producir una unión química y micromecánica a los sustratos dentarios; estos monómeros fosfatos y/o carboxilatos tienen la función de unirse iónicamente al calcio encontrado en la hidroxiapatita, lo que puede influenciar su efectividad adhesiva ⁴⁹.

La matriz de los adhesivos universales está basada en la combinación de monómeros hidrofílicos, hidrofóbicos y de naturaleza intermedia (bisGMA); esta combinación de propiedades permite a los adhesivos universales crear un puente de unión entre el substratodentario hidrofílico y el material restaurador hidrofóbico, bajo una variedad de condiciones de la superficie .

Los adhesivos universales pueden ser utilizados en restauraciones directas e indirectas, y son compatibles con los cementos resinosos de auto curado, fotocurado y curado dual. Algunos adhesivos universales consisten de 2 botellas o requieren del uso

adicional de un activador, con el fin de obtener una unión óptima a la porcelana o zirconio ⁵⁰.

Figura 1. Clasificación de los sistemas adhesivos por pasos



Fuente: Propia de la Investigación

4.4 FALLOS ADHESIVOS ENTRE DENTINA Y MATERIAL ADHESIVO

La dentina ha sido y sigue siendo un reto para la adhesión. El aislamiento incorrecto impedirá una correcta adhesión por la contaminación de saliva y sangre. Algunos adhesivos actuales que son fundamentales hidrofílicos parece que no son tan sensibles a la contaminación con saliva, pero es importante mencionar que la saliva tiene proteínas y que estas nos van a alterar la energía superficial de la dentina ⁵¹.

En un estudio de Kanashima y Col se observan las repercusiones de la contaminación con sangre en la resistencia adhesiva y se encontró que en la etapa del grabado no existen repercusiones importantes pues podemos volver a lavar, pero después de colocar el primer la resistencia disminuye de una manera significativa. Cuando la contaminación se produce entre las distintas capas de composite las repercusiones pueden ser muy negativas por la eliminación de la capa inhibida y por las tinciones ⁵¹.

4.4.1 Acondicionamiento incorrecto de la superficie dentaria:

Según estudio, la técnica de grabado total que elimina el barrillo dentinario es más eficaz para aumentar y mejorar la adhesión. Es de suma importancia seguir un sistema adhesivo actualizado con estudios serios de funcionamiento correcto y manejarlo correctamente, según el fabricante. La eliminación del barrillo con el ácido nos deja una superficie dentinaria con los túbulos abiertos y el entramado de fibras de colágeno expuestas ⁵².

4.4.2 Falta de formación de la capa híbrida o formación inadecuada de la misma

En la actualidad la formación de la capa híbrida, descrita por Nakabayashi en 1982, parece ser esencial para la adhesión dentinaria. El adhesivo debe ser capaz de penetrar a través de ese entramado de fibras de colágeno ocupando todo el espesor de la dentina desmineralizada formando un entramado tridimensional, para que la durabilidad de la adhesión sea grande ⁵².

Nakabayashi establece que, la dentina desmineralizada debe ser de aproximadamente 1-2 micras para que se produzca la perfecta difusión del adhesivo Nakajima y col.

encontraron que en dentina afectada de caries la capa híbrida que se forma es más densa que en dentina normal quizás por la más alta desmineralización pero las fuerzas traccionales que se encontraron con distintos adhesivos eran menores que en dentina libre de caries ⁵³.

4.4.3 Falta de niveles de humedad óptimos

Para que las fibras de colágeno se muestren receptivas, sueltas para recibir al material adhesivo es necesario que la dentina permanezca suficientemente húmeda, de lo contrario el colágeno se encuentra colapsado en su superficie y no se forma la capa híbrida. El problema es saber el grado de humedad óptimo. Se aconseja secar con papel secante, con algodón y con la jeringa de aire a distancia con mucho cuidado, pero verdaderamente es difícil. Si dejamos agua en exceso podemos estar abocados al fracaso en la adhesión. Si dejamos agua en exceso se forman vesículas acuosas entre el adhesivo y la dentina o entre el primer y la resina hidrofóbica y esto nos proporcionará fallos a este nivel. Estas vesículas se denominan zonas hidroides y aparecen como zonas no densas al MET ⁵³.

4.4.4 Fallos en el Solvente

Fundamentalmente los adhesivos van a vehiculizarse mediante acetona, alcohol y agua o mezclas de ellos. Rodríguez et al..., establecen que el solvente de acetona funciona bien con la técnica húmeda, el de alcohol funciona bien en húmeda y seca y el agua funciona bien en la técnica seca ⁵⁴.

Con los adhesivos de alcohol y de acetona hemos de tener cuidado de no dejar los botes abiertos tras su uso pues se evaporan con gran facilidad y podría suceder que al cabo de unos cuantos usos nos fracasara la adhesión, porque la composición de estos ya sea completamente diferente a la correcta ⁵⁴.

4.4.5 Fallos en la correcta colocación del adhesivo

El adhesivo se ha de colocar con delicadeza en el esmalte pues los prismas están descalcificados y podrían desprenderse ⁵⁵.

En cambio en la dentina hemos de realizar movimientos de frotamiento para permitir la interdifusión del adhesivo. Además los monómeros de esta manera parecen que son aspirados e incorporados al entramado de colágeno para formar la capa híbrida. Esta técnica produce al microscopio una imagen que se ha denominado “alfombra de lana”(shag carpet) porque el colágeno aparece verticalizado y entrelazado .Es importante colocar una capa uniforme y de cierto espesor, para que amortigüe las tensiones provocadas por el composite y por la masticación ⁵⁶.

Es muy importante que el adhesivo tenga espesor de capa para amortiguar tensiones, pues los fabricantes han sacado al mercado adhesivos con microrrelleno o nanorelleno que nos van a proporcionar dicho espesor, pero son más viscosos y esto podría impedir el paso del adhesivo al interior de la capa híbrida y al interior del túbulo dentinario. Los fabricantes dicen que no, pues están hechos con nanopartículas que permiten la perfecta difusión. Esto va a reducir la contracción de polimerización y parece ser que la microfiltración .

4.4.6 Polimerización incorrecta

La literatura recomienda polimerizar correctamente durante 40 segundos, pues de no ser así se produciría la desadaptación entre el adhesivo y la dentina .

Es importante reseñar que las lámparas de plasma solo cubren las longitudes de onda entre 445 y 495 nm. mientras que las lámparas halógenas convencionales cubren 400 y 600 nm. cubriendo todo el espectro de las canforoquinonas o de otros iniciadores de los adhesivos fotopolimerizables . Las consecuencias de los fallos a este nivel van a ser la microfiltración y por tanto la caries recurrente y el fracaso final de nuestras restauraciones adhesivas ⁵⁶ .

5.HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

5.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (H1)

Comprobar que los sistemas adhesivos de grabado y lavado tienen mayor fuerza de adhesión a dentina y proporcionan mayor longevidad al seguir los protocolos en comparación con los sistemas adhesivos autograbantes.

5.2 HIPÓTESIS NULA (H0)

Comprobar que los sistemas adhesivos de grabado y lavado tienen menor fuerza de adhesión a dentina y proporcionan menor longevidad al seguir los protocolos en comparación con los sistemas adhesivos autograbantes.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 TIPO DE ESTUDIO

6.1.1 Estudio retrospectivo: En esta revisión se adjuntó toda la información relevante sobre los adhesivos de grabado y lavado y de autograbado, a partir de datos publicados en artículos científicos.

6.1.2 Estudio transversal: Los artículos científicos escogidos cumplen un lapso de tiempo determinado por los investigadores evitando caer en lo redundante u obsoleto.

6.1.3 Estudio descriptivo: Este estudio fue de tipo comparativo determinando los niveles de adhesión entre los sistemas de grabado y lavado y autograbante. La información recopilada permitió desarrollar la revisión sistemática basada en los objetivos de estudio previamente expresados en el proceso.

Estudio Comparativo

6.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

6.2.1 Criterios de Inclusión

El diseño de los artículos se orientó en: estudios in vitro e in vivo, revisiones sistemáticas, revisiones de literatura y meta-análisis, con publicaciones desde un rango del año 2004-2020. Estos artículos son de acceso abierto , o solicitud directa a los autores.

Artículos con información relevante y confirmada sobre adhesión a dentina. Artículos comparativos entre los sistemas adhesivos estudiados. Artículos con información

relevante y confirmada sobre los fracasos en adhesión a dentina. Artículos en español, inglés y portugués provenientes de revistas científicas, investigaciones, artículos científicos, revisiones bibliográficas y libros.

6.2.2 Criterios de exclusión

Artículos que no se encuentren en una revista indexada.

Tengan un enfoque distinto al tema a tratar.

Ausencia de resumen.

Rango del tiempo

6.3 VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

6.3.1 Variable Independiente

Al elegir un sistema adhesivo adecuado en dentina

6.3.2 Variable Dependiente

los niveles de adhesión y longevidad

6.4 METODOLOGÍA

6.4.1 Estrategia de búsqueda

La investigación fue en función de una revisión sistémica, enfocada en la recolección de datos por medio de un reconocimiento ordenado de la literatura, encaminada en la información de la base de páginas científicas como Pubmed, Google Académico,

LILACS, Elsevier, Scielo, entre otras. Los artículos fueron seleccionados según los criterios de inclusión y exclusión, y a su vez se buscaban artículos de alto impacto y autores con alto número de citas.

6.4.2 Métodos, procedimientos y población

En el proceso de búsqueda se consideraron bases de datos científicas de prestigio académico como: Pubmed, Google Académico, LILACS, Elsevier, Scielo, Medigraphic y Cochrane cuyas publicaciones se segmentaron en el período comprendido entre los años 2004-2020.

Los resultados de búsqueda de forma inicial mostraron un acervo de 13,700 artículos, luego de aplicar los criterios de inclusión, exclusión, palabras clave se redujeron a 280 artículos. En base a la pertinencia del tema y las variables dependiente e independiente se redujo la cantidad a 108 artículos los cuales se mantuvo únicamente aquellos que referían a: adhesión a dentina, niveles de adhesión a dentina utilizando sistemas de grabado y lavado, niveles de adhesión a dentina utilizando sistemas de autograbado, fallos entre material adhesivo y dentina, propiedades de la dentina y beneficios clínicos de cada uno de los adhesivos descritos. Con estos criterios se determinaron 60 artículos.

6.4.3 Selección de palabras clave o descriptores

Se aplicaron los términos de búsqueda: adhesivos, dentina, self etch, etch and rinse, shear bond strength...

Tabla 1. Criterios de selección para la búsqueda bibliográfica

FUENTE	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA
Google Scholar	Adhesivos Dentina Smear Layer
PubMed	Self Etch Etch and rinse Grabado ácido Dental materials
Elsevier	Fracasos de Adhesión Contaminantes Dental bonding Adhesives Shear Bond Strength
Scielo	Adhesive Dentine Technique Resistencia Adhesiva

Fuente: Propia de la investigación

En la presente revisión bibliográfica, la muestra fue intencional no probabilística que se enfocó en los métodos deductivos e inductivos. Los mismos estuvieron en función del análisis, búsqueda, interpretación y asimilación de artículos científicos odontológicos con bases de datos científicas en el período de los años 2004-2020, basándose en las variables de estudio de forma sistémica independiente (los sistemas adhesivos) y dependiente (niveles de adhesión y longevidad).

7. RESULTADOS

Los datos fueron recolectados de los artículos previamente seleccionados bajo el rigor metodológico. Estos fueron agrupados por estudio y tipo de sistema adhesivo. En la tabla 1 se observa un análisis estadístico descriptivo lo que permite tener una aproximación de cada uno de los datos estudiados, a su vez en el gráfico 2 se simplifican los datos para así obtener datos compactados y uniformes.

Tabla 2. Revisión de los Niveles de Adhesión en Megapascales (Mpa) extraídos de la literatura

Autores	Número de Pasos	Sistema Adhesivos	Niveles de Adhesión (Mpa)
Sofan,et al... ⁸	3	Grabado y Lavado	25
	2	Grabado y Lavado	25
	2	Autograbado	20
	1	Autograbado	25
Hamouda & Shehata ³⁸	2	Grabado y Lavado	19

	1	Autograbado	16
Mazura, et al... ³⁹	3	Grabado y Lavado	34
	3	Grabado y Lavado	26
	2	Grabado y Lavado	28
	2	Grabado y Lavado	33
	2	Grabado y Lavado	16
	2	Grabado y Lavado	21
	2	Grabado y Lavado	29
	2	Autograbado	36
	2	Autograbado	28

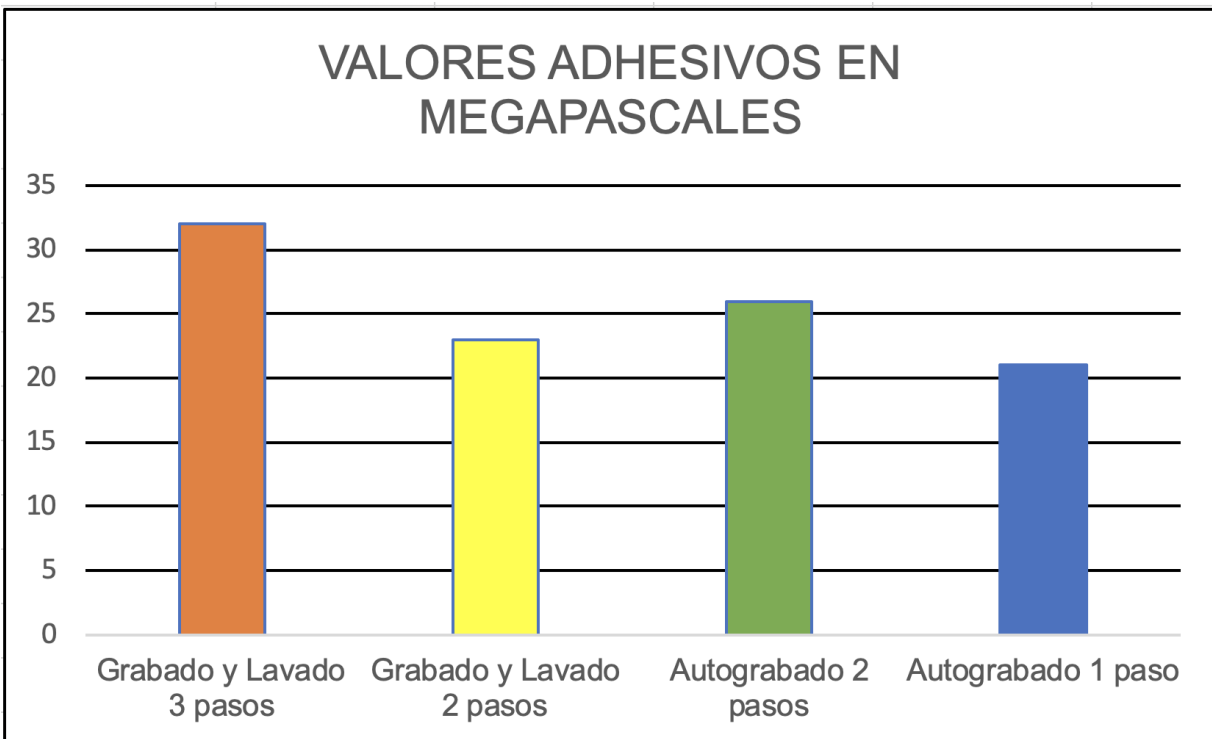
	1	Autograbado	31
Vargas , et al... ³⁶	3	Grabado y Lavado	30
	2	Grabado y Lavado	17
	2	Autograbado	27
	1	Autograbado	11
Loguercio & Reis ⁵⁷	2	Autograbado	25
	3	Grabado y Lavado	44
Taschner, et al... ⁵⁸	1	Autograbado	27

	1	Autograbado	18
Knobloch, et al... ⁵⁹	2	Autograbado	23
	2	Autograbado	21
	1	Autograbado	20
	1	Autograbado	18
	2	Autograbado	25
Nima Bermejo ⁶⁰	3	Grabado y Lavado	30
	3	Grabado y Lavado	41

	3	Grabado y Lavado	23
--	----------	-------------------------	-----------

Fuente: Autores citados de la literatura.

Gráfico 1. Resumen de los Valores Adhesivos medidos en Megapascuales (Mpa).



Fuente: Propia de la investigación

8. DISCUSIÓN

Esta revisión sistemática pone de manifiesto que el protocolo adhesivo a dentina debe ser mejorado, especialmente en las últimas generaciones. Siempre que existe un último producto en múltiples ocasiones se piensa que este es mucho mejor y superior al antiguo. Este estudio resalta que no siempre es así.

Con los resultados de este estudio, podemos determinar que los sistemas adhesivos de última generación, no siempre son los más efectivos dependiendo el escenario clínico en el cual sea puesto a prueba . Es de considerar que estos tuvieron un gran avance tanto en la manipulación, tiempo operatorio y pasos, pero los sistemas adhesivos de grabado y lavado de tres pasos obtuvieron un rendimiento mucho mayor que los de última generación.

Al analizar la composición de la dentina, se denota que está compuesta por una estructura variable, dependiendo de factores como edad, tamaño, número de túbulos dentinarios, y si se trata de una dentina expuesta a caries previamente. Todos estos factores deben ser analizados previamente a la hora de elegir un adhesivo y hacen a la dentina un sustrato difícil de adherir.

Aldaz ⁴⁷ refiere que los adhesivos de grabado y lavado, a pesar de su gran nivel de adhesión, suelen provocar sensibilidad post operatoria en los pacientes cuando la técnica no es correctamente aplicada. Por esta razón estos sistemas son muy sensibles a la técnica y si no se aplican los pasos como el fabricante indica , su calidad puede verse vulnerada. Călinoiu et al ⁴⁰ corrobora que este sistema es muy sensible a la técnica y requiere de su uso estricto. Cuando es usado correctamente, tiene muy

buenos resultados a largo plazo, y es el sistema más versátil, pudiendo ser utilizado prácticamente para cualquier protocolo adhesivo.

Al contrastar los sistemas adhesivos mencionados anteriormente con los autograbantes Altamiro ⁴⁸ destaca la simplificación de los pasos clínicos, disminución de la sensibilidad post operatoria , desmineralización de la dentina, e infiltración simultánea de la resina. Los resultados de sus estudios en cuanto a resistencia adhesiva y microfiltración no son los mejores, poniendo en duda su utilización debido a su inestabilidad en el tiempo.

Los estudios de Perdigao ⁴⁵ demuestran resultados prometedores en cuanto a la utilización de sistemas autograbantes en las pruebas de unión a esmalte y no tan buenos a la dentina. Al parecer la aplicación de varias capas , mejora considerablemente sus propiedades. Sin embargo respecto a las pruebas de filtración marginal, varios estudios encuentran un mayor grado de filtración en los márgenes situados sobre la dentina.

La técnica de grabado y lavado se divide en tres pasos y dos pasos: en ambas se implementa la técnica de grabado total con ácido fosfórico 35-37% para eliminar el barrillo dentinario y preparar los túbulos dentinarios para la recepción de un primer hidrofílico que facilita la imprimación de monómeros hidrofóbicos en la dentina descalcificada, manteniendo la red colágena abierta y permitiendo la recepción de un agente adhesivo compatible con la resina compuesta. Estas dos variantes se diferencian en que la de dos pasos lleva integrado el primer y el adhesivo en una sola botella. En disparidad se encuentran los sistemas autograbantes, estos sistemas están

constituidos de monómeros acídicos polimerizables sin ningún paso intermedio y que actúan en un paso o dos como acondicionadores, imprimadores y resina adhesiva.

Garcilazo-Gómez et al ³³ resalta que los sistemas adhesivos autograbantes, pueden causar excesiva desmineralización de la dentina, lo que puede aumentar el espesor de la capa híbrida con una subsecuente falta de completa penetración de la resina adhesiva y que se traduce en valores bajos de adhesión. O bien, que no exista interacción del imprimador en la superficie del sustrato dentinario y que la capa híbrida sea muy delgada y frágil, o en otras ocasiones que no se forme y por lo tanto no exista un mecanismo de adhesión. La humedad en estos sistemas adhesivos es todavía un problema latente en la configuración de una capa de adhesivo.

Este estudio arrojó que los sistemas adhesivos de grabado y lavado tienen valores más altos de adhesión a dentina, especialmente los de tres pasos. Se observa una diferencia promedio de 10 MPa entre los sistemas adhesivos. Esto deja en evidencia la deficiente adhesión que existe en los sistemas adhesivos autograbantes en la dentina. Además se logra contemplar que los adhesivos de autograbantes de 2 pasos obtienen mejores resultados que los de un paso. Vargas et al ³⁶ mencionan que la razón de esto es la utilización del grabado ácido, estos disertan que siempre se debe de grabar en esmalte al menos 20 segundos y en dentina al menos 10 segundos.

En una perspectiva para el futuro de los sistemas adhesivos, se vislumbra un horizonte prometedor con el desarrollo de los biomateriales, que presenten una adhesión más perdurable a estructura dental con la idea de la formación de una estructura híbrida

más estable que selle la interfase diente-material restaurador y que inhiba completamente la microfiltración, trayendo consigo mayor tasa de éxito.

9. CONCLUSIONES

I. Los sistemas adhesivos de grabado y lavado vienen en dos presentaciones: 3 pasos y 2 pasos. Ambos utilizan el ácido fosfórico 35-37% como agente grabador, un primer hidrofílico y un agente adhesivo hidrofóbico, siendo este más compatible con la dentina. Los sistemas autograbantes pueden ser de dos pasos o de un solo paso. En ambos el un primer ácido y el agente adhesivo se encuentran en un mismo frasco, este ha demostrado valores adhesivos menores a dentina.

II. La dentina es un sustrato impredecible pudiendo generar fallos en la interfaz dentina-material restaurador. Los fallos son muy variables y van desde no utilizar aislamiento absoluto, no conocer el protocolo adhesivo recomendado por el fabricante, resecar la dentina, frotado ineficiente, la no volatilización de los solventes y una mala polimerización

III. La dentina es un sustrato variable con humedad y un entramado de túbulos que deben ser desmineralizados para su posterior imprimado y adherido. Este sustrato es impredecible y los protocolos todavía se encuentran en constante evolución.

IV. Los sistemas de grabado y lavado de tres pasos son sensibles a la técnica aplicada por el operador pero son los recomendados para hacer adhesión la dentina más predecible

V. En función de los resultados se afirma que existe diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de adhesión de los sistemas de grabado y lavado y autograbantes. Pudiendo denotar mejores resultados de adhesión a dentina con los sistemas de tres pasos de grabado y lavado, observando un promedio de adhesión mayor a 30 Mpa.

10. RECOMENDACIONES

- Leer las instrucciones del fabricante antes de utilizar cualquier sistema adhesivo.
- El uso de aislamiento absoluto es muy superior al aislamiento relativo durante la aplicación de los sistemas adhesivos.
- Utilizar ácido fosfórico con alta tixotropía.
- Emplear solución antiséptica como la clorhexidina al 2% para inhibir las metaloproteinasas.
- No utilizar jeringa triple para secar la dentina. Emplear papel absorbente.
- Aplicar Sistemas adhesivos de grabado y lavado. Cerciorándose de frotar bien durante 15-30 segundos.
- Volatilizar de 15 a 30 segundos para evaporar los solventes. Se debe de tener en cuenta que el aire esté libre de agua y/o aceite.
- Utilizar una lámpara de fotopolimerización que sobrepase los 1200 mw/cm².

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Flury S. Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva. Quintessence. 2012 1;25(10):604-9.
- 2-Peumans M, De Munck J, Mine A, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review. Dent Mater 2014;30(10):1089–103.
- 3- Awad MM, Alrahlah A, Matinlinna JP, Hamama HH. Effect of adhesive air-drying time on bond strength to dentin: A systematic review and meta- analysis. Int J Adhes Adhes 2019;90:154–62.
- 4- Tian F, Zhou L, Zhang Z, Niu L, Zhang L, Chen C, et al. Paucity of nanolayering in resin-dentin interfaces of MDP-based adhesives. J Dent Res 2016;95(4):380–7.
- 5- Perdigão J, Ceballos L, Giráldez I, Baracco B, Fuentes MV. Effect of a hydrophobic bonding resin on the 36-month performance of a universal adhesive-a randomized clinical trial. Clin Oral Investig 2020;24(2):765–76.
- 6- Dimitriadi M, Panagiotopoulou A, Pelecanou M, Yannakopoulou K, Eliades G. Stability and reactivity of MPTMS silane in some commercial primer and adhesive formulations. Dent Mater 2018;34(8):1089–101.
- 7- Ramos Sánchez G, Calvo Ramírez N, Fierro Medina R. Adhesión convencional en dentina, dificultades y avances en la técnica. Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq. 2015:468-86.
- 8- Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Annali di stomatologia. 2017;8(1):1.

- 9- Camps Alemany I. La evolución de la adhesión a dentina. Avances en odontostomatología. 2004 ;20(1):11-7.
- 10- Carrillo Sánchez C. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Revista ADM. 2018 1;75(3).
- 11- Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. Journal of dental research. 1965 ;44(5):895-902.
- 12- Burrow, M., Seki, N. and Tagami, J., 2019. The gold Standard in Dental Bonding.
- 13- Swift Jr EJ, Triolo Jr PT. Bond strengths of Scotchbond Multi-Purpose to moist dentin and enamel. American journal of dentistry. 1992; 5(6):318-20.
- 14- Meerbeek BV, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. Journal of Adhesive Dentistry. 2020 1;22(1).
- 15- Asmussen E, Bowen RL. Adhesion to dentin mediated by Gluma; effect or pretreatment with various amino acids. Scand J Dent Res 1987;95:521-525.
- 16- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. Journal of biomedical materials research. 1982;16(3):265-73.
- 17- Pérez Cevallos KF. *Fuerza de adhesión de la dentina superficial acondicionada con técnicas autograbante y con EDTA estudio in vitro* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

- 18- Haro Parra HG. *Eficacia del empleo del hidróxido de calcio y de las células madres en la regeneración dentaria* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2019).
- 19-Escorcía VS. Fisiopatología de los odontoblastos: una revisión. Duazary: Revista internacional de Ciencias de la Salud. 2019;16(3):87-103.
- 20-Altamirano Erazo JJ. *Resistencia adhesiva en dentina de dos adhesivos universales con y sin MDP* (Bachelor's thesis, Quito: UCE). 2020
- 21-Puig MÁ. Restauraciones de recubrimiento parcial indirectas adheridas en sectores posteriores: Indicaciones actuales. 2020.
- 22-Perero Pozo CJ. *Protocolos de grabado ácido en dentina* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología). 2019
- 23-Nazhvani AD, MsCD HD, Haddadi P, MsCD FD. Ultrastructural and Chemical Composition of Dentin and Enamel in Lab Animals. *Journal of Dentistry*. 2019;20(3):178.
- 24-Pérez Rodríguez MJ. Influencia de la densidad de energía por pulsor del láser de Er, Cr: YSGG en la adhesión a dentina. Estudio de la resistencia a la fuerza de cizalla.
- 25-Rosado Martínez OD. Estructuras y respuestas biológicas del complejo dentino-pulpar que condicionan la permeabilidad dentinaria (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología).
- 26-Characterización de la dentina en sus diferentes etapas previas a la adhesión: revista de la Facultad de Medicina, 2009, pág. 5
- 27- Barrancos Mooney. *Operatoria dental*. cuarta. Panamericana M, editor. 2007. 715–720 p.

28-Henostroza G. Adhesión en Odontología Restauradora. Vigésima e. Buenos Aires; 2003. 266–270 p.

29-Macchi. Materiales dentales. Tercera ed. Panamericana M, editor. Buenos Aires; 2004. 109–115

30-Szesz A, Parreiras S, Reis A, Loguercio A. Selective enamel etching in cervical lesions for self-etch adhesives: A systematic review and meta-analysis. J Dent 2016;53:1–11.

31-Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, Tamada Y, Irie M, Yoshida Y, Van Meerbeek B, Hayakawa S. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. Scientific reports. 2017 ;7(1):1-7.

32-Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin adhesion and MMPs: a comprehensive review. Journal of esthetic and restorative dentistry. 2013;25(4):219-41.

33- Garcilazo-Gómez A, Miguelena-Muro KE, Guerrero-Ibarra J, Rios-Szalay E, Bonilla-Haro R. Factores que afectan y mejoran la adhesión en dentina, una puesta al día. Una revisión de la literatura. Revista ADM. 2019 ;76(3):162-8.

34-Mazón Cerdas C, Ugarte Zúñiga G, Uribe Garro SC. Análisis de la capa híbrida de adhesivos universales (química, fuerza de adhesión y morfología).

35-Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, et al. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. J Dent 2014;42(5):603–12.

36-Vargas Robles HE, Miranda Cordova EE, Lazo Otazú L, Cosío Dueñas H. In vitro Comparison of the adhesive strength of the etch and rinse adhesive systems and self etching. Odontología Vital. 2019: 45-50.

37-Ferreira-Barbosa I, Araújo-Pierote JJ, Rodrigues de Menezes L, Trazzi-Prieto L, Frazão-Câmara JV, Sgarbosa de Araújo-Matuda L, Marchi GM, Maffei Sartini-Paulillo LA, Pimenta de Araujo CT. Efeito de técnicas alternativas utilizando evaporação de solvente nas propriedades mecânicas da mistura primer-adesivo. Acta Odontol Latinoam. 2020;135-42.

38-Hamouda IM, Shehata SH. Shear bond strength of ormocer-based restorative material using specific and nonspecific adhesive systems. International Scholarly Research Notices. 2011;2011.

39-Mazura, R. F., Almeida, J. B., Martinc, J. M., Soares, P. C., Caldas, D. B., & Souza, E. M. (2009). Microtensile bond strength of adhesive systems of single and multiple steps. Clin. Pesq. Odontol., 5(2), 89-94.

40-Călinoiu DD, Bicleșanu C, Eftimie ȘL, Florescu ȘL, Burcea ȘL. COMPARATIVE STUDY REGARDING THE COMPRESSIVE STRENGTH OF 4th GENERATION ADHESIVE SYSTEMS AND UNIVERSAL ADHESIVES. Romanian Journal of Stomatology. 2020;66(2):83.

41-Varma M, Sedani S, Nikhade P. Comparative Evaluation of 5th-and 7th-Generation Bonding Agents: An In vitro Study. Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University. 2019;14(3):166.

42-Sachdeva B, Dua P, Mangla R, Kaur H, Rana S, Butail A. Bonding efficacy of 5 th, 6 th, 7 th & 8 th generation bonding agents on primary teeth. Int J Dent Med Sci. 2018;17:61.

43-Kaur T, Aryan A, Kaur V, Singh P. Comparative Evaluation of Antibacterial Effects of Three, Seventh Generation Adhesive Systems Against: Streptococcus mutans. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences. 2018 ;8(6).

44-Taneja S, Kumari M, Bansal S. Effect of saliva and blood contamination on the shear bond strength of fifth-, seventh-, and eighth-generation bonding agents: An in vitro study. Journal of conservative dentistry: JCD. 2017 ;20(3):157.

45-Perdigão J. Current perspectives on dental adhesion:(1) Dentin adhesion—not there yet. Japanese Dental Science Review. 2020.

46-Carrilho E, Cardoso M, Marques Ferreira M, Marto CM, Paula A, Coelho AS. 10-MDP based dental adhesives: Adhesive interface characterization and adhesive stability—A systematic review. Materials. 2019;12(5):790.

47-Aldaz Paltan CJ. *Protocolos de adhesión aplicados por los estudiantes del 8vo semestre de la Facultad Piloto de Odontología (eficiencia y eficacia de los adhesivos usados en odontología restauradora)* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología).

48-Altamirano Erazo JJ. *Resistencia adhesiva en dentina de dos adhesivos universales con y sin MDP* (Bachelor's thesis 2020, Quito: UCE).

49-Cuevas-Suarez CE, de Oliveira da Rosa WL, Lund RG, da Silva AF, Piva E. Bonding Performance of Universal Adhesives: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Adhesive Dentistry. 2019 ;21(1).

50-Rai N, Naik R, Gupta R, Shetty S, Singh A. Evaluating the effect of different conditioning agents on the shear bond strength of resin-modified glass ionomers. Contemporary clinical dentistry. 2017; 8(4):604.

- 51-Esteban Herrera, I. (2016). Fracagos en la adhesión. Avances en Odontoestomatología, 21(2), 63-69.
- 52-Martín Hernández, J. (2014). Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. Avances en odontoestomatología, 20(1), 19-32.
- 53-Almaguer CO, Torres ME, Noyola VG, Cortés PM. Factores que perjudican el proceso de adhesión. Revista Mexicana de Estomatología. 2018; 5(1):30-1.
- 54-Rodríguez FA, Mendoza JC, Mendoza JI. Fallos de adhesivos dentinarios, las causas determinantes. Una revisión de la literatura. RECIAMUC. 2020 2;4(1):127-35.
- 55- Arias R, Carrasco R, Bersezio C, Chaple Gil AM, Fernandez Godoy E. Efecto de la aplicación activa con aplicadores mejorados de un adhesivo universal. Rev Cubana Estomatol. 2019;56(3):1-14
- 56-Li Y, Hu X, Ruan J, Arola DD, Ji C, Weir MD, Oates TW, Chang X, Zhang K, Xu HH. Bonding durability, antibacterial activity and biofilm pH of novel adhesive containing antibacterial monomer and nanoparticles of amorphous calcium phosphate. Journal of dentistry. 2019; 81:91-101.
- 57- Loguercio, Alessandro Dourado, and Alessandra Reis. "Sistemas adhesivos." *Rodyb* 1.2 (2006): 13-28.
- 58-Taschner, M., Nato, F., Mazzoni, A., Frankenberger, R., Krämer, N., Di Lenarda, R., ... Breschi, L. (2010). Role of preliminary etching for one-step self-etch adhesives. *European Journal of Oral Sciences*, 118(5), 517–524.
- 59-Knobloch, L. A., Gailey, D., Azer, S., Johnston, W. M., Clelland, N., & Kerby, R. E. (2007). Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(4), 216–222.

60- Nima Bermejo, Gabriel. "Fuerza de adhesión in vitro de cinco sistemas adhesivos y un cemento autograbadador-autoadhesivo sobre la dentina del canal radicular y coronal superficial.