

**“EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-RESINA UTILIZANDO
DIFERENTES TÉCNICAS ADHESIVAS”**

Tesis presentada por:

RUBÉN ALEJANDRO ALDANA CASTILLO

**Ante el Tribunal de la Facultad de Odontología de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a
optar al Título de:**

CIRUJANO DENTISTA

Guatemala, mayo de 2,006

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Decano:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Primero	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Segundo:	Dr. Juan Ignacio Asensio Anzueto
Vocal Tercero:	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Cuarto:	Br. Pedro José Asturias Sueiras
Vocal Quinto:	Br. Carlos Iván Dávila Álvarez
Secretaria:	Dra. Cándida Luz Franco Lemus

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano:	Dr. Eduardo Abril Gálvez
Vocal Primero:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Segundo:	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Tercero:	Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón
Secretaria Académica:	Dra. Cándida Luz Franco Lemus

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por llenar mi vida de paz, salud, esperanza y bendiciones junto a las personas que más quiero.

A MIS PADRES

Rubén Alejandro Aldana (Q.E.P.D) y en especial a María Elisa Castillo por su amor, apoyo y sacrificios durante toda mi vida, sin ustedes jamás hubiera alcanzado esta meta.

A MIS HERMANOS

Karin y Omar por brindarme siempre su cariño.

A MIS SOBRINOS

Selvin, Fátima, Stefani y Giovanna, por ser mi inspiración para alcanzar las metas.

A MI ABUELA

Olivia González, quien siempre ha sido mi amiga, brindándome todo su amor y comprensión.

A MI NOVIA

María José, por el cariño y amor incondicional que me ha demostrado, pero sobre todo por ser mi mejor amiga.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Con quienes he compartido momentos trascendentales en mi carrera y en mi vida. A ellos les agradezco por su amistad incondicional.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MI FAMILIA

A MI ASESOR

Dr. Horacio Mendía

A MIS AMIGOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

A MIS CATEDRÁTICOS, INSTRUCTORES Y COMPAÑEROS

**A TODAS LAS PERSONAS QUE FORJARON DE UNA MANERA U OTRA MI
FORMACIÓN PROFESIONAL**

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis intitulado:

“EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-RESINA UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS ADHESIVAS”, conforme lo demandan los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al Título de:

CIRUJANO DENTISTA

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la compañía 3M y al Centro de Investigaciones de Ingeniería por colaborar en el desarrollo de esta investigación.

Y ustedes distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, reciban mis más altas muestras de consideración y respeto.

INDICE

	Pág.
Sumario	2
Introducción	3
Antecedentes	4
Planteamiento del Problema	5
Justificación	6
Revisión de Literatura	7
Objetivos	30
Hipótesis	31
Variables	32
Materiales y Métodos	34
Resultados	37
Discusión de Resultados	40
Conclusiones	42
Recomendaciones	43
Bibliografía	44
Anexos	47

SUMARIO

El presente estudio se realizó con la intención de evaluar las fuerzas de las uniones resina-resina, realizando estas uniones a diferentes intervalos de tiempo, utilizando diferentes técnicas adhesivas.

Para poder evaluar estas uniones, se construyeron dientes con resina Z100 color A3.5, los cuales se colocaron en prótesis parciales removibles de acrílico, estas prótesis las utilizaron pacientes previamente seleccionados, con el objetivo que las piezas de resina estuvieran en contacto con los fluidos orales, durante un tiempo establecido (1 minuto y 24 horas). Luego que las piezas de resina estuvieron en contacto con los fluidos orales, se procedió a realizar la unión de un bloque de resina, el cual fue construido dentro de un tubo de cristal, realizando incrementos de 1mm de resina Z100 color A2, para poder diferenciar las uniones, esto se realizó con un condensador metálico y se fotocuró cada incremento por 40 segundos.

Luego se procedió a colocar los bloques en un aditamento al cual se le realizó un ensayo de adherencia por corte en una prensa universal, los resultados obtenidos fueron expresados en Megapascuales (Mpa).

Después de haber realizado todos los ensayos, el grupo que presentó mayor resistencia para separarse fue el que utilizó la capa inhibida como medio de adhesión, dando un resultado de 38.7 Mpa.

Por lo que se concluye, que la unión química de la resina (capa inhibida), es más fuerte en comparación con los diferentes protocolos adhesivos de resina.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la estética dental representa un área de interés relativamente nueva en odontología. Los profesionales se han preocupado siempre por el tratamiento relacionado con el aspecto estético, pero hasta hace muy poco tiempo simplemente no disponían de los materiales necesarios. Gracias al desarrollo extraordinariamente rápido de los materiales adhesivos de color dental durante los últimos años, la odontología estética se ha convertido en la principal fuerza impulsadora de la profesión.

Por lo que es responsabilidad del odontólogo conocer a fondo las propiedades de estos materiales para hacer un uso adecuado de estos.

Por lo tanto, esta investigación se realizó para evaluar la fuerza de adhesión entre resina-resina, utilizando diferentes protocolos de adhesión.

Para evaluar esto, se unieron bloques de resina, utilizando diferentes técnicas adhesivas, a piezas dentales de resina, que previamente estuvieron en contacto con fluidos orales.

Estos bloques fueron sometidos a ensayos de adherencia por corte, utilizando una prensa universal, esto se realizó en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

El objetivo principal por lo que se realizó esta investigación, fue para evaluar cual técnica adhesiva es la mejor para realizar reparaciones en restauraciones de resina.

ANTECEDENTES

Según la revisión bibliográfica basada en estudios nacionales; en el estudio realizado por Echeverría ⁽⁶⁾ intitulado “Evaluación in vitro de la viabilidad de la capa inhibida y de las uniones resina resina utilizando diferentes técnicas adhesivas”, se evaluó la capa inhibida a diferentes intervalos de tiempo y las uniones resina-resina utilizando diferentes técnicas adhesivas.

En este estudio se realizaron pruebas de adherencia por corte para evaluar la fuerza necesaria para separar bloques de resina, estos fueron construidos dentro de tubos de cristal con incrementos de 1mm de resina Z100, 50 bloques fueron de color A1 y los otros 50 bloques de color A3.5 para poder diferenciarlos, esto se realizó con un condensador metálico y se fotocuró cada incremento por 40 segundos.

Luego se procedió a colocar los bloques en un aditamento al cual se le realizó un ensayo de adherencia por corte en una prensa universal, cada grupo de bloques fue separado al intervalo de tiempo específico para los mismos, los resultados obtenidos fueron expresados en Megapascales (Mpa). El grupo de bloques que presentó mayor fuerza de adhesión fue en el que se elaboraron los dos bloques de resina inmediatamente, dando un resultado de 60.84 Mpa, por lo que se pudo concluir en esta investigación que la capa inhibida se va deteriorando a razón de tiempo desde su aparición y que aún con protocolos adhesivos la unión química (capa inhibida) es más fuerte.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, el uso de resinas directas e indirectas ha ido en aumento, por el hecho de ser estéticamente aceptables, preservar la estructura dentaria y ser materiales adhesivos que pueden ser reparables; esta reparación está basada en la presencia de una capa inhibida, capaz de unirse químicamente a otras capas de resina, si esta capa no se encuentra, existen diferentes técnicas de adhesión para unir resina-resina por medio de retención micromecánica, por lo que este estudio plantea la siguiente problemática.

¿Cuál es la mejor técnica de adhesión para realizar reparaciones en restauraciones de resina cuando la capa inhibida se ha perdido y si el tiempo (1 minuto y 24 horas) que la restauración tiene de estar en boca afecta dichas técnicas?

JUSTIFICACIÓN

Es necesario evaluar la adhesión resina-resina, luego de que una restauración ya existente ha estado en contacto con fluidos orales; y así poder determinar si la fuerza de adhesión varía considerablemente luego de que la capa inhibida se ha ido desintegrando debido al contacto con los fluidos orales.

La información obtenida debe establecer si existe o no diferencia considerable entre los valores de adhesividad obtenidos al usar la capa inhibida en condiciones ideales (sin haber estado en contacto con los fluidos orales) como medio de adhesión, comparando éstos con los valores obtenidos al usar diferentes técnicas adhesivas cuando la capa inhibida se ha perdido.

Dichos resultados acercarán al odontólogo a un criterio más definido acerca del grado de éxito que puede esperar, al reparar una restauración de resina compuesta luego de que ésta ha sufrido alguna fractura, o si es necesario cambiar dicha restauración por completo. Ya que es de suma importancia que como odontólogo se esté capacitado para decidir cual es la mejor opción para conseguir el éxito de la restauración; guiando su práctica clínica con eficacia y eficiencia, brindando así una mejor atención en el desarrollo de su práctica clínica.

REVISIÓN DE LITERATURA

Sin la menor duda, la adhesión es responsable de las más importantes innovaciones producidas en el ejercicio de la Odontología en toda su historia, particularmente durante la última mitad del siglo XX ⁽⁸⁾.

Desde que existe la Odontología, los profesionales han intentado la unión entre las diferentes restauraciones y la estructura dental remanente. Primero fue a través de elementos de anclaje (pines, postes, etc.) y luego, uniendo las restauraciones mediante retención micromecánica al diente. Primero sólo al esmalte, mediante el grabado selectivo de éste con ácido ortofosfórico, protegiendo la dentina con bases; y actualmente, al esmalte y a la dentina, mediante la técnica de grabado total ⁽⁹⁾.

En los albores del siglo XXI, es práctica común y corriente valerse de la adhesión en un sinnúmero de acciones clínicas y de laboratorio, muchas veces sin valorar en su real magnitud tan formidable herramienta, que solo pocas décadas antes resultara inimaginable aplicar en la profesión. De ahí la importancia de ubicar en el tiempo los acontecimientos más trascendentes que marcaron la evolución de la adhesión, asociándolos principalmente a la Odontología Restauradora ⁽⁸⁾.

El desarrollo de tales acontecimientos viene siguiendo simultáneamente, no una, sino varias rutas generalmente paralelas, aunque muchas veces concurrentes. Todas ellas obviamente tienen como meta común procurar adhesión; sin embargo, de acuerdo con su orientación específica se pueden diferenciar nítidamente dos grandes grupos: el primero encaminado a obtener adhesividad a los tejidos dentales (esmalte y dentina), mientras que el segundo busca lograrlo a las estructuras artificiales (metálicas, cerámicas y poliméricas), que se utilizan en la elaboración de restauraciones indirectas o aparatos protésicos. Por lo tanto, se abordan los acontecimientos más relevantes que han acaecido en cada grupo ⁽⁸⁾.

1. HISTORIA DE LA ADHESIÓN A LAS ESTRUCTURAS DENTALES.

1.1) La primera Tentativa: Aunque virtualmente ignorado, el primer intento por lograr adhesión a los tejidos dentales corresponde atribuírselo, según MCLEAN (2000), al químico suizo Oscar Hagger, quien en 1949 patentó en su país un producto basado en el dimetacrilato del ácido glicerofosfórico, que la compañía Amalgamated/De Tray comercializó con el nombre de Sevricon Cavity Seal, conjuntamente con Sevricon, una resina acrílica restauradora autopolímerizable ⁽⁸⁾.

1.2) Surge el procedimiento base: el acondicionamiento ácido de Buonocore: Se reconoce universalmente como la piedra angular de la adhesión dental al formidable legado de Michael Buonocore, quien en 1955 propuso el tratamiento de la superficie del esmalte con ácido fosfórico (originalmente al 85%) para promover la adhesividad adamantina; aplicando así por vez primera en Odontología, una práctica ya entonces de uso común en la industria naviera, consistente en realizar un acondicionamiento ácido a las superficies metálicas, a fin de aumentar la retención de pinturas o barnices sobre ellas ^(4,7,8,13).

Tal procedimiento se caracteriza por revertir la poca o casi nula adhesividad natural del esmalte, dotándolo de un favorable potencial adhesivo en superficie, como resultado de un proceso desmineralizador. Este, en una primera etapa, disuelve generalizadamente 20 a 50 micrómetros de la superficie original, y concluye reduciendo selectivamente las varillas adamantinas. Esta acción selectiva le confiere a la superficie del esmalte una particular rugosidad ^(8,15).

1.3) La primera resina compuesta dental: La gran paradoja de la historia de la adhesión dental radica en que el trabajo de Buonocore permaneciera prácticamente inadvertido durante cerca de dos décadas. Probablemente ello fue debido a que el material (basado en metilmetacrilato) a cuya mejora de retención se orientó originalmente la propuesta, estaba en aquella época extinguiéndose ante la entonces hegemónica presencia del silicato, a causa de la principal limitación de aquel material (contracción de polimerización). Por ello, el grabado ácido adquirió vigencia solamente cuando aparecieron nuevos materiales poliméricos que prontamente se hicieron conocidos como resinas compuestas dentales. La idea precursora se le adjudica a KNOCK y GLENN, quienes en 1951 con fines odontológicos propusieron incorporar partículas cerámicas de relleno a las resinas ⁽⁸⁾.

1.4) Aparece la fórmula de Bowen: A partir de tal propuesta, Rafael Bowen patentó en 1962 su celebre resina Bis-GMA (producto de reacción entre un Bisfenol y el metacrilato de glicidilo) o simplemente fórmula de Bowen. De esa manera se dio inicio al desarrollo propiamente dicho de materiales poliméricos capaces de adherirse al esmalte. Para alcanzar tal meta, NEWMAN y SHARPE en 1966 tuvieron que modificar la consistencia del citado material eliminando virtualmente su relleno cerámico, a fin de producir una resina de muy baja viscosidad, la cual fue la primera en lograr adherirse al esmalte ^(8,15).

Todavía en 1971, según refieren SHORTALL y WILSON (1998), se reportó el uso clínico consistente del acondicionamiento adamantino con ácido fosfórico logrado en la restauración exitosa de incisivos fracturados, mediante adhesión de un material polimérico a la superficie acondicionada del esmalte ⁽⁸⁾.

El material creado por Bowen continua siendo la base de prácticamente de todos los biomateriales dentales comúnmente denominados resina compuesta dental o tan solo resinas compuestas o resinas reforzadas, e inclusive frecuentemente también son llamadas con el anglicismo composite (por compuesto), término que por si solo es impreciso pues se refiere en general a toda combinación de materiales, en la cual sus componentes pueden ser claramente distinguibles uno del otro. Asimismo el calificativo de resina compuesta, aunque menos inexacto, tampoco describe con fidelidad el particular tipo de compuesto que conforma la resina. En consecuencia, las citadas nomenclaturas son inadecuadas para referirse a un grupo de materiales cuya denominación apropiada es, compuesto cerámico polimérico con relleno particulado ⁽⁸⁾.

1.5) Consolidación de la adhesión al esmalte: Durante casi medio siglo de adhesión al esmalte, su gran efectividad, confiabilidad y su mínima susceptibilidad a la técnica, observadas desde el comienzo, prácticamente han suprimido la necesidad de modificar el procedimiento clínico original. Son pequeñas excepciones: la reducción en la concentración del ácido fosfórico (del original 85% a entre el 30 y el 40%), la disminución en su tiempo de aplicación (de los 60 segundos originales a solo 15) y su presentación alternativa en forma de gel ^(7,8,10,15).

Tal estabilidad se atribuye unánimemente al principal mecanismo de adhesión al esmalte, dado por el anclaje micromecánico que proveen las irregularidades producidas por el grabado ácido, en las cuales la resina (tras infiltrarse en consistencia fluida) queda trabada al adoptar rigidez por polimerización ⁽⁸⁾.

1.6) La larga búsqueda de la adhesión a la dentina: El escenario señalado para la adhesión adamantina contrasta sustancialmente con las múltiples variaciones que se han tenido que hacer (y aún tendrán que continuarse haciendo probablemente durante mucho tiempo) en los materiales y procedimientos necesarios para lograr una adhesión dentinaria tan segura y perdurable como la que se da en el esmalte. Tal aspiración se ve obstaculizada porque, a diferencia del esmalte, la dentina no presenta características homogéneas que favorezcan su adhesividad ^(8,15).

Entre las barreras que dificultan la adhesión dentinaria están: sus importantes variaciones topográficas, su composición química con un relativamente alto contenido orgánico y agua, y la presencia de fluido dentinario, las cuales los fabricantes han tratado de superarlas principalmente desarrollando productos que permitan a los adhesivos operar en medio húmedo (hidrófilos) e interactuar con el componente orgánico. Sin embargo, aunque se ha avanzado notablemente, no se ha logrado aún la meta final. Otro factor desfavorable para la adhesión dentinaria es la presencia de una capa superficial característica que se forma después de la instrumentación rotatoria de la dentina ⁽⁸⁾.

1.7) Identificación del barro dentinario: cuando se realiza un tratamiento de abrasión o corte de la dentina con instrumental rotatorio, se produce un polvo de dentina que, junto con el agua de refrigeración y el fluido dentinario, forman una estructura, que se denomina “barro dentinario” o “smear layer”. Esta capa cubre toda la superficie de la dentina, introduciéndose en el interior de los túbulos dentinarios y adhiriéndose a ella mediante débiles fuerzas de Van der Waals. El barro dentinario interfiere en la adhesión a dentina, ya que evita la utilización de las micro retenciones de los túbulos dentinarios. Pero por otro lado, forma un tapón fisiológico de protección pulpar ya que dificulta, y en ocasiones impide, el paso de sustancias nocivas hacia la pulpa a través de dichos túbulos. Pero para tener acceso a la estructura micromecánica de la dentina es necesario eliminar o modificar este barro dentinario mediante la acción de ciertos ácidos ^(3, 7, 8,15).

En 1970, David EICK y col fueron los primeros en identificar químicamente la mencionada capa y describir su apariencia topográfica, y en 1984 BRANNSTROM la subdividió en dos capas, la externa “smear on”, que es amorfa y reposa sobre la superficie dentinaria, y una interna “smear in” o “smear plug”, formada por partículas más diminutas que se localizan en el interior de los túbulos ⁽⁸⁾.

1.8) El grabado total de Fusayama: la reconocida virtud de la smear layer, relativa a disminuir la permeabilidad dentinaria y por ende a proteger el complejo dentino-pulpar, mantuvo una oposición tan cerrada a retirarla rutinariamente, que durante muchos años permaneció ignorada la propuesta de Takao Fusayama (1980), quien fue el primero en preconizar que el tratamiento ácido de la superficie dentinaria, lejos de perjudicarla, favorecía su adhesividad. Denominó grabado total al procedimiento, para destacar que (como medio promotor de la adhesión) es favorable grabar no solo el esmalte sino también extenderlo a la dentina, para así eliminar el barro dentinario y permitir el ingreso del adhesivo en los túbulos dentinarios, quedando trabado mecánicamente dentro de ellos luego de su polimerización.

Se consideraba que este mecanismo era el principal responsable de la adhesión dentinaria y de manera accesoria su impregnación en la superficie intertubular. Infortunadamente su entonces intrépida propuesta solo fue apreciada en los países occidentales después de una década, al constatarse su favorable potencial con productos mejorados, principalmente por su característica hidrófila ^(7, 8,9).

1.9) La descripción de la capa híbrida: En 1952, KRAMER y MCLEAN notaron que el producto utilizado por Hagger en su referido trabajo pionero, tenía la tendencia a penetrar la superficie dentinaria y formar una zona intermedia entre la dentina y la restauración. Ésta fue descrita por primera vez, en 1982, por Nobuo NAKABAYASHI, quien después de acondicionar la superficie de la dentina con una solución denominada 10-3 (10% de ácido cítrico y 3% de Cloruro férrico) y aplicar sobre ella un adhesivo basado en 4 META/MMA-TBB-O, observó las características de una capa de 3-6 μm a la que llamó capa híbrida, por estar constituida de colágeno y de resina a consecuencia de la infiltración del adhesivo en la zona que el ácido fosfórico dejó desmineralizada, y por ende integrada primordialmente por fibras colágenas. Sobre esta base planteó la teoría conocida como Hibridización dentinaria, la cual sostiene que la adhesión a la dentina por polímeros se da por un mecanismo de retención micromecánico de la resina en la red de fibras colágenas de la dentina desmineralizada, en la cual (luego de infiltrarse en consistencia fluida y adoptar rigidez por polimerización) queda trabada formando una capa mixta o capa híbrida resina/colágeno, también denominada de interdifusión ^(1,8).

1.10) Evolución de los sistemas adhesivos poliméricos: la adhesión a la estructura dentaria tiene varios beneficios entre los cuales están el sellado de la cavidad, lo cual protege la pulpa del diente, elimina la iniciación de caries interna a la cavidad, previene la pigmentación de los márgenes cavitarios por microfiltración, permite el desarrollo de procedimientos operatorios innovadores y más conservadores, logra en alguna medida reforzar la estructura dentaria remanente debido a la integración del material restaurador y los tejidos duros del diente; finalmente, permite la realización de restauraciones de alta estética ^(8,10).

El mecanismo básico de unión al esmalte y a la dentina es esencialmente el mismo, correspondiendo a un proceso de sustitución de la hidroxiapatita (que ha sido disuelta mediante ácidos) por los adhesivos, que subsecuentemente se polimerizan y quedan micromecánicamente imbricados en las porosidades creadas ^(8,10).

Nada se hacia más evidente que la necesidad, hecha posible por la Odontología Adhesiva, de permitir la unión eficiente de dos sustancias diferentes, tanto en la Odontología Restauradora directa como en la indirecta. Hoy en día, los adhesivos son materiales indispensables en casi todos los procedimientos restauradores, por ejemplo:

- Restauraciones directas de resina compuesta.
- Cementaciones adhesivas de incrustaciones, coronas y prótesis fija.
- Cementaciones adhesivas de postes radiculares
- Los adhesivos también se utilizan para impermeabilizar superficies dentinarias sensibles (8).

Al referirse a la adhesión es preciso conocer la magnitud de la resistencia adhesiva requerida para soportar las fuerzas que actúan sobre la restauración adherida. La primera fuerza corresponde a la contracción de polimerización de la resina compuesta, que genera en la interfaz adhesiva una tensión de cerca de 13 MPa. La segunda fuerza en actuar es la masticatoria, cuya magnitud es muy difícil de calcular, pues varía en función de: la región de la boca, la fuerza muscular del paciente, el área de contacto, en fin, de diversas variables que son imposibles de medir con precisión (8).

Toda resina compuesta está formada por una gran cantidad de partículas inorgánicas asociadas por moléculas orgánicas pequeñas, los monómeros, que se unen durante la polimerización para formar moléculas grandes, denominadas polímeros. Es precisamente esta unión, la que ocasiona como consecuencia una contracción de polimerización (8,16).

Debido a la contracción, la resina tiende a separarse de las paredes cavitarias, produciendo como primera consecuencia la aparición de sensibilidad postoperatoria, ya que los túbulos dentinarios (a través del espacio creado) quedarán en contacto con el medio bucal. Eso permitirá un libre movimiento de los fluidos allí existentes, generando una presión en el plexo subodontoblástico, con la consecuente sensación de dolor (8).

1.11) Evolución de las técnicas adhesivas: la Odontología estética utiliza materiales hidrófugos, ya que no poseen afinidad con los líquidos que contiene sustancias colorantes, tales como café, té, vino y bebidas gaseosas, impidiendo así la alteración de color de la restauración estética. En realidad, la necesidad de ser hidrófugo no se limita solo al material restaurador, sino también al adhesivo que se encuentra presente en los límites de la restauración, como una delgada capa, que así mismo debe de ser resistente a la absorción de líquidos que contienen colorantes (8,15).

Estos adhesivos se comportan muy bien en lo referente a su unión con el esmalte, ya que éste después de volverse poroso (por la aplicación previa del ácido) se lava y seca totalmente, lo cual hace viable la adecuada penetración del adhesivo hidrófugo. De esta manera, es posible conseguir una perfecta adhesión de la resina compuesta a los márgenes de una cavidad totalmente circundada por esmalte; sin embargo, el problema persistía en cavidades de clase II o V, con margen gingival en cemento o dentina^(8,15).

Hasta la década de los años 70 no se retiraba el barro dentinario, ya que los sistemas adhesivos de entonces eran compatibles con el substrato dentinario húmedo, y, por lo tanto, la adhesión se daba entre el adhesivo y el barro dentinario. Se trataba de una unión muy frágil que terminaba rompiéndose en el momento de la contracción de polimerización de la resina compuesta⁽⁸⁾.

Desde el principio se logró tanto éxito en el proceso de unión al esmalte, que luego se pretendió extender el acondicionamiento ácido a la dentina, pero sin obtener el éxito esperado. Esto se debe a que al retirar la capa de barro dentinario y aumentar el diámetro de los túbulos dentinarios, el ácido produce en la superficie de la dentina un nivel de humedad incompatible con las características hidrófugas de los adhesivos utilizados^(4,8).

La brillante idea consistió en dividir el adhesivo en dos componentes. El primero, llamado Imprimador o “Primer” (más fluido e hidrófilo), con la función de penetrar en las irregularidades húmedas de la dentina desmineralizada. El segundo, llamado Adhesivo o “Bond” (Que corresponde al adhesivo en si) es una resina fluida hidrófuga, que tiene por objeto recubrir al primero y unirlo con la resina compuesta. El único componente que es hidrófilo penetra en la dentina y el esmalte, quedando totalmente recubierto por los hidrófugos, no pudiendo, por lo tanto, mancharse. Ese fue el comienzo de la era de los adhesivos que emplean el Acondicionamiento ácido total^(8,15).

Los Imprimadores son monómeros disueltos en un solvente del tipo acetona, alcohol o agua. Las moléculas de los Imprimadores presentan dos terminaciones, una hidrófila con radicales $-OH$ y $COOH$, que gracias a su afinidad por el agua facilitan la penetración en la dentina húmeda; y la otra hidrófuga, con terminaciones del tipo $-HC=CH_2$, cuyo doble enlace, asimismo roto, existen en el segundo componente del adhesivo, el “Bond”. Las resinas fluidas o “Bonds”, son monómeros hidrófugos como el Bis-GMA. Los cuales, pudiendo tener monómeros hidrófilos en menor cantidad, actuarán como intermediarios entre el primer y el material restaurador⁽⁸⁾.

Resumiendo, el proceso de adhesión pasó a realizarse en 3 etapas:

El acondicionamiento ácido que actúa preparando el sustrato dental para la adhesión.

La aplicación del “Primer”, que es la parte del sistema adhesivo compatible con la dentina húmeda.

La parte hidrófuga o “Bond”, compatible con la resina compuesta. Estos sistemas adhesivos se consideran como el punto de partida para todos los adhesivos modernos ⁽⁸⁾.

Los fabricantes siempre persiguen la simplificación; y, en el caso de los adhesivos. Ésta se obtuvo disminuyendo etapas. La primera simplificación consistió en unir un solo frasco el primer y el bond, y por eso les quedó la denominación de Adhesivo de frasco único ⁽⁸⁾.

Como consecuencia de la disolución de los cristales de hidroxiapatita, en la dentina intertubular queda una capa (de un espesor de cerca de 5 micrómetros) integrada por fibras colágenas que se encuentran separadas unas de las otras por el agua utilizada para lavar el ácido. Por lo tanto, es necesario poner atención a los siguientes dos aspectos:

- Si el agua que separa las fibrillas colágenas fuese retirada por el secado de la zona, tales fibrillas quedarán tan próximas entre sí que obstaculizarán la penetración del adhesivo.
- Aun cuando se mantenga la humedad, para facilitar la penetración del adhesivo, éste ingresará tan sólo cerca de tres micrómetros, dejando así alrededor de dos micrómetros de fibras colágenas sin proteger y consiguientemente expuestas a un proceso de hidrólisis ⁽⁸⁾.

En la dentina peritubular, que es más mineralizada, la disolución ácida amplía la entrada de los túbulos dentinarios. Si por una deficiencia en la técnica, el adhesivo no hubiese podido penetrar en los túbulos que fueron abiertos, se presentará la posibilidad de un cuadro de sensibilidad postoperatoria ⁽³⁾.

La mejor forma de evitar estos problemas, fue lograr que el “Primer” fuese capaz de promover adicionalmente el acondicionamiento ácido. En el inicio de la década de los años 90 surgieron los “adhesivos autoacondicionadores”, cuyo “Primer” consiste en una molécula ácida y polimerizable, de manera que el ácido y adhesivo penetren juntos. Siguiendo la tendencia de simplificación, aparecieron luego los adhesivos de etapa única, los cuales aplican de una sola vez primer autoacondicionante y bond ^(4,8).

En lo que respecta a la técnica de utilización, la gran ventaja de los adhesivos autoacondicionadores consiste en prescindir del acondicionamiento con ácido fosfórico. Con ello se elimina, asimismo, la fase de lavado del ácido, el cambio de los rollos de algodón y el secado, manteniendo la dentina húmeda ^(4,8).

2. FUNDAMENTOS DE LA ADHESIÓN DENTAL.

Evidentemente uno de los mayores problemas de la Odontología restauradora, que pretende bajo su accionar reconstituir las partes perdidas de las estructuras dentarias duras (esmalte, dentina y cemento), es fijarlas a ellas ⁽⁸⁾.

Cualquiera que sea el método o técnica de fijación del biomaterial restaurador que se utilice, incluirá la adhesión de éste frente al diente ⁽⁸⁾.

Definiciones:

Adhesión deriva del latín “Adhaesio”, que significa unir o pegar una cosa con otra, siendo ésta tal vez su definición más simple ^(4, 8, 19).

Pero existen otras más complejas, como:

- Las que se encuentran en el DICC. SALVAT: Fenómeno por el cual dos superficies colocadas en contacto se mantienen unidas por fuerzas de atracción establecidas entre sus moléculas.// Unión química o mecánica entre materiales mediante un adhesivo ⁽⁸⁾.
- Las que se encuentran en el DICC. ODONT. DE FRIEDENTHAL 1981: Fenómeno físico consistente en la unión de dos cosas entre sí, quedando pegadas una contra otra.// Fuerza que produce la unión de dos sustancias cuando se ponen en íntimo contacto. La atracción aquí se realiza entre moléculas dispares; cuando se efectúa a través de moléculas de la misma clase, se denomina cohesión.// Adhesión mecánica, es la que se produce cuando una de las partes penetra en las irregularidades que presenta la otra, quedando de tal manera trabadas.// Adhesión química es la que se produce cuando las partes en contacto por medio de la fuerza obtenida por la formación de uniones químicas entre las superficies que se adaptan entre sí por un contacto íntimo ⁽⁸⁾.
- Según la American Society for Testing and Materials (ASTM, 1983) es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas ⁽⁸⁾.

Aún cuando la definición misma incluye dos mecanismos de adhesión, existen aún posiciones recalcitrantes en la Odontología actual que aceptan como principal o verdadera solo a la química, siendo ello totalmente arbitrario pues se sabe que la adhesión al esmalte es casi enteramente física o mejor dicho micromecánica, como también que prácticamente toda adhesión química implica asimismo algo de adhesión física. Basta pensar que la mayoría de las reacciones químicas adhesivas involucran cambios dimensionales ^(4, 8, 16).

La adhesión en Odontología restauradora, entonces, significa unir a un sustrato sólido (las estructuras dentales) el biomaterial a aplicar, manifestando la adhesión como tal en la interfaz diente-restauración, vale decir entre sus superficies o caras en contacto, en las cuales se deben producir fuerzas que las mantengan fijadas en forma permanente ^(7,8, 10,15).

Referirse a la adhesión no es fácil, por lo tanto, antes de abocarse a la adhesión misma es indispensable partir de algunas definiciones y conceptos muy claros de biomateriales adhesivos y de técnicas adhesivas de aplicación ⁽⁸⁾.

Como se dijo, en adhesión existen dos sustratos: uno que siempre es un sólido, los tejidos dentarios duros (esmalte, dentina y cemento), siendo el otro el biomaterial a aplicar, pudiendo ser éste un sólido, un semisólido o un líquido. En el caso de ser líquido, se trata de los agentes adhesivos y no de la restauración misma ⁽⁸⁾.

Como el diente y el biomaterial de la restauración son materia, se hace necesario que se defina. Materia deriva del latín materia y es todo elemento o compuesto constituido de los cuerpos físicos que se caracterizan por tener tres propiedades: extensión (ocupar un lugar en el espacio), inercia (permanencia en reposo o mantención del movimiento) y gravitación (atracción hacia o por otros cuerpos, según la cantidad de masa que cada uno de ellos tenga) (DICC. ENC. SALVAT UNIVERSAL 1985; MAIZTEGUI Y SABATO 1977) ⁽⁸⁾.

2.1) Medios y formas de adhesión.

2.1.1) Física: Es la que se logra exclusivamente por traba mecánica entre las partes a unir. Se la clasifica en:

2.1.1.a) Macromecánica: Es la que requieren las restauraciones no adherentes a los tejidos dentarios. Ella se logra mediante diseños cavitarios que deben lograr una forma de retención o anclaje, dependiendo de sí la restauración es directa o indirecta, respectivamente ^(8,11).

Es importante resaltar que los diseños cavitarios para otorgar forma de retención o forma de anclaje solo difieren en la inclinación de sus paredes hacia el borde cavo marginal, retentivas las primeras, y expulsivas las de anclaje ⁽⁸⁾.

Las formas de retención o anclaje se las clasifica en:

- Por fricción o roce: Más que una condicionante del diseño cavitario, es una condicionante del ajuste o contacto que la restauración tenga respecto a las paredes cavitarias. Esta forma de unión se requiere especialmente en las preparaciones cavitarias de un plano, aún cuando en realidad es requisito base para todo tipo de preparación ⁽⁸⁾.

- Por profundidad: Se utiliza preferentemente en preparaciones cavitarias de un plano y secundariamente en las preparaciones cavitarias de más de un plano. Se requiere en todos los tipos de preparaciones de Black, excepto la clase VI. Su requisito es que su profundidad sea mayor al ancho perimetral de acceso a la preparación cavitaria ⁽⁸⁾.
- Por profundización: Tal como su nombre lo dice, se refiere a aumentos de profundidad puntuales (semejando una mini caja) en preparaciones cavitarias para incrustaciones y para restauraciones directas no adhesivas. Se confeccionan en los ángulos diedros formados por las paredes axiales o pulpares, respecto de sus paredes de contorno y a expensas de ellas. Preferentemente se realizan en las clases I y II de dos planos. A mayor profundización, mayor anclaje o retención ⁽⁸⁾.
- Por mortaja, cola de milano: Es la forma de anclaje o retención preferente en casi todas las preparaciones cavitarias de dos planos. En uno de estos dos planos se inscribirá la cola de milano y su istmo. El anclaje o retención en sí es conferido en el istmo de la mortaja ⁽⁸⁾.
- Por compresión: Las deben tener todas las cavidades de tres planos para incrustaciones en clases I y II de Black, y las III y IV unidas por sus caras palatinas o linguales, según el caso. El anclaje se logra entre las paredes contrapuestas, ya sea entre las paredes axiales, entre las de contorno, o entre cortes en rebanada. También las deben tener todas las cavidades de tres planos para restauraciones directas no adhesivas en clases I y II, lográndose la retención de la misma forma que en el anclaje, vale decir, entre paredes contra puestas ⁽⁸⁾.
- Por extensión al o los conductos radiculares: para realizarlo, es requisito previo que el diente esté tratado endodónticamente en forma apropiada. Se utiliza para anclar incrustaciones metálicas, postes-muñones y prótesis fijas con retenedores totales, como también para introducir en ellos postes preformados que sean la base de retención de restauraciones directas, como las amalgamas o las resinas. Su diseño debe seguir todos los principios aplicables en prótesis fijas unitarias totales o en la confección de postes-muñones, vale decir, la exigencia minita es que la extensión en el conducto pueda alojar un poste que tenga una longitud cuando menos igual a la longitud de la corona clínica ⁽⁸⁾.
- Por pines y rieleras: Si se trata de pines de anclaje, en la preparación cavitaria se inscribirá un pit o lecho para pin, que recibirá a un pin metálico que forma parte del colado de la incrustación. Si se trata de pines de retención, ello implica realizar profundizaciones puntuales, en donde se alojará un pin de retención cementado, a fricción o roscado, en donde se retendrá un biomaterial plástico de aplicación directa. Si se trata de rieles, tanto en anclaje como en retención, ello supone profundizaciones en forma de surcos en los ángulos diedros formado por una pared axial y una pared vestibular, palatina o lingual de una caja proximal, o mesial o distal de una caja vestibular,

palatina o lingual. En ambos casos, a expensas de las paredes que no son pulpares o axiales pulpares ⁽⁸⁾.

2.1.1.b) Micromecánica: Es la adhesión física propiamente dicha. Se produce por dos mecanismos o efectos en los cuales están involucrados la superficie dentaria y los cambios dimensionales que al endurecer puedan tener los medios adherentes y/o el biomaterial restaurador. Estos mecanismos (efectos) son los siguientes:

- Efecto geométrico: Se refiere a las irregularidades superficiales que puedan tener dos superficies sólidas en contacto. Al penetrar un adhesivo líquido o semilíquido y endurecer entre ellas, las trabará. Dichas irregularidades se producen ya sea por fresado o por acondicionamiento ácido ^(4,8).
- Efecto reológico: Si sobre una superficie sólida endurece un semisólido o un semilíquido y éste cambia dimensionalmente, es posible que por contracción o por expansión se ajuste de tal manera que termine adhiriéndose físicamente sobre él.

2.1.2) Química o específica: Es la que se logra exclusivamente por la reacción química entre dos superficies en contacto y es la que la odontología actual erróneamente acepta como adhesión real y única a lograr. Ella no sólo es capaz de fijar permanentemente la restauración al diente, sino que también puede sellar túbulos dentinarios e impedir, mientras ésta se mantenga, la microfiltración y sus problemas derivados ^(7, 8,11).

- Por enlaces primarios: Se refiere a uniones a nivel de átomos. Específicamente se producen entre los electrones que conforman la capa atómica más externa, vale decir con relación a sus electrones de valencia y son: los iónicos, los covalentes y los metálicos ^(8,11).
- Por enlaces secundarios: Se producen como consecuencia del desequilibrio electrostático entre los átomos que conforman una molécula. Este desequilibrio se origina por la diferente densidad de electrones que cada átomo tiene a su alrededor. En general, se les conoce como las fuerzas de Van der Waals y son: las fuerzas de Keeson, las fuerzas de Debye, las fuerzas de dispersión de London y el puente de hidrógeno. Como en realidad estas uniones se producen entre moléculas y no entre átomos, existe cierta tendencia a denominarlas físicas en lugar de químicas, por lo cual es preferible utilizar el término de adhesión específica que es sinónimo de adhesión química ^(8,11).

2.2) Factores que favorecen la adhesión.

2.2.1) Dependientes de la superficie:

- En contacto íntimo: Lo mejor que se adapta a un sólido es un líquido; por lo tanto, el biomaterial restaurador o su medio adhesivo deberían serlo. Si no hay íntimo contacto, las reacciones químicas y las trabas mecánicas no se producirán ^(7,8).
- Limpias y secas: Lo primero es obvio, lo segundo es relativo. El esmalte es fácil de limpiar y secar; en cambio, en la dentina encontramos dificultades para realizar ambas cosas. Difícil de limpiar por su misma naturaleza y difícil de secar, de un lado por la presencia de líquido que exuda constantemente de los túbulos dentinarios cortados (por muy cubiertos de smear layer que se encuentren); y por otro, que de hacerlo significaría modificar el equilibrio hídrico del túbulo, lo cual es causa desde dolor postoperatorio hasta una mortificación pulpar ^(8,11).
- Con alta energía superficial: Mientras más alta sea esta energía, mayor será la potencialidad de atraer hacia su superficie tanto biomateriales restauradores adherentes como sus sistemas adhesivos ⁽⁶⁾.
- Potencialmente receptivos a uniones químicas: El esmalte y la dentina lo son. El primero a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita, y el segundo a través de los mismos, más los radicales presentes en la fibra colágena: carboxilos, aminos y cálcicos ⁽⁸⁾.
- Superficie lisa vs rugosa: Desde el punto de vista de la adhesión física es indispensable que la superficie sea irregular para que en ella se trabe el adhesivo al endurecer. En cambio, desde el punto de vista de la adhesión química es preferible una superficie lisa en donde un adhesivo pueda correr y adaptarse sin dificultad ⁽⁸⁾.

2.2.2) Dependientes del adhesivo.

- Con baja tensión superficial: Mientras menor sea ésta, mejor posibilidad de que el adhesivo humecte a los tejidos dentarios, logrando con ello un mejor contacto que favorezca uniones físicas y químicas ⁽⁸⁾.
- Con alta humectancia o capacidad de mojado: Mientras más humectante sea el biomaterial a aplicar o sus sistemas adhesivos, mejor será el contacto favoreciendo con ello sus potenciales uniones físicas y químicas ⁽⁸⁾.
- Con bajo ángulo de contacto: Mientras menor sea éste, mejores posibilidades de humectancia, de contacto físico y de reactividad química ⁽⁸⁾.

- Con alta estabilidad dimensional: Ya sea al momento de endurecer o una vez endurecido, frente a variaciones térmicas, frente a su propio proceso de endurecimiento o frente a tensiones que intente deformarlo ⁽⁸⁾.
- Con alta resistencia mecánica química adhesiva-cohesiva: Que lo hagan soportar las fuerzas de oclusión funcional y el medio oral ⁽⁸⁾.
- Biocompatibles: Tanto con el diente como también con los tejidos orales y el paciente en sí mismo ⁽⁸⁾.

2.2.3) Dependientes del biomaterial.

- De fácil manipulación, aplicación y mínima implementación.
- Con técnicas adhesivas confiables.
- Compatible con los medios adhesivos a utilizar ⁽⁸⁾.

2.2.4) Del profesional y del personal auxiliar.

Si el profesional no conoce el biomaterial a usar, no tiene la implementación que éste requiere, no capacita a su personal, y además no posee las habilidades psicomotoras que su utilización requiere, jamás podrá sacarle partido a ningún biomaterial de nueva generación que pretenda usar, y será el peor crítico de un material que en sus manos no resulta, cuando ello se debe sólo a su falta de competencia, y no al material en sí mismo. Por lo tanto, cualquier crítica que éste haga sobre él no será válida. Pero hay un factor que reviste la mayor importancia y que en la mayoría de los casos es olvidado por el odontólogo. Este es la presencia de aceite en el spray de sus turbinas y la presencia de aceite y agua en el aire de las jeringas ⁽⁸⁾.

La presencia de aceite en el spray de las turbinas y en el aire de la jeringa triple contamina seriamente las superficies dentarias en tratamiento, impidiendo que sean receptivas de todo sistema adhesivo, y consecuentemente disminuyendo e inclusive anulando la adhesión que se pretende lograr. De existir presencia de agua en el aire de la jeringa triple, es evidente que no podrá secar las superficies dentarias. Un esmalte limpio y grabado ha aumentado su energía superficial y puede atraer una capa mono molecular de agua, disminuyendo una mejor traba mecánica o una reacción química ⁽⁸⁾.

3. GENERACIONES DE ADHESIVOS.

3.1) Adhesivos de primera generación.

Los adhesivos, aparecidos al final de los años 70, no eran realmente gran cosa. Aunque su fuerza de adhesión al esmalte era alta (15 a 20 MPa), su adhesión a la dentina era lastimosamente baja, típicamente no mayor a los 2MPa generalmente todas las generaciones de adhesivos se unen bien a la estructura macrocristalina del esmalte, el principal problema para el dentista es la fuerza de unión a la dentina, tejido semiorgánico. La unión se buscaba por la quelación del agente adhesivo con el calcio componente de la dentina; si bien había penetración tubular, ésta contribuía poco a la retención de la restauración. Era común observar el despegamiento de la interfase dentinal en pocos meses. Estos adhesivos se indicaban primariamente para cavidades pequeñas, con retención, de Clases III y V. La sensibilidad postoperatoria era común cuando estos agentes eran usados para restauraciones oclusales posteriores ^(1, 8, 9,15).

3.2) Adhesivos de segunda generación.

Al comienzo de los años 80 se desarrolló una 2º generación bien diferenciada. Estos productos intentaban usar la capa residual “*smear layer*” como substrato para la adhesión. Esta capa está unida a la dentina subyacente a niveles insignificantes de 2 a 3 MPa y las débiles fuerzas de adhesión de esta generación (2 a 8 MPa a la dentina) hacía todavía necesaria la retención en la preparación de cavidades. Las restauraciones con márgenes en dentina presentaban exagerada microfiltración y las restauraciones en posteriores adolecían de considerable sensibilidad postoperatoria. La estabilidad a largo plazo de los adhesivos de 2º generación era problemática y la tasa de retención a un año para las restauraciones no pasaba de un 70 por ciento ^(1, 8, 9,15).

3.3) Adhesivos de tercera generación.

Al final de los años 80 aparecieron dos sistemas de doble componente: iniciador (*primer*) y adhesivo. Por las mejoras notables que estos agentes de unión presentaban se les clasifico como una 3º generación. El incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina, 8-15 MPa, disminuyó la necesidad de retención en las preparaciones cavitarias. Las lesiones por erosión, abrasión o abfracción pudieron ser tratadas con preparaciones mínimas, dando comienzo a la odontología ultra conservadora.

Una notable disminución de la sensibilidad post-operatoria en las restauraciones oclusales posteriores fue también un avance bienvenido. La tercera generación fue también la primera "generación" en adherirse no solamente a la estructura dental sino también a metales y cerámica. La parte negativa de estos agentes de unión fue su corta duración. En varios estudios se constató que la adhesión de estos materiales empezaba a decrecer después de tres años en boca. Sin embargo, a pesar de niveles altos de sensibilidad post-operatoria, la demanda por parte de los pacientes de restauraciones color diente impulsó a algunos dentistas a empezar a ofrecer obturaciones posteriores en resina compuesta como procedimiento de rutina ^(1, 8,10).

3.4) Adhesivos de cuarta generación.

Esta generación se caracteriza por el proceso de hibridación en la interfase dentina-resina compuesta. Esta hibridación es el reemplazo de la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinal por resina. Esta resina, en combinación con las fibras de colágeno remanente, constituye la capa híbrida. La hibridación involucra tanto a los túbulos dentinarios como a la dentina intratubular, mejorando extraordinariamente la fuerza de unión a la dentina. El grabado total y la adhesión a dentina húmeda, conceptos desarrollados por Fusayama y Nakabayashi en Japón en los años 80 introducidos a Estados Unidos por Bertollotti y popularizados por Kanca, son las grandes innovaciones de la cuarta generación de adhesivos. Los materiales en este grupo se distinguen por sus componentes; hay dos o más ingredientes que se deben mezclar, preferiblemente en proporciones muy precisas. Esto, que es fácil de lograr en el laboratorio, no lo es tanto en el consultorio. El número de pasos en el mezclado y la necesidad de medición exacta de los componentes tienden a hacer el procedimiento confuso y a reducir la fuerza de unión a dentina ^(1, 8, 9,15).

3.5) Adhesivos de quinta generación.

Los adhesivos dentales de quinta generación son materiales que se adhieren bien al esmalte, la dentina, a la cerámica y a los metales, pero lo más importante es que se caracterizan por tener un solo componente en un solo frasco. No hay mezclado, y por lo tanto menos posibilidades de error. La fuerza de retención a la dentina está en el rango de 20 a 25 MPa y más, adecuada para todos los procedimientos dentales. Los procedimientos dentales tienden a ser, por una parte estresantes, y por otra, sensibles a las variaciones en la técnica. Cuando algo de ese estrés se logra eliminar todos, los dentistas, sus auxiliares y los pacientes salen favorecidos. Los agentes de unión de la Quinta generación son fáciles de usar y de resultados predecibles, son los adhesivos más populares en la actualidad. Además hay poco riesgo de sensibilidad a la técnica en un material que se aplica directamente a la superficie preparada del diente. La sensibilidad post operatoria ha sido también reducida sensiblemente ^(1, 8, 9).

3.6) Adhesivos de sexta generación.

Los dentistas y los investigadores están tratando de eliminar el paso del grabado ácido, o de incluirlo químicamente dentro de alguno de los otros pasos. La sexta generación de adhesivos no requiere grabado, al menos en la superficie de la dentina. Si bien esta generación no está aceptada universalmente, hay un número de adhesivos dentales presentados en el año 2000 en adelante, que están diseñados específicamente para eliminar el paso de grabado. Estos productos tienen un acondicionador de la dentina entre sus componentes; el tratamiento ácido de la dentina se autolimita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interfase restauración-diente ⁽¹⁾.

Algunos investigadores han planteado dudas sobre la calidad de la unión con el paso del tiempo en boca. Lo interesante es que la adhesión a la dentina (18 a 23 MPa) se sostiene con el transcurso del tiempo, mientras que la adhesión al esmalte no grabado ni preparado es la que está en entredicho. Además, los múltiples componentes y múltiples pasos en las varias técnicas de la sexta generación pueden causar confusión y conducir a error. También se ha expresado preocupación sobre la eficacia y pronóstico de varios procedimientos innovadores de mezcla ^(1,10).

Con respecto a estos sistemas, se podría decir que su efectividad adhesiva es igual o inferior a los sistemas adhesivos convencionales, aunque no existen estudios a largo plazo que garanticen una adhesión duradera, principalmente a esmalte, por otra parte, se sugiere que con los sistemas autograbadores de última generación se obtienen fuerzas de adhesión superiores en comparación con sistemas anteriores, aunque no existen estudios concluyentes al respecto ⁽⁸⁾.

4. ADHESIÓN A SUBSTRATOS NO DENTARIOS.

La evolución de los sistemas adhesivos ha sido fruto de investigaciones que derivaron en el desarrollo de eficaces formulaciones en sistemas adhesivos activos sobre sustratos dentarios. Junto a ello, las técnicas odontológicas hacen necesario contar además con recursos y técnicas confiables para lograr adhesión a sustratos no dentarios, situación que se presenta en el caso de restauraciones indirectas y aparatos protésicos metálicos, cerámicos, poliméricos, y entre otros campos de la odontología como la ortodoncia⁽⁸⁾.

Una resina es un material heterogéneo formado por dos componentes, que posee cualidades superiores a las de cada uno de ellos⁽¹⁴⁾.

La resina se caracteriza por su estructura, que incluye lo siguiente:

- Una matriz orgánica (resina) que representa del 30 al 50 % del volumen del material, la matriz más frecuente es la de BIS-GMA o matriz de Bowen. El BIS-GMA se obtiene a partir de 3 moléculas de base: bisfenol A, alcohol glicídico y ácido metacrílico⁽¹⁷⁾.
- Una fase dispersa considerada de alta resistencia mineral u órgano mineral, de granulometría y de porcentaje variables: el relleno. La misión principal del relleno es conferir a la resina sus propiedades mecánicas y físicas⁽¹⁴⁾.
- Un agente adhesivo que permite la unión resina/relleno. De la calidad de esta interfase dependerá en gran medida el buen funcionamiento del material. La unión entre las dos fases es esencial; condicionará el buen comportamiento físico y mecánico, evitando la concentración de fuerzas⁽¹⁴⁾.
- A esto, habrá que añadir los coadyuvantes, sustancias que influyen en la reacción de polimerización (activadores, aceleradores e inhibidores) o bien que intervienen en la estética del material (estabilizadores, pigmentos, etc.)⁽¹⁴⁾.

4.1) Clasificación de las resinas:

Se realiza en función de la fase del relleno que modifica las propiedades. Se distinguen generalmente tres grupos:

- Las resinas convencionales o tradicionales. Contienen macrorrellenos de 5 a 30 micrómetros de diámetro para los más antiguos y de 1 a 5 micrómetros para los más recientes. Estas resinas

poseen unas características físicas y mecánicas generalmente consideradas como adecuadas, pero presentan una resistencia a la abrasión insuficiente y una mala capacidad de pulido, lo que da lugar al arrancamiento de partículas minerales en la superficie. Esto determina una porosidad que será el origen de retenciones y de alteraciones en el color⁽¹⁴⁾.

- Las resinas de microrrelleno. Se caracteriza por que su relleno puede ser fraccionado en partículas de relleno muy pequeñas de 0.02 a 0.07 micrómetros. Las mejoras en estos materiales se deben al tratamiento de los rellenos; éstos quedan atrapados en el seno de los bloques de polímero, endurecidos previamente en el laboratorio y después triturados. Esta polimerización resinosa y este recubrimiento del relleno confieren al material una buena resistencia al arrancamiento y una excelente capacidad de pulido, ya que el relleno queda protegido por el polímero⁽¹⁴⁾.
- Las resinas híbridas, contienen el macrorrelleno de las resinas convencionales combinado con microrrelleno que rellena los espacios ocupados en las resinas convencionales por la matriz orgánica. Esta combinación permite ensamblar las cualidades propias de ambas categorías de resinas.

4.2) Adhesión a substratos poliméricos.

La adhesión a substratos poliméricos es relativamente sencilla, teniendo en cuenta que las fórmulas de cementantes son en su gran mayoría de la química polimérica.

Los tres grupos de plásticos o polímeros sintéticos de mayor aplicación en Odontología son: las resinas acrílicas, las resinas compuestas de uso directo en la clínica y las resinas compuestas de uso en laboratorio⁽⁴⁾.

4.2.1) Adhesión a resinas acrílicas.

Las resinas acrílicas son derivados del ácido acrílico o metacrílico en la forma de ésteres como el metacrilato de metilo y su polímero el poli metacrilato de metilo. Su polimerización se logra mediante activadores químicos para las resinas acrílicas de auto curado o la acción de la temperatura, como activador físico en las resinas acrílicas de polimerización térmica. La apertura de los dobles enlaces de la química del carbono en los monómeros y comonómeros por acción de los iniciadores activados, permite su unión o enlace para conformar cadenas poliméricas de tipo lineal o tridimensional según los monómeros que hayan sido utilizados.

La unión de los dientes acrílicos a la base de acrílicos de la dentadura total es de tipo cohesivo, por involucrar substratos similares químicamente. Sin embargo, debe asegurarse que el monómero líquido de material para base sea capaz de disolver superficialmente la parte palatina o el talón de los dientes artificiales. Si esa zona de los dientes está confeccionada con resinas con estructura altamente cruzada, esta situación puede no darse. En estos casos puede ser necesario generar alguna forma de retención mecánica entre ambas estructuras ⁽⁸⁾.

4.2.2) Adhesión a resinas compuestas.

La resina compuesta desarrollada inicialmente por Bowen en 1,959 ha experimentado una evolución continúa con el fin de mejorar sus características estéticas y físico-mecánicas. Su composición y estructura se basa en la química de los polímeros reforzados con vidrios silanizados. El mecanismo de activación de su polimerización se efectúa de dos formas. La activación química se concreta en forma similar a la mencionada con las resinas acrílicas. La presencia de iniciadores y activadores químicos posibilitan la polimerización de los monómeros presentes en la resina compuesta. Mejores resultados se obtienen con la activación de la polimerización por calor o energía radial ⁽⁴⁾.

La adhesión a resina tiene las siguientes aplicaciones en Odontología:

- Cuando hay que agregar varios incrementos sucesivos de resina en una restauración grande.
- Cuando hay que reparar, modificar, agregar o corregir una restauración de resina que ya ha sido realizada anteriormente y ha estado expuesta al medio bucal.
- Para el cementado de una incrustación de resina ⁽²⁾.

4.2.3) Capa inhibida.

Los radicales libres producidos durante la polimerización tienen la particularidad de mostrarse más reactivos con el oxígeno que con el monómero, de modo tal que aquél se comporta como un inhibidor impidiendo la polimerización radical y dando lugar a la formación de una capa parcialmente polimerizada en la parte más superficial de la resina que se halla en contacto con el oxígeno atmosférico ^(15,16).

Esta capa inhibida varía en su espesor desde unas pocas micras en las resinas compuestas polimerizables con luz visible, alrededor de 2.5 a 50 micras en los químicos⁽¹⁶⁾.

El efecto negativo que produce la presencia de esta capa inhibida como cambios de color en la superficie de la resina y mayor proporción de desgaste por su dureza disminuida indica que la condición ideal sería su eliminación total de las áreas superficiales de las restauraciones. Sin embargo sus propiedades son altamente positivas cuando se efectúan las obturaciones por técnica incremental, estratificada o en capas, donde la presencia de la capa inhibida actuaría como agente de unión entre cada estrato del material compuesto a través de los grupos monoméricos libres que presenta⁽¹⁶⁾.

4.2.4) Unión entre capas de resinas compuestas

Es habitual en el procedimiento operatorio que el profesional coloque capas delgadas de resina compuesta en forma incremental polimerizando cada una de ellas con una unidad de fotocurado durante algunos segundos. Al observar cada capa polimerizada puede visualizarse un brillo superficial, que al ser tocado aparece como untuoso. Esto no es otra cosa que una capa inhibida, conformada en su espesor muy delgado de monómeros que no polimerizaron a pesar de la acción de la radiación. El oxígeno de el aire es el causante de la falta de polimerización de estos monómeros. Al colocar una segunda capa de resina y fotopolimerizarla, la capa inhibida actúa como enlace entre ambas generándose una unión cohesiva, que es de tipo primario y resistente por su naturaleza química. Se logra así la unión química cohesiva entre los diferentes incrementos, integrándose en conjunto como un solo cuerpo. Al terminar la restauración la capa inhibida es eliminada con el procedimiento de pulido y brillo. En consecuencia, si el odontólogo deseara adicionar otra capa de resina será conveniente pincelar el agente de unión sobre la superficie pulida^(8,16).

4.2.5) Adhesión en restauraciones poliméricas indirectas

Con el avance en la química de los polímeros reforzados se ha hecho posible elaborar diferentes restauraciones en el laboratorio, que son fijadas con las técnicas adhesivas. Diferentes compañías presentan formulaciones de resinas compuestas con refuerzos cerámicos. Algunos de ellos denominan a sus productos polividrios o cerómeros. La resina reforzada de este tipo corresponde a polímeros con refuerzos de cerámicos en un porcentaje entre 74 y 87% en masa. Las restauraciones indirectas que se realizan con estos materiales van desde la elaboración de incrustaciones, carillas, coronas completas y hasta prótesis fija adhesiva de tres unidades⁽⁴⁾.

4.3) Adhesión a sustratos metálicos.

A pesar de continuados esfuerzos llevados a cabo para reemplazar materiales metálicos, muchos de los procedimientos restauradores en Odontología requieren de la utilización de este tipo de estructuras. Tal es el caso de restauraciones individuales tipo incrustación, núcleos o postes prefabricados y también prótesis fija y removible de tramos de gran extensión, en donde se aplican fuerzas masticatorias de gran magnitud así como en la aparatología ortodóncica ⁽⁸⁾.

En Odontología es poco frecuente el empleo de metales puros; lo usual es el empleo de aleaciones en cuya composición entran varios elementos metálicos. En función de los metales que las constituyen, las aleaciones se pueden clasificar en dos grandes grupos: aleaciones con contenidos de metales nobles (oro, platino, paladio) y aleaciones sin metales nobles. Las más comunes de estas últimas incluyen elementos metálicos como níquel, cromo y cobalto. Las aleaciones y metales nobles presentan una mayor capacidad de reacción en su superficie lo que facilita el fenómeno adhesivo con otros sustratos ⁽⁸⁾.

4.4) Adhesión a sustratos cerámicos.

La porcelana dental se viene utilizando desde hace más de dos siglos con gran éxito, dada las cualidades de este material que lo acercan al tan anhelado material ideal. Puede mencionarse como un aspecto favorable para su indicación las excelentes propiedades ópticas que permiten mimetizar las estructuras dentarias en cuanto a color, translucidez, fluorescencia y opalescencia. Esta característica se combina con algunas propiedades favorables como la resistencia compresiva, su biocompatibilidad, estabilidad en el medio bucal y la posibilidad de adhesión de sustratos metálicos ⁽⁸⁾.

Dentro de sus desventajas, puede citarse la relativa complejidad de su manejo de laboratorio, su fragilidad ante tensiones traccionales y la elevada dureza que puede abrasionar las estructuras dentarias antagonistas ⁽⁸⁾.

Pueden diferenciarse distintos tipos de porcelana en términos de su composición y estructura. Reconocerlas es básico para comprender las dificultades que se enfrentan para lograr adhesión a este sustrato y los tratamientos específicos que se deben realizar para preparar su superficie ⁽⁸⁾.

- Porcelana para fabricación de dientes: los dientes de porcelana para prótesis total poseen excelentes características de resistencia, estabilidad de color y estética. Requieren de aditamentos mecánicos para la retención con las bases de poli metacrilato de metilo de la prótesis removible. Sus componentes básicos son: feldespato, cuarzo y caolín.
- Porcelanas para la técnica de fusión sobre metal: las formulas poseen en su composición pequeñas cantidades de oxido de calcio, titanio y circonio. Cada fabricante suministra las especificaciones en términos de temperaturas de horneado y compatibilidad con los diferentes sistemas de aleaciones.
- Porcelanas para restauraciones: en la evolución de los sistemas cerámicos se encuentran diferentes composiciones: porcelanas alumínicas, porcelanas reforzadas con fluoroapatita, porcelanas por infiltrado de oxido de aluminio, porcelanas por infiltrado de oxido de magnesio y porcelanas por infiltrado de oxido de circonio ⁽⁸⁾.

Dadas las características estéticas del material y en especial la posibilidad de utilizar cerámicas sin substrato cerámico, hoy se utiliza la porcelana en restauraciones tipo corona completa, prótesis fija de tres unidades sin estructura metálica, carillas e incustraciones ⁽⁸⁾.

Esta circunstancia ha impulsado al desarrollo de técnicas de preparación de superficie que permitan un buen anclaje de los sistemas cementantes adhesivos, además del tratamiento requerido en los casos de fallas y fracturas de cerámica adherida a metal para poder repararlas ⁽⁴⁾.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la fuerza promedio de adhesión máxima de las uniones resina-resina utilizando diferentes técnicas adhesivas, luego de su permanencia en boca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la fuerza de adhesión de las uniones resina-resina a diferentes intervalos de tiempo (inmediata y 24 horas después) utilizando la capa inhibida.
- Evaluar la fuerza de adhesión máxima de resistencia de las uniones resina-resina a diferentes intervalos de tiempo utilizando diferentes técnicas de adhesión:
 - pulido y adhesivo.
 - pulido, arenado y adhesivo.
 - pulido, silano y adhesivo.
- Comparar la fuerza de adhesión de las uniones resina-resina del grupo control con las demás uniones resina-resina de diferentes técnicas de adhesión y observar la más adecuada.

HIPÓTESIS

La fuerza de adhesión de las uniones resina-resina, disminuye considerablemente, cuando se le realizan incrementos de resina a una restauración que previamente estuvo en contacto con fluidos orales.

VARIABLES

Independiente:

La resina compuesta.

Dependiente:

Técnicas adhesivas.

Tiempo que la restauración estuvo en boca.

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

Independiente:

Resina compuesta: material heterogéneo compuesto por una matriz (orgánica) y por un relleno (inorgánico) unido por medio de un agente de unión (silano) ⁽⁵⁾.

Dependiente:

Técnicas adhesivas: procedimiento mediante el cual se logra la unión de la resina compuesta a un sustrato dentario o no dentario ⁽⁵⁾.

En este estudio las técnicas a utilizar son:

- pulido y adhesivo.
- pulido, arenado y adhesivo.
- pulido, silano y adhesivo.

INDICADORES DE VARIABLES

La cuantificación del grado de adhesión de las resinas compuestas.

Independiente

Resina Compuesta:

Serán los bloques de resina compuesta fabricados con el material preseleccionado (Z100)[®].

Dependiente

Técnicas Adhesivas:

Se utilizaran varias técnicas definidas en el procedimiento del presente protocolo.

[®] Marca Registrada, propiedad de 3M

MATERIALES Y MÉTODOS

Para poder realizar este estudio, se utilizó resina compuesta Z100 3M ESPE[®], con la cual se construyeron las muestras que se utilizaron para realizar el estudio, el numero de muestras que se construyeron fue de 60, de las cuales 40 se colocaron en contacto con los fluidos orales y la 20 muestras restantes no estuvieron en contacto con los fluidos orales, ya que la finalidad es tener un parámetro de comparación de la fuerza de adhesión resina-resina cuando ésta no ha estado en contacto con los fluidos orales. Para poder colocar las muestras en contacto con los fluidos orales, se solicitó la colaboración de pacientes parcialmente edéntulos, que acuden a las clínicas de la Facultad de Odontología, que tuvieran en su plan de tratamiento, Prótesis Parcial Removible, a estos pacientes se les explicó el procedimiento a seguir y el objetivo de realizar este estudio, luego a los pacientes se les entregó un consentimiento informado, los pacientes que aceptaron pertenecer al estudio se les realizó el siguiente procedimiento: se les tomó impresiones para construir las prótesis removibles de acrílico, luego de tener las prótesis, se les reemplazó los dientes de acrílico por dientes de resina que fueron contruidos de la siguiente forma: a la prótesis se le tomó una impresión con silicona, para tener un molde en negativo y así construir las muestras de resina con las características morfológicas de cada pieza, para ello se fueron haciendo incrementos de resina de 1.5mm y fotocurando durante 40 segundos hasta realizar cada muestra; el total de muestras a realizar de esta forma fue de 40, las 40 muestras fueron contruidas con resina Z100 3M ESPE[®] color A3.5, luego de haber reemplazado los dientes de acrílico por los de resina, el paciente utilizó la prótesis el tiempo estipulado (inmediata y 24 horas), esto se realizó para que las muestras estuvieran en contacto con los fluidos orales, conforme se fueron recolectando las muestras se fueron haciendo las uniones resina-resina, estas uniones se llevaron a cabo con resina Z100 3M ESPE[®] color A2, para poder diferenciar las uniones, para ello se utilizó un tubo de cristal de 1.5cm de longitud y 0.8cm de diámetro, para poder elaborar el bloque que se fue uniendo a las muestras que previamente estuvieron en contacto con los fluidos orales. Luego se construyeron las 20 muestras restantes (grupo control), las cuales no estuvieron en contacto con los fluidos orales, estas muestras se construyeron con forma de cilindro de 1.5cm de longitud y 0.8cm de diámetro y con resina Z100 3M ESPE[®] color A3.5. Luego de ir construyendo cada muestra, se les hicieron las uniones resina-resina, estas uniones se llevaron a cabo con resina Z100 3M ESPE[®] color A2, para poder diferenciar las uniones, para realizar estas uniones se utilizó un tubo de cristal de 1.5cm de longitud y 0.8cm de

[®] Marca Registrada, propiedad de 3M

diámetro, hasta completar todas las uniones. Para llevar a cabo este estudio en la Facultad de Odontología, se solicitó la autorización a Dirección de Clínicas y luego al Departamento de Prótesis Parcial Removible.

Previo a recolectar las muestras se llevó a cabo una calibración y control de calidad del procedimiento que se utilizó.

Las muestras fueron divididas en dos grupos dependiendo del tiempo de permanencia en boca, siendo estos, Grupo A (inmediata) y Grupo B (24 horas).

Cada grupo de estos se subdividió en 4 subgrupos (I, II, III y IV), dependiendo de la técnica que se utilizó para hacer el procedimiento de adhesión.

Grupo O (control):

Las piezas que pertenecieron a este grupo no estuvieron en contacto con los fluidos orales, ya que la finalidad es tener un parámetro de comparación de la fuerza de adhesión en condiciones ideales, este grupo consta de 20 piezas y las uniones se realizaron por medio de la capa inhibida.

Grupo A:

Este grupo está integrado por las piezas que estuvieron en contacto con los fluidos orales durante un corto tiempo (1 minuto) consta de 20 piezas y cada subgrupo de 5 piezas.

Grupo B:

Este grupo está integrado por las piezas que estuvieron en contacto con los fluidos orales durante 24 horas, consta de 20 piezas y cada subgrupo de 5 piezas.

Subgrupo I:

En este grupo las uniones resina-resina se llevaron a cabo utilizando la capa inhibida (unión química) como medio de adhesión.

Subgrupo II:

En este grupo previo a la unión resina-resina la pieza se pulió con discos (Soflex[®]) y luego se le colocó adhesivo (Single Bond II, 3M ESPE[®] según las instrucciones de fabricante).

Subgrupo III:

En este grupo al igual que el anterior previo a la unión resina-resina la pieza se pulió con discos (Soflex[®]) y además se arenó (Óxido de Aluminio de 50 micras) y luego se le colocó adhesivo (Single Bond II, 3M ESPE[®] según las instrucciones del fabricante).

Subgrupo IV:

[®] Marca Registrada, propiedad de 3M

En este grupo previo a la unión resina-resina la pieza se pulió con discos (Soflex[®]), se le colocó silano (Ceramic Primer[®]) y luego adhesivo (Single Bond II, 3M ESPE[®] según las instrucciones del fabricante).

Después de haber realizado todas las uniones resina-resina, se les realizó pruebas de adherencia por corte a los bloques de resina compuesta, para medir la fuerza necesaria para separar dichos bloques y realizar comparaciones entre los distintos grupos, para determinar el más resistente.

Para ello se utilizaron dos aditamentos de metal, en los cuales se colocaron los dos extremos de los bloques de resina, estos aditamentos se colocaron en una prensa universal Baldwin Lima-Hamilton, la cual aplicó fuerzas opuestas, incrementando la fuerza hasta lograr separar las uniones resina-resina.

Esto se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Ingeniería.

[®] Marca Registrada, propiedad de 3M

RESULTADOS

De acuerdo con los datos obtenidos en el trabajo de campo, se presenta a continuación la tabulación de los mismos y su respectiva descripción.

En el cuadro No. 1 se puede apreciar que el valor promedio de esfuerzo necesario para separar los bloques de resina del grupo control, fue de 38.7 Mpa en un rango de 22.1 a 69.1 Mpa.

En el cuadro No. 2 se puede apreciar que el valor promedio de esfuerzo necesario para separar los bloques de resina del grupo A, fueron los siguientes: para el subgrupo I, fue de 16.5 Mpa en un rango de 13.1 a 20.2 Mpa; para el subgrupo II, fue de 19.8 Mpa en un rango de 16.3 a 24.7 Mpa; para el subgrupo III, fue de 35.5 Mpa en un rango de 16.3 a 50.4 Mpa; para el subgrupo IV, fue de 27.8 Mpa en un rango de 19.3 a 43.6 Mpa.

En el cuadro No. 3 se puede apreciar que el valor promedio de esfuerzo necesario para separar los bloques de resina del grupo B, fueron los siguientes: para el subgrupo I, fue de 13.6 Mpa en un rango de 8.9 a 20.1 Mpa; para el subgrupo II, fue de 22.8 Mpa en un rango de 16.6 a 27.8 Mpa; para el subgrupo III, fue de 20.5 Mpa en un rango de 14.8 a 29.4 Mpa; para el subgrupo IV, fue de 20.8 Mpa en un rango de 6.2 a 34.9 Mpa.

CUADRO No.1

Esfuerzos en Mpa necesarios para la separación de los bloques de resina, medidas realizadas en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Noviembre 2005.

GRUPO CONTROL

Prueba #	Mpa	Prueba #	Mpa	Prueba #	Mpa	Prueba #	Mpa
1	27.5	6	26.6	11	39.1	16	34.8
2	27.5	7	42.3	12	66.3	17	22.4
3	40.2	8	41.1	13	52.4	18	49.9
4	38.7	9	25.9	14	26.3	19	22.1
5	69.1	10	49.5	15	29.9	20	42.1
Media	40.6	Media	37.1	Media	42.8	Media	34.2

El grupo control tiene una media de **38.7**

CUADRO No.2

Esfuerzos en Mpa necesarios para la separación de los bloques de resina, medidas realizadas en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Noviembre 2005.

GRUPO A

Prueba #	Subgrupo I	Subgrupo II	Subgrupo III	Subgrupo IV
1	13.2	24.7	50.1	19.3
2	20.2	20.2	32.5	19.9
3	13.1	19.1	28.1	32.7
4	19.1	18.8	16.3	43.6
5	16.8	16.3	50.4	23.7
Media	16.5	19.8	35.5	27.8

CUADRO No.3

Esfuerzos en Mpa necesarios para la separación de los bloques de resina, medidas realizadas en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Noviembre 2005.

GRUPO B

Prueba #	Subgrupo I	Subgrupo II	Subgrupo III	Subgrupo IV
1	14.6	16.6	19.6	26.1
2	12.8	24.4	14.8	22.9
3	20.1	24.5	29.4	14.1
4	11.8	20.6	17.1	34.9
5	8.9	27.8	21.6	6.2
Media	13.6	22.8	20.5	20.8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de analizar los datos finales, se puede aseverar que la unión química (capa inhibida) entre las capas de resina es más fuerte si no hay ninguna contaminación con fluidos orales.

Al momento de comparar las diferentes técnicas adhesivas se puede apreciar que el grupo con valores más altos de resistencia es el grupo control, el cual consistió en hacer uniones resina-resina en condiciones ideales, fue el único grupo que no estuvo en contacto con los fluidos orales, el valor promedio de esfuerzo que presentó el grupo fue de 38.7 Mpa, se utilizó como medio de adhesión la capa inhibida, esto se debe a que la capa inhibida actúa como enlace entre ambas capas, generándose una unión de tipo primario y resistente por su naturaleza química, por lo que estas uniones se lograron por medio de una copolimerización entre radicales libres sin reaccionar de la primera capa más los nuevos radicales libres de la segunda capa, por lo que la capa inhibida superficial proporcionó dobles enlaces libres capaces de unirse a la nueva capa.

El grupo A y el grupo B que estuvieron en contacto con los fluidos orales 1 minuto y 24 horas respectivamente, fueron los que presentaron menores valores promedios de esfuerzo, comparados con el grupo control.

De los dos grupos que estuvieron en contacto con los fluidos orales el que presentó valores más altos de resistencia fue el subgrupo III del grupo A, el cual consistió en que la pieza que estuvo en contacto con los fluidos orales durante 1 minuto previo a la unión resina-resina fue pulida, arenada y luego se le aplicó adhesivo, utilizando esta técnica de adhesión el esfuerzo promedio para separar esta unión fue de 35.5 Mpa; el segundo que presentó un valor alto fue el subgrupo IV del grupo A, el cual consistió en que la pieza que estuvo en contacto con los fluidos orales durante 1 minuto previo a la unión resina-resina fue pulida después se le aplicó silano y por último adhesivo, utilizando esta técnica de adhesión el esfuerzo promedio para separar esta unión fue de 27.8 Mpa; el subgrupo II del grupo A mostró un valor promedio de 19.8 Mpa, en este subgrupo previo a la unión resina-resina la pieza fue pulida y luego se le colocó adhesivo, en este subgrupo el esfuerzo promedio para separar la unión disminuyó significativamente; en el grupo B casi todos los subgrupos presentaron valores de esfuerzo similares, el subgrupo I fue el que presentó el esfuerzo promedio más bajo de todo el estudio, con un esfuerzo de 13.6 Mpa, en este subgrupo se utilizó la capa inhibida como medio de adhesión, la pieza previo a la unión resina-resina estuvo en contacto con los fluidos orales durante 24 horas.

Los subgrupos II, III y IV del grupo B presentaron un esfuerzo promedio de 22.8, 20.5 y 20.8 Mpa respectivamente, un esfuerzo promedio bajo comparado con el grupo control.

Respecto a las técnicas adhesivas puede decirse que el grupo de mayor resistencia fue el que presentó el protocolo que incluía el pulido, arenado y la colocación del adhesivo, lo cual puede deberse a que en primera instancia, el pulido proporciona irregularidades que provee el fresado sobre el material, como segunda instancia, el arenado que contribuye a proporcionar un mecanismo de adhesión por un tipo de anclaje macromecánico y la colocación de adhesivo que es un monómero disuelto en un solvente, ya sea de tipo acetona, alcohol o agua, el cual tiene la función de penetrar en las irregularidades existentes en el material. Pero comparando estos grupos con el grupo control, se puede deducir que la unión química sigue siendo una base importante para la adhesión aún contando con otros métodos de adhesión de tipo físico. Los grupos que presentaron menor fuerza de adhesión, fueron los que estuvieron en contacto con los fluidos orales, esto se debe a que la capa inhibida va perdiendo su naturaleza química por un excesivo contacto con el oxígeno, lo cual debilita sus enlaces.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados encontrados en esta investigación se concluye que:

1. Conforme más tiempo pasa la restauración en contacto con los fluidos orales, menor fuerza de adhesión presentará al momento de hacer una unión resina-resina, no importando la técnica a utilizar, ya que al evaluar 1 minuto y 24 horas después de estar en contacto con saliva, todas las técnicas tuvieron una adhesión baja, por lo que se acepta la hipótesis de trabajo.
2. Después que una restauración de resina compuesta ha estado en contacto con los fluidos orales y sufre alguna fractura, no es aconsejable realizar una reparación, ya que la fuerza de adhesión disminuye considerablemente, según lo encontrado en el estudio que se realizó.
3. La mejor fuerza de adhesión entre resina-resina la presentó el grupo control, en el cual se utilizó la capa inhibida como medio de adhesión, el valor promedio de esfuerzo necesario para separar los dos bloques de resina fue de 38.7 Mpa.
4. El protocolo de adhesión entre resina-resina que mayores valores de adhesión presentó fue el subgrupo III del grupo A, que utilizó pulido, arenado y adhesivo presentando un valor promedio de 35.5 Mpa.
5. El protocolo de adhesión entre resina-resina que presentó valores medios de adhesión fue el subgrupo IV grupo A, que utilizó pulido, silano y adhesivo, presentando un valor promedio de esfuerzo de 27.8 Mpa.
6. El protocolo de adhesión entre resina-resina que presentó los valores más bajos de adhesión fue el subgrupo I del grupo B que utilizó la capa inhibida como medio de adhesión, presentando un valor promedio de esfuerzo de 13.6 Mpa.
7. El contacto de la restauración con fluidos orales previo a la unión resina-resina utilizando la capa inhibida como medio de adhesión, disminuyó en la fuerza de unión en más de un 50% comparado con el grupo control.


RECOMENDACIONES

En este estudio se recomienda:

- Que en la disciplina de Biomateriales Dentales de la Facultad de Odontología se puedan realizar algunas pruebas de investigación sobre los diferentes materiales dentales que se utilizan en esta Facultad.
- Realizar estudios que evalúen diferentes técnicas de adhesión con diferentes marcas comerciales.
- Al momento de realizar una reparación en una restauración de resina es importante tomar en cuenta el tiempo que la restauración tiene de estar en boca y el protocolo de adhesión a utilizar.
- Cuando se utilicen materiales adhesivos, colocar dique de goma para que la restauración no esté en contacto con los fluidos orales.

BIBLIOGRAFÍA

7. Fuchino, C. (2003). **Adhesivos de** Consultado el 13 de Jul. 2005. Disponible en: www.odontologia-online.com/casos/part/ra/ra01.html
8. Henostroza, G. (2003). **Adhesión en odontología restauradora**. Perú: MAFO, pp. 13-21, 27, 40-44.
1. Abreu Rodríguez, R. (2004). **Adhesión en odontología contemporánea I**. (en línea). España: Consultado el 12 de Jul. 2005. Disponible en: www.odontologia-online.com/casos/part/ra/ra01.html
9. Luna, M. A. y Berkman, W. W. (1982). **Adhesión dental en odontología restauradora**
2. Barrancos Money, J. (2002). **Operatoria dental: restauraciones**. 3 ed. Buenos Aires: Panamericana. pp. 603-606. Trad. Diodato, S. L. México: McGraw-Hill Interamericana, Vol. 4, pp. 583-597, 765-784.
3. Bonilla, V. (2002). **Importancia de la capa parietal**. (en línea). España: Consultado el 15 de Jul. 2005. Disponible en: www.gbsystems.com/papers/endo/parietal.htm
4. Duke, E. S. (1993). **Adhesivos y su aplicación con los materiales de restauración**. En: Clínicas Odontológicas de Norteamérica: odontología restaurativa. Ginsberg Halpern, B. director huésped. Trad. Claudia Cervera Pineda. México: Interamericana McGraw-Hill. Vol. 3. pp. 315-321.
5. Echeverría, L. (2004). **Evaluación in vitro de la viabilidad de la capa inhibida y de las uniones resina-resina utilizando diferentes técnicas adhesivas**. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. pp. 46-48.
12. Pérez, S. (2004). **Materiales híbridos en odontología restauradora** (en línea). España: Consultado el 14 de Jul. 2005. Disponible en: www.odontologia-online.com/casos/part/ra/ra01.html
6. Freedman, G. (2002). **Sistemas adhesivos de séptima generación**. (en línea). Argentina: Consultado el 12 de Jul. 2005. Disponible en: www.sdpt.net/adhesivos7generacion.htm
13. Rodríguez, E. (2002). **Estudio comparativo de las propiedades de adhesión de resinas restauradoras**

vo. Pso.
Rejdi Medina
28 MAR 2006


7. Fuentes, C. (2,005). **Adhesivos dentales.** (en línea). México: Consultado el 13 de Jul. 2005. Disponible en: www.rincondelvago.com/adhesivos-dentales.html

8. Henostroza, G. (2,003). **Adhesión en odontología restauradora.** Perú: MAIO. pp. 13-23, 27, 40-44, 81-98, 113-120, 257-275.

9. Latta, M. A. y Barkmeier, W. W. (1,998). **Adhesivos dentales en odontología restauradora contemporánea.** En: Clínicas Odontológicas de Norteamérica: odontología estética. Editor invitado. Freedman, G. Trad. Diorki, S. L. México: McGraw-Hill Interamericana. Vol. 4. pp. 587-597, 765-784.

10. Marín, D. (2,004). **Adhesión a la estructura dentaria.** (en línea). México: Consultado el 12 de Jul. 2005. Disponible en: www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologi/2004480/capitulos/capitulo5/adhesion_estructura_dentaria.html

11. Otamendi, C. (2,003). **Efectos de los compuestos eugenólicos en los materiales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos.** (en línea). Venezuela: Consultado el 14 de Jul. 2005. Disponible en: www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_35htm

12. Pérez, S. (2,004). **Materiales fluidos en odontología restauradora.** (en línea). España: Consultado el 14 de Jul. 2005. Disponible en: www.dentsply-iberia.com/noticias/clinica1706.htm

13. Rodríguez, E. (2,002). **Estudio comparativo de las propiedades de adhesión, dureza, resistencia compresiva, sorción acuosa y contracción por polimerización entre varios sistemas de compositas**

fotocurables de alta densidad para restauraciones en dientes posteriores. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología. pp. 13-21.

14. Roth, F. (1994). **Los Composites.** Trad. María Pié Juste. Barcelona: Masson. pp. 1-17.

15. Schwartz, R. (1,999). **Un logro contemporáneo. Fundamentos en odontología operatoria.** Venezuela: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. pp. 141-179.

16. Taquino, J. (2,003). **Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada.** (en línea). Argentina: Consultado el 13 de Jul. 2005. Disponible en www.sdpt.net/adhesivo7generacion.htm

17. Uribe Echevarría, J. (1,990). **Operatoria dental: ciencia y práctica.** Madrid: Ediciones Avances Médico-Dentales. pp. 217-223.

Vo. Bo.
Heidi Medina
28 MAR 2006


ANEXOS

Consentimiento Informado

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de la Facultad de Odontología y el Departamento de Dirección de Clínicas, lleva a cabo la investigación titulada: “EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-RESINA UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS ADHESIVAS”.

El trabajo de investigación consiste en tomar impresiones de alginato a los pacientes que presenten arcadas con espacios edentulos, para luego construir con los modelos dentales de los pacientes prótesis parciales removibles, a las cuales se les cambiarán los dientes de acrílico por dientes de resina, los pacientes utilizarán estas prótesis el tiempo indicado (1 minuto y 24 horas), esto se llevará a cabo en las Clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Yo _____ por medio de mi firma confirmo que se me ha explicado satisfactoriamente el contenido de este consentimiento y del procedimiento a seguir, autorizo al encargado de la presente investigación a que realice el estudio anteriormente escrito.

Nombre:

_____ Cédula de

Vecindad: Registro No. _____ Orden No. _____

Dirección: _____ Teléfono: _____

Fecha: _____

Rubén Aldana Castillo
Estudiante Investigador

Vo.Bo. _____

Dr. Horacio Mendía
Asesor de Tesis



INFORME No. 337-M

INTERESADO: RUBEN A. ALDANA C.

PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-RESINA UTILIZANDO DIFERENTES TECNICAS ADHESIVAS".

ASUNTO: ENSAYO A CILINDROS DE RESINA

FECHA: GUATEMALA, 10 DE NOVIEMBRE DE 2005.

Antecedentes

El estudiante **Rubén Alejandro Aldana Castillo**, con carné No. **9819069** de la carrera de Odontología, solicito a este Centro de Investigaciones de Ingeniería que se realizara ensayo de adherencia por corte a 60 cilindros de resina, los ensayos en cuestión son parte de su trabajo de tesis "**EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-RESINA UTILIZANDO DIFERENTES TECNICAS ADHESIVAS**".

Resultados

GRUPO 0 CONTROL

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.669	0.35	98	280	27.5	Adhesiva	105	103.2
2	0.670	0.35	98.5	281.4	27.5	Adhesiva	105	103.2
3	0.670	0.35	143.5	410	40.2	Adhesiva	150	145.8
4	0.671	0.35	138	394.2	38.7	Adhesiva	145	141.1
5	0.669	0.35	246.5	704.3	69.1	Adhesiva	263	253.2
6	0.671	0.35	95	271.4	26.6	Adhesiva	103	101.3
7	0.670	0.35	151	431.4	42.3	Adhesiva	159	154.4
8	0.672	0.35	147	420	41.1	Cohesiva	153	148.7
9	0.670	0.35	92.5	264.3	25.9	Adhesiva	104	102.2
10	0.670	0.35	176.5	504.3	49.5	Adhesiva	187	181.1
11	0.679	0.36	143.5	398.6	39.1	Adhesiva	152	147.8
12	0.669	0.35	236.5	675.7	66.3	Adhesiva	251	241.8
13	0.671	0.35	187	534.3	52.4	Adhesiva	199	192.4
14	0.671	0.35	94	268.6	26.3	Adhesiva	100	98.4
15	0.669	0.35	107	305.7	29.9	Adhesiva	114	111.7
16	0.670	0.35	124	354.9	34.8	Adhesiva	130	126.9
17	0.671	0.35	80	228.6	22.4	Cohesiva	85	84.2
18	0.671	0.35	178	508.6	49.9	Adhesiva	184	178.2
19	0.673	0.36	81	225	22.1	Adhesiva	85	84.2
20	0.668	0.35	150	428.6	42.1	Adhesiva	155	150.6



INFORME No. 337-M

INTERESADO: RUBEN A. ALDANA C.

PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-
RESINA UTILIZANDO DIFERENTES TECNICAS ADHESIVAS".

GRUPO A
Subgrupo IV

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.678	0.36	71	197.2	19.3	Adhesiva	74	73.7
2	0.678	0.36	73	202.7	19.9	Adhesiva	77	76.6
3	0.674	0.36	120	333.3	32.7	Adhesiva	122	119.3
4	0.675	0.36	160	444.4	43.6	Cohesiva	175	169.6
5	0.676	0.36	87	241.6	23.7	Adhesiva	91	89.9

GRUPO B
Subgrupo I

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.671	0.35	52	148.6	14.6	Adhesiva	57	57.5
2	0.673	0.36	47	130.5	12.8	Adhesiva	49	49.9
3	0.672	0.35	72	205.7	20.1	Adhesiva	75	74.7
4	0.670	0.35	42	120	11.8	Adhesiva	45	46.2
5	0.671	0.35	32	91.4	8.9	Adhesiva	35	36.7

GRUPO B
Subgrupo II

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.673	0.36	61	169.4	16.6	Adhesiva	64	64.2
2	0.671	0.35	87	248.6	24.4	Adhesiva	93	91.8
3	0.673	0.36	90	250	24.5	Adhesiva	97	95.6
4	0.672	0.35	73	208.6	20.6	Adhesiva	77	76.6
5	0.674	0.36	102	283.3	27.8	Adhesiva	108	106



INFORME No. 337-M

INTERESADO: RUBEN A. ALDANA C.

PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-
RESINA UTILIZANDO DIFERENTES TECNICAS ADHESIVAS".

GRUPO A
Subgrupo IV

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.678	0.36	71	197.2	19.3	Adhesiva	74	73.7
2	0.678	0.36	73	202.7	19.9	Adhesiva	77	76.6
3	0.674	0.36	120	333.3	32.7	Adhesiva	122	119.3
4	0.675	0.36	160	444.4	43.6	Cohesiva	175	169.6
5	0.676	0.36	87	241.6	23.7	Adhesiva	91	89.9

GRUPO B
Subgrupo I

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.671	0.35	52	148.6	14.6	Adhesiva	57	57.5
2	0.673	0.36	47	130.5	12.8	Adhesiva	49	49.9
3	0.672	0.35	72	205.7	20.1	Adhesiva	75	74.7
4	0.670	0.35	42	120	11.8	Adhesiva	45	46.2
5	0.671	0.35	32	91.4	8.9	Adhesiva	35	36.7

GRUPO B
Subgrupo II

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.673	0.36	61	169.4	16.6	Adhesiva	64	64.2
2	0.671	0.35	87	248.6	24.4	Adhesiva	93	91.8
3	0.673	0.36	90	250	24.5	Adhesiva	97	95.6
4	0.672	0.35	73	208.6	20.6	Adhesiva	77	76.6
5	0.674	0.36	102	283.3	27.8	Adhesiva	108	106



O.T. No. 19412

INFORME No. 337-M

INTERESADO: RUBEN A. ALDANA C.

PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN IN VIVO DE LAS UNIONES RESINA-
RESINA UTILIZANDO DIFERENTES TECNICAS ADHESIVAS".

GRUPO B
Subgrupo III

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.670	0.35	70	200	19.6	Adhesiva	74	73.7
2	0.672	0.35	53	151.4	14.8	Cohesiva	65	65.2
3	0.671	0.35	105	300	29.4	Adhesiva	112	109.8
4	0.670	0.35	61	174.3	17.1	Adhesiva	64	64.2
5	0.672	0.35	77	220	21.6	Adhesiva	81	80.4

GRUPO B
Subgrupo IV

Muestra No.	Diámetro cms.	Área cms ²	Carga Kg. Maquina	Esfuerzo Kg./cm ²	Esfuerzo Mpa.	Tipo de Falla	Deformación 0.0001 Pulgadas	Carga Kg. Anillo
1	0.670	0.35	93	265.7	26.1	Adhesiva	97	95.6
2	0.670	0.35	82	234.3	22.9	Adhesiva	89	87.9
3	0.671	0.35	50	142.9	14.1	Adhesiva	54	54.7
4	0.673	0.36	128	355.5	34.9	Adhesiva	135	131.6
5	0.671	0.35	22	62.9	6.2	Adhesiva	25	27.2

Atentamente,

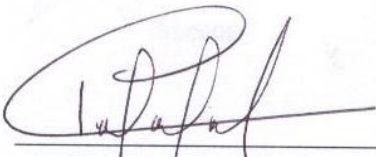
Ing. Pablo Christian. De León Rodríguez
Jefe Sección de Metales y
Productos Manufacturados

/cbr

Vo.Bo.
Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR C.I.I.



El contenido de esta Tesis es única y exclusiva responsabilidad del Autor

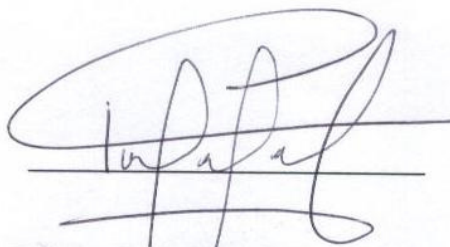


Rubén Alejandro Aldana Castillo
Autor

Revisor
Comisión de Tesis

Revisor
Comisión de Tesis

Secretaría Académica



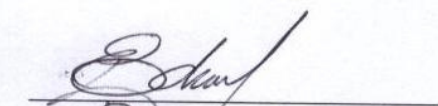
Rubén Alejandro Aldana Castillo

Sustentante



Dr. Herman Horacio Mendía Alarcón

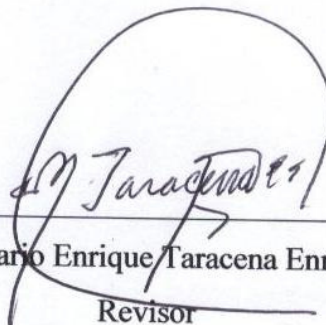
Asesor



Dr. Edwin Oswaldo López Díaz

Revisor

Comisión de Tesis



Dr. Mario Enrique Taracena Enríquez

Revisor

Comisión de Tesis

Vo.Bo.



Dra. Cándida Luz Franco Lemus

Secretaria Académica

