



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS EN  
ODONTOLOGÍA  
“DR. KEISABURO MIYATA”**

**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESCEMENTADO DE  
TUBOS DE ORTODONCIA UTILIZANDO DIFERENTES SISTEMAS  
DE ADHESIÓN, ESTUDIO IN-VITRO”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS**

**PRESENTA:**

**E. EN O. ANDIRA MAR RAMÍREZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. EN O. ROGELIO J. SCOUGALL VILCHIS**

**CO-DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. EN C.S. ELÍAS NAHÚM SALMERÓN VALDÉS**

**TUTOR:**

**DRA. EN C.S. LAURA EMMA RODRÍGUEZ VILCHIS**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, ENERO DEL 2021**



## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo agradecer a todas las personas que estuvieron en mi camino, me apoyaron y contribuyeron para que este trabajo se realizara.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por darme apoyo siempre en mis estudios, a mi madre por guiarme y darme la fortaleza necesaria para seguir adelante y darme el ejemplo de siempre superarme profesional y personalmente.

Al Centro de Investigación y estudios Avanzados en Odontología en especial a sus miembros, por el apoyo y facilidades otorgadas para que fuera posible la realización de mis estudios de Maestría.

Al Dr. En O. Rogelio J. Scougall Vilchis por su tiempo, espacio, amistad, paciencia, esfuerzo y guía durante el desarrollo de este trabajo para lograr el objetivo de dicho proyecto, mil gracias por el conocimiento compartido y por permitirme estar bajo su dirección en este trabajo de investigación.

Al Dr. En C.S. Elías Nahúm Salmerón Valdés por sus consejos, comentarios, sugerencias y observaciones las cuales me permitieron mejorar la presentación final de la tesis.

A la Dra. En C.S. Laura Emma Rodríguez Vilchis por aceptar ser parte del comité Asesor, por su apoyo y las facilidades brindadas para la elaboración de la tesis.

Al Dr. Motohiko Nagayama por recibirme en la Universidad de Asahi, guiarme en la obtención de material para enriquecer la tesis y por brindarme su amistad.

Finalmente quiero agradecer al apoyo y compañía de mis colegas, compañeros y grandes amigos, que estuvieron a mi lado en todo momento, mil gracias.

## Índice

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Antecedentes.....	3
3.1. Esmalte dental.....	3
3.1.1. Composición química.....	4
3.1.2. Propiedades físicas.....	5
3.2. Adhesión.....	6
3.2.1. Factores que influyen sobre la adhesión.....	7
3.2.1.1. Dependientes de la superficie.....	7
3.2.1.2. Dependientes del adhesivo.....	8
3.2.1.3. Dependientes del biomaterial.....	9
3.2.1.4. Dependientes del profesional y del personal auxiliar.....	9
3.2.2. Propiedades superficiales de la adhesión .....	9
3.2.3. Adhesión en el esmalte.....	10
3.2.4. Sistemas adhesivos.....	11
3.2.4.1. Clasificación por generaciones de adhesivos dentales.....	11
3.2.4.2. Clasificación por el mecanismo de adhesión/paso clínico.....	14
3.2.4.3. Clasificación basada en la estrategia de adhesión.....	15
3.2.4.4. Requisitos de los sistemas adhesivos.....	17
3.3. Técnica de grabado ácido.....	18
3.3.1. Tipos o patrones de acondicionamiento del esmalte.....	19
3.3.2. Tiempo de acondicionamiento adamantino.....	20
3.3.3. Aspiración del ácido acondicionador.....	21
3.3.4. Tiempo de lavado adamantino.....	21
3.3.5. Tiempo de secado adamantino.....	22
3.4. Autograbado.....	22
3.4.1. Transbond Plus Self Etching Primer.....	23
3.5. Adhesivo Universal.....	25
3.5.1. Adhesivo Universal Single Bond.....	26
3.6. Adhesión en ortodoncia.....	28

3.6.1. Protocolos de adhesión para maximizar fuerzas adhesivas en aditamentos de ortodoncia.....	29
3.7. Aparatología ortodónica.....	31
3.7.1. Material de elaboración de brackets y tubos.....	32
3.7.2. Base del bracket o tubo.....	33
3.8. Descementado del tubo.....	34
3.8.1. Fallo adhesivo.....	34
3.9. Índice de Adhesivo Remanente.....	35
3.10. Método de medida de la eficacia adhesiva en ortodoncia.....	36
3.11. Microscopio electrónico de barrido.....	36
4. Planteamiento del problema.....	40
5. Justificación.....	41
6. Hipótesis.....	42
7. Objetivos.....	43
8. Diseño metodológico.....	44
9. Materiales y métodos.....	47
10. Resultados.....	54
11. Discusión.....	55
12. Conclusiones.....	60
13. Referencias bibliográficas.....	61
14. Anexos.....	69

## 1. Resumen

**Introducción:** La adhesión y permanencia de los tubos de ortodoncia a la superficie del esmalte es necesaria para el tratamiento activo ortodóncico. Después de la aparición del grabado ácido por Buonocore en 1955 se han llevado a cabo investigaciones creando diferentes sistemas adhesivos en los cuales se busca simplificar la técnica, que soporten las fuerzas de la masticación durante el tratamiento y que al mismo tiempo sean conservadores con el esmalte.

**Objetivo:** El propósito de este estudio es comparar la resistencia al descementado de dos tipos de tubos de ortodoncia utilizando un adhesivo de autograbable y un adhesivo universal.

**Método:** 120 molares humanos extraídos fueron utilizados los cuales se dividieron aleatoriamente en 6 grupos (n=20). Se evaluaron tubos metálicos de ortodoncia Victory series 3M malla calibre 80 y tubos Peerless Ormco malla calibre 100, cementados con resina Transbond Plus Color Change (3M Unitek, Monrovia, CA). Los adhesivos utilizados fueron: Transbond XT (3M Unitek) en grupos I y IV, Transbond Plus SEP (3M Unitek) en grupos II y V, adhesivo universal Single Bond (3M Unitek) en grupos III y VI donde previamente se realizó grabado ácido. Se analizaron los resultados de la prueba de resistencia al descementado utilizando ANOVA de un factor con valor de significancia de  $p < 0.05$ .

**Resultados:** Los grupos V ( $15.4 \pm 5.3$  MPa) y VI ( $15.4 \pm 7.5$  MPa) fueron significativamente superiores a los grupos I ( $9.6 \pm 5.2$ ) y II ( $8.9 \pm 2.8$ ). Los grupos donde se utilizaron tubos Ormco presentaron mayor resistencia al descementado en comparación con los grupos donde se utilizaron tubos 3M.

**Conclusión:** Nuestros descubrimientos indican que el adhesivo universal tuvo mayores cifras de adhesión ya que el grabado ácido previo, potencializa la fuerza de adhesión en dicho sistema de autograbado, de igual forma el diseño de la base del bracket tiene una influencia significativa en la resistencia al descementado.

**Palabras clave:** Sistemas adhesivos, Tubos ortodóncicos, Resistencia al descementado.

## 2. Introducción

A partir del siglo XVIII se utilizó el sistema multibandas como método de fijación de brackets y tubos, para solucionar apiñamientos dentales en ortodoncia. A través del tiempo fueron remplazadas por nuevos sistemas de adhesión que incluyen el cementado directo de tubos en molares, con los cuales se facilita la higiene oral, hay una reducción de la inflamación gingival y se elimina el uso de separadores. Para que se puedan llevar acabo correctamente los movimientos dentales en el tratamiento de ortodoncia los tubos deben soportar las fuerzas generadas y las transmitidas a los dientes durante la masticación y oclusión.<sup>1-3</sup>

En consecuencia, se deben tomar en cuenta ciertos componentes de importancia para lograr una correcta adhesión en ortodoncia: el procedimiento de preparación del esmalte, los sistemas adhesivos utilizados y el diseño de la base del tubo; siendo esta una variable significativa en la fuerza de adhesión.<sup>4</sup>

El procedimiento de preparación del esmalte mediante grabado ácido introducido por Buonocore en 1955 es comúnmente el más utilizado, actúa desmineralizando el esmalte creando microrretenciones necesarias para unir los anclajes mediante un adhesivo de resina compuesta, esta misma técnica fue adoptada por Newman en 1968 para la adhesión directa de aparatología fija en ortodoncia, sin embargo, existe una pérdida irreversible del esmalte.<sup>5,6</sup>

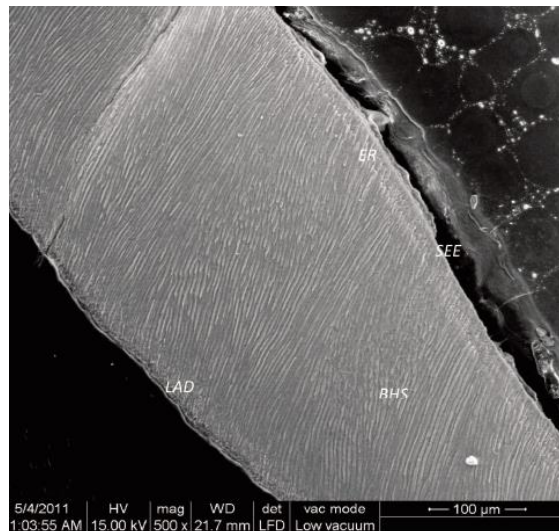
Los avances científicos y tecnológicos para la formulación de adhesivos dentales en las últimas 3 décadas han logrado obtener innovadores sistemas adhesivos, materiales de unión directa activados por luz y de autograbado.<sup>5,7,8</sup> Los sistemas adhesivos recientes han permitido optimizar los procedimientos clínicos tanto en la evolución de los componentes y su mecanismo de acción, como en la disminución del tiempo operatorio en su aplicación, brindando una eficacia clínica aceptable y predecible.

El objetivo de este estudio es evaluar la resistencia al descementado de dos tipos de tubos ortodóncicos cementados con adhesivo autograbable y adhesivo universal.

### 3. Antecedentes

#### 3.1 Esmalte dental

El tejido adamantino es una cubierta que da forma al exterior de la corona, es el tejido calcificado de mayor dureza del organismo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados, la orientación de los ejes axiales de los prismas se observa radialmente desde el límite amelodentario hacia la superficie externa del esmalte (Figura 1)<sup>9</sup> mostrándose mínimo en la región cervical y hasta 2 y 2.5mm en la cima de las cúspides provocando que la dureza adamantina decrezca desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria.<sup>10,11</sup> De aspecto vítreo, superficie brillante y translúcida, su color depende del de la dentina que lo soporta; por dicho motivo subordina su apariencia externa que varía desde blanco azulado hasta amarillo opaco.<sup>11,12</sup>



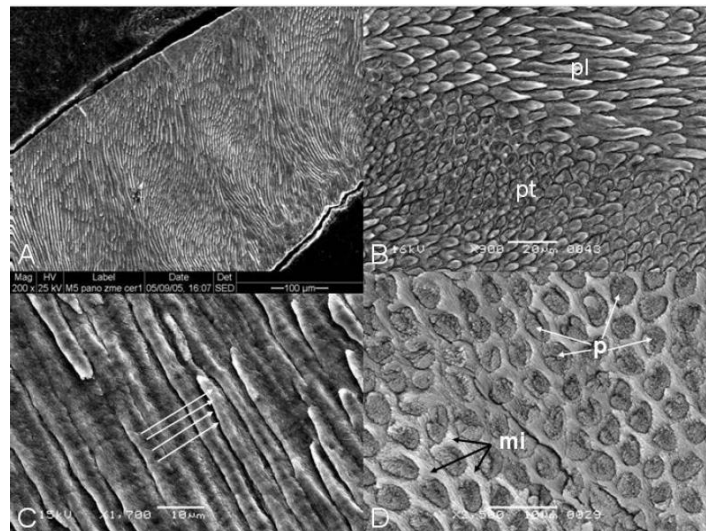
**Figura 1.** Espesor del esmalte dental en dientes permanentes visto por microscopio electrónico de barrido (MEB). Se observa esmalte radial (ER) en la superficie externa del esmalte (SEE), combinado con esmalte con bandas (BHS), LAD: Límite amelodentario<sup>9</sup>

Los órganos dentarios se destacan por su capacidad de soportar un vasto rango de cargas, que oscilan hasta 1000N en un área de contacto entre 0,45 y 2,5mm sin presentar falla.<sup>13</sup> Los valores promedio de dureza del esmalte establecidos en dientes permanentes se encuentra entre 3,1 y 4,7 GPa, no obstante, es un tejido

frágil, con tendencia a las macro y micro fracturas cuando no tiene un soporte dentinario elástico, depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee ya que después de la cristalización el esmalte pierde agua, se vuelve duro y se hace soluble a los ácidos.<sup>10,11,13</sup>

### 3.1.1 Composición química

El esmalte dental se compone de 95% de material inorgánico, principalmente hidroxiapatita, sodio, magnesio y cloro, se observa una morfología de hexágonos elongados cuando es seccionado perpendicularmente al eje longitudinal del cristal y una morfología rectangular, seccionado paralelamente a los ejes longitudinales (Figura 2)<sup>14</sup>; del 4% de material orgánico destaca el de naturaleza proteica y constituye un complejo sistema de multiagregados polipeptídicos dentro de los que se han descrito hasta ahora son amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas, esmalteinas y parvalbúmina, por último 1% de agua la cual se localiza en la periferia del cristal constituyendo la denominada capa de hidratación, o capa de agua adsorbida.<sup>10,12,14-16</sup>



**Figura 2.** **A)** Sección longitudinal del recorrido de los prismas **B)** Corte tangencial, se aprecian los prismas en sección longitudinal (pl) y transversal (pt), **C)** Estriaciones transversales de los prismas, **D)** Corte transversal los prismas (p) rodeados de una gruesa capa de matriz interprismática (mi).<sup>14</sup>

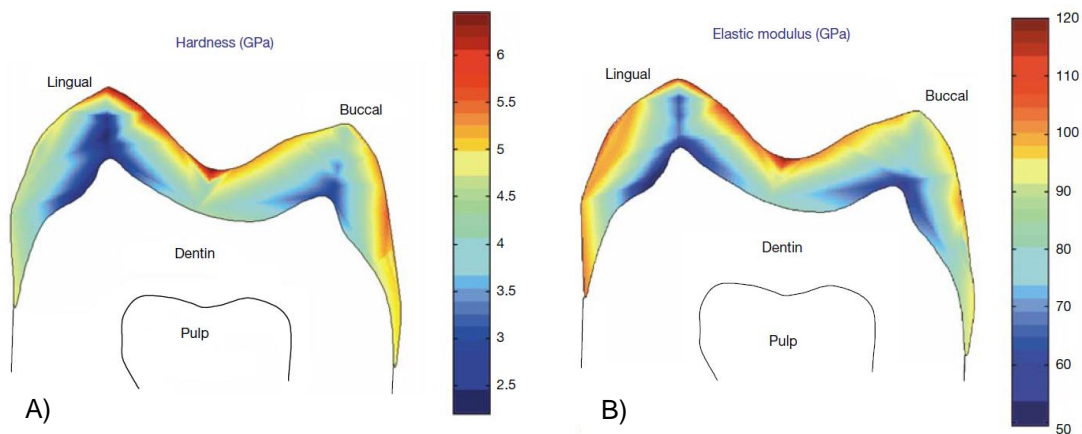


Su unidad estructural básica son los prismas del esmalte, estos atraviesan todo el espesor del esmalte algunos no cambian de dirección, son rectos, otros se curvan durante su curso, y para llenar la masa adamantina también se observan en forma de cuñas. Un fascículo de prismas forma el esmalte prismático que constituye la mayor parte de esta matriz extracelular mineralizada, el diámetro de los prismas varía entre 4-10 $\mu$ m.<sup>17</sup> El esmalte aprismático se encuentra en la periferia de la corona y en la conexión amelodentinaria en el que la sustancia adamantina mineralizada no constituye ni configura prismas.<sup>10,11</sup>

### 3.1.2 Propiedades físicas

El esmalte presenta las siguientes propiedades:

*Dureza:* Es la resistencia superficial de una sustancia a presentar ralladuras o a sufrir deformaciones causadas por presiones.<sup>10</sup> Llega a soportar fuerzas de hasta 150kg, la dureza y el módulo de Young del esmalte decrece más del 50% desde la superficie hacia la unión amelodentinaria y estará determinada por la diferente orientación y cantidad de cristales en las distintas zonas del prisma (Figura 3A)<sup>18</sup>. Es duro debido a su alto contenido mineral, encontrándose en un rango de 3 a 6GPa y un valor de 5 en la escala de Mohs.<sup>13,16,19-22</sup>



**Figura 3.** Variación de las propiedades mecánicas del esmalte, corte transversal de un segundo molar superior, según pruebas realizadas con Nanoindenter XP **A)** Dureza de 3.39GPa, **B)** Modulo elástico de 90.59GPa.<sup>18</sup>

*Elasticidad:* Es muy escasa ya que depende de la sustancia orgánica que posee y de la cantidad de agua; por ello el esmalte es un tejido frágil que tiene una resistencia a la tensión baja y un módulo de elasticidad alto de entre 70 y 120GPa (Figura 3B)<sup>18</sup>, por lo que necesita algún tejido subyacente, en este caso, la dentina, que tiene alta resistencia compresiva y cierta elasticidad la cual es mayor en la zona del cuello de los prismas por el mayor contenido en sustancia orgánica.<sup>10,13,19-22</sup>

*Color y Transparencia:* El esmalte es translúcido y el color puede variar desde un blanco amarillento a un blanco grisáceo, la composición de la dentina es la que le da el color. La transparencia podría atribuirse a variaciones del grado de calcificación y homogeneidad del esmalte.<sup>10,11</sup> Esta característica permite resaltar las longitudes de onda cortas que lo golpean permitiendo visualizar los tonos reflejados de color gris azulado claro en el borde incisal.<sup>22</sup>

*Permeabilidad:* El esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, en la que permite el paso de agua y de algunos iones que se están presentes en el medio bucal.<sup>10</sup>

*Radioopacidad:* Se identifica por la oposición al paso de los rayos Roentgen. Es muy alta debido a su alto grado de mineralización. El esmalte es más radiopaco que la dentina, llegando a resultar la estructura más radiopaca del organismo humano.<sup>10</sup>

### **3.2 Adhesión**

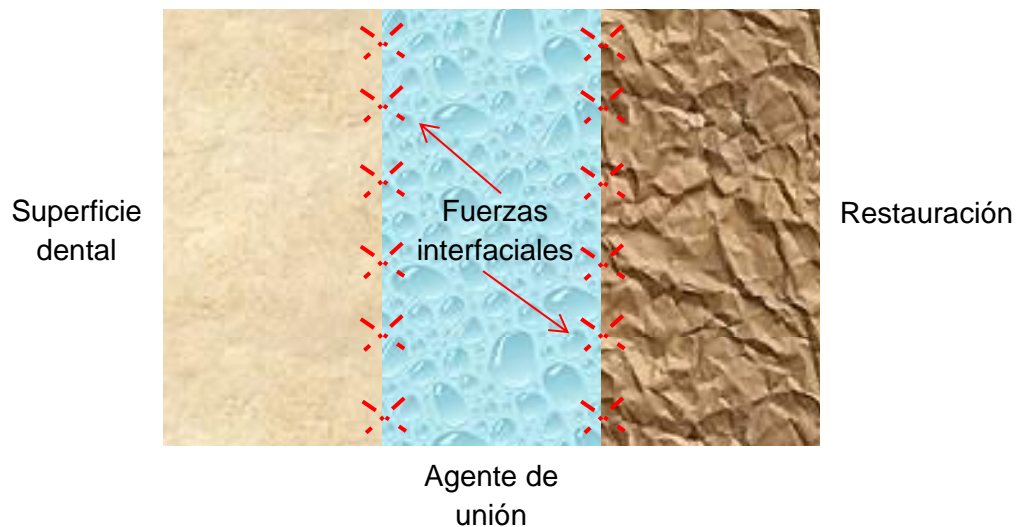
Es el estado por el cual dos materiales o superficies que son diferentes se mantienen unidos a causa de fuerzas interfaciales, tales como uniones físicas, uniones químicas o ambas (Figura 4), se logra una adhesión específica a través de interacciones moleculares entre el adhesivo y la superficie del sustrato, estas fuerzas interfaciales se dividen en tres tipos básicos:<sup>23</sup>

*Específica o química:* Se da cuando existe una atracción molecular entre las superficies en contacto. Cuando los átomos de la superficie del adhesivo y del sustrato forman enlaces iónicos, covalentes o de hidrogeno, ocurre una adhesión química.<sup>23</sup>

*Mecánica:* Es la adherencia que surge de la unión mecánica entre el adhesivo y la superficie del sustrato. Cuando no están curados, los adhesivos son fluidos y pueden fluir sobre el sustrato, llenando los vacíos, las rugosidades y los poros de la superficie y se unen a esa superficie por enlace mecánico. Esto se refiere a menudo como una adhesión micromecánica.<sup>23</sup>

*Efectiva:* Cuando se combinan los efectos de la adhesión mecánica y específica se dice que se logra una unión óptima entre el adhesivo y la superficie del sustrato.<sup>23</sup>

**Figura 4.** Esquema representativo del mecanismo de adhesión.



### 3.2.1 Factores que influyen sobre la adhesión

La fuerza de adhesión que se forma entre dos materiales dependerá de su interacción con la superficie del área sobre la que estarán en contacto, como consiguiente diferentes factores se ven involucrados en este sistema, tales como:<sup>14,23-27</sup>

#### 3.2.1.1 Dependientes de la superficie:

*Contacto íntimo:* Cuando el biomaterial restaurador o su medio adhesivo es líquido favorece su adaptación a un sólido.<sup>14,23-27</sup>

*Limpias y secas:* El esmalte es fácil de limpiar y secar; lo cual permite una buena humectancia.<sup>14,23-27</sup>

*Alta energía superficial:* Es conveniente que la energía superficial sea alta, de esta forma será mayor la capacidad de atraer hacia su superficie a los sistemas adhesivos.<sup>14,23-27</sup>

*Potencialmente receptivos a uniones químicas:* El esmalte es receptivo a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita.<sup>14,23-27</sup>

*Superficie lisa contra rugosa:* Si se tiene una superficie rugosa será más fácil para el adhesivo anclarse al endurecer, por otro lado, si la superficie es lisa el adhesivo puede correr y adaptarse con facilidad.<sup>14,23-27</sup>

### **3.2.1.2 Dependientes del adhesivo:**

*Baja tensión superficial:* Cuando la tensión superficial no es alta es más probable que el adhesivo humecte a los tejidos dentarios de una forma uniforme.<sup>14,23-27</sup>

*Alta humectancia:* El contacto favorece sus potenciales uniones físicas y químicas. El grado de humedad se evalúa de acuerdo con el ángulo de contacto.<sup>14,23-27</sup>

*Bajo ángulo de contacto:* Cuando es menor indica mayor adhesión ( $0^\circ$ ), mejores posibilidades de humectancia, mayor contacto físico y de reactividad química.<sup>14,23-27</sup>

*Alta estabilidad dimensional:* Ya sea al momento de endurecer o una vez endurecido, o bien frente a variaciones térmicas, frente a su propio proceso de endurecimiento o frente a tensiones que intenten deformarlo.<sup>14,23-27</sup>

*Alta resistencia mecánica química adhesiva-cohesiva:* Las cuales deben hacer soportar las fuerzas de la oclusión funcional y medio oral.<sup>14,23-27</sup>

*Biocompatibles:* Debe ser biocompatible con el diente, así como con los tejidos orales y el paciente en sí mismo.<sup>14,23-27</sup>

### **3.2.1.3 Dependientes del biomaterial:**

De fácil manipulación, aplicación y mínima implementación.<sup>14,23-27</sup>

Con técnicas adhesivas confiables.<sup>14,23-27</sup>

Compatible con los medios adhesivos a ocupar.<sup>14,23-27</sup>

### **3.2.1.4. Dependientes del profesional y el personal auxiliar:**

Para realizar la adhesión con éxito y sacar provecho del material elegido es esencial que el profesional conozca el material a utilizar, así como poseer las habilidades psicomotoras que su utilización requiere.<sup>14,23-27</sup>

La presencia de aceite en el aire de la jeringa triple contamina las superficies dentarias en tratamiento, afectando los puntos antes descritos impidiendo que la superficie sea receptiva de todo sistema adhesivo, consecuentemente disminuyendo e inclusive anulando la adhesión que se pretende lograr.<sup>14,23-27</sup>

## **3.2.2 Propiedades superficiales de la adhesión**

*Tensión y energía superficiales:* Todos los átomos que constituyen un cuerpo se encuentran atraídos y a su vez atraen a los átomos de alrededor mediante fuerzas electrostáticas. Los cuerpos cristalinos tienen alta energía superficial como el esmalte, y los materiales cerámicos, o los de naturaleza metálica. La tensión superficial de un líquido es la manifestación interna de las fuerzas cohesivas; en cambio, en un sólido es la manifestación interna de estas mismas fuerzas, pero en superficie.<sup>26</sup>

*Humectancia:* Es la capacidad de un líquido para mojar un sólido. Depende directamente de las energías superficiales de cada uno de los materiales, la tensión superficial tiende a mantener el líquido en forma de gota, mientras la energía superficial del sólido tiende a extenderla.<sup>26</sup>

*Capilaridad:* Fenómeno presentado en la línea de separación de un líquido con un sólido y con un gas, dentro de un tubo capilar. Pueden actuar como tubos capilares:

una fisura del esmalte, un túbulo dentinario, una interfaz diente-restauración, las zonas de contacto proximal, etc.<sup>26</sup>

*Sorción:* Nombre asignado al proceso de adsorción y absorción, cuando se producen simultáneamente. La absorción es la penetración de las moléculas de una sustancia entre las de otra, dando lugar a una disolución, un complejo de inclusión o una combinación química y la adsorción es el fenómeno físico por el cual se retienen o se concentran en la superficie de un sólido sustancias disueltas o dispersas en un fluido.<sup>26</sup>

*Filtración:* Es cuando un líquido pasa a través de cualquier cuerpo permeable.<sup>26</sup>

*Permeabilidad:* Cuando la membrana celular permite el paso de diversas sustancias a través suyo. Pudiendo catalogarse de dos formas: pasiva, debida a gradientes de presiones, y activa dependiente de procesos activos que se desarrollan en la misma membrana.<sup>26</sup>

### **3.2.3 Adhesión en el esmalte**

Los factores mencionados anteriormente tienen una enorme importancia en el campo de la adhesión al esmalte debido a que este tiene un alto contenido en materia inorgánica y muy poco contenido en agua, por lo que tiene una energía superficial alta, por lo tanto, debe atraer hacia si un líquido como las resinas.<sup>16</sup>

Considerando estos factores y el conocimiento sobre las características del esmalte dental se entiende que no presenta dichas condiciones al estar en contacto con el medio bucal se contamina con iones como carbonatos y fluoruros formándose una película orgánica o depósito superficial. Esto interfiere con la característica de energía superficial del esmalte, por lo tanto, hace que no sea posible colocar material de resina sobre la superficie dentaria si está no es preparada adecuadamente. Cuando se le trata con un ácido se crean unas microporosidades que actúan como capilares por lo que la resina que va a adherirse a las estructuras dentales debe presentar una tensión superficial así como las características de humectancia, capilaridad y fluidez que favorecerán esta unión.<sup>25-27</sup>

El esmalte en condiciones normales presenta una energía superficial de  $\pm 30$  dinas/cm, los adhesivos resinosos hidrófobos tienen una tensión superficial de  $\pm 40$  dinas/cm, la interrelación entre estos valores posibilita asegurar que bajo estas condiciones el esmalte no podría ser mojado por el adhesivo por lo que se debe encontrar sin estratos adheridos para que la humectación en la superficie del sustrato sea óptima, así como que muestre una elevada energía superficial siendo compatibles fisicoquímicamente. La energía superficial del esmalte aumenta a  $\pm 42$  dinas/cm cuando es acondicionado con ácidos en concentraciones adecuadas, permitiendo mediante esta técnica la generación de fenómenos ideales de humectación y adhesión.<sup>24</sup>

### **3.2.4 Sistemas adhesivos**

Conjunto de materiales que permiten realizar todos los pasos de la adhesión, es decir, facilitan preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión, también favorecen la adhesión química y micromecánica al diente uniéndose adecuadamente al material restaurador.<sup>16,25</sup>

Se siguen tomando en cuenta los mismos objetivos que propuso Buonocore en los años cincuenta a pesar de la notable evolución de los sistemas adhesivos: se busca una unión suficientemente resistente y duradera del material restaurador al diente y conseguir una interfase diente restauración cerrada con un sellado correcto de esta interfase.<sup>25,28</sup>

La poca eficacia de las resinas compuestas para adherirse directamente a los sustratos dentales dio pie a la aplicación de un sistema adhesivo como paso intermedio indispensable en los procedimientos clínicos donde se utilizasen dichos materiales.

#### **3.2.4.1 Clasificación por generaciones de adhesivos dentales**

La adhesión en la odontología comenzó en 1955 por Buonocore con el beneficio del grabado ácido.<sup>4,5</sup> Con las tecnologías cambiantes, los adhesivos dentales han

evolucionado al grabado total en la 4ta y la 5ta generación, hasta el autograbado en sistemas de 6ta, 7ma y 8va generación (Tabla 1).<sup>7,27</sup>

*Primera generación:* En 1956, Buonocore y sus colegas demostraron el uso de un ácido glicerofosfórico que contiene resina dimetacrilato que se une al grabado ácido de la dentina. Nueve años más tarde, Bowen intentó abordar el problema del agua que debilita la adhesión usando N-fenilglicina y glicidil metacrilato, o NPG-GMA. Las fuerzas de adhesión de este sistema temprano eran de solo 1 a 3 megapascales.<sup>7,27</sup>

*Segunda generación:* 1970, la mayoría de estos incorporaba esteres halofosforados de resinas no compuestas como bisfenol-A glicidil metacrilato, o Bis-GMA, o hidroxyetil metacrilato (HEMA). Una gran preocupación con estos sistemas era que el enlace de fosfato al calcio en la dentina no era suficientemente fuerte para resistir la hidrólisis resultante de la inmersión en agua.<sup>7,27</sup>

*Tercera generación:* Con la tercera generación, grabado ácido de la dentina removida parcialmente o modificaba la capa híbrida. El primer contiene monómeros de resina hidrófila que incluyen hidroxietilo anhídrido trimelitato, o 4-META y bifenilo dimetacrilato, o BPDM. El primero contiene un grupo hidrofílico que se infiltra en la capa híbrida, modificándolo y promoviendo la adhesión a la dentina, y el grupo hidrófilo del primer crea adhesión a la resina.<sup>7,27</sup>

*Cuarta generación:* La eliminación completa de la capa híbrida se logra con sistemas de adhesión de cuarta generación. El uso de la técnica de grabado total es una característica del sistema de adhesión de la cuarta generación. Esta técnica permite el grabado del esmalte y dentina simultáneamente usando ácido fosfórico por 15 a 20s.<sup>7,27</sup>

*Quinta generación:* Consiste en dos diferentes tipos de materiales adhesivos: los llamados “sistemas de una botella” y sistemas de adhesivos de autograbado.<sup>7,27</sup>

*Sistema de una sola botella:* combina el primer y el adhesivo en una sola solución, que se aplica después del grabado del esmalte y la dentina simultáneamente.<sup>7,27</sup>



*Primer de auto grabado:* La combinación de grabador y primer reduce el número de pasos reduciendo el tiempo de trabajo, eliminando el lavado del gel ácido y eliminando el riesgo del colapso de colágeno.<sup>7,27</sup>

*Sexta generación:* Sistema de un solo paso. Una gota de primer y una de adhesivo son mezcladas y aplicadas al diente.<sup>7,27</sup>

*Séptima generación:* Sistema de una botella autograbado (todo en uno) representa una simplificación de los sistemas de adhesión. La ventaja de esta generación es que no necesita ser mezclado, y las fuerzas de adhesión son consistentes.<sup>7,27</sup>

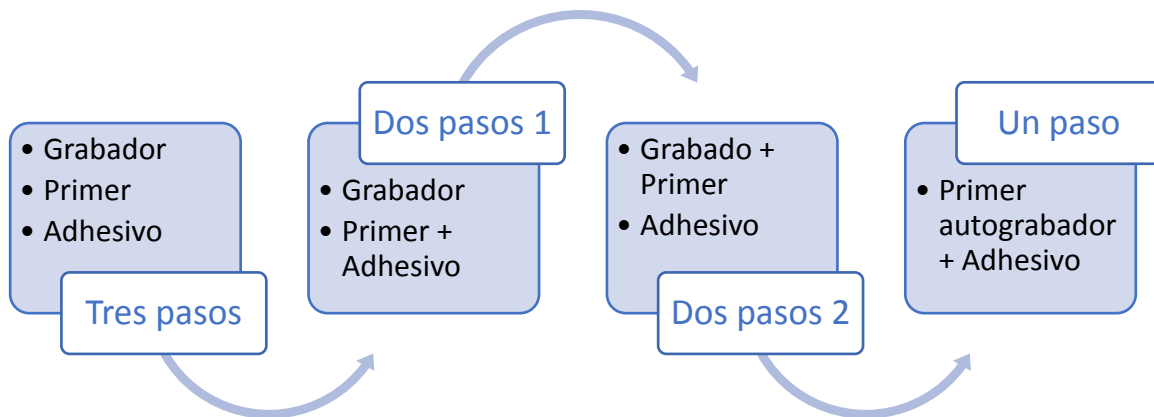
*Octava generación:* La adición de nano-rellenos con un tamaño de partícula de 12nm aumenta la penetración de monómeros de resina y el espesor de la capa híbrida, mejorando la mecánica y las propiedades de los sistemas de unión. Los agentes de nano adhesión son soluciones de nano-rellenos, que producen un mejor enlace esmalte y dentina, resistencia, absorción de estrés y vida útil más larga. Estos nuevos agentes contienen ácido hidrofílico monómero y se puede utilizar en el grabado esmalte después de la contaminación con saliva o humedad.<sup>7,27</sup>

**Tabla 1.** Clasificación de sistemas adhesivos dentales por generaciones<sup>27</sup>

<b>Generación</b>	<b>Numero de pasos</b>	<b>Pretratamiento de la superficie</b>	<b>Componentes</b>	<b>Fuerza de adhesión (MPa)</b>	
<b>1ª</b>	2	Grabado de esmalte	2	2	
<b>2ª</b>	2	Grabado de esmalte	2	5	
<b>3ª</b>	3	Acondicionamiento de la dentina	2-3	12-15	
<b>4ª</b>	3	Grabado total	3	25	
<b>5ª</b>	2	Grabado total	2	25	
<b>6ª</b>	1	Adhesivo de autograbado	2	20	
<b>7ª</b>	1	Adhesivo de autograbado		1	25
<b>8ª</b>	1	Adhesivo de autograbado		1	Mas de 30

### 3.2.4.2 Clasificación por el mecanismo de adhesión/paso clínico

*Tres pasos:* involucrando el grabado, primer y adhesivo. Estos sistemas de unión se suministran en tres botellas (Figura 5). Estos son los más complicados de usar en la clínica, pero resulta en las mayores fuerzas de adhesión y la mayor durabilidad. Los primers tienen la función de cambiar la superficie dental hidrofílica en hidrofóbica de esta forma se genera la unión de la resina adhesiva.<sup>29-31</sup>



**Figura 5.** Clasificación de los sistemas adhesivos de acuerdo con el número de pasos.

*Dos pasos tipo A:* aquí los pasos son grabado, luego primer y adhesivo en una sola capa. Los sistemas de unión de este tipo emplean sustancias en dos botellas, uno compuesto por grabador y el otro de la formulación combinada de primer y adhesivo. En estos sistemas el ácido debe lavarse con agua y posteriormente se seca la superficie, sin embargo, la dentina debe permanecer húmeda luego de este acondicionamiento ácido, lo cual es difícil de controlar debido a la inestabilidad de la matriz desmineralizada.<sup>30-32</sup>

*Dos pasos tipo B:* para estos sistemas, los dos pasos son grabado y primer combinados seguidos de adhesivo. Utiliza dos botellas de componentes, el primero que contiene un primer autograbador y el segundo el agente adhesivo, al imprimador se le añadieron monómeros con grupos ácidos que funcionan como agente de grabado ácido de esta forma se acondiciona el tejido dentario para la

adhesión. La ventaja de estos sistemas es que se elimina la fase lavado y la superficie de dentina queda preparada para recibir el agente adhesivo.<sup>30-32</sup>

Un paso: utiliza una sola botella que contiene una fórmula que combina una primer de autograbado y agente adhesivo. Algunos solventes como acetona o alcohol son agregados en la solución, pero al ser colocados se inicia la evaporación de los solventes, la cual dispara la reacción de la fase de separación, la formación de gotas de agua y la inhibición por el oxígeno, el grado de conversión disminuye favoreciendo la degradación hidrolítica, afectando la facultad de unión en la interfaz adhesiva, Van Meerbeek y cols.<sup>33</sup> reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 20MPa.<sup>7,29-32</sup>

### **3.2.4.3 Clasificación basada en la estrategia de adhesión**

Actualmente, la adhesión a sustratos dentales se basa en tres diferentes estrategias.<sup>7,29-32,34</sup>

*Grabado convencional y enjuague (Etch-and-rinse):* Los sistemas adhesivos de grabado total en tres pasos se introdujeron a principios de la década de 1990, son los más antiguos. Los adhesivos de grabado y enjuague se caracterizan por un primer paso de grabado, seguido de un enjuague obligatorio, procedimiento que es responsable de la completa eliminación del barro dentinario. En esmalte, el grabado ácido disuelve selectivamente las varillas de esmalte, creando macro y microporosidades que son fácilmente penetradas, incluso por agentes adhesivos hidrofóbicos ordinarios, por atracción capilar. En el paso de unión, una resina adhesiva sin solvente se aplica en la superficie preparada, lo que lleva a la penetración de monómeros hidrofóbicos no solo en los espacios interfibrilares de la red de colágeno, sino también en los túbulos de dentina. Después de la infiltración, estos monómeros se polimerizan in situ, lo que resulta la formación de una capa híbrida, que en combinación con la presencia de interdigitaciones de retención (tags) dentro de los túbulos de dentina proporciona retención micromecánica al compuesto restauración.<sup>7,29-32,34</sup>

*Autograbante (Self etch):* Los sistemas adhesivos de autograbado fueron introducidos como auxiliar para controlar la sensibilidad a la humedad de la técnica de grabado y enjuague, de esta manera simplificando y agilizando los procedimientos clínicos de aplicación del adhesivo, reduciendo el tiempo clínico. El sistema adhesivo de autograbado se clasifica según el número de pasos de la aplicación clínica: dos pasos o adhesivos de un solo paso. Los sistemas adhesivos de autograbado no requieren un paso de acondicionamiento de ácido por separado, ya que contienen monómeros ácidos que simultáneamente 'condicionan' y 'preparan para la adhesión' el sustrato dental, son considerados como materiales adhesivos simplificados.<sup>7,29-32,34</sup>

Más recientemente, una nueva familia de adhesivos de dentina se ha introducido (universal o adhesivos multimodo), que pueden usarse tanto como grabado y enjuague o como adhesivos de autograbado.<sup>30,32</sup>

*Sistemas de adhesivos universales:* Estos nuevos productos se conocen como "multimodo" o adhesivos "multiuso" porque pueden ser utilizado como adhesivos autograbables, adhesivos "grabar y enjuagar", o como adhesivos sobre dentina y adhesivos sobre esmalte (una técnica comúnmente referida como "grabado selectivo del esmalte"), adhesivos universales han sido desarrollados para permitir la aplicación del adhesivo con ácido fosfórico pre-grabado en los enfoques de grabado total o grabado selectivo con el fin de lograr una unión duradera al esmalte y ha sido aceptado al mostrar buenos resultados en estudios in vitro e in vivo. A pesar de las similitudes entre adhesivos, la composición de adhesivo universal difiere de los sistemas actuales por la incorporación de monómeros que son capaces de producir adherencia de enlaces químicos y micromecánicos a los sustratos dentales. Su composición es un factor importante a tener en cuenta, ya que la mayoría de estos adhesivos contienen carboxilato específico y/o monómeros de fosfato que se unen iónicamente al calcio encontrado en la hidroxiapatita.<sup>7,29-32,34</sup>

Para entender la formación de la capa híbrida usando técnica de grabado total y la técnica de auto grabado, es necesario para comprender los componentes de la vinculación de los sistemas que constan de tres componentes principales:<sup>29,30</sup>

1. *Grabado*: en la técnica de grabado total, el grabador utilizado es 35-37% de ácido fosfórico, prepara el esmalte y dentina para recibir la imprimación, crea microporosidades de hasta 7.5µm que ayuda a crear la formación del tag de resina y por lo tanto da como resultado unión micromecánica.<sup>29,30</sup>

2. *Primer*: el primer está compuesto de monómeros hidrofílicos generalmente transportados en un solvente soluble (acetona, etanol, agua) para promover el buen flujo y penetración en la dentina hidrofílica, que puede influir en la fuerza de unión resultante. En el autograbado los agentes de unión utilizan imprimadores que son monómeros ácidos.<sup>29,30</sup>

3. *Agente adhesivo de dentina*: se define como una capa delgada de resina aplicada entre la dentina condicionada y la matriz de un compuesto de resina. El adhesivo promueve la unión entre el esmalte o la dentina y el material restaurador o cemento de resina. Los adhesivos actúan como un enlace entre los imprimadores de resina hidrofílicos y la resina compuesta hidrofóbica. Se requiere un curado adecuado para proporcionar buena retención y sellado.<sup>29,30</sup>

4. *Rellenos*: recientemente se han agregado nanorrellenos que van del 0.5% al 40% en peso en la 8ª generación de sistemas adhesivos. Los rellenos controlan el manejo y puede mejorar la fuerza. Los rellenos pueden aumentar espesor de la película de la capa adhesiva.<sup>29,30</sup>

#### **3.2.4.4. Requisitos de los sistemas adhesivos**

Los requisitos más importantes que debe tener un material adhesivo son:<sup>29,35</sup>

- Debe ser reactivo al calcio y al colágeno para que se pueda producir una adhesión química al diente.
- La tensión superficial debe ser adecuada humectando la superficie para que se produzca el fenómeno de capilaridad en las microrretenciones creadas.

- La viscosidad debe ser baja para que pueda fluir en el interior de estas microrretenciones.
- Debe ser capaz de actuar en condiciones de humedad.
- Debe presentar mínimos cambios dimensionales al polimerizar además de poder hacerlo en condiciones en la que exista la presencia de oxígeno y agua.
- Debe tener una resistencia elevada evitando fracturas cohesivas del material.
- Para que no se deforme permanentemente y absorba las tensiones que se producen sobre la restauración o el material adherido debe tener flexibilidad y elasticidad.
- Debe ser bactericida y bacteriostático.
- Es conveniente que libere de flúor de esta forma funcionando como cariostático.
- Su manipulación debe ser fácil y biocompatible.

En la actualidad no existe ningún adhesivo que cumpla todos estos requisitos.<sup>16,32</sup>

### **3.3 Técnica de grabado ácido**

Buonocore<sup>4</sup> realizó diferentes investigaciones las cuales le permitieron sugerir en un principio que para obtener un buen grabado de la superficie del esmalte podía lograrse con un minuto del contacto con el ácido fosfórico al 85%.<sup>36</sup> Posteriormente, estudios demostraron que al disminuir la concentración del ácido entre 37 y 50% y el tiempo de grabado entre 20 y 30s, se obtenía la misma topografía del grabado de la superficie de sus resultados iniciales, logrando una fuerza de adhesión entre 15 y 25MPa.<sup>25,37,38</sup>

En 1972 Chow y Buonocore<sup>39</sup> demostraron que cuando las concentraciones que estaban por debajo de 30% de ácido fosfórico no eran tan funcionales para poder ser utilizadas como agentes grabadores debido a que al actuar sobre el esmalte

podían formar bioproductos de reacción que no se podían eliminar fácilmente de la superficie y, por lo tanto, interfirieron en la obtención de valores altos de retención.

El estudio de Buonocore<sup>4</sup> buscaba modificar la superficie del esmalte de forma química para poder adherir un material de restauración creando microrretenciones de 20 a 30 $\mu\text{m}$  de profundidad.

El objetivo del grabado ácido sobre el esmalte es modificar su superficie para convertirla en más receptiva a la adhesión de las resinas dentales mediante la destrucción del interior de los prismas, manteniendo intacta su estructura periférica, el pH del ácido fosfórico es aproximadamente menor que 0.5. Además de las irregularidades del esmalte, el ácido fosfórico logra remover la contaminación de la superficie logrando aumentar la energía superficial y el área de contacto favoreciendo la adhesión.<sup>26,31</sup>

Cuando se graba la superficie intacta del esmalte está suele ser más resistente al grabado a causa de que en ella el esmalte es aprismático, además, con frecuencia tiene un mayor contenido de flúor.

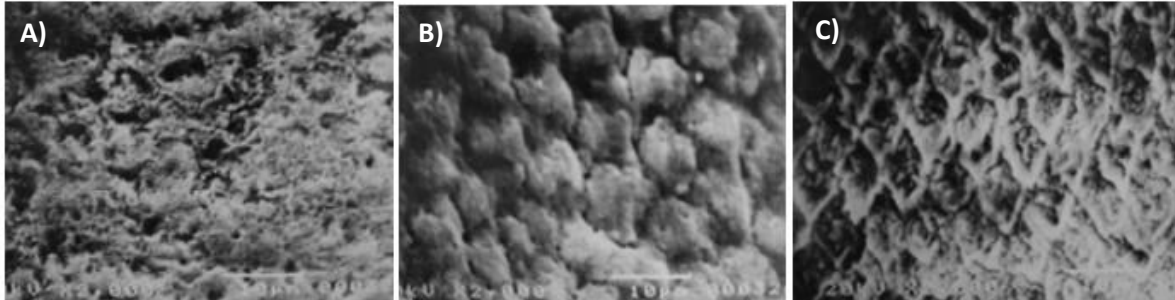
### **3.3.1 Tipos o patrones de acondicionamiento del esmalte**

Los ácidos débiles o fuertes en alta concentración producen desmineralización que genera una transformación de las estructuras inorgánicas del esmalte a través de una reacción acido-base con la hidroxiapatita en el que forman sales solubles de fosfato de calcio que posteriormente son eliminadas cuando se realiza el lavado con agua (Figura 6)<sup>35</sup>, provocando la formación de los Tipos o Patrones de acondicionamiento del esmalte.<sup>24,34</sup>

*Tipo I:* Los cristales de hidroxiapatita de la cabeza o el cuerpo de la varilla adamantina son desmineralizados, generando microporos y microsurcos capilares que miden entre 10 a 25 $\mu\text{m}$  de profundidad con una amplitud de 1.5 a 3.5 $\mu\text{m}$ .<sup>24,34</sup>

*Tipo II:* Se obtiene cuando el ácido actúa sobre los cristales de hidroxiapatita del cuello o del extremo caudal, generando microporos y microsurcos capilares que miden entre 10 a 25 $\mu$ m de profundidad con una amplitud de 1.5 a 3.5 $\mu$ m.<sup>24,34</sup>

*Tipo III:* Incluye áreas que se asemejan a cada uno de los otros patrones de grabado, no guarda ninguna relación con la morfología prismática.<sup>24,34</sup>



**Figura 6.** Tipo de patrones de grabado ácido en el esmalte. **A)** Tipo I, **B)** Tipo II, **C)** Tipo III.<sup>35</sup>

### 3.3.2 Tiempo de acondicionamiento adamantino

El tiempo de grabado en el que el ácido grabador permanece en contacto directo con los tejidos duros dentales es un parámetro de suma importancia que puede influir en las propiedades superficiales de los tejidos grabados. Por lo general, los fabricantes de diversos productos dentales recomiendan un tiempo de grabado de 15-30seg. Sin embargo, para obtener una superficie suficientemente grabada, un grabado prolongado puede ser necesario en ciertos escenarios clínicos como fluorosis y amelogénesis imperfecta.<sup>40</sup>

Cuando el tiempo de acondicionamiento es mayor de 15s se produce un patrón de acondicionamiento Tipo III, caracterizado por una mayor pérdida de tejido superficial producida por que el ácido continúa eliminando sustancias que se encuentran en la superficie en el que se disminuye la profundidad no obstante se aumenta la amplitud de los microporos.<sup>36</sup>

Por lo tanto, no muestra este tipo de acondicionamiento la capacidad requerida para retener micro mecánicamente en forma efectiva a los sistemas adhesivos basados



en monómeros hidrófugos. Se ha mencionado que el uso del ácido grabador en tiempos superiores a los 60s ocasionan en el esmalte grandes pérdida de sustancia superficial y ampliación de los defectos estructurales, que generan microcracks comunicando la periferia del tejido con la dentina.<sup>25</sup>

### 3.3.3 Aspiración del ácido acondicionador

Para lograr una eliminación completa del agente acondicionador se sugiere la aspiración de los ácidos como paso previo al lavado.<sup>26</sup>

### 3.3.4 Tiempo de lavado adamantino

El objetivo de lavar el esmalte después de su colocación es eliminar los residuos o sales de fosfato de calcio en forma de cristales, que se generan por la acción de los ácidos acondicionadores en alta concentración y obtener una superficie de alta energía superficial.<sup>26</sup> Si no se lava correctamente el ácido pueda continuar actuando en determinadas zonas del esmalte alterando el fenómeno de adhesión (Figura 7).<sup>35</sup>



**Figura 7.** Cristales de fosfato de calcio formados por la reacción ácido-base en el ácido fosfórico y la hidroxiapatita.<sup>35</sup>

Cuando se aplica ácido fosfórico en gel o semi gel un tiempo de lavado de 15s, utilizando agua presurizada era considerado suficiente para eliminar totalmente el ácido y bloquear su acción.<sup>41</sup>

### **3.3.5 Tiempo de secado adamantino**

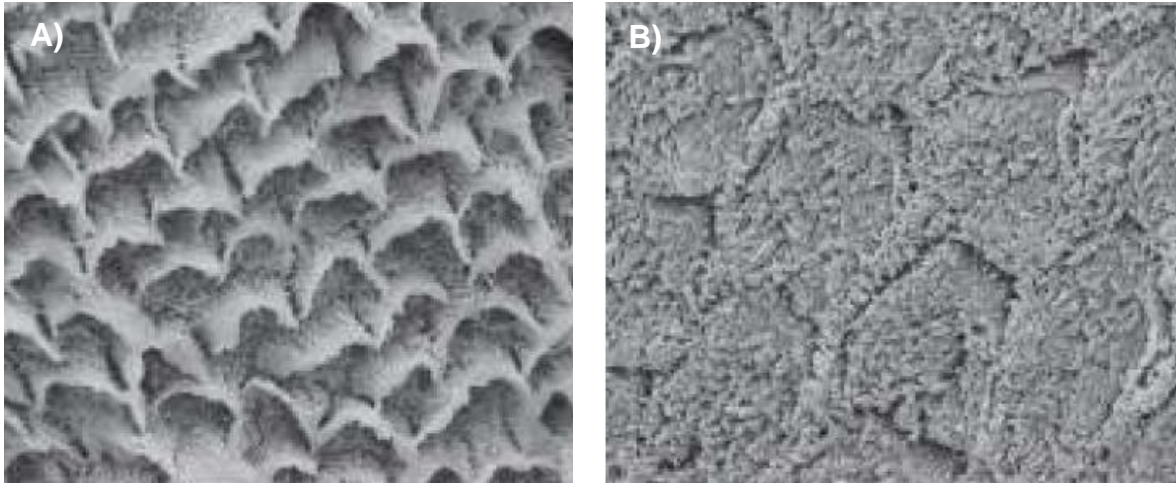
El esmalte acondicionado y lavado debe ser secado durante 3 a 5s, con aire presurizado, desunificado, frio y filtrado. Este tiempo de secado tan corto se debe a los cambios que se expresan en los mecanismos de adhesión que pasaron de utilizar monómeros hidrófugos a monómeros hidrófilos-hidrófugos, por lo que el esmalte se debe conservar ligeramente húmedo para una adhesión eficaz.<sup>26,41</sup>

### **3.4 Autograbado**

El uso de sistemas adhesivos autograbantes caracterizados por monómeros ácidos que no requieren lavado tiene la ventaja de reducir el número de pasos y minimizar el riesgo de errores eventuales que ocurren durante la técnica adhesiva además de que eliminan la necesidad de juicio clínico acerca de la humedad residual de la dentina.<sup>30,32</sup> Estos sistemas adhesivos generalmente contienen monómeros ácidos derivados del ácido carboxílico (4-MET) o monómeros fosfonados (Fenil-P; 10-MDP; PENTA), ésteres de ácido fosfórico metacrilado (derivados del ácido fosfórico) incorporados al primer, que desmineralizan la superficie del diente mediante la eliminación de calcio. De acuerdo con el potencial ácido que posean, pueden clasificarse en leves ( $\text{pH} > 2$ ), moderados ( $1,1 < \text{pH} < 2$ ) y agresivos ( $\text{pH} < 1$ ).<sup>42-44</sup>

La forma en la que actúan estos sistemas adhesivos es acondicionando, desmineralizando e infiltrándose en esmalte y dentina de forma simultánea, alterando la capa de barrillo en la dentina, pero no se elimina y no está indicado el lavado. Cuando se elimina el grabado y lavado hay menor riesgo de sobre acondicionamiento, el problema de la inadecuada penetración por parte de los monómeros adhesivos se reduce y disminuye el riesgo de sensibilidad postoperatoria. El patrón de adhesión formado tiende a ser menos grueso que la que se forma con los sistemas adhesivos convencionales.<sup>32,39</sup>

Cuando se compara con el grabado utilizando ácido fosfórico, los sistemas de autograbado demuestran un patrón de grabado más conservador (Figura 8)<sup>30</sup>, una menor cantidad de desmineralización y menos penetración del adhesivo en la superficie del esmalte.<sup>45</sup>



**Figura 8. A)** Fotomicrografía de esmalte después del grabado con ácido fosfórico y **B)** Con un primer autocondicionante de acidez moderada.<sup>30</sup>

### 3.4.1 Transbond Plus Self Etching Primer

Transbond Plus Self Etching Primer (SEP) 3M Unitek, CA, es un sistema adhesivo autocondicionante, como se mencionó anteriormente este producto contiene ésteres de ácido fosfórico metacrilado. Transbond Plus SEP está indicado para usarse de forma combinada como grabador e imprimador en el tratamiento de ortodoncia y para obtener mejores resultados de adhesión se debe utilizar con adhesivos de ortodoncia de unión directa fotopolimerizables (Figura 9).

Instrucciones de uso: (Anexo 1)

1. Aislar los dientes, las mejillas y la lengua.
2. Realizar una profilaxis sobre los dientes con una piedra pómez o pasta sin aceite. Enjuague con agua. Elimine el exceso de agua sin secar el diente.

3. Sostenga la funda del aplicador desechable en una mano. Use el pulgar y el dedo índice del otro lado, exprimir completamente el líquido fuera del embalse negro hacia el aplicador desechable.
4. Vacíe el contenido del negro en el depósito blanco, exprimir el líquido hacia adelante. Para evitar que el líquido fluya de regreso al depósito negro, mantenga firmemente apretado con el pulgar y el dedo índice mientras dobla el paquete.
5. Comenzando en el otro extremo, exprima el líquido del depósito blanco (medio) en el depósito morado (más pequeño).
6. Una vez que el líquido se transfiere al depósito morado agitar el aplicador dentro del depósito durante 5seg para mezclar completamente los productos químicos y cubra bien la punta del aplicador.
7. Retire el aplicador del depósito. La punta del aplicador debe tener un color amarillo claro.
8. Frote la punta saturada del aplicador sobre la superficie del diente por un mínimo de 3-5seg por diente.

Nota: si se une al esmalte aprismático, es decir molares, dientes deciduos, superficies linguales, aumentar el tiempo de frotación por diente para lograr un patrón de grabado deseable.

9. Vuelva a colocar el aplicador en el depósito para saturar la punta.
10. Repita los pasos del 7 al 9 para cada diente.
11. Cuando todos los dientes en un arco estén acondicionados, use aire libre de aceite durante 1-2s para lograr una película delgada.
12. Proceda inmediatamente con la unión.
13. Fotopolimerización.



**Figura 9.** Adhesivo de autograbado Transbond Plus.

### **3.5 Adhesivo universal**

El uso de adhesivos universales ha ido en aumento ya que ofrece diferentes opciones de aplicación reduciendo el número de pasos, pudiendo ser utilizado en modo de grabado total, autograbado o grabado selectivo, uno de los componentes principales es dimetacrilato-fosfato (MDP). A pesar de esta flexibilidad, algunos informes sugieren que la durabilidad de la unión de numerosos adhesivos universales es inferior a los adhesivos de autograbado de dos pasos. Con esmalte, esto se ha visto en los modos de grabado y enjuague y autograbado y dentina en modo autograbado.<sup>46,47</sup>

Este sistema adhesivo se puede unir a bis metacrilato, esmalte, dentina, ionómero de vidrio y restauraciones indirectas hechas de metales, alúmina, circonia y otras cerámicas. Todos contienen monómeros ácidos.<sup>48</sup>

En una reciente revisión sistemática del rendimiento de la unión de adhesivos universales en estudios de laboratorio, las fuerzas débiles de unión al esmalte han sido reportadas cuando se usa sin pregrabado de ácido fosfórico, en comparación con los de pregrabado. Por esto se ha recomendado el pregrabado con ácido fosfórico para que la unión al esmalte sea óptima.<sup>49</sup>

### 3.5.1. Adhesivo Universal Single Bond

El adhesivo universal de Single Bond de 3M ESPE, St. Paul, MN, USA ofrece la ventaja única de que se puede usar en un modo de autograbado, en un modo de grabado selectivo del esmalte o en un modo de grabado total para procedimientos de restauración dental directa e indirecta y proporciona una fuerza de adhesión constante y sin compromisos (Figura 10).



**Figura 10.** Adhesivo Universal Single bond.

La adhesión al esmalte se mostrará en una variedad de métodos. Para los materiales de autograbado, es importante mostrar el rendimiento de adhesión a las superficies de esmalte sin cortar y preparadas para el instrumento (cortadas). Cuando no se ha cortado el esmalte usualmente requiere un uso adicional de grabado con ácido fosfórico previo a la aplicación del adhesivo ya que este se encuentra mayormente mineralizado. La superficie cortada o preparada tiene la superficie externa más dura eliminada y puede tratarse fácilmente en el modo de autograbado. Alternativamente, se recomienda una técnica de grabado de esmalte "selectivo" como una opción para mejorar la resistencia de la unión del esmalte si se desea.

Una de sus propiedades antes del curado y durante la aplicación para obtener una humectación óptima de la estructura del diente es que es hidrófilo. Después del secado y el curado, el adhesivo Universal Single Bond exhibe un alto grado de conversión y se vuelve hidrófobo para una unión duradera.

Características según el fabricante:

- Tiene un pH de 2.7.
- Capacidad combinada de grabado total y autograbado.
- Resistencias de unión constantes y sin compromisos.
- Alta tolerancia a la humedad para permitir una unión constante a la dentina con grabado húmedo y seco.
- Prácticamente no hay sensibilidad postoperatoria en los modos de grabado total y autograbado.
- Capacidad combinada de imprimación/adhesivo para adherirse a sustratos indirectos (metales, circonia, alúmina y cerámica de vidrio) sin una imprimación separada.
- No requiere refrigeración: vida útil de 2 años.
- Capacidad de curado dual con solución de activación de curado dual separada.

Indicaciones de uso según el fabricante:

- Todas las clases de rellenos (según Black) con composite o compómero.
- Cementación de carillas cuando se combina con el cemento para carillas RelyX de 3M ESPE.
- Desensibilización de la superficie de la raíz.

- Sellado de cavidades antes de la cementación de restauraciones de amalgama.
- Sellado de cavidades y preparaciones de muñones dentales antes de la cementación temporal de restauraciones indirectas.
- Barniz protector para rellenos de ionómero de vidrio.
- Unión de selladores de fosas y fisuras.
- Reparación intraoral de compuestos existentes, porcelana fundida con metal y todas las restauraciones de cerámica sin imprimación extra.
- Adhesión de cementos de curado dual y de curado químico, materiales de acumulación de núcleo y compuestos (con activador).
- Reparación de rellenos de composite o compómero.
- Cementación de restauraciones indirectas (coronas, incrustaciones) de composite o compómero, cerámica y metal cuando se combina con cemento RelyX Ultimate.

### **3.6 Adhesión en ortodoncia**

Con la invención de los adhesivos de nueva generación en ortodoncia, desde 1970, se eliminó la necesidad de colocar bandas individuales en todos los dientes. El sistema consiste en que el adhesivo se adhiere, en forma mecánica, a las irregularidades del esmalte dental grabado con ácido.<sup>50</sup>

El proceso de adhesión en Ortodoncia se da como resultado de un conjunto de interacciones que se dan para unir dos superficies entre ellas, el esmalte por un lado y por otro la base del tubo o del bracket, un paso muy importante y fundamental para obtener buenos resultados en el tratamiento de ortodoncia es la colocación y adhesión en forma perfecta de todos los brackets a las superficies vestibulares de los dientes. La aplicación previa de una resina que forma una interfase entre el



sustrato y el elemento a unir produce un aumento en las fuerzas de adhesión entre el tubo/bracket y el esmalte. La práctica actual para la adhesión de aditamentos ortodónticos es la previa utilización de un acondicionador para el esmalte y el uso de un imprimador.<sup>35,50</sup>

Debido a que no se busca una unión permanente de los aditamentos ortodónticos a los dientes sino una que se pueda romper, de manera fácil, al finalizar el tratamiento se prefiere una decisión mecánica. En la Ortodoncia contemporánea el uso de los agentes de autograbado ayuda de manera importante para alcanzar una de las principales metas: tratar de mantener una superficie de esmalte sin daños después de retirar la aparatología ortodóntica fija. Mientras menos errores se produzcan en la fase inicial de adhesión se observarán los siguientes beneficios: ahorro en el tiempo de atención, disminución en el tiempo de tratamiento, resultados más rápidos y satisfactorios, economía.<sup>50,51</sup>

En el soporte ortodóntico unido al esmalte, en el proceso de unión depende de la penetración del adhesivo en la superficie del esmalte grabado y la formación de tags de resina.<sup>48</sup>

### **3.6.1 Protocolos de adhesión para maximizar fuerzas adhesivas en aditamentos de ortodoncia**

Se han sugerido diferentes protocolos de adhesión para maximizar la fuerza de unión entre los aditamentos ortodónticos y el esmalte, entre ellos podemos encontrar:

*Aplicación de silano:* Permite una adhesión química del material cementante pudiendo ser Bis-GMA, con los óxidos de la superficie y las moléculas de silano.<sup>52,53</sup>

*Aumento en el tiempo de grabado ácido:* Al extender el tiempo de trabajo (15,30 y 60s) del ácido fosfórico al 37% afecta las propiedades físicas y mecánicas subyacentes, en algunos casos mostrando un aumento significativo en la rugosidad de la superficie del esmalte debido a que existe una mayor pérdida de minerales por la disolución de cristales de hidroxiapatita.<sup>37,54</sup>

*Microabrasión:* Cuando se realiza en la superficie del esmalte produce macroporosidades, creadas por partículas abrasivas, en lugar de las microporosidades que resultan del grabado ácido, para facilitar la retención mecánica de los brackets en la superficie dental.<sup>55,56</sup> Cuando se realiza en la base del tubo o bracket incrementa el área retentiva eliminando los óxidos y contaminantes perjudiciales.<sup>57</sup> Mediante el uso de partículas de óxido de aluminio (50 mm) con un espectro de alta velocidad propulsadas por aire presurizado.<sup>58</sup>

*Uso de láser:* Los laser de alta intensidad Er:YAG y Er,Cr:YSGG se han utilizado en ortodoncia para acondicionar el esmalte previo al cementado de brackets, ocasionando cambios físicos como fusión y recristalización creando porosidades y burbujas lo que afecta al grabado a través del proceso de vaporización y micro-explosiones continuas, que ocurren debido a la vaporización del agua atrapada dentro de la matriz de hidroxiapatita.<sup>59-61</sup>

*Irradiación de luz ultravioleta:* La irradiación UV puede mejorar la propiedad adhesiva de algunos materiales tales como resinas compuestas, afectando la naturaleza hidrófoba de los polímeros convirtiéndolos en hidrofílicos y aumentando la energía superficial modificando el ángulo de contacto del agua al cambiar la morfología y las propiedades químicas de la superficie. Esto sucede ya que los cambios fotoquímicos que inducidos por la irradiación UV resultan en la reducción de carbono e incrementado las concentraciones de oxígeno provocando la foto oxidación de la superficie expuesta.<sup>62-64</sup> Ocurren tres procesos importantes durante la degradación foto oxidativa, tales como:

- Proceso de iniciación: en este se producen radicales libres P· en polímeros en conjunto con grupos cromóforos activados por la acción de luz UV cuando se encuentran ante la presencia de oxígeno.
- Proceso de propagación: los radicales P· al reaccionar con oxígeno en presencia de luz UV propicia la formación de radicales POO, donde sucede la abstracción de hidrogeno de una molécula de polímero para formar un nuevo radical P· y un polímero hidroxilo peróxido.

- Proceso de terminación: estas reacciones ocurren por recombinaciones bimoleculares entre radicales como P· o POO·, de igual forma puede haber reacciones entre grupos radicales HO·, HO<sub>2</sub>· y otros radicales disponibles R· (Rabek, 1995).

También se ha llegado a mencionar el uso de hipoclorito en la superficie del esmalte, aplicación de adhesivo/primer en la base del tubo o bracket, así como la colocación de una capa de resina en la superficie oclusal de la interfaz tubo/diente.<sup>62</sup>

### **3.7 Aparatología ortodóncica**

Los aparatos ortodóncicos han evolucionado ininterrumpidamente desde los principios de esta especialidad, pero los cambios se han acelerado considerablemente en los últimos años estos avances tecnológicos han permitido mejorar los sistemas de aparatos introduciendo nuevos brackets y alambres para el aparato de arco de canto y proporcionado nuevos medios para corregir la maloclusión.<sup>50,65</sup>

El objetivo de la ortodoncia es establecer una función correcta y estética al sistema estomatognático. Nanda describe el movimiento ortodóncico como el resultado de la aplicación de fuerzas a los dientes, estas fuerzas son producidas por la aparatología ortodóncica, la cual está compuesta por alambres, brackets, tubos, elásticos, que se insertan y activan por el profesional.

Las partes que componen al bracket y tubo metálico básico son: una base, un cuerpo y una malla la cual es un área mecánicamente retentiva que va soldada a la base, o bien, está provista de surcos y cavidades troqueladas o fotograbadas, mediante la cual, en las técnicas de fijación directa, se adhiere al diente.<sup>66</sup> La fuerza de adhesión mínima para los brackets es de 6 a 8MPa<sup>67</sup>, sin embargo, para tubos no existe ningún estudio al respecto.

Los brackets y tubos son confeccionados de acuerdo con cada técnica ortodóncica, variando en diseños y características específicas en sus bases como la retención; la cual permite conseguir adhesión al diente, y una mayor resistencia al

desprendimiento, pero surge la interrogante de que si al aumentar la retención de las bases pueda provocar algún daño al tejido dentario en cuanto se retire la aparatología fija.<sup>65</sup>

Sin embargo, debido a que la mayoría de las bases de los brackets no están químicamente adheridos al esmalte o resina, se han realizado esfuerzos para mejorar la retención mecánica con varios diseños. La creciente demanda de una mayor estética en la adhesión de aparatos de metal unido ha llevado, entre otras cosas, a una reducción en el tamaño de los brackets y tubos y sus bases. El área retentiva más pequeña de la base del tubo se convierte en una variable que influye en la fuerza de la unión. Por lo tanto, se puede decir que algunas variables importantes que afectan a la resistencia al descementado incluyen al procedimiento, tipo de sistema adhesivo utilizado, diseño y tratamiento de la base del bracket/tubo.<sup>68</sup>

### **3.7.1 Material de elaboración de brackets y tubos**

Brackets de acero inoxidable colado o moldeado por inyección de metal:

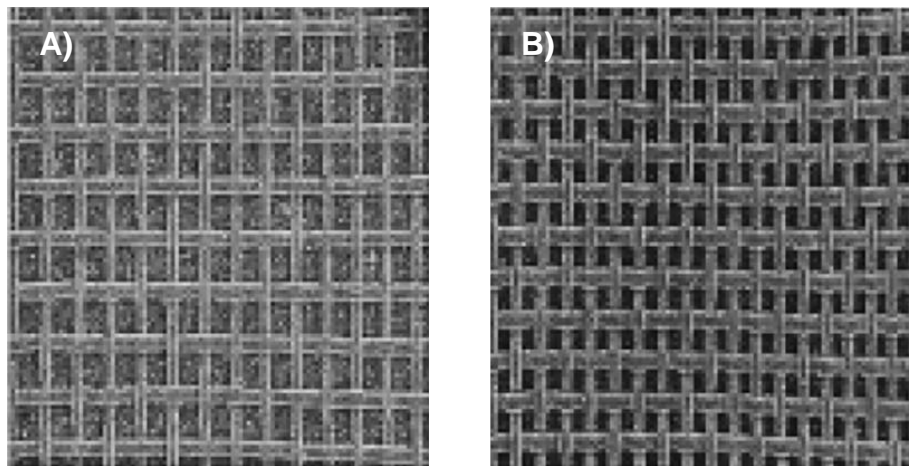
Para conseguir una precisión mínima de una milésima en las dimensiones de la ranura interna, la aparatología ortodóncica debe fabricarse con mucha exactitud. Los aparatos fijos se han fabricado totalmente de acero inoxidable durante muchos años hasta que surgió la aparición de los brackets cerámicos y de titanio, sin embargo, el acero sigue siendo el material estándar utilizado para los fabricar estos aparatos.<sup>65,66</sup>

Actualmente, los métodos para fabricar los brackets y los tubos del arco de canto pueden ser mediante el moldeado por inyección de metal (MIM) y el colado. El fresado de la ranura de un bracket colado proporciona la máxima precisión en su tamaño, ya que permite corregir los errores inducidos por la contracción de la pieza colada al enfriarse. En el proceso de elaboración por MIM las partículas de acero inoxidable son comprimidas en forma contorneada, uniforme y redondeada. El titanio es un material con baja fricción y alta resistencia por lo tanto se están probando nuevas aleaciones donde se integre para la elaboración de aparatología

ortodóncica. Además de sus propiedades hipoalergénicas, parece que los brackets y tubos de titanio se desprenden menos, debido quizás a que este material es más permeable y los adhesivos se adhieren mejor a la malla para la retención, probablemente porque el titanio es más elástico que el acero y absorbe mejor los impactos.<sup>65,66</sup>

### 3.7.2 Base del bracket o tubo

Un corte mecánico en la base de los tubos proporciona un lugar para que el adhesivo de ortodoncia se extienda antes de la polimerización. El volumen libre que existe entre la malla y la base también afectará la penetración de la resina, el escape del aire y la efectividad de la unión (Figura 11)<sup>69</sup>. La retención mecánica de la mayoría de las bases metálicas se logra con una malla soldada, otras bases tienen un corte inferior fresado o arenado, depresiones hemisféricas, grabado químico o sintetizado con polvo de metal poroso o texturadas con láser. Se necesita una base con una buena unión retentiva entre la resina y la base metálica para disminuir la necesidad de limpiar la superficie del esmalte después del descementado.<sup>69</sup>



**Figura 11. A)** Malla de calibre 80, **B)** Malla de calibre 100.<sup>69</sup>

Las mallas de tubos y brackets de estilo antiguo estaban soldadas al cuerpo del soporte, este punto de soldadura reducía el área de retención y la fuerza de unión provocando que, en ocasiones, la malla de soldadura se separe del cuerpo de

soporte al momento del descementado. La técnica de soldadura ha mejorado, y ahora la malla está soldada a la base del soporte con plata y con un láser; Esto parece eliminar el punto de soldadura en la superficie de la base del tubo y bracket metálicos.<sup>69,70</sup>

### **3.8 Descementado del tubo**

El fallo en la adhesión de un tubo es un problema que con frecuencia debe abordar un clínico en Ortodoncia, se da como resultado a la aplicación de fuerzas indeseables como cizalla, torsión, etc. por parte del paciente, o incluso a una técnica de adhesión inapropiada, al no utilizar el adhesivo adecuado o aplicación inadecuada al no seguir las instrucciones dadas por el fabricante, o bien por una contaminación del campo operatorio al momento del procedimiento adhesivo, también influye el tipo y tiempo de acondicionamiento del esmalte y las características antes mencionada del diseño del tubo o bracket.<sup>51,71</sup>

Al cementar nuevamente el tubo/bracket en el mismo lugar que previamente ya había sido tratado con ácidos, implica en primer lugar la eliminación del adhesivo remanente que queda sobre la superficie del esmalte posterior el descementado accidental, y en segundo lugar se debe realizar una nueva aplicación de grabado ácido si se utiliza la técnica de grabado convencional ocasionando la pérdida de esmalte superficial rico en flúor.

#### **3.8.1 Fallo adhesivo**

Un fallo adhesivo es aquel que ocurre entre dos estructuras distintas, es decir en la interfase entre ambas. En ortodoncia este fallo adhesivo cuando se da el desprendimiento del aditamento ortodóncico de la superficie del esmalte, que suceda antes de tiempo es indeseable ya que aumenta el tiempo de tratamiento y causa costos directos e indirectos del tratamiento de ortodoncia.<sup>72</sup>

Es importante saber a dónde se da este fallo adhesivo, ya que de esta manera sabremos si lo que hay que mejorar es la resistencia adhesiva a uno u otro nivel, o

la resistencia cohesiva de la resina o de la resina compuesta, por su importancia biológica, pues el fallo adhesivo según al nivel que sea tendrá repercusiones clínicas.<sup>27</sup>

El modo de falla adhesiva ha sido clasificado por Strattman y col. en cuatro tipos:<sup>27</sup>

73

- Interfaz de fractura entre adhesivo y base del bracket.
- Interfaz de fractura entre adhesivo y superficie del esmalte.
- Interfaz de fractura que se extiende en parte entre adhesivo y la superficie del esmalte y parcialmente dentro del adhesivo (falla cohesiva).
- Interfaz de fractura que se extiende en parte entre adhesivo y superficie del esmalte, en parte dentro del adhesivo y en parte entre adhesivo y base del bracket.

### **3.9 Índice de adhesivo remanente**

El índice de adhesivo remanente (ARI) según Artun y Bergland es evaluado según los siguientes criterios:<sup>73</sup>

- 0- No hay adhesivo remanente en la superficie del esmalte.
- 1- Menos de la mitad del adhesivo remanente queda e la superficie del esmalte.
- 2- Mas de la mitad de adhesivo remanente en la superficie del esmalte.
- 3- Todo el adhesivo remanente en la superficie del esmalte.

Conforme a Krell et al. los criterios de índice de remanente adhesivo son los siguientes:

1. Todo el adhesivo permanece en el diente.
2. Más más del 90% de adhesivo permanece en el diente.
3. Más del 10%, pero menos del 90% de adhesivo en el diente.
4. Menos del 10% de adhesivo en el diente.
5. Sin adhesivo en el diente.

Osorio y col. han calculado el Índice de adhesivo remanente (ARI) como el cociente del área de resina residual en el diente y el área de la base del soporte en porcentaje.

Sin embargo, el ARI es solo un método de medición cualitativa y no mide el volumen de resina que queda en los dientes.

### **3.10 Método de medida de la eficacia adhesiva en ortodoncia**

La forma más utilizada para cuantificar la eficacia adhesiva es mediante las pruebas de fuerzas de adhesión de diferentes sistemas tanto en Ortodoncia como en otras disciplinas Odontológicas. La premisa de este método es que si la adhesión es más fuerte entre el diente y el material resistirá mejor el estrés causado por la función oral.<sup>32</sup>

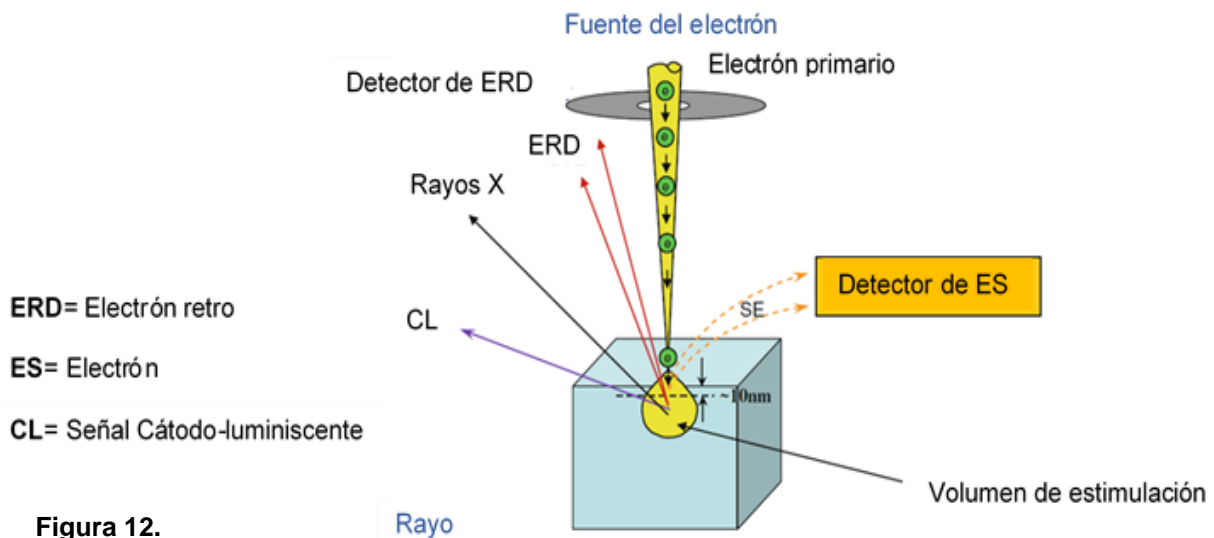
Con el procedimiento de resistencia al cizallamiento el tubo cementado sobre la superficie del molar es sometido a una fuerza de presión ejercida por un punzón unido a una máquina de ensayo Universal en la cual el movimiento se da en sentido incisivo-gingival (de arriba hacia abajo) y que va desplazándose a una aceleración constante (0.5mm/min) progresivamente va incrementando la fuerza hasta que provoca el fallo del material desprendiendo del tubo. La fuerza realizada para provocar el desprendimiento es almacenada por un sistema de datos, siendo el biomaterial adhesivo más resistente aquel que más fuerza haya tenido que emplear hasta el momento de la fractura.<sup>32</sup>

### **3.11 Microscopio electrónico de barrido**

El microscopio electrónico de barrido (MEB) o SEM por sus siglas en inglés *Scanning electron microscope* es una técnica que permite obtener y magnificar una imagen topográfica de la superficie de una muestra a una escala subnanométrica de 20-130,000x con una alta resolución y gran detalle, utilizando las interacciones electrón-materia.<sup>74</sup>



El MEB requiere una cámara de vacío comúnmente a una presión de  $10^{-3} - 10^{-5}$  Pa, suficiente para tener una buena resolución de la imagen; al aumentar la presión, el rayo de electrones primarios es dispersado por las moléculas de gas en la cámara, lo que resulta en una ampliación del diámetro del rayo por lo tanto hay una reducción en la resolución. La cámara de vacío previene que los electrones entren en contacto con cualquier molécula de gas o aire afectando la calidad de la imagen, también permite la aceleración y enfoque eficiente del haz de electrones primarios a través de la columna, lente de condensador y del lente objetivo al disparar los electrones golpeando la muestra en forma de escaneo produciendo una imagen topográfica.<sup>74</sup>

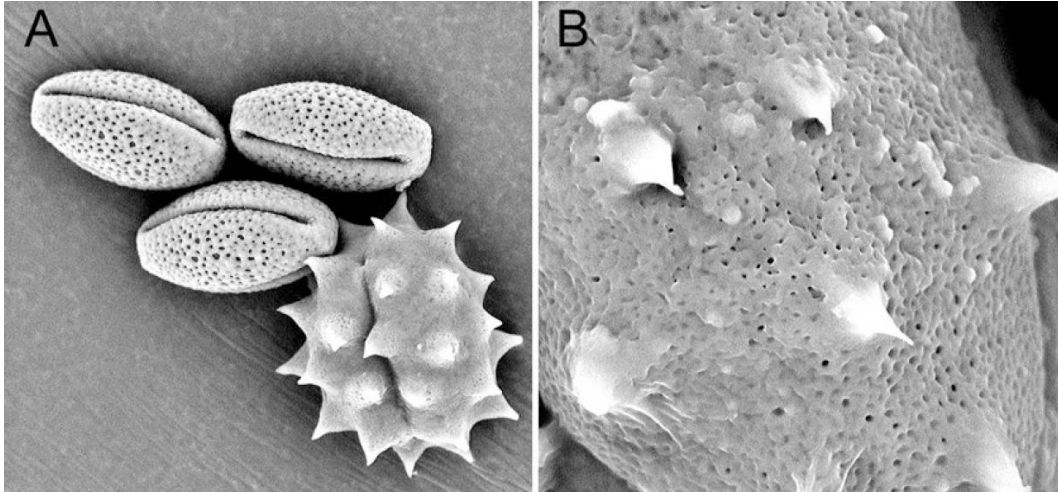


**Figura 12.**

Ilustración de la interacción del rayo de electrones primarios con la superficie de la muestra, obteniendo señales de estimulación.<sup>75</sup>

Como resultado del choque de los electrones a través de la muestra, energías son estimuladas sobre su superficie, estas señales incluyen a los electrones secundarios y retro dispersados que rebotan en la muestra (Figura 12)<sup>75</sup>, posteriormente detectores de imágenes captan electrones secundarios los cuales traducen la información recolectada dando como resultado una imagen a blanco y negro en la pantalla de la computadora. Además de estas señales que rebotan en la muestra, los rayos X también son producidos, mediante ellos se puede mapear la información sobre la composición elemental de la muestra utilizando la espectrometría de rayos X dispersiva de energía (EDE); característica del MEB.<sup>75</sup>

El tamaño del *raster* o mapa de bits es determinado por la magnificación, aumentando la magnificación se puede reducir el *raster* y viceversa, mediante su manipulación es posible observar a mayor o menor detalle la muestra (Figura 13)<sup>74</sup>.



**Figura 13.** Muestra de polen de violeta africana y *Aster*, fotografiada con recubrimiento de pulverización de oro. Las muestras de polen fueron desecadas y recubiertas con pulverizador de oro y colocadas en el soporte de muestra de reducción de carga a 10 kV. **A)** Muestra de polen con un aumento de 4,400x. **B)** Muestra un aumento de 14,500x de un grano de polen individual de la muestra de polen.<sup>74</sup>

El tamaño del área estimulada dependerá del voltaje de aceleración (kV), el tamaño del rayo del electrón y de la densidad del material de la muestra. Usualmente los rangos del voltaje de aceleración son de 0.1 kV a 30 kV, los voltajes elevados se utilizan para muestras metálicas, ya que éstas en general no sufren daños como las biológicas, aprovechando la menor longitud de onda para tener una mejor resolución.<sup>75</sup>

Los tipos de muestras que pueden ser observadas por el MEB son:

*Desecadas y conductivas:* Estas muestras pueden ser aseguradas a una base y ser observadas por el MEB.<sup>75</sup>

*Desecadas y no conductivas:* Estas muestras deben ser recubierta con una capa conductiva para proteger la muestra del sobrecalentamiento y conseguir una imagen de calidad.<sup>75</sup>

Para estas muestras, es necesario usar un recubrimiento por pulverización catódica para que cubra la muestra con una fina capa de un metal como el oro u osmio, para darle un carácter conductor.<sup>75</sup>

*Húmedas:* También se conoce como MEB ambiental (AMEB) o “MEB de presión variable”, en estas muestras para superar la deshidratación típica inducida por el vacío, AMEB debe controlar la sublimación de agua en la muestra. Esto se puede lograr mediante la disminución de la temperatura, lo que reduce la presión del vapor saturado, permitiendo el funcionamiento del AMEB a un alto vacío. Otra forma para poder observar estas muestras es congelándolas a  $-25^{\circ}\text{C}$ , de esta forma se conserva su estructura húmeda mientras se mantiene congelada al ser bombardeado por electrones para evitar que se desgasifique el MEB.<sup>75</sup>

Protocolos han sido descritos para la deshidratación de una muestra biológica que dependerán del tamaño de la muestra, porosidad y las características internas o externas a examinar. El papel de la deshidratación es eliminar el agua para mantener la integridad de la estructura de la muestra cuando se encuentre al vacío en el microscopio electrónico.<sup>76</sup>

Se recomienda la tinción por tetróxido de osmio cuando se observan muestras por grandes aumentos, ya que proporciona contraste a las membranas plasmáticas mejorando la conductividad al incrustar un metal pesado en las membranas celulares.<sup>76</sup>

Sin recubrimiento, la carga negativa se acumula dentro del área escaneada del material aislante y crea campos eléctricos locales que pueden desenfocar o desviar el haz de electrones e interferir especialmente con la recolección de electrones secundarios. El recubrimiento de metal no debe ser demasiado grueso ya que puede bloquear pequeños detalles en la muestra, de igual forma, no debe ser demasiado delgado puesto que se vuelve discontinuo.<sup>76</sup>

#### 4 Planteamiento del problema

En los comienzos de la ortodoncia en el siglo XVIII se utilizaban bandas como método de fijación de brackets y tubos, para solucionar el apiñamiento dental, las cuales a largo plazo causaban lesiones a la estructura del esmalte, así como a los tejidos periodontales, dificultando la higiene oral del paciente, con el paso del tiempo en una era moderna se buscaron nuevas técnicas con mayores ventajas como la estética, fácil remoción, menor lesión a tejidos y facilitar la higiene oral.

Los tubos se diseñaron específicamente para cumplir con los requerimientos anatómicos de cada molar en particular. Se contornearon para adaptarse a la superficie vestibular de las coronas dentarias, ofreciendo los beneficios adicionales de torque, angulación e inclinación incorporados. Sin embargo, diversos aspectos como son las fuerzas masticatorias a las que son sometidos, la base del tubo, el sistema de grabado, la dificultad de aislamiento de la zona posterior, así como el sistema de adhesión influyen al momento de la descementación, es la tasa de falla de los tubos en los molares lo que indica una ineficiencia en la unión molar, interrumpiendo las fuerzas aplicadas afectando así el tiempo del tratamiento.

En base a esto surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe diferencia en la resistencia al descementado de dos tipos de tubos usando adhesivo universal y usando adhesivo de autograbado?

## 5 Justificación

Los tubos de ortodoncia han remplazado a las bandas, pensando en mejorar la salud del tejido periodontal, la estética, facilitar la higiene, eliminar separadores de pretratamiento entre otros aspectos; sin embargo, una de las inquietudes actuales para que la técnica libre de bandas funcione adecuadamente, es la adhesión al tejido del esmalte y adhesión a la base del tubo, ya que dependiendo de esta será la eficacia, duración y éxito del tratamiento.

La búsqueda por un sistema de adhesión que facilite la técnica para disminuir tiempo y costos, sea conservador con la superficie del esmalte al momento de descementar el tubo y que sea resistente para mantener el tubo adherido a la superficie de esmalte durante todo el tratamiento; ha llevado a comparar diferentes sistemas adhesivos desde los más novedosos en el mercado así como los que llevan un tiempo dando buenos resultados para poder evaluar las características ideales de un sistema adhesivo y contribuir para la selección de estos, inclusive para una opción personalizada de adhesión para cada órgano dentario dependiendo de la mecánica a utilizar, siendo fundamental para obtener óptimos resultados en el tratamiento de ortodoncia.

Una de las razones de las fallas de adhesión del tubo a la superficie del esmalte del molar se atribuye a la adaptación inadecuada de la base de este, al procedimiento de preparación del esmalte, así como a las fuerzas masticatorias y de oclusión, o al no seguir el protocolo del adhesivo utilizado, por lo que, el procedimiento de adhesión en Ortodoncia es un tema en el que se debe poner especial atención para lograr que los aditamentos se mantengan fijos a lo largo del tratamiento ya que se realiza de manera rutinaria e indispensable en cada caso clínico donde se utilizan aparatos fijos.

El beneficio de este estudio será conocer la influencia del diseño de la base del tubo y su relación con los sistemas adhesivos para lograr una unión eficaz de tubos en molares.

## **6. Hipótesis**

### **Hipótesis de trabajo**

La resistencia al descementado de tubos ortodóncicos utilizando un adhesivo universal es mayor que la resistencia al descementado de tubos adheridos con agente de autograbado convencional.

## 7. Objetivos

### Objetivo

Evaluar la resistencia al descementado de dos tipos de tubos ortodóncicos cementados con adhesivo autograbable y adhesivo universal.

### Objetivos específicos

- ❖ Analizar la resistencia al descementado utilizando adhesivo autograbable con tubos ortodóncicos con malla calibre 80.
- ❖ Analizar la resistencia al descementado utilizando adhesivo autograbable con tubos ortodóncicos con malla calibre 100
- ❖ Comparar la resistencia al descementado utilizando adhesivo universal con tubos ortodóncicos con malla calibre 80.
- ❖ Comparar la resistencia al descementado utilizando adhesivo universal con tubos ortodóncicos con malla calibre 100.
- ❖ Identificar la cantidad de adhesivo remanente.

## 8. Diseño metodológico

### Tipo de estudio

Experimental, comparativo.

### Límite de espacio y tiempo

Laboratorio instalaciones UAEM.

### Universo de trabajo

1. Órganos dentarios, Molares permanentes.

### Tipo de muestreo y tamaño de la muestra

- ❖ *Órganos dentarios*, Molares permanentes.

Por conveniencia.

Se seleccionaron 120 órganos dentarios (molares), divididos aleatoriamente en seis grupos de 20 órganos dentarios cada uno. Los cuales fueron elegidos de acuerdo con los siguientes criterios.

### Criterios de inclusión

120 órganos dentarios molares permanentes extraídos por cuestiones ortodóncicas o periodontales, con dimensión de la corona apropiada para la cementación del tubo.



### **Criterios de exclusión**

Órganos dentarios que presenten defectos en el esmalte.

### **Criterios de eliminación**

Órganos dentarios que al momento de hacer la prueba se fracturen.

### **Variables**

#### **Variable dependiente:**

Resistencia al descementado

Adhesivo residual.

(Tabla 2).

#### **Variables independientes:**

Sistema de adhesión.

Tubos ortodóncicos.

(Tabla 3).

**Tabla 2.** Variable Dependiente

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Unidad de medición</b>
<b>Resistencia al descementado</b>	Fuerza de adherencia a la compresión de una superficie.	Fuerza de adherencia a la compresión a través	Cuantitativa Continua	De Razón Mpa

		de máquina de ensayos universal.		
<b>Adhesivo residual</b>	Cantidad de adhesivo remanente en la superficie de los dientes.	Cantidad de adhesivo remanente observado mediante un microscopio óptico, tras el descementado de los tubos.	Cualitativa	Ordinal ARI 0= sin adhesivo remanente. 1=menos del 50%. 2= más del 50%. 3=todo el adhesivo remanente quedó en el órgano dentario

**Tabla 3.** Variables independientes

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala y Unidad de medición</b>
<b>Sistema de adhesión</b>	Conjunto de materiales que nos permiten realizar los pasos de la adhesión.	Comparación de los sistemas adhesivos utilizados de acuerdo con la resistencia al descementado.	Cualitativa	Nominal

<b>Tubo ortodóncico</b>	Aditamentos metálicos para realizar movimientos dentales.	Aditamento con características específicas en su diseño para realizar movimientos dentales.	Cualitativa	Nominal
-------------------------	---	---	-------------	---------

## 9. Materiales y métodos

### Material

- Bata de laboratorio
- Guantes
- Cubrebocas
- Lentes
- Campos de trabajo
- Acrílico y monómero rápido
- 120 Tubos metálicos slot 0.022, 60 Victory Series TM (3M Unitek Monrovia CA, USA) y 60 Peerles (Ormco Glendora, USA)
- Pinza porta tubos
- Explorador
- Molares humanos extraídos
- Copas de hule
- Pasta profiláctica libre de flúor
- Ácido fosfórico 37%, 3M Unitek, CA
- Adhesivo Transbond XT, 3M Unitek, CA
- Adhesivo universal Single bond 3M ESPE CA
- Resina Transbond Plus Color Change 3M Unitek CA
- Transbond Plus SEP, 3M Unitek, CA
- Microbrush
- Lámpara de fotopolimerización Ortholux, 3M Unitek, CA
- Pinza quita resina

- Fresa de carburo de alta velocidad (C375R, Jota Suiza)
- Arenador
- Partículas de Oxido de Aluminio (90 $\mu$ m)
- Alambre acero inoxidable 0.017 x 0.025"
- Módulos elásticos
- Máquina de ensayos universal (EZ Graph, Shimadzu, Kioto, Japón)

## Método

### *Preparación de la muestra*

Se utilizaron 120 molares extraídos por razones ortodóncicas o periodontales los cuales se colocaron en una solución de timol al 0.2%. La superficie bucal de los dientes se pulió durante 10s utilizando una copa de hule a baja velocidad y pasta profiláctica libre de fluoruro (Figura 14). Los dientes fueron lavados con agua durante 30s y secados con aire comprimido libre de aceite durante 5s.



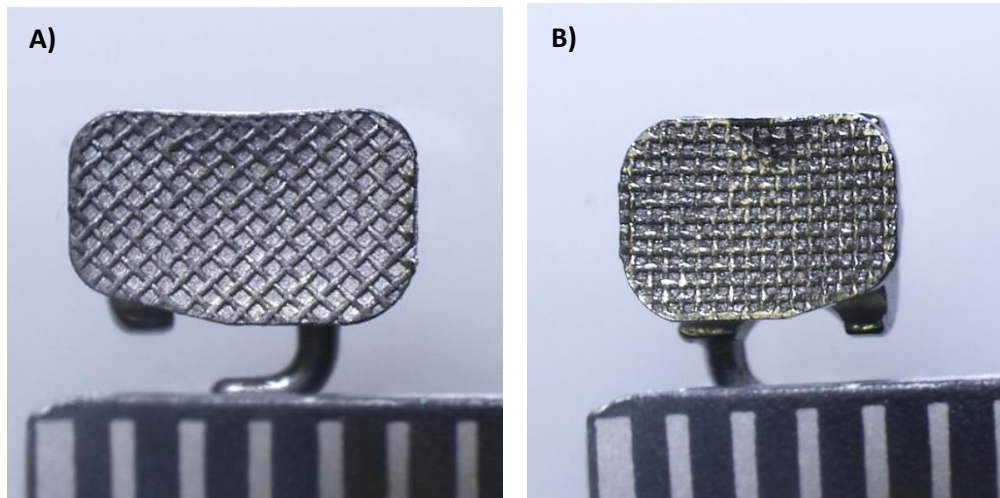
**Figura 14.** Copa de hule con pasta profiláctica libre de fluoruro.

Se utilizaron 120 tubos de ortodoncia de acero inoxidable con ranura 0.022", 60 tubos Victory Series TM 3M Unitek Monrovia CA, USA con una malla micrograbada de calibre 80 y 17.5mm<sup>2</sup> de área; y 60 tubos Peerles Ormco Glendora, USA con una base tratada con el sistema Optimesh XRT teniendo una malla de calibre 100 y 14.85mm<sup>2</sup> de área (Figura 15).

### *Procedimiento de adhesión*

Los dientes fueron divididos aleatoriamente en seis grupos (n=20/grupo).

Grupo I: El esmalte fue grabado de forma convencional con ácido fosfórico al 37% durante 15s y se enjuago bajo chorro de agua durante 20s, se secó con aire comprimido durante 5s, adhesivo Transbond XT fue colocado en la cara vestibular.



**Figura 15. A)** Tubo Victory Series TM 3M Unitek, **B)** Tubo Peerles Ormco.

Se cementaron tubos Victory Series TM con resina Transbond Plus Color Change utilizando una cantidad uniforme desde mesial a distal del tubo (Figura 16) y se fotopolimerizo con la lámpara Ortholux.



**Figura 16.** Colocación de resina Transbond PLUS Color Change de forma uniforme.

Grupo II: Se colocó adhesivo Transbond Plus SEP frotando la superficie del esmalte durante 5s. Se cementaron tubos Victory Series TM con resina Transbond Plus Color Change.

Grupo III: El esmalte fue grabado de forma convencional durante 15s con ácido fosfórico al 37%, se enjuago bajo chorro de agua durante 20s y fue secado con aire comprimido durante 5s, posteriormente se colocó adhesivo universal Single bond (Figura 17). Se cementaron tubos Victory Series TM con resina Transbond Plus Color Change.



**Figura 17.** Aplicación de Adhesivo Universal Single Bond.

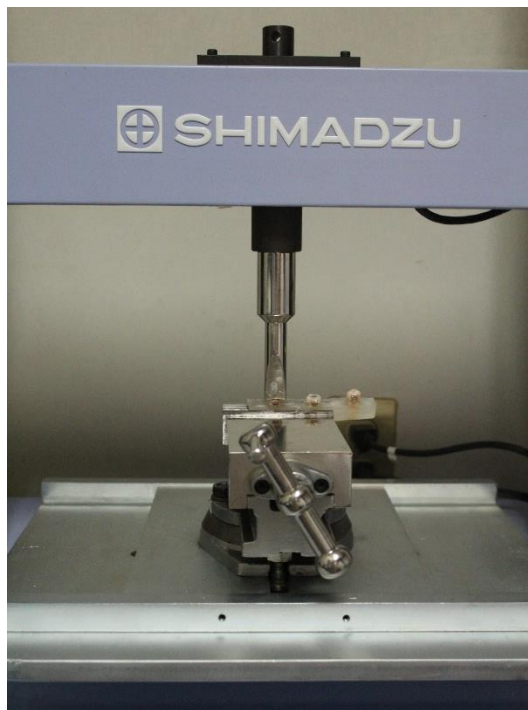
Grupo IV: El esmalte fue grabado de forma convencional con ácido fosfórico al 37%, enjuagado bajo chorro de agua durante 20s y secado con aire comprimido durante 5s, se colocó adhesivo Transbond XT en la superficie grabada. Se cementaron tubos Peerles con resina Transbond Plus Color Change.

Grupo V: Se colocó Transbond Plus SEP en la cara vestibular, frotando durante 5s. Se cementaron tubos Peerles con resina Transbond Plus Color Change.

Grupo VI: El esmalte fue grabado de forma convencional durante 15s con ácido fosfórico al 37%, se enjuago bajo chorro de agua durante 20s y fue secado con aire comprimido durante 5s, posteriormente se colocó adhesivo universal Single bond. Se cementaron tubos Peerles con resina Transbond Plus Color Change.

### *Procedimiento de descementado*

Los molares se colocaron en bloques de acrílico alineando la superficie bucal de forma paralela a la carga ocluso gingival. Posteriormente fueron almacenados en agua destilada a temperatura de 37° C durante 24hrs para simular las condiciones orales. Se realizó la prueba en la máquina de ensayos (EZ Graph, Shimadzu, Kioto, Japón) (Figura 18) aplicando una fuerza ocluso-gingival a nivel de la interface tubo-esmalte para producir el desprendimiento a una velocidad de 1mm/min, se registraron los resultados en Megapascales (MPa).



**Figura 18.** Máquina de ensayos universal EZ Graph, Shimadzu.

### *Anotación del Índice de adhesivo remanente*

Una vez concluido con las pruebas de descementado de los tubos ortodóncicos, se procedió a evaluar la cantidad de adhesivo remanente, mediante el uso de un estereomicroscopio (Figura 19), anotando los valores correspondientes de acuerdo con los valores establecidos en el ARI: 0=sin adhesivo remanente, 1=menos del 50%, 2=más del 50%, 3=todo el adhesivo remanente quedó en el órgano dentario.



**Figura19.** Uso de estéreomicroscopio para calificar Índice de adhesivo remanente.

#### *Observación de la malla del tubo*

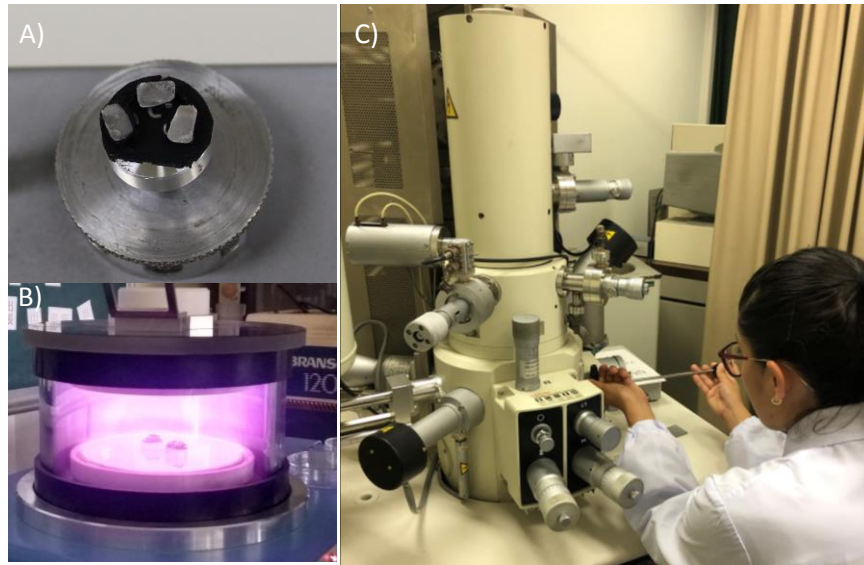
Se procedió a la preparación de los tubos descementados para ser observados a través del microscopio electrónico de barrido (MEB), seleccionando al azar tres tubos de cada grupo los cuales se colocaron sobre cinta carbón adherida a un perno de montura, para hacer las muestras conductivas y obtener buenas imágenes fueron recubiertos con Osmio, posteriormente se introdujo en la cámara de alto vacío del MEB (Figura 20 A,B y C), una vez que se logró visualizar la imagen en la pantalla utilizando los controles se debe ajustar el brillo, contraste y la magnificación hasta obtener una imagen nítida, al tener la toma deseada se procedió a capturar la imagen a la cual se etiquetó con el nombre correspondiente para identificar cada una de las muestras.

#### *Análisis Estadístico*

Los datos obtenidos de la prueba de resistencia al descementado fueron analizados con ayuda del programa SPSS statistics.

Se determinó la normalidad de los datos con una prueba Posthoc, Tukey. ANOVA de un factor con un valor de significancia de  $p < 0.05$  fue utilizada para la prueba de resistencia al descementado. La prueba  $X^2$  fue utilizada para analizar el ARI.





**Figura 20. A)** Colocación de las muestras sobre cinta carbón, **B)** Recubrimiento de la muestra con Osmio, **C)** Introducción de la muestra en la cámara de vacío del MEB.

## 10. Resultados

### Acuse de envío para publicación

#### International Orthodontics

#### Shear bond strength of orthodontic tubes cemented with different adhesive systems --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Shear bond strength of orthodontic tubes cemented with different adhesive systems
Short Title:	Orthodontic tubes & different adhesive systems
Article Type:	Original Article
Keywords:	Shear bond strength, Adhesive System, Orthodontic tube.
Corresponding Author:	Rogelio J. Scougall-Vichis, DDS, MDSc & Orthod., PHD UAEMEX: Universidad Autonoma del Estado de Mexico Toluca, Mexico MEXICO
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	UAEMEX: Universidad Autonoma del Estado de Mexico
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Andra Mar Ramirez, DDS, Orthod., MDSc Student
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Andra Mar Ramirez, DDS, Orthod., MDSc Student Rogelio J. Scougall-Vichis, DDS, MDSc & Orthod., PHD Nahum E Salmeron-Valdes, DDS, MDSc, PhD Laura E Rodriguez-Vichis, DDS, MDSc, PhD
Order of Authors Secondary Information:	
Abstract:	<p><b>Objective</b> To compare the shear bond strength (SBS) of two types of orthodontic tubes bonded with self-etch adhesive and universal adhesive.</p> <p><b>Materials and methods</b> 120 human molars were divided into 6 groups (n=20). For groups I, II and III, Victory Series tubes (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) with an 80-gauge mesh base were used, whereas Peerless (Ormco, Glendora, CA, USA) tubes with 100-gauge mesh base design were used in groups IV, V &amp; VI. In all groups, tubes were bonded by using Transbond Plus Color Change (3M Unitek). The primers selected for bonding were as follows: conventional 37% acid etch and Transbond XT primer (3M Unitek) were applied onto the molar surface in groups I and IV, Transbond Plus SEP (3M Unitek) was used in groups II and V and conventional 37% acid etch + Single Bond Universal (3M ESPE, Germany) were used in groups III and VI. Samples were tested in a universal testing machine and the SBS was performed at a crosshead speed of 1 mm per minute. ANOVA was used to compare the SBS, and the chi-square test was used to compare the adhesive remnant index (ARI). Additionally, the bases of the tubes were observed before and after debonding with a scanning electron microscope (SEM).</p> <p><b>Results</b> Groups V (15.16 ± 5.4 MPa) and VI (15.18 ± 6.7 MPa) were significantly superior to groups I (8.0 ± 2.7) and II (8.9 ± 2.8). Groups that used Peerless tubes exhibited significantly higher SBS than groups in which other types of tubes were used.</p> <p><b>Conclusion</b> Universal adhesive can be recommended to cement molar tubes due to its significantly higher bond strength than other adhesives, and prior acid etching potentiates the adhesion force in the system. In addition, the design of the tube base has a significant influence on the SBS.</p>
Suggested Reviewers:	
Opposed Reviewers:	
Additional Information:	

## 11. Discusión

Diversos parámetros en las pruebas pueden influenciar los valores de adhesión “in vitro”, como el tipo de adhesivo utilizado, las propiedades de la base del bracket, el diámetro del adhesivo, la velocidad de la fuerza de la máquina de ensayos, el tipo y duración del fotocurado y la superficie dental. En general, los resultados de los estudios in vitro no son comparables con los obtenidos in vivo ya que se sugiere que la pérdida de esmalte es menor en la clínica que in vitro porque hay mayor remoción destructiva y es más extensa in vitro.<sup>77,78</sup>

La adhesión apropiada y estable de los tubos ortodóncicos a los molares durante el tratamiento activo es de suma importancia debido a que estos tienen una función primordial para consolidar la relación molar adecuada y también como anclaje; por lo tanto, procedimientos adhesivos especiales y predecibles son indispensables para lograr una efectividad clínica. No obstante, la incidencia clínica ha mostrado una alta tasa en la falla de unión directa de los tubos al esmalte, alrededor de un 30%, en comparación con otros órganos dentarios.<sup>3,79</sup> Esto se puede atribuir, a la dificultad al mantener un aislamiento adecuado en la región posterior, espacio de trabajo limitado en la zona posterior, adaptación inadecuada de la base de los tubos en la superficie del diente, fuerzas masticatorias, diferentes patrones de grabado producidos en la superficie dental por acondicionamiento ácido y a las variaciones individuales de la composición del esmalte. Otros factores importantes son la presencia de restauraciones y la limpieza de las superficies previo al acondicionamiento del esmalte, debido a que son zonas de difícil acceso, además de considerar la malposición dentaria.

Distintos sistemas adhesivos y tubos ortodóncicos fueron evaluados con la finalidad de encontrar la mejor resistencia al descementado específicamente en esta área de altas fuerzas masticatorias.

En este estudio se tomó como punto de referencia un sistema adhesivo convencional de grabado ácido Transbond XT (considerado como control y se comparó con dos sistemas de autograbado Transbond Plus SEP y Single Bond

Universal, este último se utilizó además con grabado ácido previo. Para todos los grupos se utilizó la resina Transbond Plus Color Change (Transbond CC).

Se evaluaron dos tipos de tubos, uno de ellos correspondió a la serie Victory (3M UNITEK), los cuales poseen una base larga y contorneada, con una malla micrograbada de calibre 80 y sus dimensiones son  $17.5\text{mm}^2$ ; mientras que los otros tubos fueron, tipo Peerless (Ormco) los cuales, presentan una base tratada con el sistema Optimesh XRT teniendo una malla de calibre 100 y dimensión de  $14.85\text{mm}^2$  ayudando a reducir la interferencia oclusal y el impacto gingival.

Los tres sistemas adhesivos investigados en este estudio mostraron tener una fuerza adecuada de adhesión al esmalte según Reynolds y cols.,<sup>80</sup> donde mencionan que la fuerza mínima a soportar las biomecánicas en Ortodoncia es de 6 y hasta 8MPa para el uso clínico de los brackets y por ende también de los tubos; sin embargo, en muy pocos estudios realmente se menciona la fuerza necesaria para dientes posteriores, se ha llegado a mencionar que la fuerza masticatoria de un diente anterior es de 5MPa y en zonas posteriores puede alcanzar hasta 20MPa.<sup>79,81</sup>

Frecuentemente Transbond XT es considerado la resina adhesiva estándar en Ortodoncia para adhesión a esmalte, en conjunto con la técnica de grabado ácido, por lo que se ha utilizado en diversos estudios como grupo control.<sup>45,78,82</sup> En el presente estudio la resina adhesiva que utilizamos fue Transbond CC, la cual es una versión mejorada de XT, dicho material tiene propiedad de cambiar de color al polimerizar, previniendo dejar excedente de adhesivo alrededor de los aditamentos ortodóncicos.

Utilizando el adhesivo Transbond XT se obtuvieron valores de  $8.0 \pm 5.2\text{MPa}$  en conjunto con tubos Victory Series y  $13.26 \pm 5.9\text{MPa}$  con los tubos Peerless, otros estudios similares han reportado valores de resistencia al descementado desde los  $2.18\text{MPa}$ <sup>69</sup>, hasta  $15.49\text{MPa}$ .<sup>82</sup>

Mediante el grabado con ácido fosfórico se forma una retención micro-mecánica ocasionada por el curado de la resina dentro las microporosidades creadas en el

esmalte.<sup>83,84</sup> En el caso de los sistemas de autograbado, actúan como grabador e imprimador donde los patrones de grabado muestran menor disolución del esmalte lo cual implica una capa híbrida de menor espesor provocando que la fuerza de adhesión sea significativamente menor cuando se aplica a esmalte intacto.<sup>43,78,82,85</sup> Como se muestra en el estudio realizado por Horiuchi y cols.,<sup>43</sup> donde el grupo en el cual se utilizaron brackets Dynalock con dimensión de 14.1mm<sup>2</sup> Transbond XT obtuvo un valor de 6.1 MPa y el grupo de Transbond Plus SEP obtuvo 5.0 MPa, estos resultados difieren con nuestro estudio en el que Transbond Plus SEP obtuvo 8.9 ± 2.8MPa con tubos Victory series y 15.41 ± 5.3MPa con tubos Peerless en ambos casos muestran mayores valores a los obtenidos con Transbond XT.

Un nuevo tipo de adhesivo, conocido como adhesivo universal está disponible en el mercado dental, este posee la ventaja de poder usarse como grabado total, autograbado o grabado selectivo, además es tolerante a la humedad, y puede adherirse a metales, circonia, alúmina y cerámica de vidrio sin una imprimación separada.<sup>45</sup> Estas características permiten al clínico seleccionar el protocolo más adecuado en función de su prioridad y estado clínico del paciente, cabe destacar que este adhesivo se usa generalmente en odontología restauradora.<sup>43,85</sup>

Existen muy limitados o casi nulos datos sobre el uso de Single bond como adhesivo en ortodoncia; sin embargo, su potencial aplicabilidad en ortodoncia es notoria.

El adhesivo universal comúnmente estudiado y que se asemeja al utilizado en el estudio presente es el adhesivo Scotchbond 3M; el cual, en previos estudios mostró valores de resistencia al descementado menores a los obtenidos usando Transbond XT (15.49MPa y 14.35MPa respectivamente), sobre brackets Discovery-Dentaurum<sup>62,66</sup> en nuestro estudio obtuvo resistencia al descementado de 12.09±4.2MPa con tubos Victory Series y 15.43±7.5MPa con tubos Peerless, siendo ambos valores mayores que los otros sistemas adhesivos utilizados, los resultados obtenidos se relacionan con el grabado ácido previo.

En la variación de fuerza de adhesión entre el esmalte acondicionado y el esmalte intacto, en un estudio reciente, se concluyó que los adhesivos de autograbado

producen fuerzas de adhesión similares a las producidas a los sistemas adhesivos de grabado total cuando se aplica en esmalte acondicionado con ácido fosfórico.<sup>85</sup> Un estudio previo reportó que al grabar previamente el esmalte dental con ácido fosfórico aumenta significativamente la resistencia al descementado utilizando Transbond Plus SEP.<sup>86</sup>

Además de esta ventaja el adhesivo universal se puede aplicar en la mayoría de los ambientes debido a sus componentes acuosos que al ser hidrofílicos repelen la humedad de la superficie del esmalte.<sup>82</sup>

Esta característica es de suma importancia cuando se cementan tubos en la parte inferoposterior, donde la humedad puede afectar la eficacia en la unión. Cuando se reduce la humedad durante el proceso de adhesión se puede mejorar la adhesión en segundos molares, premolares inferiores y dientes expuestos, donde la superficie del esmalte es más susceptible a ser contaminada con saliva o incluso sangre.<sup>78</sup>

En relación con la pregunta de investigación planteada se demuestra que la resistencia al descementado es mayor utilizando adhesivo universal sin embargo no existen diferencias significativas dentro de los grupos de tubos, no obstante, donde si se observan diferencias estadísticamente significativas fue entre los grupos V ( $15.4 \pm 5.3$  MPa) y VI ( $15.4 \pm 7.5$  MPa) donde se usaron tubos Peerless y los grupos I ( $8.0 \pm 5.2$ ) y II ( $8.9 \pm 2.8$ ) correspondientes a los grupos donde se utilizaron los tubos Victory Series.

Debido a que los brackets y tubos no se adhieren mecánicamente al esmalte o resina, se ha buscado mejorar la retención mecánica utilizando distintos tamaños y diseños en sus bases entre ellas creando microrretenciones, estas modificaciones pueden influenciar la resistencia al descementado, determinada por la profundidad, tamaño, y distribución de las prolongaciones de cemento y de la distribución del estrés.<sup>65,69,70</sup>

El incremento en la demanda de una adhesión más estética de materiales de metal ha contribuido a la reducción de tamaño de la base del bracket, esta reducción en

el área retentiva de la base del bracket es una variable importante en la fuerza de adhesión. Diversos estudios mencionan que podría ser menos perjudicial para el esmalte usar soportes más pequeños, sin embargo, la fuerza de unión podría verse comprometida.<sup>70</sup> Confrontándose con el estudio actual donde se obtuvieron los mayores valores de resistencia al descementado en los tubos Peerless con sistema Optimesh XRT, los cuales son mucho más pequeños que los tubos Victory Series; pudiendo explicar estos resultados con estudios previos donde mencionan que los brackets en la que su base tiene un tratamiento como micro grabado para incrementar el área de retención han mostrado mejorar la adhesión.<sup>65</sup>

Está demostrado que la cantidad de adhesivo remanente tiende a ser mayor cuando se presentan altos valores de resistencia al descementado.<sup>38</sup> De acuerdo con nuestro estudio, los tubos Peerless que obtuvieron mayores valores de resistencia al descementado de igual forma, la cantidad de adhesivo residual fue mayor.

Esto se puede deber a que estudios previos mencionan que una base de calibre 80 permite al adhesivo expandirse antes de la polimerización provocando una mayor penetración de la resina que en una malla de calibre 100 donde existe una restricción en la penetración. Por lo que se obtienen mayores valores de adhesivo residual 0 en bases de calibre 80 obteniendo una falla en la interfaz esmalte-cemento, donde el esmalte puede ser limpiado rápido y fácilmente reduciendo también el tiempo en silla.

## **12. Conclusiones**

Los resultados del presente estudio sugieren que el uso del adhesivo universal en ortodoncia puede ser una alternativa muy útil y recomendable, debido a que aumenta la resistencia al descementado no obstante también se asocia con un índice ARI alto. La fuerza de adhesión lograda con este sistema adhesivo puede ser ideal en zonas desfavorables para la adhesión, por la malposición, riesgo a humedad y/o presencia de restauraciones.

Nuestros descubrimientos indican que el adhesivo universal tuvo mayores cifras de adhesión ya que el grabado ácido previo, potencializa la fuerza de adhesión en dicho sistema de autograbado.

Los resultados muestran que el diseño de la base del bracket tiene una influencia significativa en la resistencia al descementado, donde una malla de calibre 100 micro tratada con cortes al sesgo adicionales obtiene mayores valores en la fuerza de adhesión y una malla de calibre 80 obtiene menores valores de ARI ideal para una limpieza rápida de la superficie del esmalte después del descementado.



### 13. Referencias bibliográficas

1. Johnston CD, Burden DJ, Hussey DL. Bonding to molars, the effect of etch time (an in vitro study). *EJO* 1998; 20:195-99.
2. Abu-Alhaija E, Jaradat M, Alwahadni A. An Ex-vivo shear and tensile bond strengths of orthodontic molar tubes bonded using different techniques. *J Clin Exp Dent* 2017; 9(3):448-53.
3. Banks P, Mcfarlane TV. Bonded versus banded first molar attachments: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Orthodontics* 2007; 34:128-36.
4. Scougall Vilchis RJ. Evidencia científica para la aplicación de los agentes de autograbado en ortodoncia clínica. *ADM*. 2010;67(1):8–12.
5. Aleksiejunaite M, Sidlauskas A, Vasiliauskas A. Effect of rebonding on the bond strength of orthodontic tubes: a comparison of light cure adhesive and resin-modified glass ionomer cement in vitro [Internet]. Vol. 2017, *Int J Dent*. 2017. p. 1–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2017/8415979>
6. Bishara, Samir E., Laffoon, John F., VonWald, Leigh, Warren, John J. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different orthodontic adhesives, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:521-5
7. Gerard K, Marco F. The science of bonding: from first to sixth generation.
8. Millett DT, Letters S, Roger E, Cummings A, Love J. Bonded molar tubes: an in vitro evaluation. *Angle Orthod*. 2001;71(5):380–5.
9. Durso G, Tanevich A, Abal A & cols. Estudio de la microestructura del esmalte dental humano en relación con la microdureza y la composición química. *Cs Morfol*. 2017;.19(2):1-9.
10. Ferraris MEG de, Muñoz AC. *Histología y embriología bucodental*. 2nd ed. Panamericana; 2009. 451 p.
11. Esponda Vila R. *Anatomía dental*. 1ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. 1994. 65-73 p.
12. Reyes-Gasga J. Observación del esmalte dental humano con microscopía electrónica. *Rev Tamé*. 2013;1(3):90–6.

13. Rivera C, Ossa A, Arola D. Fragilidad y comportamiento mecánico del esmalte dental. *Rev Ing Biomédica*. 2012;6(12):10–6.
14. Durso G, Abal A. Variabilidad de la morfología de los prismas del esmalte dental humano. *Acta Microscópica* Vol. 17, No. 1, 2008, pp. 1–8 2
15. Vázquez LA, Sarabia M, Padilla SM, Martínez M josefina M. Histogénesis del esmlate dentario. Consideraciones generales. *AMC*. 2007;11(3):1–9
16. Carreño ML. Tesis Doctoral Estudio in vitro de los factores que influyen en la eficacia adhesiva del cementado de tubos y brackets . 2013.
17. Habelitz S, Marshall SJ, Marshall G, Balooch M. Mechanical properties of human dental enamel on the nanometer scale. *Arch Oral Biol*. 2001;46:173-83.
18. Mann AB, Dickinson ME. Nanomechanics, chemistry and structure at the enamel surface. *Monogr Oral Sci*. 2006;19:105-31.
19. Braly A, Darnell LA, Mann AB, Teaford MF, Wieths TP. (2007) The effect of prism orientation on the indentation testing of human molar enamel. *Arch. Oral Biol*. Sep; 52(9):856-60.
20. Park S, Quinn JB, Romberg E, Arola D. On the brittleness of enamel and selected dent mater. *Dent Mater*. 2008;24:1477-85.
21. Xu H.H.K, Smith D.T., Jahanmir S., et al. Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentine. *J Dental Research*. 1998;77:472-80.
22. Lee YK, Yu B. Measurement of opalescence of tooth enamel. *J Dent*. 2007;35:690-4
23. Von Fraunhofer, J. Anthony. Adhesion and cohesion. *International Journal of Dentistry* Volume 2012, 8
24. Hernández M. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Av Odontoestomatol*. 2004;20(1):19–32.
25. Herrera E. Fracagos en la adhesión. *Av Odontoestomatol*. 2005;21(2):63–9.
26. Lahoud Salem V. Adhesión de los materiales dentales. *Odontología Sanmarquina* 2002;1(9):43-5.
27. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di Stomatologia* 2017, VIII (1):1-17.

28. Camps Alemany. La evolución de la adhesión a dentina. Av Odontoestomatol 2004; 20(1): 11-17.
29. Mandri MN, Aguirre Grabre de Prieto A, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. Odontoestomatología 2015, Vol. XVII. Nº 26.
30. Dourado Loguerci A, Reis A. Sistemas adhesivos. Rodyb - Revista de Operatoria Dental y Biomateriales 2006, vol. 1, n. 2
31. Gomes Moreira M.A. Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes. Av. Odontoestomatol 2004; 20-4: 193-198.
32. Bermejo EC. Relación Enfermería-Odontoestomatología en un estudio de adhesión en Ortodoncia. Universidad de Salamanca; 2014.
33. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt K.L. State of the art of self-etch adhesives. Dent mat 2011 27:17–28.
34. Buonocore MG. A simple method on increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Res. 1955; 34(6): 849-853.
35. Flores-Yáñez C, Martínez-Juárez J, Palma-Guzmán M, Yáñez-Santos J. Análisis del grabado dental utilizando el microscopio metalográfico y el software AnalySIS. Información Tecnológica, 2009. 20(2):13-18.
36. Carrillo Sánchez C. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Revista ADM 2018; 75 (3): 135-142.
37. Muhammad Sohail Z, Naseer AHMED. The effects of acid etching time on surface mechanical properties of dental hard tissues. Dental Materials Journal 2015; 34(3): 315–320
38. Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N and Yamamoto K. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different self-etching adhesives. AJODO 2019. 136:425-30.
39. Chow LC, Brown WE. Phosphoric acid conditioning of teeth for pit and fissure sealants. J Dent Res. 1973; 52 (5): 1158.
40. Magna Fonseca P, Dias Brasiliense DH, Ferreira Costa J, Kato Carneiroa K, Bauera J. Effects of application mode of self-etching primer on shear bond

- strength of orthodontic brackets. Report estomatomeddentcirmailofac 2016; 7(1):9–13.
41. Brandon C. Parrisha; Thomas R. Katonab; Serkis C. Isikbayc; Kelton T. Stewartd; Katherine S. Kulae. The effects of application time of a self-etching primer and debonding methods on bracket bond strength. *Angle Orthod.* 2012; 82:131–136.
  42. Cal-Neto; Augusto JM. Scanning Electron Microscopy Evaluation of the Bonding Mechanism of a Self-etching Primer on enamel. *Angle Orthod* 2006; 76:132–136.
  43. Horiuchi S, Kaneko K, Mori H, Kawakami E, Tsukahara T, Yamamoto K, Hamada, Asaoka K and Eiji Tanaka. Enamel bonding of self-etching and phosphoric acid-etching orthodontic adhesives in simulated clinical conditions: Debonding force and enamel Surface. *Dental Materials Journal* 2009; 28(4):419–425.
  44. Yamauchi K, Tsujimoto A, Jurado CA, Shimatani Y, Nagura Y, Takamizawa T, & Cols. Etch-and-rinse vs self-etch mode for dentin bonding effectiveness of universal adhesives. *Journal of Oral Science.* 2019. 1-5. *J Oral Sci.* 2019 Oct 21. doi: 10.2334/josnusd.18-0433.
  45. Golshah A, Mohamadi N, Rahimi F, Pouyanfar N, Seyed N, Mohammad T. Shear bond strength of metal brackets to porcelain using a Universal adhesive. *MED ARCH.* 2018 DEC; 72(6): 425-429.
  46. Suda S, Tsujimoto A, Barkmeier W, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, Latta MA, and Miyazaki M. Comparison of enamel bond fatigue durability between universal adhesives and two-step self-etch adhesives: Effect of phosphoric acid pre-etching. *Dental Materials Journal* 2017; 1-12.
  47. Uribe RG. *Ortodoncia: teoría y clínica.* Medellín: Ed. Legis S.A; 2010, capítulo 10.
  48. Scougall Vilchis R.J. *Adhesión contemporánea en ortodoncia: principios clínicos basados en evidencia científica.* Ediciones eón. Primera edición 2018 pp 17-18.
  49. Proffit WR. *Ortodoncia contemporánea cuarta edición:* Ed. Elsevier Science Health Science; 2009, pp 407-412.

50. Nanda R. *Biomecánica en ortodoncia clínica*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 1998, p 180.
51. Sorel O, El Alam R, Chagneau F, Cathelineau G. Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122:260-6.
52. Algera T, Kleverlaan C, Pahl-Andersen B, Feilzer A. The influence of different bracket base surfaces on tensile and shear bond strength. *EJO* 2008; 30:490-94.
53. Guan G, Takano-Yamamoto T, Miyamoto M, Yamashiro T, Noguchi H et al. An approach to enhance the interface adhesion between an orthodontic plastic bracket and adhesive. *EJO* 2001; 23:425-432.
54. Barkmeier WW, Erickson RL, Kimmes NS, Latta MA, Wilwerding TM. Effect of enamel etching time on roughness and bond strength. *Operative Dentistry* 2009; 34(2):217:222.
55. Elnafar AAS, Alam MK, Hasan R. The impact of surface preparation on shear bond strength of metallic orthodontic bracket bonded with a resin-modified glass ionomer cement. *JO* 2014;41:201-207.
56. Espinar-Escalona E, Barrera-Mora JM, Llamas-Carreras JM, Solano-Reina E, Rodríguez D, Gil FJ. Improvement in adhesion of the brackets to the tooth by sandblasting treatment. *J Mater Sci: Mater Med* 2012; 23:605-611.
57. Canay S, Kocadereli I, Akça. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117:15-19.
58. Elham SJ, Abu Alhajja, Ahed MS, Al-Wahadni. Evaluation of shear bond strength with different enamel pre-treatments. *EJO* 2004;26:179-184.
59. Oshagh M, Reza Pakshir H, Najafi HZ, Mehdi Naseri M, Nasrabadi NI, Torkan S. Comparison of the shear bond strength of orthodontic brackets in bonding and rebonding: preparation with laser versus conventional acid etch technique. *Photomedicine and Laser Surgery* 2013; 31(8):360-364.
60. Heba t-Allah Yehia Abd el Rahman. Tesis Comparison of bond strength of orthodontic molar tubes using different enamel etching techniques and their effect on enamel surface; 2008.

61. Ruíz-Esculpi M, Ricse-Chaupis E, Villanueva-Vega J, Torres-Maita L. Láser en ortodoncia. *Rev. Estomatol Herediana* 2013; 23(3):154-61.
62. Sharma A, Kulkarni S, Swamy KVN. Effect of photoactivation by Ultraviolet light on bond strength of composite Veneer on stainless steel crowns- An in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2019; 12(1):49-52.
63. Loyaga-Rendon P, Takahashi H, Iwazaki N, Reza F. Effect of Ultraviolet light irradiación on bonding of experimental composite resin artificial teeth. *Dental Materials Journal* 2007;26(6):805-813.
64. Díaz Acosta EM, Martel Estrada SA, Rodriguez González CA, Olivas-Armendiz I. Optimización de la adhesión de superficies poliméricas mediante tratamiento con luz UV. *Research Gate* 2016. [www.researchgate.net/publication/301867098](http://www.researchgate.net/publication/301867098).
65. Seema K. Sharma-Sayal, P. Rossouw E, Gajanan V. Kulkarni, Keith C. Titley. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124:74-82.
66. Wei Nan Wang, Chung Hsing Li, DDS,<sup>b</sup> Ta Hsiung Chou, DDS,<sup>c</sup> Dennis Ding Hwa Wang, BA,<sup>d</sup> Li Hsiang Lin, DDS, MS,<sup>e</sup> and Che Tong Lin, DDS, PhD<sup>f</sup>. Bond strength of various bracket base designs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:65-70.
67. Nirav Dholakiya<sup>1\*</sup>, Hina Desai<sup>1</sup>, Mohammed Shahid Dal<sup>1</sup>, Nikunj Patel, Rahul Aghera<sup>1</sup> and Nishil Agrawal. Comparison of Shear Bond Strength of Different Orthodontic Metal Bracket-bases Bonded on Enamel Surface – an In vitro Study. Dholakiya et al.; *BJMMR*, 18(5): 1-9, 2016; Article no.BJMMR.29260
68. Susanne Reimann<sup>1</sup>, Judith Mezey<sup>2</sup>, Nikolaos Daratsianos<sup>3</sup>, Andreas Jäger<sup>3</sup>, Christoph Bourauel. The influence of adhesives and the base structure of metal brackets on shear bond strength. *J Orofac Orthop* 2012; 73:184-193
69. Knox J, Hubsch P, Jones M, Middlenton J. The influence of bracket base design on the strength of the bracket-cement interface. *JO* 2000. 27(3):249-254.
70. Joanna Janiszewska-Olszowska<sup>1\*</sup>, Katarzyna Tandecka<sup>2</sup>, Tomasz Szatkiewicz<sup>2</sup>, Katarzyna Sporniak-Tutak and Katarzyna Grocholewicz. Three-

dimensional quantitative analysis of adhesive remnants and enamel loss resulting from debonding orthodontic molar tubes. Janiszewska-Olszowska et al. *Head & Face Medicine* 2014, 10:37

71. Tom Roelofs<sup>a</sup>; Nico Merkens<sup>b</sup>; Jeroen Roelofs<sup>b</sup>; Ewald Bronkhorst<sup>c</sup>; Hero Breuning<sup>d</sup>. A retrospective survey of the causes of bracket- and tube-bonding failures. *Angle Orthod.* 2017;87:111–117.
72. Tahmasbi S, Badiie M, Modarresi M. Shear bond strength of orthodontic bracket to composite restorations using universal adhesive. *Dent Shiraz Univ Med Sci.*, June 2019; 20(2): 75-82.
73. Reimann S, Mezey J, Daratsianos N, Jäger A, Bourauel C. The influence of adhesives and the base structure of metal brackets on shear bond strength. *Orofac Orthop* 2012; 73:184-193.
74. Tran Nguyen JN, Harbison AM. Scanning electron microscopy sample preparation and imaging. Chapter 5, *Molecular Profiling: Molecular and Protocols, Methods in molecular biology* 2017; vol. 1606:71-84.
75. Jones CG. Scanning electron microscopy: Preparation and imaging for SEM. Chapter 1, *Forensic microscopy for skeletal tissues: Methods and protocols, Methods in molecular biology* 2012; vol.915:1-20.
76. Goldstein A, Soroka Y, Frusic-Zlotkin M, Popov I, Kohen R. High resolution SEM imaging of gold nanoparticles in cells and tissues. *Journal of Microscopy* 2014;256(3):237-247.
77. Olsen M, Bishara S.E, Damon P, Jakobsen J.R. Evaluation of Scotchbond multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997;111:498-501.
78. Hellak A, Ebeling J, Schauseil M, Stein S, Roggendorf M, Korbmacher-Steiner H. Shear bond strength of three orthodontic bonding systems on enamel and restorative materials. *biomed research international*, 2016:1-10.
79. Knoll M, Gwinnett A. J, Wolff M.S. Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. *AM J ORTHOD* 1986;89(7):476-479.

80. Sorel O, El Alam R, Chagneau F, Cathelineau G. Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122(3):260-6
81. Ferreto-Gutiérrez I; Cáceres-Zapata H; Chan-Blanco J.R. Comparación de la fuerza de adhesión de brackets a esmalte dental con un sistema exclusivo para ortodoncia y un sistema restaurativo. *Revista Científica Odontológica* 2016;12(2):8-14.
82. Hellak A, Rusdea P, Schauseil M, Stein S, Korbmacher-Steiner H.M. Enamel shear bond strength of two orthodontic self-etching bonding systems compared to Transbond™ XT. *J Orofac Orthop* 2016. 1-8.
83. Dorminey J. C, Dunn W. J, Taloumis L.J. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a modified 1-step etchant-and primer technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124:410-3
84. Yasser Lotfy Abdelnaby, Essam Abdelalim Nassar, Ahmad Mohammad Hafez. Influence of prolonged continuous orthodontic force on the shear bond strength of metallic brackets bonded with various adhesive systems. *E.D.J* 2017;63(4):2931:2938.
85. Iijima M, Ito S, Yuasa T, Muguruma T, Saito T, Mizoguchi I. Bond strength comparison and scanning electron microscopic evaluation of three orthodontic bonding systems. *DMJ* 2008;27(3):392–399.
86. Amm E.W, Hardan L.S, BouSerhal J.P, Glasl B, Ludwig B. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with self-etching primer to intact and pre-conditioned human enamel. *J Orofac Orthop* 2008;69:383–92.



## 14. Anexos

### Anexo 1

**3M** Unitek

## Transbond™ Plus Self Etching Primer

Instructions For Use



**Product Description and Indication for Use:** Transbond™ Plus Self Etching Primer is both an etchant and a primer combined into one product. This product contains "methacrylated phosphoric acid esters." Transbond Plus Self Etching Primer is indicated for use as a combined etchant and primer in orthodontic treatment and is for use only with light-curing direct bonding orthodontic adhesives.

**Note:** One Transbond Plus Self Etching Primer unit contains sufficient material for etching and priming one arch only. Use two units when bonding both arches. Protect the material from light and heat prior to activation.

**Warnings:**

- **CORROSIVE** – avoid contact with mucous membranes, skin and eyes. This product contains phosphoric acid esters which can cause burns if it comes into contact with mucous membranes, skin, or eyes.
- Possible acrylic sensitivity – this product contains acrylates which may cause allergic reaction in some individuals.

**Important:** All resin-based primers that penetrate into the enamel rods may under certain conditions temporarily alter the appearance of the enamel. It does not discolor the enamel; rather it creates a contrast to the chalky appearance of the surrounding enamel.

**Note:** The primer is not recommended for fluorosed or mottled teeth.

**Precautions:** Avoid contact with mucous membranes, skin and eyes. Wear eye protection and gloves when handling this product.

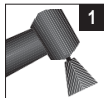
**CAUTION:** For patients with poor oral hygiene, consider having the patient undergo a thorough dental cleaning prior to the bonding appointment.

**First Aid for eye contact:** Immediately flush with plenty of water. See a physician if irritation persists.

**First Aid for mucous membrane and skin contact:** Flush mucous membrane with water. Superficial changes of the gingiva may occur in individual cases and are reversible. Wash affected area with soap and water. See a physician if irritation persists.

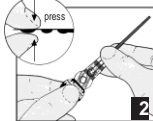
1. Isolate teeth using the NOLA Dry Field System or cheek and tongue retractors, dri-angles and cotton rolls.

2. Prophyl teeth with an oil-free pumice or paste. Rinse with water. Remove excess water but do not dry tooth surface. Do not allow teeth to become recontaminated with saliva before applying the Transbond Plus Self Etching Primer. Figure 1.

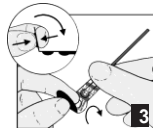


**Note:** Do not activate the primer without the disposable applicator in place to prevent primer from spilling. If using the Transbond™ Plus Self Etching Primer Easy Roller, follow instructions 011-621.

3. Hold the sheath of the disposable applicator in one hand. Use the thumb and index finger of the other hand to completely squeeze the liquid out of the black reservoir towards the disposable applicator. Figure 2.

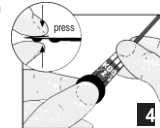


4. Completely empty the contents of the black reservoir into the white (middle) reservoir by

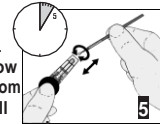


squeezing the liquid forward and carefully fold back the package at the interface of the black and white reservoir. To keep the liquid from flowing back into the black reservoir, keep the black reservoir tightly squeezed with your thumb and index finger while bending the package. The black (largest) and white (middle) reservoir sections are now on top of each other. Figure 3.

5. Starting at the far end squeeze the liquid from the white (middle) reservoir into the purple (smallest) reservoir of the blister package using controlled pressure. Figure 4.

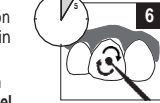


6. Once the liquid is transferred to the purple (smallest) section of the blister pack, **churn and swirl** the applicator inside purple reservoir for 5 seconds to completely mix chemicals and thoroughly coat applicator tip. Figure 5.



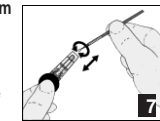
7. Remove the applicator from the reservoir. **The applicator tip must have a light yellow color. If not yellow, re-squeeze contents from outer reservoir to middle reservoir to small reservoir and mix well using a churning and swirling motion until yellow color is observed.**

**Note:** Keep activated unit in an upright position during application to assure material stays in the reservoir.



8. **RUB** the saturated tip of applicator onto tooth surface. **Continue RUBBING liquid onto enamel while applying some pressure for a minimum of 3-5 seconds per tooth.** Figure 6.

**Note:** If bonding to a prismatic enamel, i.e. molars, deciduous teeth, lingual surfaces, increase the rubbing time per tooth to achieve a desirable etch pattern.



9. **Redip applicator into reservoir to saturate tip before rubbing it onto next tooth.** Figure 7.

10. Repeat steps 7 through 9 for each tooth.
11. When all teeth on one arch are primed, use an oil and moisture-free air source to deliver a **GENTLE air burst for 1-2 seconds** to each tooth to dry primer into a thin film. Figure 8.



**Note:** Direct air stream across the tooth mesial distal. Blowing the primer into the gingiva can cause irritation to the gingiva and possible contamination of the primer layer from wicking of gingival crevicular fluid.

**Important:** One Transbond Plus Self Etching Primer unit will etch and prime all teeth on **one arch only.**

12. Proceed immediately with bonding. If bonding is delayed, apply another coat, deliver a **GENTLE air burst** to dry primer into a thin film and bond.

13. Light cure.

3

**3M Unitek**  
Orthodontic Products  
2724 South Peck Road  
Monrovia, CA 91016 USA

© 2008 3M. All rights reserved.  
REF 011-581-5 0812

European Representative: **CE**  
0086

## Anexo 2



**Investigadora: Andira Mar Ramírez**

**Instrumento de recolección de datos**



### **Registro de fuerzas al descementado e índice de adhesivo residual**

Grupo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Folio	MPA	ARI
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

### Anexo 3



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
Centro de investigación y estudios avanzados



## INFORMACIÓN PARA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS DENTARIOS CON EFECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### Título del proyecto:

“Evaluación de la resistencia al descementado de tubos de ortodoncia utilizando diferentes sistemas de adhesión, estudio *in-vitro*”.

### Justificación de la investigación

La búsqueda por un sistema que permita al bracket tipo tubo adherirse al diente y que al mismo tiempo facilite la técnica en un menor número de pasos para disminuir tiempo y costos, sea conservador con la superficie del esmalte dentario al momento de desprender el bracket tipo tubo, y que sea resistente para mantenerlos adheridos al diente hasta el final del tratamiento es fundamental para obtener óptimos resultados en la estética y funcionalidad de la mordida.

### Objetivo de la investigación

Evaluar la resistencia al desprendimiento de dos diseños de brackets de ortodoncia tipo tubo adheridos al diente con dos tipos de materiales adhesivos.

### Procedimientos a realizar

Recolección de dientes extraídos por personal capacitado y depositados en frasco de timol al 0.2%, de los cuales solo se utilizarán los tejidos duros.

### Garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta

Absoluta.

### Libertad de retirar el consentimiento

En el momento en que el paciente lo decida.

### Confidencialidad del paciente

Esta será guardada.

### Gastos del estudio

Cubiertos por el financiamiento correspondiente (institucional o externo).

## Anexo 4



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



Centro de investigación y estudios avanzados

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS DENTARIOS CON EFECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

En el cumplimiento de la **Ley General de Salud, Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación**, art. 3,13,14 y 16, **NOM-012-SSA3-2012**, art. 11, 12 y 13 que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, **Código Civil Federal**, art 1803 y 1812 en materia de obligaciones del consentimiento informado, **Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares** y **Aviso de Privacidad de la UAEMex**.

El paciente y en caso de menores o incapacitados, consignar el nombre del padre, madre o tutor, \_\_\_\_\_ en pleno uso de mis facultades, declaro que el Odontólogo (a) Andira Mar Ramírez me ha explicado ampliamente el uso de investigación científica que tendrá el órgano dentario obtenido mediante extracción por indicaciones terapéuticas del Odontólogo tratante.

Se me ha permitido hacer preguntas al respecto, las cuales, me han contestado con claridad. También, se me ha explicado que únicamente se utilizarán los tejidos duros del diente y que en todo momento se guardará la identidad de la persona y que los datos obtenidos pueden ser utilizados en foros de investigación y publicaciones con fines académicos.

Se me han informado las posibles aportaciones, que podrían generarse en el ámbito del conocimiento de la Odontología. He comprendido toda la información del presente documento y en cuanto finalice el proyecto tendré derecho a conocer los resultados. Por lo que autorizo la donación del órgano (s) dentario (s) que me han extraído (especificar por código universal): \_\_\_\_\_

Toluca, Estado de México a \_\_\_\_\_, del mes \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente, o padre o tutor

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del investigador

Testigos

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

## Anexo 5



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
Centro de investigación y estudios avanzados



### Carta de asentimiento informado para la donación de órganos dentarios con efectos de investigación científica

Mi nombre es \_\_\_\_\_ Andira Mar Ramírez \_\_\_\_\_ y estoy realizando el estudio

Evaluación de la resistencia al descementado de tubos de ortodoncia utilizando diferentes sistemas de adhesión, estudio *in-vitro*".

en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología de la Universidad Autónoma del Estado de México, con la finalidad de

Evaluar la eficacia de adhesión de diferentes materiales dentales que se utilizan para mantener los brackets en los dientes durante el tratamiento de ortodoncia.

y para ello queremos pedirte que nos apoyes.

Tu participación en el estudio consistiría en regalarnos (donar) tu diente extraído.

Tu donación es voluntaria, es decir aun cuando tus papá o mamá hayan dicho que puedes donarlo, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no, es tu elección. También es importante que sepas que si tienes alguna duda puedes realizarnos preguntas y que si no quieres donar tu diente extraído no habrá ningún problema.

La información que proporcionas será confidencial, esto quiere decir que no diremos a nadie tus datos como tu nombre o sus iniciales (O RESULTADOS DE MEDICIONES), sólo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio.

Así también, a tus papás se les entregó un documento, el cual, menciona cual es el propósito del estudio y procedimientos.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una  $\checkmark$  en el cuadrado de abajo que dice "Sí quiero participar" y escribas tus iniciales o pongas tu huella digital.

Si no quieres participar, no pongas ninguna  $\checkmark$  y no pongas tus iniciales o huella digital

Sí quiero participar

En caso afirmativo, escribe tus iniciales o huella digital \_\_\_\_\_

Nombre y firma del padre o tutor \_\_\_\_\_

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

## Anexo 6



# Universidad Autónoma del Estado de México

## AVISO DE PRIVACIDAD

La Universidad Autónoma del Estado de México, en lo sucesivo y para efectos del presente aviso, se denominará como "La Universidad", con domicilio en Instituto Literario Ote. No. 100, Col. Centro. C.P. 50000, Toluca, Estado de México; a través de sus espacios académicos y administrativos es la responsable del uso, protección y tratamiento de sus datos personales, observando íntegramente para ello lo previsto en la Ley de Protección de Datos Personales del Estado de México, en lo subsecuente "La ley".

La entrega de los datos personales es facultativa, en caso de que el titular se negara a otorgarlos, se generará como consecuencia el no estar en posibilidades de realizar el trámite que pretende llevar a cabo.

En caso de no oponerse a este acto, se entiende que existe un consentimiento expreso para su tratamiento, en los términos citados en el presente aviso de privacidad.

"La Universidad" protesta no transmitir sus datos personales a persona física o jurídico colectiva alguna que sea ajena a la Institución sin su consentimiento expreso; notificándole en su caso qué datos serán transmitidos, cuál es la finalidad de dicho trámite y quién es el destinatario.

Para la mejor comprensión del presente aviso de privacidad le informamos lo siguiente:

### ¿Para qué fines se recabarán sus datos personales?

Los datos personales que recabamos de usted, los utilizaremos para las siguientes finalidades que son necesarias dentro de las actividades propias de "La Universidad":

- **Trámites académicos**, como pueden ser los relativos a inscripción, reinscripción, solicitud de becas, historial académico, tutoría y mentoría académica, titulación, prestación de servicio social y prácticas profesionales, movilidad estudiantil, participación en proyectos de investigación, registro de evaluaciones, repositorio institucional y cualquier actividad y obligación surgida del quehacer universitario.
- **Trámites administrativos**, como pueden ser los relativos a recursos financieros, recursos humanos, recursos materiales, servicios generales y obra universitaria, así como las demás relativas a la contraloría, marco legal, gestión, planeación, estadística universitaria y cualquier actividad y obligación surgida del quehacer universitario.
- **Actividades y/o servicios diversos**, como pueden ser sociales, de difusión de la cultura, deportivos, médicos, recreativos, empresariales, de investigación, extensión, publicación de eventos, sistema de consulta en línea para padres de familia, entre otros.

### ¿Qué datos personales se recabarán?

Para llevar a cabo las finalidades descritas en el presente aviso de privacidad y dependiendo específicamente del trámite a realizar, se utilizarán, de manera enunciativa más no limitativa, los siguientes datos personales.

- **Datos de identificación** como: nombre, número de cuenta, estado civil, firma autógrafa y electrónica, registro federal de contribuyentes (RFC), clave única de registro de población (CURP), número de seguridad social, nacionalidad, fecha de nacimiento, datos contenidos en acta de nacimiento, datos relacionados con terceros, fotografía, imagen, voz, entre otros.



- **Datos de contacto** como: domicilio, números telefónicos fijos o celulares o correos electrónicos de índole particular, entre otros.
- **Datos académicos** como: calificaciones cuantitativas, cualitativas, promedios y observaciones a las calificaciones, evaluaciones y las opiniones vertidas en ellas.
- **Datos patrimoniales o financieros**

Además "La Universidad" podrá utilizar para las finalidades descritas anteriormente los siguientes datos personales considerados como sensibles, que requieren especial atención:

- **Datos respecto de su estado o condición de salud física o mental**
- **Datos sobre afiliación sindical**
- **Datos de origen étnico o racial**
- **Preferencias sexuales**
- **Situación genética**

#### **De los Derechos ARCO, revocación y limitación del uso de los datos personales**

El titular podrá ejercer en los términos previstos por "La Ley" su derecho de acceso, rectificación, cancelación u oposición (ARCO). Asimismo "La Universidad" atenderá las solicitudes que el titular tenga respecto a la revocación de su consentimiento para dar tratamiento, uso o divulgar sus datos personales. Es importante considerar que no en todos los casos se podrá atender y/o concluir dicha solicitud de forma inmediata, ya que es posible que por alguna obligación legal o administrativa requiramos seguir tratando sus datos personales. Aunado a esto el titular de los datos debe considerar que esta acción puede implicar que no se podrá seguir prestando el servicio solicitado o concluir el trámite que el titular ha iniciado con "La Universidad".

Para realizar cualquiera de estos procedimientos así como recibir asesoría por parte de la Universidad, el titular podrá acudir a las oficinas de la Dirección de Transparencia Universitaria localizadas en la calle Valentín Gómez Farías Oriente No. 200, Colonia 5 de Mayo C.P. 50090 Toluca, Estado de México. Para el ejercicio de sus Derechos ARCO el titular puede también, en caso de así desearlo, ingresar su solicitud en la dirección electrónica [www.sarcoem.org.mx](http://www.sarcoem.org.mx) correspondiente al Sistema de Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición de Datos Personales del Estado Mexiquense.

El responsable de vigilar la protección de los sistemas que contengan datos personales es el Lic. en D. Hugo Edgar Chaparro Campos, titular de la Dirección de Transparencia Universitaria.

#### **De los cambios y modificaciones al Aviso de privacidad**

Derivado de nuevos requerimientos legales o de nuevas necesidades administrativas o de otra índole, el presente aviso de privacidad se identifica con el número de revisión 02 de fecha 7/12/2016, sin embargo, podrá sufrir cambios y modificaciones.

"La Universidad" se compromete a mantenerlo informado sobre los cambios que pueda sufrir el presente, a través del sitio electrónico de "La Universidad" ([www.uaemex.mx](http://www.uaemex.mx)) así como por diversos medios de comunicación masiva que en su momento se determine.


REVISIÓN NÚM. 02 FECHA DE APROBACIÓN 7/12/2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO**




"Conozco y acepto los términos de aviso de privacidad de la UAEMéx, mismo que puede ser consultado en [http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso\\_Privacidad.pdf](http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf); en este mismo acto otorgo mi consentimiento, para que la Universidad Autónoma del Estado de México, haga públicos mis datos personales referentes a nombre y firma autógrafa, derivado de las obligaciones comunes y específicas que se tiene como Sujeto Obligado en materia de Transparencia y en cumplimiento a la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados."

## Anexo 7



**CIEA**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ESTUDIOS AVANZADOS

# EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESCEMENTADO DE TUBOS DE ORTODONCIA CEMENTADO CON DIFERENTES SISTEMAS ADHESIVOS



Andira Mar-ramírez<sup>1</sup>, Rogelio J. Scougall-vilchis<sup>2</sup>, Elias N. Salmeron-valdes<sup>3</sup>, Laura E. Rodríguez-vilchis<sup>4</sup>, Motohiko Nagayama<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Universidad Autónoma Del Estado De México  
<sup>3</sup>Universidad De Asahi  
 andira.mar@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La adhesión de los tubos de ortodoncia al esmalte es necesaria para el tratamiento ortodóncico, ciertos componentes influyen considerablemente: la preparación del esmalte, sistemas adhesivos utilizados y el diseño de la base del tubo.<sup>1</sup>

### ANTECEDENTES

Desde el siglo XVIII se utilizaron bandas, fueron remplazadas por el cementado directo de tubos en molares, facilitando la higiene oral y eliminando los separadores. Se encontró una tasa de fallo de 30%.<sup>2</sup>

### OBJETIVO

Comparar la resistencia al descementado (RD) de dos tipos de tubos de ortodoncia utilizando un adhesivo de autograbbable y un adhesivo universal.

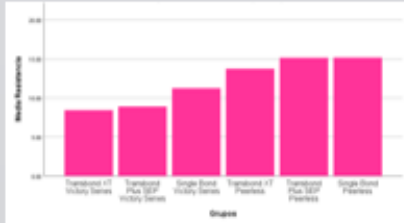
### METODOLOGÍA

- ❑ 120 molares divididos en 6 grupos (n=20). Fueron utilizados para los grupos I, II y III tubos Victory series (3M Unitek) malla calibre 80, mientras que para los grupos IV, V y VI tubos Peerless (Ormco) malla calibre 100.
- ❑ Todos los tubos fueron cementados con resina Transbond Plus Color Change (3M).
- ❑ Los adhesivos utilizados fueron: Grabado ácido convencional al 37%+**Transbond XT** (3M) aplicado sobre esmalte de los grupos I y IV, **Transbond Plus SEP** (3M) aplicado en grupos II y V. Grabado ácido convencional al 37%+Adhesivo Universal **Single Bond** (3M) en grupos III y VI.
- ❑ La prueba de RS se realizó a una velocidad de 1 mm/m en la máquina de ensayos universal.
- ❑ La prueba de ANOVA fue utilizada para comparar la fuerza de RD, la prueba de chi cuadrada para comparar el Índice de Adhesivo Remanente.
- ❑ Las bases de los tubos fueron observadas antes y después del descementado mediante el microscopio electrónico de barrido (Figura 1).

### RESULTADOS

Los grupos V ( $15.16 \pm 5.4$  MPa) y VI ( $15.18 \pm 6.7$  MPa) fueron significativamente superiores a los grupos I ( $8.0 \pm 2.7$ ) y II ( $8.9 \pm 2.8$ ) (Grafica 1). Los tubos Peerless presentaron mayor RS así como ARI elevado (Grafica 2).

Grafica 1. Barras simples de la media de Resistencia al descementado (MPa)



Grafica 2. Diagrama de cajas de Índice de Adhesivo Remanente (ARI).

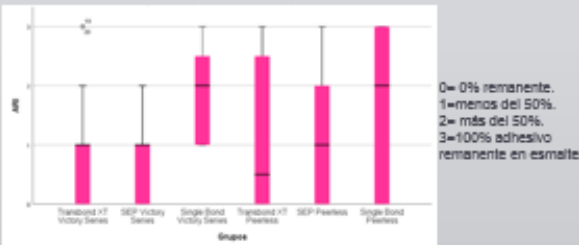
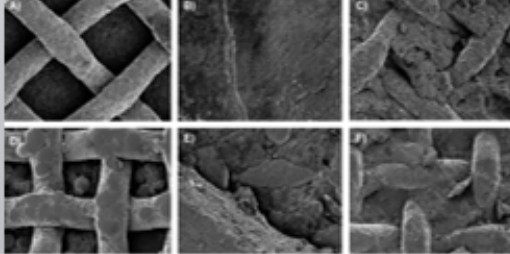



Fig. 1 A)Victory Series antes del cementado, B)Victory Series+Transbond Plus SEP, falla en Interfaz esmalte-cemento, C)Victory Series + Single Bond, Falla entre el adhesivo y tubo, D)Peerless antes del cementado, E)Peerless+Transbond Plus SEP, parte del adhesivo remanente sobre el tubo, F)Peerless+Single Bond, muy poca cantidad de adhesivo remanente sobre la base del tubo.

### CONCLUSIÓN

Adhesivo universal puede ser recomendado para cementar tubos debido a la considerable RD, el grabar previamente potencializa dicha fuerza, el diseño de la base del tubo tiene una influencia significativa en la RD.

1. Scougall Vilchis R.J. Evidencia científica para la aplicación de los agentes de autograbbado en ortodoncia clínica. ADM.2010;67(1):8-12.  
 2. Abu-Alhaja E, Jaradat M, Alwahadni A. An Ex-vivo shear and tensile bond strengths of orthodontic molar tubes bonded using different techniques. J Clin Exp Dent.2017;9(3):448-53.






**La Sociedad Nacional de Investigadores en Odontología A.C. y la Universidad Autónoma del Estado de México**

A través de la  
**Facultad de Odontología**

OTORGA EL PRESENTE

# RECONOCIMIENTO A

Andira Mar Ramírez, Rogelio J. Scougall Vilchis, Elias Nahum  
Salmerón Valdés, Laura Emma Rodríguez Vilchis

---

por su presentación oral del tema:  
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESCEMENTADO DE TUBOS DE ORTODONCIA UTILIZANDO DIFERENTES SISTEMAS DE ADHESIÓN. ESTUDIO IN VITRO.

Durante el marco del XXVIII Encuentro Nacional y XIX Iberoamericano de Investigación en Odontología.

Celebrado los días 18, 19 y 20 de noviembre de 2020.

  
  
**FACULTAD DE ODONTOLÓGIA**

**DRA. EN C.S. EDITH LARA CARRILLO**  
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

  
  
**CDR. AMAURY DE JESÚS POZOS GUILLÉN**  
PRESIDENTE DE SNO

CONSTANCIA  
DE  
ASISTENCIA

A: **ANDIRA MAR RAMIREZ**

"1er Congreso Dental Mundial de la Esperanza"  
Riviera Maya, del 28 de Oct. al 01 de Nov. 2020.



Prof. Dr. en Cs. Adán Yáñez Larios



PRESIDENTE  
Federación Dental Ibero Latinoamericana



Dr. José E. Rodríguez Corro



RECTOR  
Sistema CEUNI



# EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESCEMENTADO DE TUBOS DE ORTODONCIA UTILIZANDO DIFERENTES SISTEMAS DE ADHESIÓN, ESTUDIO IN-VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

## 19%

INDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://gredos.usal.es">gredos.usal.es</a> Internet	568 palabras — 4%
2	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Internet	323 palabras — 2%
3	<a href="http://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Internet	313 palabras — 2%
4	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Internet	241 palabras — 2%
5	<a href="http://www.scielo.edu.uy">www.scielo.edu.uy</a> Internet	191 palabras — 1%
6	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Internet	157 palabras — 1%
7	<a href="http://www.medigraphic.com">www.medigraphic.com</a> Internet	96 palabras — 1%
8	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Internet	91 palabras — 1%
9	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet	79 palabras — 1%
10	<a href="http://tesisenxarxa.net">tesisenxarxa.net</a> Internet	75 palabras — 1%

11	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Internet	68 palabras — < 1%
12	<a href="http://bdigital.ces.edu.co:8080">bdigital.ces.edu.co:8080</a> Internet	46 palabras — < 1%
13	<a href="http://revistas.ustabuca.edu.co">revistas.ustabuca.edu.co</a> Internet	40 palabras — < 1%
14	<a href="http://todosobreodontologia.blogspot.es">todosobreodontologia.blogspot.es</a> Internet	40 palabras — < 1%
15	<a href="http://actamicropscopica.ivic.gob.ve">actamicropscopica.ivic.gob.ve</a> Internet	37 palabras — < 1%
16	<a href="http://www.red-dental.com">www.red-dental.com</a> Internet	37 palabras — < 1%
17	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Internet	36 palabras — < 1%
18	David Ramírez Orendain, Gabriel Sáez Espínola. "Comparación de fuerza de adhesión de dos sistemas ortodóncicos con afinidad a la humedad en dos condiciones de superficie del esmalte", Revista Mexicana de Ortodoncia, 2014 Crossref	34 palabras — < 1%
19	<a href="http://www.grin.com">www.grin.com</a> Internet	34 palabras — < 1%
20	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Internet	33 palabras — < 1%
21	<a href="http://www.biomater.cl">www.biomater.cl</a> Internet	31 palabras — < 1%
22	<a href="http://dspace.otalca.cl:8888">dspace.otalca.cl:8888</a> Internet	27 palabras — < 1%
23	<a href="http://www.ortodoncia.ws">www.ortodoncia.ws</a> Internet	26 palabras — < 1%

24	<a href="http://repositorio.uigv.edu.pe">repositorio.uigv.edu.pe</a> Internet	23 palabras — < 1%
25	<a href="http://biblioteca.usac.edu.gt">biblioteca.usac.edu.gt</a> Internet	20 palabras — < 1%
26	<a href="http://es.wikipedia.org">es.wikipedia.org</a> Internet	19 palabras — < 1%
27	<a href="http://sisbib.unmsm.edu.pe">sisbib.unmsm.edu.pe</a> Internet	18 palabras — < 1%
28	<a href="http://repositorio.usfq.edu.ec">repositorio.usfq.edu.ec</a> Internet	18 palabras — < 1%
29	<a href="http://masyemasembriologia.blogspot.com">masyemasembriologia.blogspot.com</a> Internet	18 palabras — < 1%
30	<a href="http://www.clubensayos.com">www.clubensayos.com</a> Internet	18 palabras — < 1%
31	<a href="http://ri.uaemex.mx">ri.uaemex.mx</a> Internet	15 palabras — < 1%
32	<a href="http://www.dentsply.es">www.dentsply.es</a> Internet	15 palabras — < 1%
33	<a href="http://www.cop.org.pe">www.cop.org.pe</a> Internet	15 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR

COINCIDENCIAS

< 15 PALABRAS

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO