



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ADHESIÓN DE AUTOGRABABLES DUALES A
DENTINA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

HÉCTOR MEDINA ÁVILA

TUTORA: C.D. TALA AÍDA JABER ZAGA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres, Héctor Medina Olivares y Verónica Ávila Rosas que me motivaron para ser alguien en la vida, que me enseñaron a ser humilde, trabajador, respetuoso y honesto; que me educaron y me guiaron por un buen camino, les dedico este título, ya que gracias a ustedes logre cumplir mi sueño ahora si soy su DENTISTA, gracias los amo son mis héroes en todo sentido.

A Jimena Pacheco Campos, compañera de unidad, mi novia, mi esposa y ahora la mamá de mi hijo, le agradezco por estar a mi lado y recorrer este camino juntos, ya que su amor y compañía, motivaron mis ganas de crecer, te amo gracias por esta familia que me diste.

A Mateo Medina Pacheco, la personita que amo más en este mundo, le quiero dedicar este título, ya que quiero darle una buena calidad de vida y sobre todo ser un ejemplo a seguir, espero que cuando lea esto piense que soy el mejor papá y que me vea como yo veo a mis padres te amo Mateo te amo con toda mi alma.

A mis hermanas y sobrino que me apoyan y siempre están a mi lado, que se prestaron como mis pacientes, espero ser un buen hermano, gracias por ser los mejores los amo.

A mi tutora C.D Tala Aída Jaber Zaga y al Mtro. Jorge Guerrero, por su tiempo, disposición, enseñanza y paciencia y su apoyo para llevar a cabo este trabajo.

A la Facultad de Odontología, a mis maestros del seminario de titulación que contribuyeron en gran medida en mi aprendizaje.

A la máxima casa de estudios Universidad Nacional Autónoma de México no hay mayor orgullo que pertenecer a esta universidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
1. OBJETIVO.....	6
1.1 Adhesión.....	6
1.2 Adhesión mecánica.....	6
1.3 Adhesión química.....	6
1.4 Atracción inter-atómica.....	7
1.5 Enlaces secundarios.....	8
1.6 Contacto sólido y líquido.....	8
1.7 Fenómenos de la adhesión.....	9
1.8 Factores para lograr adhesión.....	10
1.9 Factores requeridos en la superficie adherente.....	10
2. DENTINA.....	11
2.1 Dentinogénesis.....	11
2.2 Dentina primaria.....	11
2.3 Tipos de dentina.....	11
2.4 Composición.....	12
2.5 Estructuras histológicas.....	12
2.6 Propiedades mecánicas.....	13
2.7 Adhesión dentinaria.....	13
3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS TEJIDOS DUROS DEL DIENTE..	15
3.1 Técnica de grabado ácido.....	15
3.2 Superficie del esmalte dentario.....	15
3.3 Tipos de ácidos.....	16
3.4 Efectos del grabado ácido del esmalte.....	18
3.5 Remineralización.....	18
3.6 Protocolo (Técnica de grabado ácido en esmalte).....	20
3.7 El grabado ácido a dentina.....	22
3.8 Acción del ácido fosfórico en dentina.....	23
3.9 Hibridación dentinal.....	24
4. SISTEMAS ADHESIVOS DENTINALES.....	27
4.1 Reseña histórica.....	27
4.2 Agente de unión- bonding Agentes adhesivos. Composición....	28
4.3 Imprimadores.....	29
4.4 Adhesivos de IV generación.....	29
4.5 Composición.....	29
4.6 Sistema Optibond- Solo- Plus, fabricante Kerr Sybron.....	31

5. CEMENTO DUAL MULTI-PASOS.....	32
5.1 Composición.....	33
5.2 Clasificación.....	33
5.3 Indicaciones.....	34
5.4 Contraindicaciones.....	34
5.5 Ventajas.....	35
5.6 Desventajas.....	36
6. CEMENTOS DUALES AUTO GRABABLES.....	37
7. PROTOCOLO DE RESISTENCIA ENTRE UN CEMENTO DUAL CONVENCIONAL VS AUTOGRABABLE.....	41
7.1 Resultados.....	50
CONCLUSIÓN.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52

INTRODUCCIÓN

Hoy en día los sistemas de adhesión dual auto-grabables se han convertido en materiales necesarios utilizados en la práctica odontológica, para una mejor cementación de restauraciones libres de contenido de metal, es por eso que día a día se modifican en su composición y en su manejo necesarios para una buena y óptima cementación de dichas restauraciones, y así mismo minimizar los tiempos de trabajo del cirujano dentista y tratar de no perjudicar el tejido dentinopulpar del órgano dental remanente; Además de buscar mejorar las propiedades mecánicas y físicas, con la finalidad de incrementar el tiempo de vida de la restauración en boca.

Debido a los diferentes cementos duales auto-grabables que existen en el mercado en la actualidad, realizaremos un estudio comparativo para obtener resultados objetivos y proporcionar diferentes alternativas en el uso cotidiano de sistemas adhesivos duales en el consultorio dental.

Los cementos duales corresponden a nuevas fórmulas desarrolladas particularmente para la cementación, siendo resinas fluidas de baja viscosidad, que se componen de una matriz orgánica, de bis-GMA y otra de UDMA (di metacrilato de uretano), acompañados en su composición de GPDM (glicerol fosfato di metacrilato), que es lo que hace que sean auto-grabables.

Las aplicaciones clínicas para las que están indicadas estos sistemas son: restauraciones indirectas (inlay, onlay, coronas, prótesis libres de metal, postes, pines, tornillos de cerámica, composite).

La finalidad de realizar esta investigación es con el objetivo de comparar la fuerza de adhesión a dentina del sistema dual auto-grabable con el sistema de adhesión dual convencional.

1. OBJETIVO

1.1 Adhesión

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

Adhesivo: Una sustancia capaz de mantener unidos 2 materiales por atracción superficial.

Adhesión: Es el proceso de unir íntimamente dos superficies, con la mayor fuerza y por el mayor tiempo posible. Los fenómenos que se explicarán más adelante tienen que ver con este proceso. ⁴

Muchas veces es necesario poner en contacto partes construidas con iguales o distintos materiales o materia y lograr que ese contacto se mantenga durante el trabajo o durante el uso que se haga del conjunto.

Se denomina adhesión a cualquier mecanismo que se emplea para mantener partes en contacto. De acuerdo con esto, la adhesión puede clasificarse en dos categorías según sea el mecanismo que se utilice para lograrlo: mecánica o química.

1.2 Adhesión mecánica

Es cuando las partes se mantienen en contacto sobre la base de la penetración de una de ellas en las irregularidades (macroscópicas o microscópicas, naturales o inducidas) que presenta la superficie de la otra. Así quedan ambas trabadas, impidiendo ello su desplazamiento o separación.

1.3 Adhesión química

Es aquella que se produce cuando dos partes se mantienen en contacto sobre la base de la fuerza lograda por la formación de uniones químicas entre ambas superficies involucradas, ya sean aquellas primarias (iónicas, covalentes, etc.) o secundarias. Desde un punto de vista ideal, lo que se busca es tener en la zona de unión el mismo mecanismo responsable de la cohesión dentro de cada una de las partes involucradas para lograr una continuidad absoluta en conjunto; para lograr esto sería necesario que ambos sustratos contaran con similares tipos de uniones químicas.

De todas maneras, sea cual fuere el mecanismo utilizado para lograr adhesión, es imprescindible para alcanzar resultados lograr previamente una correcta adaptación entre las partes por unir. Esta adaptación es necesaria en el caso de la adhesión mecánica para que cada una de las partes se introduzca y llene las retenciones o rugosidades dentro de las que se pretende que queden fijas.

Tanto o más importante es esa adaptación para lograr adhesión química, ya que es necesario un íntimo contacto para que se puedan producir las reacciones interatómicas o intermoleculares que permitan la formación de uniones químicas.

La necesidad de adaptación para llegar a la adhesión es lo que impide, en general, lograr adhesión entre dos partes sólidas. Es casi imposible conseguir en condiciones normales el contacto íntimo imprescindible para que se produzca interacción entre ellas.

Sólo un líquido puede adaptarse relativamente bien sobre una parte sólida y por ello en técnicas adhesivas odontológicas o no, se une una parte sólida a otra líquida que luego se hace endurecer o bien se unen dos partes sólidas, llamadas sustratos, interponiendo entre ambas un líquido, denominado adhesivo, que luego endurece mediante alguna reacción física o química.¹

1.4 Atracción inter-atómica

Atracción existente entre los diversos átomos que mantienen la cohesión entre moléculas, estos enlaces son de naturaleza química y se derivan de las fuerzas; se reconocen tres clases de enlaces inter-atómicos:

- a) **Enlace iónico:** Atracción de tipo electrostático por cargas eléctricas de diferente polaridad.
- b) **Enlace covalente:** En este tipo de enlace, los elementos comparten pares de valencias, esta clase es particular de la química del carbón, es característico de las resinas sintéticas de uso odontológico.
- c) **Enlace metálico:** Este tipo de enlace es de particular importancia para el odontólogo, teniendo en cuenta la necesidad de utilizar diferentes tipos de aleaciones para la elaboración de materiales de reconstrucción.

1.5 Enlaces secundarios

Estos enlaces son relativamente débiles, pero de significativa importancia en la química de los fluidos y en la de los polímeros, también denominada fuerzas de Van der Waals que se derivan de fuerzas intermoleculares que comprenden:

- a) **Fuerzas polares:** pertenecen a los dipolos permanentes o inducidos, es el desequilibrio eléctrico de una carga negativa y otra positiva.
- b) **Puentes de hidrógeno:** es la atracción del núcleo de hidrógeno, expuesto con electrones de oxígeno.
- c) **Fuerzas de dispersión:** producidas por la despolarización momentánea por movimiento de electrones.

Nota: Los enlaces secundarios proporcionan la resistencia cohesiva de la materia y cumplen un papel importante en la síntesis de los adhesivos. ²

1.6 Contacto entre sólido y líquido

Para evaluar las condiciones que una superficie ofrece para adaptar algún líquido sobre ella y la posibilidad de utilizar en la técnica de adhesión es necesario estudiar la forma en que entran en contacto un líquido y un sólido.

Para que el líquido se adapte o moje un sólido es necesario que el sólido trate de atraerlo hacia sí y que el líquido se deje atraer. La forma de evaluar si esto se produce o no es determinando el ángulo que forma la superficie de una gota de líquido sobre la correspondiente al sólido, o sea el llamado ángulo de contacto o de humectación. Estas situaciones están condicionadas tanto por las características del líquido como por las del sólido. En ambos existe una energía superficial dada por las fuerzas cohesivas no compensadas. Ellas tienden a atraer hacia sí lo que se coloca en contacto y a su vez, si son fuertes, no dejan que el material sea atraído por otros. Si se quiere que un sólido sea mojado es necesario que tenga elevada energía superficial, ya que, en caso contrario, no atrae al líquido. Pero también es necesario considerar que el líquido debe dejarse atraer. ¹

1.7 Fenómenos de la adhesión

Humectación.

Es difícil forzar la unión de dos superficies sólidas. Con independencia de lo lisas que puedan parecer esas superficies, suelen ser extremadamente rugosas al verlas a escalas atómicas o moleculares. Como consecuencia, cuando se ponen juntas sólo están en contacto los picos o asperezas. No se produce ningún tipo de adhesión perceptible, ya que estas zonas suelen constituir sólo un pequeño porcentaje de la superficie total. En general la atracción es insignificante cuando las moléculas superficiales de las sustancias que se atraen están separadas por distancias superiores a 0,7nm (0,0007 μ m).

Un método para solventar esta dificultad es emplear un fluido que se introduce en estas irregularidades para que haya más contacto en una mayor parte de la superficie del sólido.

Para producir adhesión de esta manera, el líquido debe de fluir fácilmente por toda la superficie y adherirse al sólido. Esta característica recibe el nombre de humectación. Si el líquido no moja la superficie del adherente, no se producirá adhesión entre el líquido y el adherente, o será insignificante. En este caso de que se humecte la superficie debería producirse la adhesión. En realidad, si se produce fallo, estos se dan en el sólido, y no en la interface, cuando el sólido y el adhesivo están en contacto.

Varios factores influyen en la capacidad de un adhesivo de humectar la superficie de un adherente. La limpieza de la superficie es bastante importante. Una película de agua de solo una molécula de espesor sobre la superficie de un sólido puede reducir la energía superficial del adherente y prevenir que el adhesivo provoque humectación. Del mismo modo, una película oleosa sobre una superficie metálica también puede inhibir el contacto del adhesivo.

En general la baja energía superficial de los líquidos orgánicos y de la mayoría de los inorgánicos les permite extenderse libremente sobre los sólidos que tiene alta energía superficial. La formación de una unión adhesiva fuerte requiere una buena humectación. 3

Energía superficial.

Es la fuerza de atracción de los átomos y moléculas en la superficie de los sólidos. Los átomos y moléculas se unen entre sí para constituir el estado sólido.

La energía superficial está determinada por las fuerzas de cohesión o uniones químicas en la superficie del cuerpo, lógicamente los materiales con mayor energía superficial son aquellos en los que las uniones son más fuertes. 1

Capilaridad.

La ocupación de espacios o interfaces microscópicas por parte de un líquido está relacionada con el grado de fluidez y tensión superficial del líquido.

Tixotropismo.

Es la propiedad de algunas sustancias para modificar su viscosidad ante la aplicación de cargas. 4

1.8 Factores para lograr la adhesión.

Los factores que pueden promover la adhesión deben de estudiarse tanto en la superficie a la cual se va efectuar la adhesión (tejido dentario) y los factores que afectan al tipo de adhesivo que se va utilizar.

1.9 Factores requeridos en la superficie adherente.

- a) Energía superficial alta.
- b) Composición homogénea: la estructura molecular con menos elementos tendrá más retención.
- c) Las superficies lisas y tersas: las que permiten la aproximación de otras superficies, son más aptas a la adhesión.
- d) Superficies limpias y libres de humedad. 2

2. DENTINA

2.1 Dentinogénesis

La dentina y la pulpa se forman a partir del ectomesénquima de la papila dental. Este origen común hizo que se acepte el concepto de órgano o complejo dentino-pulpar.

La dentinogénesis comienza en el estadio de campana, cuando las células ectomesenquimáticas de la papila y cercanas al límite con el órgano del esmalte, dada su interacción con él, evolucionan y se diferencian primero en preodontoblastos y luego en odontoblastos secretores de matriz dentinaria: Predentina, compuesta por colágeno tipo 1 (90%), proteoglucanos, metaloproteínasa, y otras proteínas no colágenas. Luego de formada la predentina, el odontoblasto colabora con su mineralización. En la medida en la que el odontoblasto secreta matriz, se va desarrollando una prolongación citoplasmática llamada proceso odontoblastico o prolongación odontoblástica; La mineralización se produce alrededor de los procesos odontoblásticos y quedan formados los conductos dentinarios que alojan en su interior el proceso odontoblástico. El proceso odontoblástico a su vez presenta prolongaciones perpendiculares a su cuerpo y forman un sistema calicular anastomosado que tiene la función de mantener al tejido dentario.

2.2 Dentina primaria

La capa externa formada a partir de la actividad de los odontoblastos recién diferenciados se denomina del manto; la zona interna se denomina dentina circunpulpar. La dentina del manto alcanza unas 150 μm de ancho, y su matriz es levemente menos mineralizada que el resto de la dentina.

2.3 Tipos de dentina

La primaria es la que se forma hasta que el diente entra en oclusión; comprende la dentina del manto y la dentina circunpulpar.

La secundaria es la que forma luego que el diente completó la formación de la raíz.

La terciaria o reparativa, se forma como respuesta a estímulos patológicos.

2.4 Composición

Es un tejido orgánico, vital con un contenido orgánico del 19 a 21% en peso: contiene además una proporción considerable de fibras de colágeno, que constituyen el 18% del peso total de la dentina con un 0.9% de ácido cítrico y 0.2% de proteína insoluble, mucopolisacáridos, lípidos y agua.

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

2.5 Estructuras histológicas

La estructura histológica primaria es el túbulo dentinario. La parte interna del túbulo dentinario está compuesta por un anillo de menos de 1µm de material más mineralizado que el resto de la dentina y escasa cantidad de colágeno, que recibe el nombre de dentina peritubular, la dentina localizada entre los túbulos se denomina intertubular y tiene mayor contenido de haces colágenas. Entre el proceso odontoblástico y la pared del túbulo existe un espacio denominado procesal, ocupado por el fluido dentinario. Debido a que la dentina se forma de manera centrípeta, los odontoblastos cada vez disponen de menos espacios y, por ello, en la zona coronaria del diente adulto, al estar apiñados, adquieren un aspecto pseudoestratificado, ya que los núcleos se ven a diferentes alturas en la periferia dentinaria; los túbulos dentinarios presentan características en forma de S itálica, excepto en las zonas cuspidas e incisales en las que los túbulos son prácticamente rectilíneos; lo expuesto explica que el número de túbulos dentinarios en la zona más externa de la dentina sea menor por unidad de superficie que en la zona cercana a pulpa. Los túbulos dentinarios son coniformes, con un diámetro de alrededor de 900 nm en la zona más externa y de unos 2,5µm cerca de la pulpa. O sea que en una maniobra operatoria, a medida que nos acercamos a la cámara pulpar, estamos abordando un número cada vez mayor de procesos odontoblásticos. La pulpa queda incluida en la cámara formada por la dentina; los odontoblastos disponen de sus cuerpos en la periferia de la cámara pulpar y sus procesos en los túbulos dentinarios. En la zona coronaria los odontoblastos son altos y apiñados, en tanto que la zona radicular son cúbicos y están dispuestos en una hilera distinguible.

2.6 Propiedades mecánicas

La dentina tiene dos propiedades fundamentales para la función mecánica que ejerce: Dureza y elasticidad. La primera está dada por su mineralización y la segunda por las fibras de colágeno; su elasticidad hace que el esmalte ubicado sobre ella, más duro pero menos elástico, quede protegido de los impactos masticatorios.

Los estímulos nocivos por una parte, pueden provocar la formación de dentina terciaria. En regiones de dentina sometidas a estímulos persistentes, pueden producir depósitos de sales de calcio y la cantidad de dentina peritubular que puede llegar a obliterar los túbulos; esta dentina se denomina traslúcida, dado que en cortes histológicos, en dientes con desgaste se observa más clara que el resto, y puede confundirse en relación con el esmalte que presenta laminillas o caries de evolución lenta. 5

2.7 Adhesión dentinaria

Los adhesivos a dentina se diferencian de los adhesivos a esmalte en muchos aspectos importantes. En el primer caso el esmalte se puede hacer micromecánicamente autoretenitivo de forma sencilla y sin riesgos por medio de una simple aplicación en la superficie de ácido fosfórico, lo cual no sucede en el caso de la dentina. Aunque el tratamiento ácido con EDTA ensancha efectivamente los túbulos dentinarios, facilitando de algún modo la entrada de la resina, no podemos olvidar que este procedimiento condiciona una irritación pulpar (Eriksen, 1976; Stanley y Cols 1975).

La agresión pulpar, que es prácticamente desconocida en los adhesivos a dentina, plantea un verdadero problema potencial en la adhesión dentinaria, por lo que es obligado a manejar materiales que vayan a unirse químicamente a la dentina sin provocar irritación en la pulpa subyacente. Los materiales de adhesión dentinaria que se unen químicamente a la estructura dentaria han generado un enorme interés químico en los últimos tiempos.

Los adhesivos dentinarios tienen una extraordinaria importancia en la odontología restauradora. Las observaciones clínicas a largo plazo (Jordan y Cols, 1977) han demostrado claramente que los procedimientos de adhesión al esmalte son ultraconservadores, muy fiables y biológicamente inocuos. Si la adhesión dentinaria llega a ser igualmente fiable, toda la base conceptual de la odontología restauradora experimentará importantes cambios (Bowen y Cols, 1982). Ello se debe a que hasta hace muy poco el planteamiento

fundamental de la retención de los materiales restauradores ha dependido casi totalmente de la forma retentiva de los procedimientos de preparación de cavidades tipo caja, lo cual condiciona sistemáticamente a un gran sacrificio de tejido dentario sano. Ello ha sido necesario debido a que prácticamente ningún material restaurador se une bien a la estructura dentaria. Si se desarrollan materiales que se unan de manera efectiva por un procedimiento mecánico, químico o de ambos tipos al esmalte y a la dentina simultáneamente, los libros de texto sobre odontología restauradora tendrán que volver a redactarse, ya que en el futuro los dientes podrán restaurarse por medio de técnicas infinitamente más conservadoras que las empleadas hasta el momento.

Los sistemas de adhesión dentinaria comprenden materiales de resina y de ionómero de vidrio. 6

3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS TEJIDOS DUROS DEL DIENTE

3.1 Técnica de grabado ácido

Dentro de las características que debe poseer la superficie adherente (a la cual se va a efectuar la adhesión), se menciona las superficies lisas y particularmente limpias, libres de impurezas y provistas de alta energía superficial atractiva, apta para la adhesión.

Mencionamos algunos de los múltiples problemas con los que se enfrenta el profesional para lograr la adhesión al tejido dentario:

- a) Medio oral permanentemente húmedo, por la presencia de saliva fluida, serosa y muy viscosa-mucosa, que baña permanentemente el diente.
- b) La composición heterogénea del tejido dentario, particularmente de la dentina y del cemento radicular.
- c) Cambios constantes de la temperatura oral.
- d) Cambios del pH en medio oral.
- e) Fuerzas aplicadas durante la oclusión y fisiología masticatoria.

3.2 Superficie del esmalte dentario

Cuando un diente hace erupción, la superficie del esmalte posee una cutícula que poco tiempo va desapareciendo por la abrasión propia de la masticación. La nueva superficie del esmalte se ve seguidamente recubierta por una película compuesta de saliva y proteínas que eventualmente pueden ser permanentes en caso de mala higiene oral, es decir, la conformación de la placa dental, poblada, además de microorganismos. Los denominados prismas varillas de esmalte convergen hacia esa superficie, con excepción de la estructura de los dientes deciduos, que con gran frecuencia posee una capa superficial de sustancia aprismática debido a que los prismas adamantinos no alcanzan la superficie, no se observan en esa capa aprismática límites interprismáticos y falta la arquitectura clásica.

La presencia de esta película, particularmente contaminada, hace que las superficies del esmalte sea poco reactiva y de baja energía superficial, por consiguiente poco apta a la adhesión.

Mientras no se modifique esta situación no habrá posibilidad de lograr una unión por este medio de un adhesivo; afortunadamente y gracias a los trabajos de investigación del doctor Michael Buonocore, en una publicación que data ya más de 45 años, se logra un método simple de acondicionar la superficie del esmalte para unirse con resina acrílica mediante el uso de soluciones ácidas, basado en un principio industrial de tratamiento ácido en estructuras que irían a recibir pintura o plástico, mejorando la unión de dicha pintura. Este descubrimiento abre las puertas de la odontología adhesiva.

A pesar de lo antiguo de dicha publicación solo hasta hace pocos años dicha técnica se ha popularizado, y ha demostrado ser una técnica eficaz y segura que promueve la modificación del sustrato dentario y lo hace apto para la adhesión.

3.3 Tipos de ácidos

Concentración y efectos. Inicialmente Buonocore utilizó el ácido fosfórico al 85% para la técnica de grabado del esmalte; posteriormente Silverstone comprueba cómo las altas concentraciones de ácido están en relación inversa a la formación de microporos. A esta misma conclusión había llegado Gwinnett y Buonocore en su trabajo sobre adhesivo y prevención de caries publicado en 1965 y posteriormente siete años más tarde describen el efecto ácido en la estructura del esmalte visto al microscopio electrónico de barrido. De acuerdo con los trabajos de Silverstone una solución del ácido fosfórico al 30% aplicada sobre el esmalte por 60 segundos produce una pérdida superficial de 10 micrones y penetra una profundidad de 20 micrones.

El esmalte posee una composición predominante de hidroxiapatita de Ca en forma cristalina de varillas y que al corte transversal en tejido maduro tiene apariencia de hexágonos, con orientación en ángulo recto a la superficie del esmalte, es decir, mostrando sus extremos.

Silverstone y colaboradores clasifican el grabado ácido, en la estructura histológica del tejido del esmalte en tres patrones o formas diferentes:

- a) Patrón 1 de grabado: El efecto desmineralizante con remoción de sales de Ca, se efectúa primordialmente en el centro de cada varilla, dejando la periferia intacta.
- b) Patrón 2 de grabado: El efecto ácido tiene predilección en los contornos de la varilla adamantina.
- c) Patrón 3 de grabad: Efecto combinado de los dos descritos.

El patrón de grabado más frecuente es el 1 es decir, ataque preferencial en el centro de cada varilla adamantina.

Es importante recordar que el esmalte humano que haya sido tratado con aplicaciones tópicas de flúor, manifiesta una gran insolubilidad y, por consiguiente, una alta resistencia al ataque ácido. En estos casos se hace necesario aumentar el tiempo de grabado, generalmente a 30 segundos.

De acuerdo con Simonsen, el efecto de grabado ácido va a producir una serie de microporos dentro del esmalte, con una profundidad media de 20 micrones, en donde se va anclar el adhesivo siendo esta una de las bases de retención micromecánica.

Soetopo y colaboradores en su estudio mecanismo de adhesión de polímeros al esmalte pre tratado con ácido, coinciden con los hallazgos anotados. Además establece que concentraciones tan bajas como al 2% de ácido fosfórico no producen microporos dentro del esmalte, sin embargo, la resistencia de unión es tan buena como la obtención con concentraciones mayores.

Este hallazgo indica, sin lugar a dudas, que el efecto logrado no es solo la formación de microporos, sino la obtención de una superficie limpia y el cambio energético polar, de una superficie inicialmente poco reactiva, a una superficie altamente atractiva polar.

Por otra parte, el efecto antagónico se obtiene al utilizar concentraciones altas de ácido fosfórico por encima del 40%, ocasiona una gran disolución, superficial, con formación abundante de fosfato de Ca. Estos fosfatos contaminan y cierran los microporos recién formados, además de la dificultad de remover dicha capa contaminante.

Se ha intentado aplicar otros ácidos, tales como ácido etilen diamino tetra acético, el ácido cítrico, el ácido fórmico. De todos los anotados el ácido fosfórico en concentraciones al 30% ha demostrado superioridad e inocuidad cuando se le usa de forma correcta.

Resumiendo: Los efectos logrados con la aplicación de una solución ácida sobre el esmalte dentario son:

3.4 Efectos del grabado ácido del esmalte

- a) Limpieza de la superficie- disolución de la capa superficial contaminada.
- b) Desmineralización superficial y profunda hasta de 30 micrones por ataque del ácido a la hidroxiapatita, formación de fosfatos de calcio los cuales al ser removidos dejan una superficie microporosa que servirá de anclaje micro-mecánico al adhesivo.
- c) Modificación de la capa superficial no reactiva del esmalte, produciendo un sustrato de alta energía superficial, con atracción polar.

3.5 Remineralización

Una de las principales inquietudes y dudas en el uso de agentes ácidos sobre el esmalte ha radicado en el aspecto que concierne a la posibilidad de desmineralizar tejido dentario adyacente, que va quedar desprotegido por el material restaurador y las condiciones de posible susceptibilidad a la caries de este tejido afectado.

Diferentes estudios se han realizado tanto in-vitro como in-vivo, para determinar el comportamiento de este tejido afectado, en medio oral.

Albert y Grenoble, reportan un estudio in-vivo en el cual se demuestra con la ayuda del microscopio electrónico de barrido, cómo al término de una hora ya comienzan a precipitarse depósitos de fosfato de calcio proveniente de la saliva, sobre el tejido desmineralizado al término de las 96 horas reportan una completa remineralización del esmalte dentario.

Sin embargo, el profesional debe ser muy cauto en cuanto el uso de soluciones ácidas en el medio oral. No existen razones valederas para atacar el esmalte sano, que no va estar involucrado dentro del proceso operatorio, además la presencia de fracturas microscópicas del esmalte puede permitir el paso de dichas soluciones hacia la dentina.

El contacto del ácido con los tejidos blandos debe de evitarse, pues ocasionara irritaciones y quemaduras.

Se recomienda, pues proteger las estructuras dentarias adyacentes, así como los tejidos blandos. La dentina profunda no debe de ser tocada por la solución ácida. En el caso de las preparaciones cavitarias, como lo veremos más adelante, este debe protegerse previamente con una base resistente, no

degradable de hidróxido de calcio o polialquenoato de vidrio. De acuerdo con Brannstrom y colaboradores si bien los agentes ácidos actúan como limpiadores de la dentina, removiendo todas las partículas contaminantes producto de la preparación cavitaria, atacan al túbulo dentinario ampliando su luz, permitiendo un fácil y rápido paso hacia la pulpa.

En la actualidad el profesional tiene a su disposición diferentes concentraciones de ácido fosfórico en consistencia de gel coloreado, lo cual permite visualizar la zona en donde se está ejerciendo el efecto de grabado.

Las concentraciones varían entre el 37% la más utilizada en el esmalte, concentraciones del 35%, concentraciones del 15% formuladas por Coltene y formulaciones concentradas al 10% para ser utilizados en dentina.

3.6 Protocolo

Técnica de grabado ácido en esmalte

- a) Limpie la superficie del esmalte, realizando una profilaxis con bicarbonato de sodio adicionado con unas gotas de agua, para dar consistencia densa, aplíquelo con cepillo suave a baja velocidad. Figura a.



Fuente directa. Figura a.
profilaxis

- b) Lave profusamente, y seque con aire limpio y aísle el campo operatorio. Figura b y c.



Fuente directa. Figura b.
Leve profusamente.



Fuente directa. Figura c.
Seque.

- c) Dosifique el gel ácido fosfórico utilizando la jeringa con aguja fina. Ubíquelo exclusivamente en la zona que se desea grabar. Déjelo actuar por 10 o 15 segundos. Figura d y e.



Fuente directa. Figura d. Aplicación de ácido fosfórico.



Fuente directa. Figura e. Dejar por 10 o 15 segundos.

La aparición de sistemas adhesivos auto-grabables permite bajar el tiempo de grabado a diez segundos.

- d) Transcurrido el tiempo elimine los grandes excesos con un pincel. Proceda a lavar profusamente pero sin presión por 30 segundos. No utilice agua atomizada, pues la alta presión distorsiona y aplana la arquitectura del grabado. Figura f y g.



Fuente directa. Figura f. Lavar profusamente.



Fuente directa. Figura g. Secar con torunda de algodón.

- e) Seque suave mente asegurándose de proyectar aire limpio, libre de grasa o humedad.
- f) Por ningún motivo toque la superficie grabada, no permita la contaminación con fluidos gingivales, sangre o saliva.
- g) Pinte generosamente y en capa delgada y continúe el sistema adhesivo Airee y proceda a fotopolimerizar. Figura h y i.



Fuente directa. Figura h. Colocación del adhesivo.



Fuente directa. Figura i. Fotopolimerizar el adhesivo.

3.7 El grabado ácido a dentina

El fenómeno adhesivo para el sustrato de esmalte, es relativamente sencillo, seguro y fácil de usar, obteniendo valores de fuerza adhesiva por encima de 20MPa. No así la dentina.

En este sustrato, nos encontramos con múltiples dificultades.

- a) Una composición heterogénea, orgánica e inorgánica.
- b) Una fracción importante de agua y fluidos tubulares que dificultan la adhesión.
- c) Un componente de colágeno de baja energía superficial.
- d) Presencia de túbulos dentinales con prolongaciones odontoblástica.
- e) Vitalidad pulpar, que debemos preservar.
- f) Presencia superficial de una capa de desechos dentinales, denominada Smear layer. Producto del corte con fresa durante la preparación cavitaria.

¿Cómo se afrontan y solucionan cada uno de estos problemas?

La síntesis de novedosos sistemas adhesivos, en especial de imprimadores o primers de naturaleza hidrofílica-hidrofóbica prepara en forma conveniente la estructura dentinal colágeno en presencia de humedad relativa propia de la composición dentinal.

La vitalidad de la pulpa debe de ser preservada evitando el recalentamiento durante la preparación cavitaria, utilizando fresas nuevas, con corte y buena refrigeración. La dentina profunda o medianamente profunda, no debe de ser expuesta al grabado con ácido fosfórico y agentes adhesivos autograbadores.

Se propone en estos casos, como regla fundamental la protección dentino-pulpar con liners biocompatibles de fórmulas de polialquenoato de vidrio.

Manejo de la capa de desechos dentinales (SMEAR-LAYER).

Esta capa como lo hemos mencionado se produce durante el fresado dentinal.

La profilaxis convencional, el chorro de agua atomizado, o la aplicación de agua oxigenada o soluciones alcohólicas, no logra eliminar esta capa firmemente anclada sobre la dentina intertubular y con proyecciones intratubulares.

La aplicación de una solución de ácido poliacrílico en concentraciones del 20% durante 10 segundos, para luego lavar profusamente, logra una efectiva limpieza dentinal en la zona intertubular. Sin embargo los tapones intratubulares persisten.

El ácido poliacrílico, como ácido orgánico-poliácido de moléculas grandes, no tiene un efecto irritante sobre la dentina, y promueve la unión química gracias a los grupos carboxilos por quelación.

3.8 Acción del ácido fosfórico en dentina

Los efectos inmediatos del ácido fosfórico en concentraciones del 37% sobre dentina son:

- a) Desmineralización con exposición de la malla colágeno.



- b) Micro y macroporocidad. Creación de grietas en la dentina intertubular.
- c) Ampliación de la luz tubular.
- d) Aumento de la permeabilidad dentinal.
- e) Por ser hipertónico, producción de fluidos tubulares, con frecuencia acompañados de aspiraciones de odontoblastos.
- f) Irritación pulpar.

Como lo hemos mencionado previamente, los trabajos de investigación de varios autores, en particular del profesor Souza-Costa, muestran que ante la alta permeabilidad ocasionada por el grabado ácido, los sistemas adhesivos penetran con gran facilidad a lo largo del túbulo dentinal, llegando a la capa odontoblástica, con el correspondiente efecto citotóxico que éstos poseen.

Moon y Davenport, reportan el efecto con ácido fosfórico en la dureza dentinal a diferentes tiempos. Tabla 1.

Tiempos de acción de ácido fosfórico 50%	Dureza dentinal.
0 segundos.	64.8 Knoop
15 segundos.	37.1 Knoop
30 segundos.	18.6 Knoop
45 segundos.	12.6 Knoop
1 minuto	11.4 Knoop

Tabla 1.

Se puede concluir cómo el ácido fosfórico produce un reblandecimiento dentinal.

Algunos autores mencionan en grabado ácido dela dentina por 10 segundos. Figura j.

3.9 Hibridación dentinal

La aplicación de ácido fosfórico en dentina, va a producir una desmineralización parcial de la fase mineralizada. Al salir los iones calcio con lavado tendremos un sustrato de malla colágena expuesta. De acuerdo con Nakabayashi y Stanley, el colágeno es un polímero biológico de aminoácidos, recubiertos con proteínas no colágenas y proteoglicanos muy

hidratados. En otras palabras un sustrato con muy poca posibilidad de reacción adhesiva.

La malla colágena expuesta, sin soporte, estará suspendida por la humedad relativa presente después del lavado. En ningún caso se debe secar este sustrato, pues se ocasionara el colapso de dicha malla, además de la intensa reacción irritante por la deshidratación dentinal. Se recomienda eliminar el exceso de humedad con esponjitas estériles absorbentes, pero dejando el sustrato dentinal húmedo.

Ante estas circunstancias se hizo necesaria la síntesis de sistemas adhesivos dentinales con imprimadores o preparadores altamente hidrofílicos, que puedan actuar sobre este sustrato.

La integración e interdifusión de estos adhesivos dentro de la malla colágena, en la dentina intertubular y con proyecciones intertubulares, es lo que se ha denominado hibridación dentinal. Sin embargo el mayor valor de unión adhesiva se experimenta en la dentina intertubular.

El doctor David Pashley investigador de la estructura dentinal y su función, publicado en 1991, nos recuerda algunos conceptos básicos del complejo dentino-pulpar:

- a) Los túbulos dentinales ocupan entre el 20 y el 39% del volumen dentinal.
- b) La luz del túbulo cerca de la unión amelodentinaria, posee una luz muy reducida: 0.5 a 0.9 micrómetros.
- c) En la zona profunda, la luz del túbulo es mayor: 2 a 3 micrones.
- d) El número de túbulos en dentina superficial es de: 10,000 a 15,000 por milímetro cuadrado
- e) En la medida que profundizamos, se encuentra un mayor número de túbulos: 45,000 a 60,000 por mm cuadrado. La luz del túbulo ampliado.

De lo anteriormente expuesto podemos decir como en dentina profunda nos encontraremos con un mayor número de túbulos, con gran diámetro y en consecuencia una alta permeabilidad, con gran cercanía a la pulpa.

Esta situación clínica nos conduce a proceder con la protección del complejo dentinopulpar, con materiales de tipo liners biocompatibles y adhesivos, como son las fórmulas de polialquenoato de vidrio.

Ante la pregunta grabar o no grabar, nuestra respuesta es obvia: no se graba dentina profunda y se protege primero, para luego grabar esmalte periférico y si deseamos dentina lateral.

Las publicaciones de los doctores Stanley-Pameijer-Souza Costa nos dan luces sobre este tema.

El grabado total sobre pulpa expuesta o dentina profunda, seguido de la aplicación de sistemas adhesivos, producirá necrosis, generalmente estéril, asintomática por un periodo no determinado, con retardo en la cicatrización y la no formación de puente dentinal.

El profesor Stanley igualmente nos recuerda la necesidad de tener credibilidad en los estudios sobre protección pulpar, constituyéndose el hidróxido de calcio en el material por excelencia. El doctor Goracci en la universidad italiana La Sapienza, nos ilustra sobre la necesidad de proteger la pulpa expuesta con hidróxido de calcio, aplicándolo en forma puntual, es decir exclusivamente sobre el micro exposición, sin extender este sobre el remanente dentinal. Colocando el hidróxido de calcio, se procede a recubrir toda la zona con un liner de polialquenoato de vidrio ejemplo la formula vitrebond.

El reporte de investigación de Ogata, Okuda y Col. Muestra cómo podemos lograr excelente unión adhesiva a las paredes laterales dentinales, sin necesidad de anclajes sobre la pared pulpar, obteniendo valores hasta de 44 MPa de unión adhesiva.

4. SISTEMAS ADHESIVOS DENTINALES

4.1 Reseña histórica

- 1949. La revisión de la literatura nos remonta al año de 1949, cuando el químico suizo Hagger sintetiza una resina acrílica de polimerización química, el Sevrion y un primer sistema adhesivo el Sevrion Cavity Seal. De acuerdo con McLeam el adhesivo es un ácido- glicero- fosforico-dimetacrilato. Los grupos fosfatos logran una interpretación en la sub-superficie adamantina.
- 1955. Con Buonocore se protocoliza la técnica de grabado ácido en el esmalte. Se abren las puertas de la odontología adhesiva, al poder preparar el sustrato del esmalte en forma óptima para recibir un sistema adhesivo.
- 1959. R.L.Bowen en la búsqueda de mejorar las propiedades de los polímeros de uso dental, sintetiza su fórmula de resina compuesta, teniendo en su composición, un complejo de polímero reforzados con vidrio silanizado.
- 1968. Smith, D.C. en su artículo *a new dental cement* se refiere al primer cemento con verdadero potencial adhesivo: policarboxilato de Zn.
- 1972. Wilson y Kent, sintetizan uno de los cementos adhesivos de mayor trascendencia por la variedad de aplicaciones clínicas: polialquenoato de vidrio.
- 1980. La primera generación de adhesivos de Bowen, NPG-GMA tuvo un efecto débil de quelación al calcio, con valores bajos de unión en el orden de 2 MPa; pierden efectividad y se debilitan con el tiempo por hidrólisis.
- 1989. Tercera generación. La unión de dentina requiere la eliminación de la capa de desechos dentinales (smear layer), se utilizan por vez primera los imprimadores dentinales (primers), para modificar y preparar el sustrato. Exponente de esta generación son Scotch bond, Gluma, Prisma universal Bond 2, XR bond. Logran valores de unión de hasta 15 MPa.

Con la aplicación de soluciones ácidas sobre el esmalte, tendremos un sustrato apto para lograr la adhesión, esto es:

- a) Limpio.
- b) Alta energía polar.
- c) Microporos.

Se pensó entonces en la necesidad de aplicar un adhesivo que tuviera las características deseables, de alta humectación o capacidad de mojado de la superficie y, por consiguiente, con un ángulo de contacto bajo, que permitirá que al ser colocado sobre el sustrato dentario fluyera y se infiltrara en pequeños microporos, lográndose un agarre micromecánico de resina líquida anclada a la superficie del esmalte hasta una profundidad de 5 a 10 micrones. Esta resina líquida en estrecho contacto con el tejido dentario serviría a su vez de unión a la resina compuesta con carga que se colocará sobre esta, proporcionando, además, un sellado marginal. En efecto, Ward y Buonocore publican en 1972 un estudio clínico sobre reparación de dientes fracturados sin uso de pines, logrando la retención, gracias a la aplicación de un agente de unión a base de dia-crilato colocando sobre el esmalte previamente desmineralizado, esta delgada capa era cubierta con el material restaurador con carga y polimerizado por el sistema de luz ultravioleta.

4.2 Agente de unión- bonding Agents adhesivos. Composición

La composición de los primeros agentes de unión tradicionales, (bonding-agent) fundamentalmente es la misma que la fracción orgánica de la resina compuesta, pero sin carga o con carga de vidrio en porcentaje menor.

La presentación comercial inicial es en dos frascos con resina líquida, en uno viene el iniciador (peróxido de benzoilo) y en el otro el activador. Se dispensa una gota de cada uno, se mezclan y se aplican mediante un pincel en una capa delgada sobre un sustrato dentinario. Estos agentes de unión de resina líquida, fueron muy populares hasta hace poco tiempo; resina como adaptic, concise, Nuva-fil, Silar, proporcionaban en sus estuches junto con la resina el agente ácido y los dos frascos con la resina líquida como agente de unión.

La resina líquida demuestra buena efectividad en el logro del sellado marginal de la restauración, cuando existe esmalte circundante, sin embargo, sobre dentina o cemento radicular son inefectivas particularmente por ser hidrofóbicas.

4.3 Imprimadores

Los estudios de Farley y colaboradores desarrollan un nuevo grupo de agentes de unión denominados imprimadores (primers). Contando con el sustrato dentario modificado, el agente de unión de tipo imprimador posee grupos químicos activos incorporados dentro de un vehículo de resina líquida que permite cierto tipo de reacción química con el sustrato dentinario para lograr adhesión, retención y sellado, sin depender exclusivamente de la macroporocidad, como sucede con las resinas líquidas previamente descritas. Su aplicación es efectiva sobre dentina.

Dentro del grupo de los imprimadores de acuerdo con el grupo químico se han utilizado los siguientes:

- a) Derivados del N-Fenil-Glicene y el NPG-G.M.A. propuesto por Bowen, y de efecto quelante al calcio
- b) Derivados de fosfonatos, quizás los más populares.

El Doctor Takao Fusayama en su texto *nuevos conceptos en odontología operatoria*, describe a la resina compuesta Clear-Fil- bond System. La cual viene provista de un agente imprimador cuyo líquido universal es solución etanol de aminas como agente activador.

El líquido catalizador es un comonomero de Bis-GMA incorporado con peróxido de Benzoilo y un Ester fosfórico; la mezcla de los dos en partes iguales, se pinta sobre el esmalte o dentina, en una delgada capa. De acuerdo con Fusayama, este imprimador no solo penetra la microporosidad del esmalte logrando un agarre mecánico, sino también posee una alta actividad química de atracción tanto a esmalte como a dentina; lograda esta unión no hay necesidad de retenciones adicionales, en consecuencia es posible conservar el máximo de tejido dentario.

4.4 Adhesivos de IV generación

Los sistemas adhesivos analizados hasta el presente, manifestaron una relativa buena unión adhesiva con estructuras altamente mineralizadas, pero muy poca fuerza adhesiva a sustratos dentinales.

4.5 Composición

Los nuevos sistemas adhesivos, con características especiales de unión a sustratos tanto a esmalte como a dentina poseen una composición compleja,

es decir son multicomponentes. Los siguientes elementos se pueden identificar:

- Vehículo. O medio de transporte de los diferentes químicos de composición. el tipo de vehículo generalmente usado en los diferentes productos comerciales puede ser: agua, etanol o acetona.
- Moléculas bifuncionales. Utilizadas en los denominados Primers, o imprimadores. Esta molécula bifuncional posee un extremo altamente hidrofílico, capaz de humectar la dentina y en especial la malla colágena, preparándola para la unión. El otro extremo es tipo hidrofóbico apto para la unión con el adhesivo respectivo o la resina compuesta. Estos primers o promotores de adhesión hidrofílica se basan químicamente en los grupos:
 - a) HEMA: 2 hidroxietil-metacrilato.
 - b) BPDM: Bifenil-dimetacrilato.
 - c) 4-META: 4 metacri-oxi-etil-trimelitato anhídrido.
PENTA. Dipenta-eritritol-penta acrilato-monofosfato.
- Grupo de moléculas poliméricas adhesivas. Generalmente hidrofóbicas, en su gran mayoría con base en la molécula de Bowen el BIS-GMA bisfenol-glicidil-metacrilato.
- Grupos químicos para la polimerización. Iniciadores de reacción química o de fotoinducción: diquetonas, canforoquinonas, e iniciadores químicos.
- Carga inorgánica. Algunos sistemas adhesivos incorporan vidrios en su composición. Con el fin de disminuir la contracción de polimerización, aumentar la resistencia y otorgar una efectivo anticariogénico.

Cada sistema adhesivo es único y característico de cada casa fabricante, con modalidades especiales de acuerdo con las instrucciones incluidas para cada producto.

4.6 Sistema Optibond- Solo- Plus, fabricante Kerr Sybron.

Sistema adhesivo- un solo frasco- fotopolimerizable. Carga de vidrio- liberación de flúor- multifuncional. Figura k.



Fuente directa.
Figura k. Adhesivo.

Técnica recomendada para cavidades en operatoria que van a ser restauradas en resina compuesta:

- a) Una vez terminada la preparación cavitaria, si ésta es profunda se recomienda colocar una base protectora con un cemento de polialquenoato de vidrio. En caso de microexposición, bajo aislamiento total (tela de caucho) desinfección cavitaria con cloheridina y recubrimiento puntual con hidróxido de calcio ácido resistente (localizado únicamente sobre la zona de exposición). Recubra completamente con un cemento de polialquenoato de vidrio. Liner: vitrebond.
- b) Grabado ácido: con gel de ácido fosfórico al 37% en la periferia del esmalte. Acción 15 segundos. Lave profusamente con agua por un tiempo no menor de 30 segundos. Airee suavemente, nunca deseque la dentina. Figura l.



Fuente directa. Figura l.
Ácido grabador.

- c) Instrucciones de aplicación de Optibond- Solo-Plus. Si se utiliza el sistema individual unido, tome la capsula por las alas y haga girar cada uno de los extremos en dirección opuesta.
- d) Deseche la mitad más larga.
- e) Introduzca la punta de aplicador dentro de la cápsula con el adhesivo.
- f) Aplica Optibond-Solo-Plus sobre el esmalte y dentina en forma continua con el aplicador frecuentemente humedecido con el adhesivo, por un término de 15 segundos, airee suavemente y fotopolimerice por 20 segundos.
- g) Proceda a elaborar la restauración por incrementos delgados con una resina prodigy condensable o point 4 aplicando la luz de fotocurado por 40 segundos en cada incremento.

La composición del sistema adhesivo es bis-GMA/HEMA/GPDM/carga de vidrio/bario/hexafloruro-silicato en un vehículo de etanol. 2

5. CEMENTO DUAL MULTI-PASOS

Los cementos resinosos son materiales utilizados para la cementación, que poseen composición semejante a la de las resinas restauradoras compuestas, con propiedades mejoradas, la técnica de grabado ácido, mejora la unión de la resina al esmalte y potencializa la acción del adhesivo a la dentina preparada con ácido orgánico o inorgánico.

Algunos cementos se diseñan para uso específico, como la cementación de coronas y puentes de porcelana, brackets de ortodoncia o coronas y puentes adheridos con resina.

Los cementos de resina son, en esencia, resina compuesta fluida de baja viscosidad. Figura m.



Fuente directa. Figura m.
Cemento dual.

5.1 Composición

La composición básica de la mayoría de los cementos de resina modernos son similares a los materiales para restauración de resina compuesta; Una matriz orgánica formada por Bis-GMA (bisfenol A glicidil metacrilato) o UEDMA (uretano di metacrilato) y monómeros de bajo peso molecular, como el TEGDMA (tri-etilenoglicol di metacrilato), poseen también agrupamientos funcionales hidrofílicos para promover la adhesión a la dentina como el **HEMA (hidroxietil metacrilato)**, el **4-META (4-metacriloxietil trimelitano anhídrido)** y el **MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato)**.

La polimerización se puede conseguir a través de sistemas de polimerizado químico convencional o mediante foto polimerización y el mecanismo que emplean se denomina sistema de foto polimerizado dual.

5.2 Clasificación

Según su modo de activación, los cementos resinosos pueden clasificarse como autopolimerizables, fotopolimerizables o duales. La principal diferencia entre los modos de polimerización es el sistema de iniciación.

- a) Los materiales fotopolimerizables son sistemas únicos que utilizan un foto iniciador, tal como la canforoquinona.
- b) Los agentes autopolimerizables consisten en 2 pastas, con la pasta base conteniendo amina aromática terciaria y la pasta catalizadora conteniendo peróxido de benzoilo.
- c) Los agentes de cementación dual tienen ambos sistemas de iniciación, de esa manera poseen 2 sistemas de pastas, con la pasta base conteniendo usualmente canforoquinona, amina alifática y amina aromática terciaria y la pasta catalizadora conteniendo peróxido de benzoilo.

Así, teóricamente, los cementos resinosos duales fueron desarrollados para conciliar las características favorables de los cementos autopolimerizables y fotopolimerizables, compensando de esa manera, la pérdida o ausencia de luz debido a la distancia entre la fuente activadora y el sistema cementante, o la atenuación del pasaje de la luz a través del material restaurador indirecto.

5.3 Indicaciones

La literatura indica que los cementos resinosos duales han sido usados no solamente para la cementación de restauraciones estéticas indirectas de cerámica o resina compuesta, sino también para la cementación de restauraciones metálicas, como una alternativa al cemento de fosfato de zinc e ionómero de vidrio, o para la cementación de postes endodónticos.

Sin embargo, si el cemento resinoso no puede ser adecuadamente polimerizado, sus propiedades mecánicas, físicas y biológicas pueden ser adversamente afectadas estando así asociado con problemas como sensibilidad, microfiltración, caries recurrentes, y disminución de las propiedades mecánicas.

Poca es la literatura publicada sobre el potencial de autopolimerización de los cementos resinosos duales. Sin embargo, algunos artículos sugieren que el uso exclusivo de la autopolimerización no es suficiente para alcanzar la máxima conversión del cemento, lo que no coincide con la propuesta del material, ya que una vez disponible en formulación dual, debería ser capaz de alcanzar un alto grado de conversión, tanto en la ausencia cuanto en la presencia de luz.

Sin embargo este no es el único detalle ya que la adhesión de cementos resinosos duales, hoy en día han propiciado un mercado de amplia gama en productos como:

Convencionales que son de varios pasos, hasta los de última generación o un solo paso, la pregunta es ¿La adhesión es la misma?, ¿La resistencia es la misma?, ¿El órgano dental tiene un beneficio?

5.4 Contraindicaciones

- En cavidades profundas, en donde el cemento esté en contacto directo con el piso de la cavidad sin protección.
- En dientes donde no es posible el aislado absoluto.
- En cavidades tratadas con algún tipo de sustancia fenólica (ej. Eugenol).
- No se debe utilizar después de su fecha de caducidad, ya que se ven afectadas sus propiedades físicas.

- Cuando el material haya sido expuesto a los rayos de sol.
- Cuando los tubos contenedores han sufrido una contaminación mutua, es decir, cuando ambos compuestos han sido extraídos con el mismo instrumento.
- Al grabar excesivamente el esmalte, no será posible la unión del cemento al esmalte porque tendríamos la formación de una capa dura e insoluble que evita la formación de los microporos de la sustancia interprismática del esmalte.
- La contaminación de saliva en el área grabada inhibirá la penetración de la resina.
- no se debe realizar una reconstrucción total directa sobre el diente con el cemento dual.
- Cuando el paciente es alérgico a cualquier componente del cemento dual.

5.5 Ventajas

El cemento dual por ser a base de resina compuesta nos ofrece diferentes ventajas:

- En su polimerización es de curado químico y autocurado, el químico nos da la seguridad de la completa polimerización de la película del cemento en las zonas de difícil acceso para la fuente luminosa, además de ganar resistencia gradualmente. Los componentes fotopolimerizables permiten la polimerización a voluntad, ya que la luz puede penetrar en la restauración solidificando rápidamente el cemento en el punto en que se coloque la luz.
- Su polimerización será total.
- Otra ventaja del cemento dual es su viscosidad, la cual puede ser mediana o fina, esto nos permite la colocación de la restauración sin una presión excesiva.
- Grosor de la película de 25 micras o menos, lo que nos da como resultado una excelente adaptación de nuestra restauración.
- Su escurrimiento nos permite la remoción de excesos fácilmente.
- Resistencia a la compresión de 70 a 172 Mpa. Menor contracción a la polimerización lo cual disminuye la microfiltración en el área marginal entre la restauración y el diente y menor coeficiente de expansión térmica dado por su microrelleno.

- Algunos cementos duales ofrecen el desprendimiento de iones de fluoruro, esto se logra añadiendo sales de fluoruro dentro de un volumen de material ayudando a la estructura del diente ante los agentes de desmineralización.
- Es insoluble al agua gracias a su matriz de resina que es hidrofóbica.
- Los cementos duales fueron desarrollados para la cementación de restauraciones estéticas indirectas libres de metal, el cemento dual nos da translucidez y radiopacidad, una ventaja que nos asegura un color estable.
- El cemento dual es capaz de adherirse a la superficie del diente; en dentina se utiliza un adhesivo el cual se presenta como primer o bonding, o bien contener los dos en uno, lo que hace el primer es infiltrarse en la red de colágena de la dentina y suavizar la superficie, mientras que el bonding es la resina de enlace al cemento.

5.6 Desventajas

- Por ser un material de polimerización dual la exposición del material a la luz del medio ambiente puede iniciar la polimerización del material, por tal motivo el cemento dual no se debe de mezclar antes de la aplicación.
- Si el espatulado es realizado de manera vigorosa el material atrapa aire, lo cual causa un retardo en la reacción de polimerización.
- Se deben silanizar las restauraciones indirectas libres de metal antes de ser colocadas, para lograr un buen enlace con el cemento dual.
- Debido a si técnica sensible y de varios pasos se requiere aislamiento absoluto para evitar contaminación por fluidos bucales, que impida la polimerización del material.
- El costo del cemento dual es elevado, por lo tanto el profesional opta por otro sistema para cementar.
- Se debe retirar el excedente con mucho cuidado, preferentemente con un pincel, antes de fotopolimerizar, ya que después adquiere una dureza que hará difícil la remoción en zonas gingivales y zonas proximales.
- Por ser a base de resina es un irritante pulpar, por lo que en cavidades profundas y pisos pulpares puede inducir inflamación de paquete vascular.

6. CEMENTOS DUALES AUTO GRABABLES

6.1 Maxcem Elite™ Cemento de resina de autograbado autoadhesivo



Fuente directa. Figura n.
Cemento dual.

Descripción.

Maxcem Elite es un cemento de resina de autograbado/autoadhesivo que se presenta en una fórmula pasta/pasta indicado para la cementación indirecta de restauraciones con porcelana, cerámica, resina y metal. Este producto contiene 69% de relleno por peso y es radiopaco.

El material de curado dual viene en jeringas de doble cámara con puntas de automezcla de un solo uso y puntas de dosificación curvas opcionales para permitirle al usuario aplicar el volumen deseado de cemento directamente en la restauración y/o en la preparación del diente. Figura n.

Indicaciones para el uso.

Restauraciones indirectas.

Cementación de incrustaciones y recubrimientos a base de metal, porcelana, cerámica y resina, coronas, puentes, postes y carillas. Cementación de restauraciones de coronas hasta implantes.

Nota: Verifique que el laboratorio haya tratado previamente la restauración final de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las puntas de automezclado son para uso de un único paciente para evitar la contaminación cruzada entre pacientes. Utilice únicamente cementos temporales que no contengan eugenol. El uso de materiales de sellado temporal que contienen eugenol puede inhibir el proceso de polimerización de los cementos de resina, incluido Maxcem Elite.

Todas las restauraciones indirectas (Excluidas las carillas, ya que en estas restauraciones se debe grabar y colocar adhesivo).

1. Extraiga la restauración provisional.
 2. Utilice el elemento giratorio OptiClean, o el método de limpieza de su elección, para extraer el cemento temporal o el residuo del área de preparación. Enjuague bien.
 3. Deje secar la preparación al aire (no la deshidrate).
 4. Pruebe la restauración para asegurarse de que encaja perfectamente.
 5. Seleccione la tonalidad de cemento deseada.
 6. Purgue la jeringa antes de utilizarlo por primera vez. Coloque un mezclador adecuado en el cartucho de la jeringa doble. El mezclador de abertura amplia es sólo para el uso con puntas curvas.
- La aplicación del material puede realizarse como se indica a continuación:

Incrustaciones/recubrimientos: Aplique el cemento directamente en la preparación de la cavidad cubriendo todas las superficies. Coloque la restauración suavemente sobre la preparación del diente, y permita que el cemento fluya desde todos los lados.

Corona: Aplique el cemento directamente en la restauración buena preparación del diente y cubra todas las superficies. Coloque la restauración suavemente sobre la preparación del diente, y permita que el cemento fluya desde todos los bordes.

- Poste:** Prepare el espacio para el poste. Dimensione y ajuste el poste. Aplique el cemento sobre el poste o directamente en el espacio del canal. Coloque el poste y muévalo ligeramente para evitar que quede aire atrapado. Deje que el cemento fluya lentamente desde el espacio del canal.
7. Cuando la restauración haya polimerizado adecuadamente, retire el exceso de cemento. El exceso de cemento se retira de mejor forma en su estado de gel con una cureta o un explorador. Es posible lograr un estado de gel por medio de una polimerización breve del material sobrante con una luz durante aproximadamente 2 segundos o dejando que el material se autopolimere durante aproximadamente 2-3 minutos luego de la aplicación.
 8. Después de eliminar el cemento sobrante, fotopolimerice todas las superficies incluidos los bordes utilizando la luz de polimerización por 10 segundos.
 9. Utilice tiras de terminación para las áreas proximales. Pula los bordes con discos, copas o puntas Gloss Plus. Utilice los pulidores HiLusterPlus para obtener un alto brillo final.
 10. Verifique la oclusión.

Restauración de carillas

Para la cementación de carillas (ideal para 1-2 unidades), seleccione el adhesivo **OptiBond™ Solo Plus†**

Instrucciones:

1. Grabe la preparación del diente por 15 segundos con Kerr Gel. Etchant (37,5% de ácido fosfórico), enjuague bien y seque al aire (no la deshidrate).
2. Aplique el adhesivo OptiBond Solo Plus con un ligero movimiento de cepillado por 15 segundos, deje secar durante tres segundos, y fotopolimerice con luz de fotopolimerización durante 5 segundos.*
3. Coloque cemento directamente en la superficie interna de la carilla. Coloque la carilla suavemente en el diente y permita que el cemento fluya lentamente desde todos los bordes.
4. Polimerice la carilla en su lugar sobre la superficie labial, alejado de los bordes, utilizando una guía de luz de diámetro pequeño durante varios segundos.
5. Después de quitar el segmento sobrante, fotopolimerice todas las superficies utilizando la luz de polimerización durante 10 segundos o el OptiBond S

Para la cementación de carillas mediante el uso de Maxcem Elite, se requiere la aplicación de adhesivo sobre la preparación del diente. La utilización de un adhesivo con Maxcem Elite para otros procedimientos de cementación es opcional pero no necesaria.

Restauraciones de coronas a implantes

1. Extraiga la restauración provisional.
2. Utilice el instrumento giratorio OptiClean, o el método de limpieza de selección, para retirar el cemento temporal y el residuo del implante.
3. Erosione a aire el implante o raspe la superficie del implante con el trépano BluWhiteDiamond para que ésta quede áspera, o el trépano de su elección.
4. Enjuague bien el implante.
5. Deje secar el implante al aire.
6. Pruebe la restauración para asegurarse de que encaja perfectamente.
7. Seleccione la tonalidad de cemento deseada.
8. Purgue el cartucho antes de utilizarlo por primera vez. Colocar un mezclador adecuado en el cartucho de la jeringa doble. El mezclador con abertura amplia es solamente para el uso con puntas curvas.
9. Aplique el cemento directamente en la restauración de la corona o sobre el implante, cubriendo todas las superficies.
Coloque la restauración suavemente sobre el implante y permita que el cemento fluya desde todos los bordes

10. Cuando la restauración haya polimerizado adecuadamente, retire el exceso de cemento. El exceso de cemento se retira de mejor forma en su estado de gel con una cureta o un explorador. El estado de gel puede lograrse por medio de la polimerización breve del sobrante con una luz durante aproximadamente 2 segundos o dejando que el cemento se autopolimerice durante aproximadamente 2-3 minutos después de la aplicación.

11. Después de quitar el segmento sobrante, polimerice todas las superficies incluidos los bordes mediante el uso de la luz de polimerización durante 10 segundos.*

12. Utilice tiras de terminación para las áreas proximales. Pule los bordes con discos, copas o puntas Gloss Plus. Utilice pulidores HiLuster Plus Dia para un pulido final con alto brillo.

13. Verifique la oclusión.

Nota: El tiempo de acción mínimo del material es 1,5 minutos a temperatura ambiente, el tiempo de polimerizado es menor a 4 minutos a temperatura oral. Estos tiempos pueden variar según las condiciones de almacenamiento, la temperatura, la humedad y la vigencia del producto.

Tiempos de cura recomendados:

Demi/Demi Plus y L.E.Demetron II: 5 segundos para adhesivos y 10 segundos para cementos.

L.E.Demetron I y Optilux 501: 10 segundos para adhesivos y 20 segundos para cementos. Para cualquier otra luz, consulte las recomendaciones del fabricante.

ALMACENAMIENTO: Almacene los productos a temperatura ambiente. Evite el calor excesivo. Para una frescura óptima, la refrigeración es opcional.

PRECAUCIÓN: La resina de metacrilato no curada puede causar dermatitis por contacto y dañar la pulpa. Evite el contacto con la piel, los ojos y las partes blandas. Después del contacto, lávese bien con agua. Kerr Gel Etchant contiene ácido fosfórico. Evite el contacto con la piel, los ojos y las partes blandas. En caso de que entre en contacto con la piel o los ojos, enjuague abundantemente con agua. Reciba atención médica para los ojos. Producto no apto para ser ingerido.

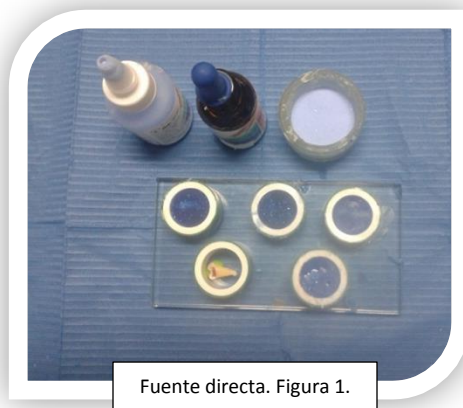
7. PROTOCOLO DE RESISTENCIA ENTRE UN CEMENTO DUAL CONVENCIONAL VS AUTOGRABABLE

Para hacer la investigación se recolectaron órganos dentales posteriores de diferentes pacientes, al realizar las extracciones se colocaron en un frasco con agua, para evitar su deshidratación y posteriormente se colocaron dentro del refrigerador; Los dientes deben tener menos de 6 meses después de la extracción.

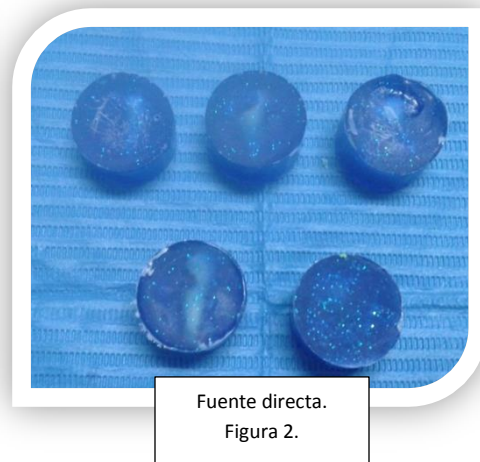
- Una vez recolectados todos los órganos dentales que se van a usar, se limpian con una cureta CK6 para eliminar todo el tejido blando adherido a la raíz y partículas de cálculo dental que pudiese haber.
- Una vez limpios, se preparan los órganos dentales, en una loseta se colocan fijándolos con un pedazo de plastilina, en la cara de la corona más lisa y plana; Se colocan en moldes de forma circular, para luego embeberlos con acrílico autopolimerizable en su totalidad, una vez que el acrílico este polimerizado, se sacan de los moldes y se colocan en el frasco con agua para evitar su deshidratación.

Se hicieron dos grupos de cinco, para sacar un valor más exacto en las pruebas de resistencia de adhesión, el primer grupo es azul representa al cemento dual multi pasos y segundo es verde y representa al cemento dual autograbable. Figura 1,2, 3, 4 y 5.

Grupo 1.



Fuente directa. Figura 1.



Fuente directa.
Figura 2.

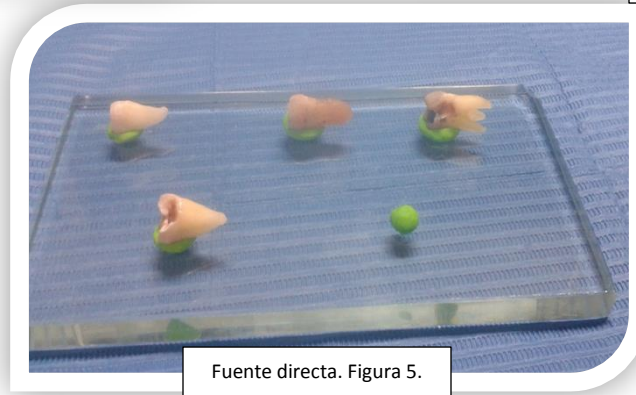
Grupo 2.



Fuente directa.
Figura 3.



Fuente directa.
Figura 4.



Fuente directa. Figura 5.

- Se prosigue a descubrir dentina, con una lija de agua 120, que se coloca en el pulidor metalográfico, se empieza a rebajar la muestra por el lado de la plastilina, se coloca sobre la lija y se cuenta de 6 a 8 segundos, se retira y se da un cuarto de vuelta y se vuelve a poner sobre la lija, esto se hizo con el fin de mantener paralela la superficie de cada muestra, se continua hasta descubrir la dentina del órgano dental embebido en la muestra.

Esto se hizo con las 5 muestras de cada grupo, al terminar se colocó una lija del 600 en el pulidor metalográfico, para alisar las superficies de las muestras, con la misma técnica que usamos para descubrir la dentina.

Se colocan en el frasco con agua y se regresan al refrigerador. Figura 6, 7 y 8.

Descubrir dentina.



Fuente directa.
Figuran 6 y 7.



Fuente directa. Figura 8

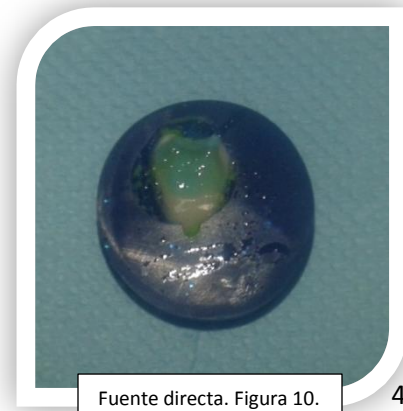
- Una vez expuesta la dentina se colocan los botones de los cementos duales que vamos a utilizar:

Cemento dual multi pasos.

- a) Primero se aplica el ácido grabador (fosfórico al 37%), se coloca con una punta sobre la dentina, se deja 15 segundos y se lava profusamente durante 30 segundos, sin la necesidad de spray, ya que modifica la arquitectura de la microporosidad del grabado, además de introducir aire a los túbulos dentinarios. Figura 9 y 10.



Fuente directa. Figura 9.



Fuente directa. Figura 10.

- b) Se procede a secar la dentina con una torunda de algodón, dejando húmeda la dentina, sin utilizar aire de la jeringa triple, ya que se deshidrata la dentina, después se coloca el adhesivo (OptiBong S de la marca Kerr), se aplica con un pincel una delgada capa, y se evaporan los solvente con aire a una distancia de por lo menos 20 cm, una vez evaporados los solventes se fotopolimeriza con un lámpara de luz ultravioleta por 15 segundos. Figura 11 y 12.



Fuente directa. Figura 11.



Fuente directa. Figura 12

- c) Una vez que se acondicionó la dentina, se centra en un aditamento de adhesión y se coloca el cemento dual (Cemento composite multi-curable), se aplica en cantidades iguales de base y catalizador en un block de mezcla. Figura 13 y 14

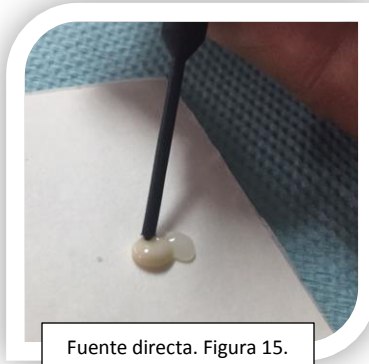


Fuente directa. Figura 13.

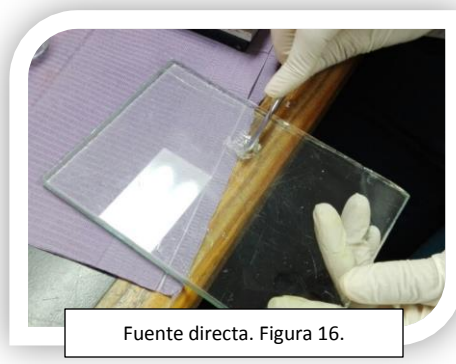


Fuente directa. Figura 14

- d) Mezcla la base y el catalizador 10 segundos para obtener una mezcla uniforme. Figura 15 y 16.



Fuente directa. Figura 15.



Fuente directa. Figura 16.

- e) Se aplica la mezcla en el orificio que tiene el aditamento de adhesión y se fotopolimeriza de 40 a 60 segundos; Se retira del aditamento de adhesión y observamos un pequeño botón que queda en la superficie de la muestra. Se hace lo mismo con las 4 muestras restantes y se colocan en agua para evitar la deshidratación. Figura 17 y 18.



Fuente directa. Figura 17.



Fuente directa. Figura 18.

- **Cemento dual autograble.**

- a) Se seca la dentina con una torunda de algodón, dejando húmeda la dentina, sin utilizar aire de la jeringa triple, ya que se deshidrata la dentina. Figura 19 y 20.



Fuente directa. Figura 19.



Fuente directa. Figura 20.

- b) Se centra en un aditamento de adhesión y se coloca el cemento dual autograbable (Maxcem Elite), se aplica en cantidades iguales de base y catalizador en un block de mezcla. Mezcla la base y el catalizador 10 segundos para obtener una mezcla uniforme. Figura 21.



Fuente directa. Figura 21.

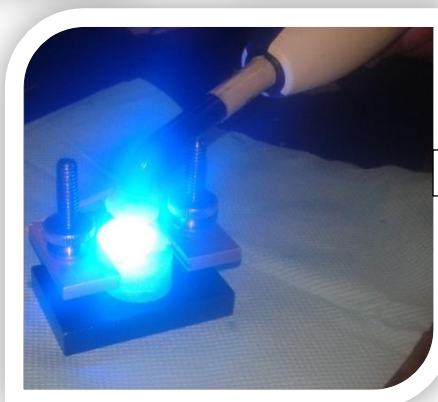
- c) Se aplica la mezcla en el orificio que tiene el aditamento de adhesión y se fotopolimeriza de 40 a 60 segundos; Se retira del aditamento de adhesión y observamos un pequeño botón que queda en la superficie de la muestra. Se hace lo mismo con las 4 muestras restantes y se colocan en agua para evitar la deshidratación. Figura 22, 23, 24, 25 y 26.



Fuente directa. Figura 22.



Fuente directa. Figura 23.



Fuente directa. Figura 24.

Botones de los cementos duales.

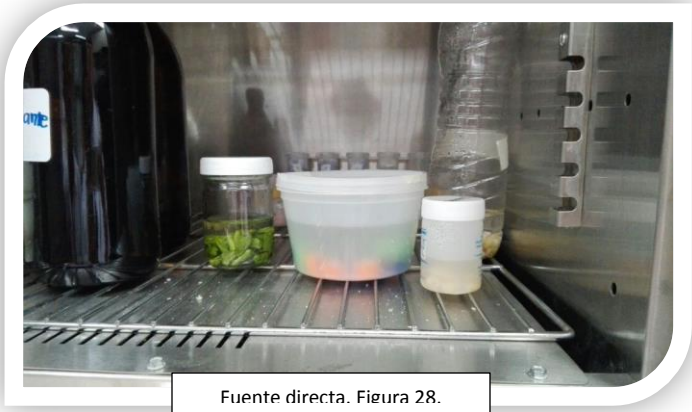
Grupo 1.



Grupo 2.



- Una vez que se terminó de colocar, todos los botones de cemento dual en las muestras, se colocan en un recipiente con agua y se meten a un horno a una temperatura de 37 grados, la temperatura que tenemos en boca y ahí se dejan por un tiempo de 24 horas. Figura 27 y 28



- Después de las 24 horas, se sacan las muestra del horno y se procede a sacar el área de contacto de cada una de las muestras, con la siguiente fórmula: $A=\pi \times r^2$.
- Primero se toma la muestra y con un vernier eléctrico se saca la circunferencia del botón de cemento dual, tomando dos medidas de norte a sur y de este a oeste, se suman las dos cifras y se dividen entre dos, para obtener el diámetro y ese mismo diámetro se divide en dos para sacar el radio. Figura 29 y 30.



Fuente directa. Figura 29.



Fuente directa. Figura 30.

Ejemplo: $4.49 + 4.42 = 8.91 \div 2 = 4.45$
 $D = 4.45 \div 2 = 2.22$
 $r = 2.22$

- Se prosigue a realizar el cálculo con la formula, antes mencionada.

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = 3.1416 \times 2.22^2$$

$$A = 3.1416 \times 4.9284$$

$$A = 15.48$$

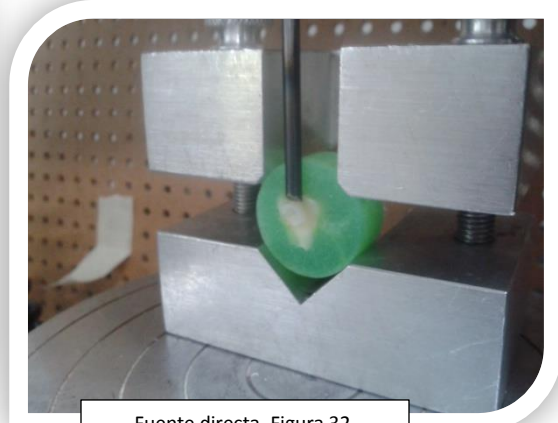
Y lo mismo hacemos con las 9 muestras de los dos grupos.

- Una vez que se tienen todas las áreas de contacto de las muestras, se colocan en un aditamento para la prueba de adhesión, y se llevan a la Maquina de Pruebas Mecánicas Instron, para calcular la fuerza de adhesión que tiene cada muestra de los dos grupos.

La máquina saca el valor de adhesión en MPa. Figura 31, 32, 33, 34 y35.



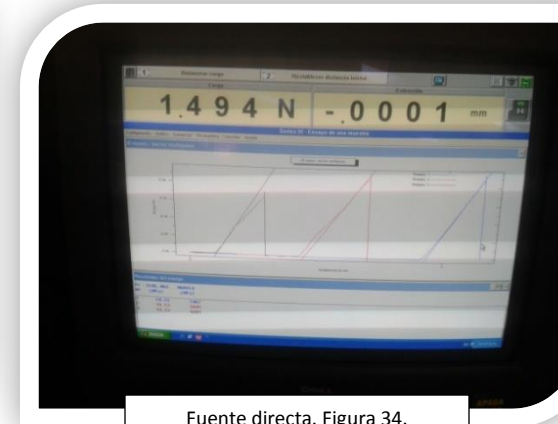
Fuente directa. Figura 31.



Fuente directa. Figura 32.



Fuente directa. Figura 33.



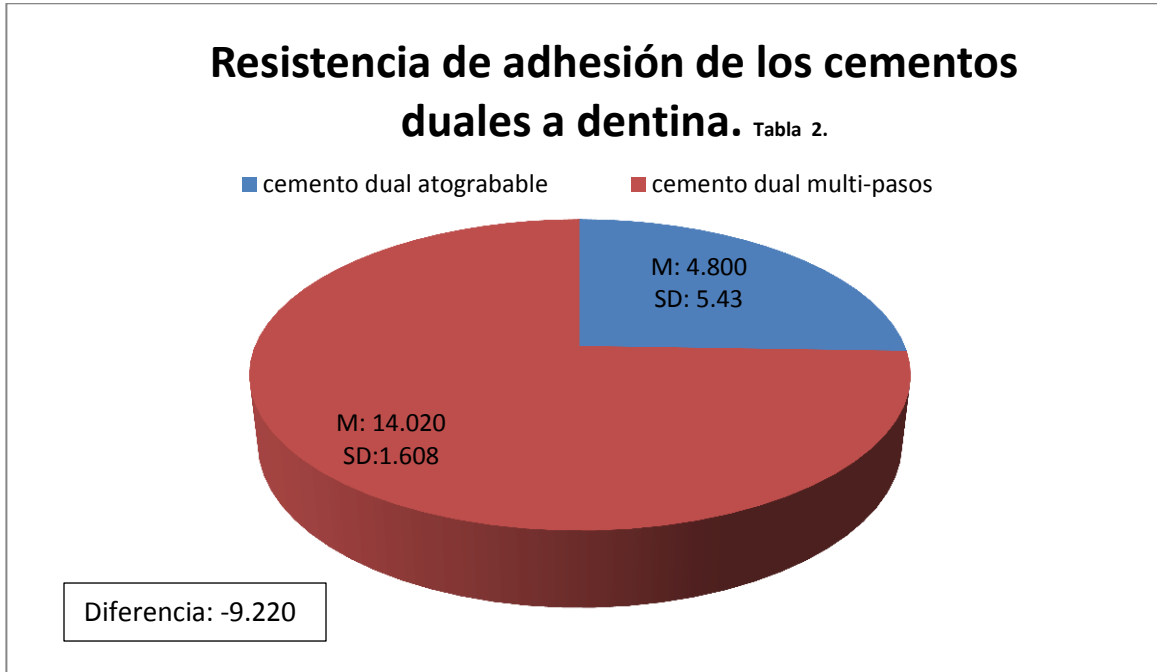
Fuente directa. Figura 34.



Fuente directa. Figura 35.

7.1 Resultado.

Los valores fueron analizados con una prueba parizada de T de Student.



Como se muestra en la gráfica el grupo que mayor resistencia de adhesión tuvo fue el cemento dual multi-pasos (grabado), con una media de 14.020 y una desviación estándar (SD) de 5.43, con una diferencia VS el cemento dual autograbable de -9.220, ya que este grupo tuvo una media de 4.800 y una desviación estándar (SD) de 1.608. Tabla 2.

CONCLUSIÓN

Los cementos duales, actualmente, tienen distintas técnicas de colocación y actualizaciones, siendo menor el tiempo de trabajo requerido en el consultorio dental y menos los instrumentos que se requieren para trabajar con ellos si hablamos de los cementos duales autograbables. Sin embargo, en base al estudio realizado en materiales dentales de posgrado de la facultad de odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, podemos concluir que el cemento dual multipasos fue el que tuvo mejores resultados al ser comparado con la fuerza de adhesión a dentina de Maxcem Elite de Kerr. Por lo tanto es importante que el cirujano dentista tenga conocimiento de dichos estudios, para poder elegir correctamente el material que utilizara en el consultorio dental.

Ya que hubo diferencias significativas en cuanto a adhesión de ambos cementos duales, cabe mencionar, que es de vital importancia realizar los pasos correspondientes para cada marca, y por supuesto, una adecuada asepsia del campo operatorio y acondicionamiento de los tejidos dentales ya que de esto dependerá que exista una mejor adhesión para cada cemento dual.

El estudio también indica que los cementos duales autograbables, aun contienen significativas deficiencias.

Es importante que el cirujano dentista se actualice en los materiales dentales, ya que de esto depende que tenga más opciones de tratamiento, pero deberá tomar la decisión de que material elegir con base a los estudios realizados sobre el material.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1) Ricardo Luis Macchi. Materiales Dentales . Año: 2007. Pág. 42-46.
- 2) Humberto José Guzmán. Biomateriales Odontológicos de Uso Clínico. Año: 2007. Pág. 52-55, 56-60, 251-270.
- 3) Materiales Dentales. Kenneth J. Anusavice. Materiales Dentales. Año: 2004. Pág. 36-37.
- 4) Federico Humberto Barceló Santana. Materiales Dentales. Año: 2008. Pág. 28-30
- 5) Eduardo Julio Lanata. Operatoria Dental. Año: 2011. Pág. 9-10.
- 6) Ronald E. Jordan. Composite en Odontología estética. Año: 2011. Pág. 184.