



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA

TESIS

Optimización de procesos químicos para eliminación de residuos

resinosos en ortodoncia.

PRESENTA:

C.D. ROSAURA HERNÁNDEZ MEZA

PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA

Asesor de tesis

Dr. RENATO NIETO AGUILAR

Asesor Metodológico

Dra. DEYANIRA SERRATO OCHOA

Morelia, Michoacán; noviembre de 2020

AGRADECIMIENTOS

- Primeramente quiero agradecer a Dios por darme la vida y el privilegio de cumplir una más de mis metas.
- También agradezco a dos personas muy especiales, que siempre han estado a mi lado apoyándome y dando lo mejor de sí para que siga progresando personal y profesionalmente. A Jorge Hernández García y María Luz Meza Alfaro mis padres, quienes siempre me dieron la fuerza y el apoyo para cumplir todas mis sueños, así como su amor, dedicación, comprensión y enseñanzas, los amo. A mis apreciadas hermanas Esmeralda, Georgina, Marlene, Miriam y Jacqueline, por estar ahí cuando más lo necesito, por ser mis mejores amigas, cómplices y confidentes. A mis queridos sobrinos Fernanda, Sofía, Alexandra y Jorge, los tesoros de la familia, este logro también les pertenece, a ustedes Dios y familia, les agradezco por ser el pilar más importante en mi vida.
- A mis maestros y amigos por sus enseñanzas, apoyo, comprensión y consejos.
- Por último a mis asesores el Dr. Renato Nieto Aguilar y la Dra. Deyanira Serrato Ochoa por su apoyo y dedicación para la realización de este trabajo de investigación.
- Gracias a todos ustedes porque cada uno ha contribuido en mi formación y han dejado su huella.

Un genio se hace con el 1% de talento y el 99% de trabajo (Albert Einstein).

ÍNDICE

Relación de tablas y figuras.....	5
Glosario.....	7
Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción.....	15
Antecedentes.....	18
Antecedentes generales.....	18
Antecedentes específicos.....	26
Objetivos.....	41
Objetivo general.....	41
Objetivos específicos.....	41
Justificación.....	42
Hipótesis.....	43
Pregunta de investigación.....	43
Materiales y métodos.....	44
Resultados.....	52
Discusión.....	88

Conclusiones.....	91
Recomendaciones.....	94
Sugerencias para trabajos futuros.....	95
Referencias bibliográficas.....	96

Relación de Tablas y Figuras

Relación Tablas y Figuras

Tabla 1.....	39
Tabla 2.....	51
Tabla 3.....	55
Grafica 1,2.....	53
Grafica 3,4.....	54
Grafica 5.....	56
Fig. 1.....	57
Fig. 2, 3.....	58
Fig. 3,4.....	59
Fig. 5,6.....	60
Fig. 6,7.....	61
Fig. 8, 9.....	62
Fig. 10, 11.....	63
Fig. 12, 13.....	64
Fig. 14, 15.....	65
Fig. 16, 17.....	66
Fig. 18, 19.....	67
Fig. 20, 21.....	68
Fig. 22, 23.....	69

Fig. 24, 25.....	70
Fig. 26, 27.....	71

GLOSARIO

GLOSARIO

- **Disolvente:** Sustancia o líquido capaz de disolver un cuerpo u otra sustancia.
- **Diluyente:** Sustancia que se añade a una disolución para disminuir su concentración y hacerla más fluida.
- **Esmalte dental:** Material extracelular libre de células. Por eso, en rigor de verdad no se le puede calificar como tejido. Este material está mineralizado y su dureza es mayor que la de los tejidos calcificados, su elemento básico es el prisma adamantino, constituido por cristales de hidroxiapatita.
- **Cristales de hidroxiapatita:** La sustancia calcificada del esmalte está contenida en estos cristales de hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ de mayores dimensiones que los que se observan en otras estructuras calcificadas del cuerpo.
- **Prismas adamantinos:** En un corte transversal se observa una serie de cúpulas circulares que terminan en una base irregular, ubicadas en hileras superpuestas en el esmalte dental.
- **Estrías de Retzius:** Son líneas que se producen en el esmalte, posiblemente como consecuencia de una breve interrupción o perturbación de la calcificación.

-
- **Laminillas del esmalte:** Fallas que se extienden transversalmente desde el límite amelodentinario hasta la superficie. Parecen deberse a interrupciones de la calcificación o a líneas de tensión creadas en el esmalte en formación.
 - **Penachos de Linderer:** Se encuentran en mayor número debajo de superficies que tienen una convexidad más pronunciada. No cruzan todo el esmalte, si no apenas un tercio de su grosor. Su forma y recorrido son muy irregulares.
 - **Husos del esmalte:** Son provocados por las prolongaciones en el esmalte de los conductillos dentinarios que han quedado atrapados al comienzo de la calcificación, cuando el futuro límite amelo-dentinario todavía se encuentra en estado plástico y coincide aproximadamente con las zonas de las cúspides dentarias.
 - **Adhesivo dental:** Es el conjunto de materiales que permiten preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión, también permiten la adhesión química y micro-mecánica al diente y por último se unen adecuadamente a la resina.
 - **Ácido grabador:** Es un ácido ortofosfórico que provoca la desmineralización del esmalte dental y crea micro-porosidades que permiten una mayor adhesión de los materiales de restauración.
 - **Sustancia:** Componente principal de los cuerpos, susceptible de toda clase de formas y de sufrir cambios, que se caracteriza por un conjunto de propiedades físicas o químicas, perceptibles a través de los sentidos.
 - **Solución:** Acción y efecto de disolver.
 - **Ácido muriático:** Es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido.

-
- **Ácido láctico:** es un compuesto químico que desempeña importantes roles en varios procesos bioquímicos, como la fermentación láctica. Es un ácido carboxílico, con un grupo hidroxilo en el carbono adyacente al grupo carboxilo, lo que lo convierte en un ácido α -hidroxílico (AHA) de fórmula $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$). En solución puede perder el hidrógeno unido al grupo carboxilo y convertirse en el anión lactato.
 - **Ácido acético glacial:** se refiere al ácido acético anhidro, es decir, sin presencia de agua.
 - **Sosa:** Es el hidróxido de sodio, es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe la humedad del aire (higroscópico).
 - **Polyform:** Producto especialmente diseñado para diluir barnices y pinturas de poliuretanos.
 - **Acetona:** O propanona es un compuesto químico de fórmula $\text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3$ del grupo de las cetonas que se encuentra naturalmente en el medio ambiente. A temperatura ambiente se presenta como un líquido incoloro de olor característico. Se evapora fácilmente, es inflamable y es soluble en agua. La acetona sintetizada se usa en la fabricación de plásticos, fibras, medicamentos y otros productos químicos, así como disolvente de otras sustancias químicas.
 - **Thinner:** También conocido como adelgazador o rebajador de pinturas, es una mezcla de disolventes de naturaleza orgánica derivado del petróleo que ha sido diseñado para disolver, diluir sustancias insolubles en agua, como la pintura de esmalte o basada en aceites, los aceites y las grasas.

-
- **Sustancia Z:** Fórmula enzimática dual patentada que descompone los residuos orgánicos como la sangre, el óxido y los depósitos minerales de todo tipo de superficies.
 - **Sustancia P:** Ingredientes patentados que aglutinan el mercurio coloidal y disuelto para formar partículas más grandes y hacerlas más fáciles de atrapar.
 - **Sustancia S:** Solución de esterilización y desinfección de hidrógeno potente a base de peróxido.
 - **Cloroformo:** Triclorometano o tricloruro de metilo, es un compuesto químico de fórmula química CHCl_3 . Puede obtenerse por cloración como derivado del metano o del alcohol etílico o, más habitualmente en la industria farmacéutica, utilizando hierro y ácido sobre tetracloruro de carbono.
 - **Tolueno:** Hidrocarburo líquido derivado del benceno que se utiliza en la fabricación de trinitrotolueno y en la preparación de colorantes y medicamentos.
 - **Xileno:** Xilol o dimetilbenceno, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ es un derivado dimetilado del benceno. Según la posición relativa de los grupos metilo en el anillo bencénico, se diferencia entre orto-, meta-, o para- xileno (o con sus nombres sistemáticos 1,2-; 1,3-; y 1,4-dimetilbenceno). Se trata de líquidos incoloros e inflamables con un característico olor parecido al tolueno.
 - **Peróxido:** El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), también conocido como agua oxigenada, dioxigeno o dioxidano, es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el

agua, que por lo general se presenta como un líquido ligeramente más viscoso que esta. Es conocido por ser un poderoso oxidante.

- **Decolorante:** Preparados oxidantes que se obtienen disolviendo un, así llamado, polvo aclarante (mezcla en polvo de sales alcalinas y persales inorgánicas, por ejemplo persulfato de sodio de amonio), en una solución acuosa de peróxido de hidrógeno.

RESUMEN

RESUMEN

Introducción: La remoción de los residuos resinosos derivados del cementado de brackets en ortodoncia, ha sido de forma mecánica y no existe informe de eliminación química al momento actual; incluso, desde la inmersión de la ortodoncia como especialidad en el área dental. Es por ello que esta investigación, propone un método novedoso de eliminación de los residuos resinosos derivados del cementado de brackets ortodónticos, con el fin de mejorar la preservación morfológica, anatómica y estructural del esmalte dental.

Materiales y métodos: Para esta investigación se emplearon muestras de 100 piezas dentales humanas, 40 para la fase inicial y 60 para la final. En las cuales, se realizó un tallado mediante instrumentos de corte en la cara vestibular para esculpir 2 rectángulos: un rectángulo testigo y otro que recibió grabado ácido en su superficie, al cual se le colocó adhesivo modificado coloreado. Una vez realizada la técnica adhesiva se estabilizó el adhesivo resinoso para su completa polimerización a temperatura de 37°C en incubadora convencional y en medio acuoso. Después, cada pieza se colocó en sustancias químicas reportadas como disolventes resinosos y se comparó su capacidad de remoción y afectación tanto del esmalte dental, como del adhesivo resinoso propiamente dicho.

Resultados: La mayoría de las sustancias afectaron a uno, o a ambos elementos (adhesivo propiamente dicho y tejido dentario). Se encontraron diferencias evidentes de afectación sobre el adhesivo y daño menor o nulo sobre el tejido dental con 3 sustancias químicas: sustancia Z, peróxido y mezcla personalizada en el laboratorio de la especialidad en ortodoncia de la UMSNH.

Conclusiones: La eliminación de residuos resinosos de dientes tratados con adhesivo dental por medios químicos es posible ex vivo, lo que sugiere posible ensayo en la clínica de ortodoncia.

Palabras clave: Sustancias químicas ortodónticas, remoción de bondeado, esmalte dental, adhesivo dental.

Abstract:

Introduction: The removal of resinous residues derived from the cementation of brackets in orthodontics has been done mechanically and there is no report of chemical removal at the present time; even from the immersion of orthodontics as a specialty in the dental area. That is why this research proposes a novel method of eliminating the resinous residues derived from the cementation of orthodontic brackets, in order to improve the morphological, anatomical and structural preservation of dental enamel.

Material and methods: For this research, samples of 100 human teeth were used, 40 for the initial phase and 60 for the final. In which, a carving was carried out using cutting instruments on the buccal face to sculpt 2 rectangles: a witness rectangle and another that received acid etching on its surface, to which colored modified adhesive was placed. Once the adhesive technique had been carried out, the resinous adhesive was stabilized for its complete polymerization at a temperature of 37 ° C in a conventional incubator and in an aqueous medium. Afterwards, each piece was placed in chemical substances reported as resinous solvents and its ability to remove and affect both dental enamel and the resinous adhesive itself was compared.

Results: Most of the substances affected one or both elements (adhesive itself and dental tissue). Obvious differences were found in the affectation of the adhesive and minor or no damage to the dental tissue with 3 chemical substances: substance Z, peroxide and a personalized mixture in the laboratory of the specialty in orthodontics of the UMSNH.

Conclusion: The removal of resinous residues from teeth treated with dental adhesive by chemical means is possible *ex vivo*, which suggests a possible trial in the orthodontic clinic.

Key words: Orthodontic chemicals, bonding removal, tooth enamel, dental adhesive.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La remoción de los residuos resinosos en ortodoncia, se ha generado de forma mecánica a lo largo de la historia, conllevando como efecto desfavorable la pérdida de tejido dental adamantino, pues la capa híbrida que dicho adhesivo genera al penetrar dentro del esmalte dental, varía desde los 30 y hasta más de 80 micrómetros, y este espesor, es aproximadamente, el que se sugiere eliminar para evitar residuos del adhesivo visibles, sobre la superficie dental. A la fecha, no existe informe de eliminación química y la posible preservación de tejido. Es por ello que esta investigación propone un método novedoso de eliminación de los residuos resinosos, con el fin de conservar la morfología, anatomía y estructura superficial del esmalte dental.

En este contexto, los materiales adhesivos deben cumplir con el objetivo de fijar la aparatología de ortodoncia, así como permitir su remoción una vez terminado el tratamiento ortodóntico. Debido a lo anteriormente dicho, varios métodos y técnicas han sido propuestos para eliminar los restos de resina de forma mecánica, los cuales serán expuestos en breve.

Sin embargo, en este trabajo de investigación, se abordará el tema de la efectividad de la remoción del adhesivo y la necesidad de evitar el daño dental, debido a una remoción ineficaz. El objetivo es la optimización de diferentes sustancias para la eliminación de los adhesivos usados en ortodoncia con la finalidad de eliminar los tac's resinosos, y evitar el daño que los sistemas mecánicos de eliminación de residuos resinosos causan al tejido dental. La importancia del estudio radica en que la mejora de los procedimientos de eliminación de adhesivos en ortodoncia, podría evitar el daño al

esmalte dental como primera fase, y como una segunda fase, innovar la forma para generar una reparación de la zona gravada, ya sea mediante ingeniería tisular o remineralización dental.

Remoción de residuos resinosos en ortodoncia

La manera tradicional de remoción de residuos resinosos ha incluido al momento actual la devastación simultánea de: el esmalte dental y el adhesivo resinoso.

Estos procedimientos han incluido entre otros:

- 1) La aplicación de discos Sof-Lex mediante pulimiento, una vez retirada la aparatología de ortodoncia. Este método ha demostrado dejar una superficie adecuada, más que la rueda de pulido de la porcelana y pasta de pulir (Toroglu, 2008).

- 2) El empleo de fresas de carburo de tungsteno, fresas recubiertas de óxido de aluminio y discos de huele; en sí todos estos dispositivos mecánicos, han sido ampliamente difundidos como material indispensable para procedimientos de eliminación de adhesivos resinosos en ortodoncia (Çaöry, 2009).

Culminación del tratamiento de ortodoncia

Al finalizar el tratamiento ortodóntico se presenta por lo general esta problemática, que afecta la estética dental al final del tratamiento de ortodoncia, comprometiendo la integridad dental al momento de que la aparatología es retirada, produciendo daños al esmalte y con ello disminución de la estética dental, que inclusive, es uno de los principales objetivos de la ortodoncia. Por estos motivos surge la inquietud por desarrollar un método no mecánico de eliminación de estos residuos resinosos. Un método químico que rompa los enlaces entre el esmalte y la resina, y que permita

preservar la integridad del esmalte, y con ello la estética y la anatomía e histología ortotípica del esmalte dental.

La remoción de residuos resinosos desde dentro del tejido, se debe a que la permanencia de los restos de resina y de adhesivo, interfieren en los procedimientos dentales involucrados de estética dental, tal como son los blanqueamientos. En el caso de que la remoción, también existen efectos colaterales que incluyen entre otros: la generación de surcos y ralladuras, que a la vez favorecen acumulación de placa dentobacteriana y pigmentación indeseable del esmalte dental.

Por otro lado, al prevalecer restos de resina luego de un tratamiento de ortodoncia, es posible la generación sucesiva de profilaxis sin resultados óptimos, o bien, de blanqueamientos irregulares o “moteados”, por la falta de penetración de la sustancia en algunas zonas de la superficie del diente, en donde prevalece el adhesivo.

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES GENERALES

Esmalte dental

El tejido más duro del diente es el esmalte dental, el cual no tiene capacidad de reacción biológica, a causa de su gran contenido de sustancia mineral y escasa materia orgánica y nula presencia celular. De hecho, el esmalte dental es un material extracelular libre de células. Por eso, en rigor de verdad, no se le puede calificar como tejido vivo.

Este material está mineralizado y su dureza es mayor que la de los tejidos calcificados. Posee una configuración especial que le permite transmitir a la dentina subyacente el efecto de golpe o trauma a cierta intensidad. Su elemento básico es el prisma adamantino, constituido por cristales de hidroxiapatita que describiremos a continuación.

Histología del esmalte dental

Cristales de hidroxiapatita: En la sustancia calcificada del esmalte está contenida conformando cristales de hidroxiapatita propiamente dichos ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), de mayores dimensiones que los que se observan en otras estructuras calcificadas del cuerpo. Su composición puede variar ligeramente, según la composición química del medio líquido donde se originan. Los cristales de la superficie del esmalte contienen más flúor, hierro estaño, cinc y otros elementos, respecto a los de la gran masa del esmalte. Desde el punto de vista óptico son translúcidos y birrefringentes. Los cristales del esmalte en desarrollo adoptan la forma de barras y plaquetas. No hay acuerdos entre sus dimensiones y se ha informado que algunos cristales miden hasta 210nm. Es muy difícil medirlos

ya que escapan al campo del microscopio electrónico. Los cristales son radiopacos a los rayos Roentgen.

Prismas Adamantinos: En un corte transversal se observa una serie de cúpulas circulares que terminan en una base irregular, ubicadas en hileras superpuestas. Algunos autores afirman que el prisma tiene forma de ojo de cerradura porque toman en consideración tanto la cúpula circular como la base que se confunde entre las dos cúpulas circulares de la hilera ubicada más abajo. Para ellos no habría sustancia interprismática. Otros autores dicen que el prisma tiene forma circular e irregular con la cúpula o la cabeza más o menos definida, y la base o cola más o menos en forma de V o línea irregular, separada de los otros prismas por la sustancia interprismática. Así dentro del prisma, los cristales no son paralelos.

Tamaño de los prismas: el esmalte se forma a partir del ameloblasto que inicia su producción en el límite amelodentinario y avanza hacia la superficie para determinar el tamaño y la forma definitivos del diente. La hilera de ameloblastos ubicados uno junto al otro en una especie de cúpula o manto cóncavo va secretando el esmalte dentro de un organismo vivo que posee una biología compleja.

La dirección de los prismas es irregular desde la dentina hasta la superficie, ya que van formando “ases” que se entrelazan para volver más resistente la estructura final (nudos de esmalte).

Las particularidades ópticas que se observan en los prismas, se deben a cambios de dirección o a intervalos en su formación.

La vaina es una línea más definida que rodea la cabeza de cada prisma, y tiene un grosor estimado en 0,1 a 0,5 μm , según el método de observación mediante microscopía óptica o electrónica.

En la vaina de los prismas, los cristales de apatita están orientados en otras direcciones y tienen un tamaño diferente del de los propios prismas.

Estrías de Retzius: Son líneas que se producen en el esmalte posiblemente como consecuencia de una breve interrupción o perturbación de la calcificación.

Laminillas del esmalte: Consisten en fallas que se extienden transversalmente desde el límite amelodentinario, hasta la superficie. Parecen deberse a interrupciones de la calcificación o a líneas de tensión creadas en el esmalte en formación.

Penachos de Linderer: se encuentran en mayor número debajo de superficies que tienen una convexidad más pronunciada. No cruzan todo el esmalte, sino apenas un tercio de su grosor. Su forma y recorrido son muy irregulares.

Husos del esmalte: Son provocados por las prolongaciones en el esmalte de los conductillos dentinarios, que han quedado atrapados al comienzo de la calcificación, cuando el futuro límite amelo-dentinario, todavía se encuentra en estado plástico y coincide aproximadamente con las zonas de las cúspides dentarias.

El esmalte difunde la luz blanca monocromática de un modo diferente según su grado de mineralización. Esta propiedad permite estudiar áreas descalcificadas y su posterior recalcificación *in vivo*.

Las bandas de Hunter Schreger estarían constituidas por manojos de 6 a 8 prismas paralelos que cambian de dirección.

La sustancia orgánica solo representa el 1.8% del peso del esmalte y está constituida principalmente por proteínas y lípidos. La matriz del esmalte en desarrollo contiene 3 proteínas principales: amelogeninas, enamelinas, y proteína de los penachos.

El esmalte superficial, en un espesor de 0.1 a 0.2 mm, es más duro y posee más materia orgánica que el resto del esmalte. El porcentaje de glucoproteínas es 10 veces más grande. Su mayor dureza

se debe a la constante exposición a la saliva, y a la precipitación de sales de calcio y fósforo, con oligoelementos como flúor, hierro y estaño, cinc, etc.

El esmalte joven es más permeable que el esmalte adulto. A lo largo de la vida del individuo las vías orgánicas se van cerrando por calcificación progresiva y disminuye así la permeabilidad.

La superficie dental no es estática, la estructura normal es muy diferente en dientes de niños, adolescentes y adultos.

Las características clínicas más evidentes de los dientes jóvenes recién erupcionados, consiste en las periquematías que discurren alrededor del esmalte en toda su superficie. En dientes adultos el cuadro clínico demuestra desgaste y exposición a diversas fuerzas mecánicas (hábitos de cepillado, alimentos abrasivos, etc.). En otras palabras, las crestas periquimáticas se desgastan y son remplazadas por un patrón rayado. Los dientes de los adolescentes reflejan un estadio intermedio según Mannerberg. A los 8 años de edad prácticamente todos los dientes muestran periquematías notables en un tercio a dos tercios de la superficie dental. A los 13 años la cantidad se reduce a 70-80 % de los dientes, y a los 18 años sólo 25-40% de los dientes muestran estos rodetes o crestas. El desgaste normal es de 0-2µm por año. En comparación con un disco de papel de lija que toque el esmalte, solo un segundo dejará rayas de por lo menos 5µm de profundidad.

Las grietas que se presentan como líneas que hienden el esmalte son comunes; para diagnosticarlas se requiere una buena luz o transiluminación con fibra óptica. El origen de las grietas es multicausal, las diferentes formas de agresión mecánica y térmica, pueden fracturar el casquete del esmalte después de la erupción; esto se debe a la marcada rigidez del esmalte y la dentina.

Los hallazgos más importantes con la técnica precitada son: 1) las grietas verticales son comunes (más del 50% de los dientes estudiados las tienen); 2) normalmente se ven pocas grietas horizontales

y oblicuas; 3) no hay diferencia significativa con respecto a prevalencia y ubicación de las grietas; 4) las grietas más notables (es decir las visibles con la luz del consultorio) se encuentran en los incisivos centrales.

Cuando el diente erupciona su superficie tiene una delgada cubierta (epitelio reducido del órgano del esmalte), que se desgasta rápidamente en las superficies oclusales, o bien participa en la unión dentogingival en la zona, correspondientemente.

Una vez descritas las características micro y macroscópicas, físicas y biológicas del esmalte dental, a continuación se describirán a las resinas dentales debido a su injerencia en este estudio.

Resinas dentales

La resina original de Bowen combina bisfenol-A con glicidil metacrilato bis-GMA, estructura más favorable que del metilmetacrilato. Su tamaño mayor y la estructura aromática que presenta aumentan la rigidez y la resistencia compresiva, reduciendo la contracción de polimerización y la absorción de agua. Al combinarse con un diluyente (TEG-DMA) que controla su alta viscosidad, es apropiado como material restaurador directo. El TEG-DMA facilita la manipulación, permitiendo conseguir un material más flexible y menos quebradizo. Para incrementar la vida de los composites resinosos, son añadidos compuestos que inhiben la polimerización. Entre estos está el 4 metoxifenol (PMP) y el 2, 4, 6-butilfenol triterciario (BHT). El bis-GMA y el UDMA (uretanodimetil metacrilato) resinas de viscosidad baja (Foster y Walker, 1974), las cuales conforman la matriz resinosa de los composites actuales. (CRISPIN, 1998).

Desarrollados en 1962 por el Dr. Ray Bowen, el término composite se refiere a la combinación de 2 fases de componentes químicamente diferentes para la obtención de un material final con

propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes; de manera individual, la primera consiste en una fase de polímero blando de una resina orgánica, el bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato). Dispersa en esta matriz se encuentra una segunda fase de partículas de cerámica inorgánica originalmente cuarzo y un agente de acoplamiento o silano. La resina es de naturaleza continúa y activa y el relleno inorgánico inerte y discontinuo. La adición de estas partículas de relleno inorgánicas le dan a este material mejores propiedades físicas, respecto a las resinas sin relleno (resinas acrílicas), reduciendo además la contracción de polimerización en un 75 % y el coeficiente de expansión térmica en un 60%. Reducen la absorción de agua, aumentan la resistencia compresiva, tensora, al desgaste, a la fractura y aportan estabilidad (Crispin, 1998).

En la mayoría de las resinas compuestas de monómeros que son diacrilatos alifáticos o aromáticos, el Bis-GMA (bisfenil glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato) son los más utilizados. La matriz contiene además monómeros diluyentes que disminuyen la viscosidad de los monómeros de alto peso molecular (Bis-GMA y UDMA). Entre los monómeros diluyentes se encuentra el TEGDMA (trietileno glicol metacrilato); este posibilita incorporar más carga y le confiere al material mejor manipulación (Chain, Baratieri, 2001).

Las resinas compuestas son los materiales más usados en reconstrucciones estéticas, desde su aparición con Ray Bowen, a finales de la década del cincuenta, han tenido transformaciones grandes y han mejorado sus propiedades físicas y mecánicas. Bowen reforzó con partículas de carga las resinas epóxicas. Al inicio la polimerización se hacía lenta y tendían a la decoloración, posteriormente Bowen alcanzó un mejor resultado con la molécula de Bis-GMA, combinando las

resinas epóxicas y los acrilatos. Con ello, el surgimiento del Bis-GMA sustituyó rápidamente a los silicatos y a las resinas acrílicas (Carvalho, Camargo, Andriani, 2003).

La matriz resinosa está formada por diacrilatos alifáticos o aromáticos, el Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato). Los monómeros menos viscosos como el Bis-EMA6 (bisfenol A polietileno glicol dieter dimetacrilato), están siendo agregados reduciendo el TEGDMA; este es de menor peso molecular, posee menos enlaces dobles por unidad de peso, reduciendo así la contracción de polimerización, problema inherente a las resinas compuestas. Esta sustitución disminuye el envejecimiento y le confiere una matriz más dura y la hace más hidrofóbica, disminuyendo alteraciones por humedad atmosférica (Carvalho, Camargo, Andriani, 2003).

La primera resina compuesta, fue sintetizada por Ray Bowen (1962). Estaba formada por bisfenol glicidil como matriz orgánica y cuarzo como relleno inorgánico. En este tenor, la resina compuesta dental es un material de gran densidad de entrecruzamiento polimérico, reforzado con partículas de relleno que se unen a la matriz por un agente de conexión. Desde inicios de los años 70 han sido el material de elección para la restauración de las piezas del sector anterior, ganando aceptación por sus grandes mejoras en el sector oclusal en piezas posteriores, y en zonas con gran exposición a las fuerzas, por lo que además se usan como selladores de fosas y fisuras, cementación de otras prótesis fijas, adhesivo para frentes estéticos de porcelana y para la colocación de aparatología de ortodoncia (Ralph, Esquivel, 2004).

Adhesión en ortodoncia

En este sentido, la aplicación de las resinas en ortodoncia, se fundamenta en el fenómeno de la adhesión, ya que por medio de los adhesivos se han logrado realizar tratamientos más conservadores. En el caso de la ortodoncia ha tenido múltiples ventajas, ya que antes de su aparición y durante gran parte del siglo XX, se usaban aleaciones de oro por su maleabilidad, que luego se

sustituyó por brackets de acero inoxidable soldados a bandas metálicas. Esta técnica presentaba múltiples desventajas, entre las cuales se encontraba la pobre adhesión a la estructura del esmalte, así como imprecisión para ubicar los aparatos fijos, acumulación de placa bacteriana y mala apariencia estética que resultaba en tratamientos más largos y complejos (López, 2004).

Adhesión en física y química

Adhesión se define como la fuerza que hay cuando dos sustancias están en íntimo contacto, en este estado, las moléculas de una se adhieren o se insertan en las moléculas de otras. El material o película que se agrega para formar adhesión se llama adhesivo (Pelossi, 2007).

Procedimiento de adhesión:

Se inicia con la técnica de profilaxis. El grabado ácido ha sido reportado que reduce el esmalte entre 15 y 50 micrones de acuerdo con Ogaard (2010). Sin embargo, la limpieza del esmalte es necesaria para eliminar cualquier contaminante que pueda interferir con el acondicionador o primer. También resulta importante tomar en cuenta que procesos de abrasión y factores no naturales, causados por el ataque químico como el blanqueamiento, puede reducir significativamente la fuerza de adhesión de los brackets de ortodoncia (*Turkkahraman et al., 2007*).

La técnica de grabado ácido total, que consiste en aplicar ácido fosfórico para crear microporosidades en el esmalte y abrir los túbulos de dentina, y así la porción más externa de los túbulos dentinarios sirva como retención a la resina adhesiva, forma una capa híbrida con el colágeno de la dentina y tags resinosos en las microretenciones en el esmalte. En este último la adhesión se logra preparando la superficie seca, mediante la aplicación de ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos. El ácido logra disolver y penetrar las zonas inter e intraprismáticas, de manera

que crea un área socavada que luego se impregna con la resina adhesiva, produciendo al polimerizar una unión íntima con el esmalte (Aguilera, 2001).

En ortodoncia la fuerza de adhesión debe ser suficiente para prevenir que los brackets se despeguen, pero a su vez no deben dañar la superficie del esmalte y deben poder ser removidos fácilmente.

ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Debido a que la calidad en la adhesión sobre el esmalte dental, es de sumo interés para los procesos de cementación de brackets ortodónticos, se explican en primera instancia las características del adhesivo ideal a continuación:

- Que sea de polimerización rápida.
- Que no presente contracción de polimerización.
- Que tenga dureza adecuada para el cementado de brackets.
- Coeficiente de expansión térmica similar al del diente.
- Que no sea soluble en el medio oral.
- Que posea una adecuada unión al esmalte y al bracket o banda.
- Que tenga elevada resistencia las fuerzas de tracción.
- **Que se pueda eliminar con facilidad.**
- Que sea económico.

Pues bien, en relación a dichas características deseables, se han generado estudios en la literatura que las evalúan, para corroborar su eficacia para su utilización en ortodoncia. En este estudio se abocará a la revisión del daño a la superficie del esmalte y a su pulido o intento de devolver sus características físicas normales en su superficie, por lo que tomaremos en cuenta la penúltima característica enumerada con atención: “que se pueda eliminar con facilidad”.

Estudio experimental del trauma de la desunión de brackets de ortodoncia de Yapel y Quick:

Este estudio fue diseñado para reunir información sobre el daño concomitante en el esmalte causado por la desunión traumática de brackets de ortodoncia. Hubo evidencia de lo siguiente: (1) La desunión accidental de las fuerzas aplicadas rápidamente presenta un riesgo relativamente alto de daños al esmalte. (2) Los brackets cerámicos, debido a su fragilidad, pueden ofrecer cierta protección por rotura y dispersando así una fuerza aplicada rápidamente. (3) Las fuerzas de impacto directo, pueden ser menos peligrosas que las fuerzas de cizallamiento aplicadas rápidamente (Yapel y Quick, 1994).

Cizallamiento en brackets ortodónticos de cerámica *ex vivo*:

Según *Bishara et al.*, el desprendimiento de brackets ortodónticos cerámicos es un motivo de preocupación para los médicos. Ciertos informes de las fracturas del esmalte y aparición de grietas, han generado cuestionamientos sobre la seguridad de los procedimientos utilizados, para la eliminación segura y eficaz de estos dispositivos.

El propósito de este estudio, fue comparar las diferencias entre las fuerzas reales generadas durante el retiro del soporte en el ámbito clínico, y de las fuerzas de corte aplicadas durante las pruebas de laboratorio. Se presentan como un porcentaje del número total de dientes probados, y se comparan

dos procedimientos de retiro de dispositivos. Las puntuaciones expresan cuantitativamente, dónde se produce el fallo de la unión durante la extracción del soporte.

Los resultados indican que hay una diferencia significativa entre las resistencias de desunión media de la cizalla (107,8 kg / cm²) y la compresión diametral modificada de fuerza (67,8 kg / cm²) de desunión provocada entre brackets de cerámica y diente, con alicates con aplicación de 30% menos fuerza a la superficie del esmalte en laboratorio. En este estudio, no hubo diferencias significativas en las puntuaciones de los dos grupos, es decir, donde las fallas de adhesión ocurrieron (Bishara *et al.*, 1994).

Superficie del esmalte dental después del desprendimiento provocado del bracket:

La fresa de carburo de tungsteno estriada del no. 30, que parecía ser el método más eficiente para la eliminación de resina produjo la menor cantidad de cicatrices. Seguida del pulido que utiliza puntas de resina y una mezcla de agua con piedra pómez fina y copas de pulido marrón y verde. Este procedimiento fue probado clínicamente, devuelve a el esmalte a una condición aceptable en cuanto a lisura superficial del esmalte (Campbell, 1995).

Desprendimiento adamantino después de 30-60s de técnica de grabado ácido:

Los objetivos de este estudio fueron (1) evaluar la resistencia al cizallamiento con soportes fijados en el esmalte dental, grabado durante 15 ó 60 segundos, (2) correlacionar tiempo de grabado con la cantidad de resina que queda en el esmalte después de desunión; y (3) evaluar morfología del esmalte dental después del grabado ácido. La evaluación por SEM, reveló que el tiempo de grabado más corto creó una superficie del esmalte menos retentiva y la pérdida de esmalte también disminuyó (Osorio *et al.*; 1999).

Polimerización resinosa y contenido de fluoruro en la zona de soporte sometida al desprendimiento:

Se encontró que: (1) el fluoruro no tuvo ningún efecto, ni aumentó de adhesión; (2) el adhesivo empleado demostró el valor más bajo de adhesión; (3) la duración del almacenamiento en la saliva artificial, no tuvo efecto alguno sobre el nivel de adhesión en adhesivos curados químicamente y fotopolimerizables. Sin embargo, sí afectó el adhesivo fotopolimerizable; y (4) el adhesivo denominado “no-mix”, libera significativamente menos fluoruro que los otros dos productos. Así, la presencia de fluoruro en el adhesivo de unión, no reduce la fuerza requerida para promover el desprendimiento en cizalla. Asimismo, los adhesivos autopolimerizables y los adhesivos fotopolimerizables, proporcionan valores más altos, sobre el producto denominado “no-mix” de 5ta generación (Steckel *et al*; 1999).

Comparación de soporte de desunión fuerza entre dos adhesivos de resinas convencionales y un cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina: un estudio *in vitro* e *in vivo*:

El propósito de este estudio fue comparar la desunión de brackets de ortodoncia, unidos con dos adhesivos convencionales de resina (Resiliencia L3 y Bond Light), y un cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina (Fuji Ortho LC). Para la parte *in vitro* del estudio, 80 premolares extraídos fueron divididos aleatoriamente en cuatro grupos. En los grupos A y B, los brackets se unieron al esmalte sin grabar utilizando cemento Fuji Ortho LC en condiciones húmedas y secas, respectivamente. En los grupos C y D, los brackets se unen al esmalte grabado usando la resiliencia L3 y Bond Light, respectivamente. La desunión de la fuerza se determinó usando una máquina instron a una velocidad de cruceta de 1 mm / min. Los datos fueron analizados utilizando ANOVA y la prueba de comparación múltiple de Tukey-Kramer a un nivel de significancia $p < 0,05$. En este estudio, se encontró una diferencia significativa en la desunión entre la fuerza sin grabar Fuji Ortho LC y las dos resinas convencionales. No hubo diferencia significativa entre las dos resinas

convencionales, o sin grabar entre ionómero de vidrio reforzado con resina, en las condiciones húmedas y secas. Para la parte in vivo del estudio, 30 pacientes fueron asignados al azar y relacionados a uno de los tres grupos de materiales de unión. Las tasas de supervivencia del soporte y las distribuciones se obtuvieron siguiendo estos pacientes durante uno o dos años. Los datos fueron analizados utilizando las estimaciones del producto-límite de Kaplan-Meier, de la función de supervivencia. La interfaz de fallo de la unión se determinó utilizando un índice remanente adhesivo modificado (ARI). Estos resultados no mostraron diferencias significativas entre las tasas de supervivencia y las distribuciones entre los tres materiales de unión, con respecto al tipo de maloclusión, el tipo de tratamiento de ortodoncia, o ubicación de soporte. Sin embargo, se evidenciaron diferencias significativas entre las distribuciones de supervivencia de hombres y mujeres en el grupo LC Fuji Ortho sin grabar, y entre tipo de los dientes en los grupos de resinas convencionales. El modo predominante de fracaso para el cemento sin grabar LC Fuji Ortho, se evidenció en la interfaz de esmalte-adhesivo, y para las resinas convencionales ambas, la interfaz de esmalte adhesivo y la interfaz de soporte de adhesivo. Estos resultados sugieren que el cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina, puede soportar oclusalmente las fuerzas de ortodoncia, a pesar de tener una fuerza de unión más baja que la de los adhesivos de resina convencionales (Shammaa *et al.*, 1999).

Fuerza para desprender de brackets en porcelana de alta fusión y de baja fusión:

En este estudio la eliminación de la resina se realizó utilizando dos métodos: una fresa de carburo multi-hojas de corte, con y sin el uso de discos de pulido Sof-Lex. Los especímenes representativos se estudiaron bajo un microscopio electrónico de barrido antes y después de la desunión para evaluar la morfología de la superficie y daños en la superficie potencial. El análisis estadístico con un t-test, reveló que no hubo diferencias entre los dos tratamientos de porcelana en la fuerza de

desprendimiento. A la vez, no se observaron diferencias cualitativas en la superficie de porcelana entre los métodos de limpieza para las dos resinas. Desde una perspectiva clínica, el practicante puede unir restauraciones cerámicas sin conocimiento previo del tipo de porcelana utilizado (Ferri *et al.*, 2006).

Efecto de los métodos de eliminación de la resina en esmalte dental y resistencia al cizallamiento de los brackets rebondeados:

El objetivo de este estudio fue determinar (1) el efecto de diferentes métodos de remoción de resina y la resistencia al cizallamiento (SBS) de brackets rebondeados, (2) la condición de la superficie del esmalte, (3) el tiempo dedicado para eliminar los restos de resina, y (4) la ubicación del fallo de la unión. Un total de 80 premolares se incluyeron en el estudio. Cincuenta de ellos fueron divididos en cinco grupos y unidos utilizando sellador Luz Bond™ y el adhesivo Quick Cure™, y la SBS de la primera pérdida de adherencia se calculó. Cuarenta brackets fueron desprendidos con alicates para desprendimiento de brackets, y se examinaron mediante un microscopio óptico (16 ×) para determinar la ubicación de la interfaz de fallo de la unión, utilizando un índice de adhesivo remanente modificado (ARI). Los adhesivos remanentes se limpiaron con cuatro métodos: (1) fresa de baja velocidad de carburo de tungsteno (TCB), (2) TCB de alta velocidad, (3) discos de acabado Sof-Lex, y (4) ácido grabador. Los brackets rebondeados, y un segundo conjunto de SBS se prepararon para calcular los valores de ARI y también fueron evaluados estadísticamente. Treinta de los premolares se dividieron en cinco grupos, que recibieron los mismos métodos de resina de eliminación, y se examinaron con microscopio electrónico de barrido. Los dientes rebondeados tenían un mayor SBS que la unión inicial, excepto en el grupo 4. Los valores SBS rebondeados fueron similares en los grupos de 1-3, y sólo el grupo 4 mostró una diferencia estadística significativa. Los discos Sof-lex fueron los procedimientos que más tiempo consumieron y dejaron mucho

remanente adhesivo. La alta velocidad de TCB se encontró que era la más peligrosa para el esmalte. Como conclusión de este estudio se postuló que, “el daño del esmalte dental después del desprendimiento de brackets es inevitable, pero puede ser reducido”.

Efectos de auto-grabador sobre las fuerzas de adhesión en brackets de ortodoncia en diferentes tiempos:

Objetivo: Evaluar el efecto de una imprimación de autograbado en la fuerza de adhesión al cizallamiento (SBS) en los diferentes tiempos de 5, 15, 30, y 60 minutos y 24 horas.

Material y métodos: Los brackets se unieron a los premolares humanos con diferentes protocolos de grabado. En el grupo de control (método convencional [cm]) los dientes fueron grabados con ácido fosfórico al 37%. En el grupo de estudio, el primer de autograbado se aplicó según lo recomendado por el fabricante (SEP; 3M Unitek, Monrovia, California; Transbond Plus Auto Agua fuerte Primer). Después, los soportes se unieron con cemento fotopolimerizable (Transbond XT, 3M Unitek) y se fotocuraron durante 20 segundos en ambos grupos. La prueba de adhesión al cizallamiento se llevó a cabo en los diferentes desprendimientos analizados en tiempos de 5, 15, 30 y 60 minutos y 24 horas.

Resultados: El SBS más bajo se alcanzó con un tiempo de desprendimiento de 5 minutos para el grupo CM (9,51 MPa) y el grupo de septiembre (8,97 MPa). Un SBS mayor se obtuvo con un tiempo de desprendimiento de 24 horas para el grupo CM (16,82 MPa). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de desprendimiento programado en tiempos de 5, 15, 30 o 60 minutos. Sin embargo, los valores obtenidos de la SBS a las 24 horas fueron significativamente diferentes ($p < 0,001$).

Conclusiones: Un adecuado SBS se obtuvo con técnica de autograbado durante los primeros 60 minutos y a fracciones (5, 15, 30 y 60 minutos) en comparación con el método convencional. Es confiable un autograbado y también utilizando cemento (Transbond Plus) con el adhesivo fotopolimerizable (Transbond XT) (Turk *et al.*, 2007).

Desprendimiento programado de brackets ortodónticos

El procedimiento para retirar por desprendimiento los brackets ortodónticos, puede realizarse de varias maneras, pero el método más empleado se asegura con alicates diseñados para desprender brackets ortodónticos. Una vez desprendidos los brackets ortodónticos, se procede a eliminar los restos del cementado con fresa de carburo de tungsteno a baja velocidad. En el caso de la resina residual derivada de la técnica adhesiva, se ha comprobado que las fresas utilizadas comúnmente en odontología como dispositivos de remoción, no deben ser utilizadas para dicho procedimiento, porque causan profundos surcos en la superficie del esmalte (Retief y Denys, 2007). Entre estos dispositivos, los que principalmente han figurado son las fresas de carburo tungsteno y piedras de Arkansas.

Alisado de superficies de porcelana con dos sistemas diferentes de pulido después de ortodoncia

Este estudio analiza los efectos de dos sistemas de pulido sobre la rugosidad superficial en superficies de prótesis de porcelana, derivada del tratamiento ortodóntico en tres tipos de porcelana, después del desprendimiento controlado de aparatología fija de ortodoncia. Concluye que las técnicas de pulido afectan la rugosidad de la superficie de manera significativa. Mientras que fueron evidenciadas diferencias significativas entre los grupos; valores de Ra mayores se obtuvieron con el uso de la rueda de pulido de la porcelana y la pasta de pulir ($p < 0,001$). La

aplicación de discos Sof-Lex puede producir superficies de porcelana más suaves que la rueda de pulir para porcelana y pasta de pulir (Karan y Toroglu, 2008).

Defectos artefactuales en superficie de porcelana derivados del desprendimiento controlado de brackets ortodónticos. Su alisado mediante pulido y barnizado

Objetivo: Comparar superficies de porcelana después del desprendimiento de brackets y después de emplear dos métodos de preparación de la superficie y un método para restaurar la superficie.

Material y métodos: Discos de porcelana feldespática Lava Ceram (n = 40) fueron sometidos a uno de los dos tratamientos de superficie antes del cementado de brackets de ortodoncia. La mitad de los discos tenían chorro de arena, ácido fluorhídrico, y silano (SB + HF + S), y la otra mitad, ácido fosfórico y silano (PA + S). Los brackets luego fueron desprendidos con pinzas para el desprendimiento, y la resina se retiró con una fresa de carburo tungsteno de 12 hojas estriada. La superficie fue después barnizada utilizando un kit de pulido de la porcelana, seguido de pasta de diamante para pulir. Las mediciones de rugosidad de la superficie (Ra), el brillo y el color se registraron antes del cementado (línea de base), después del desprendimiento, y después de cada paso. Las superficies también fueron examinadas por microscopía electrónica de barrido (SEM). Los datos se analizaron con ANOVA de 2 vías seguido de pruebas Tukey HSD (p=0,05).

Resultados: El método de fijación de brackets ortodónticos SB + HF + S aumentaron Ra (0,160-1,121 m), con disminución de brillo (41,3 a 3,7) y color alterado (E = 4,37; p <0,001). El método PA + S aumentó Ra (0,173-0,341 m; p<0,001), pero el aumento de Ra fue significativamente menor que la causada por el método de SB + HF + S de unión (p <001.). El método PA + S provocó cambios insignificantes en brillo (41,7 a 38,0) y el color (Delta E = 0.50). Las mediciones y observaciones de SEM, mostraron que los cambios fueron totalmente restaurados a la línea de base registrada previamente, con la renovación derivada del proceso de acabado para el alisado.

Conclusiones: El método PA + S causaron significativamente menos daños a la porcelana que el método SB + HF + S. El protocolo de renovación del acabado restauró completamente de las superficies de porcelana.

Adecuación de los brackets de ortodoncia para rebonding y reelaboración a su remoción por pulsos de presión de aire y las técnicas convencionales debracketing

Objetivo: Probar la hipótesis nula: “no hay diferencias significativas en la adhesión sobre la reutilización de brackets desprendidos accidentalmente y brackets desprendidos con medios controlados.

Material y métodos: Noventa y seis terceros molares fueron asignados aleatoriamente a dos grupos de estudio (n = 48) para la unión de un soporte de 0,018 pulgadas (Ormesh,Ormco) ya sea con un adhesivo compuesto (Mono-Lok2; RMO) o un cemento de ionómero de vidrio (GIC; Fuji Ortho LC; GC). Cada uno de estos dos grupos se dividieron aleatoriamente en cuatro subgrupos (n = 12) de acuerdo con el método de desprendimiento controlado utilizando y como sigue: (1) alicates o pinzas para desprendimiento de brackets ortodónticos (BRP; Dentaaurum), (2) cuchilla lateral (SC; Dentaaurum), (3) instrumento *debracketing* (LODI; 3M Unitek-), y (4) dispositivo de impulso de presión de aire (CORONAFlex; KaVo). Una vez desprendidos los brackets, se evaluaron visualmente para una posible reutilización bajo microscopio a una magnificación de 2X y a la vez con pruebas de tracción con arco de alambre de acero ,017- × 0,025 pulgadas. Las proporciones de los brackets posiblemente reutilizables, se compararon individualmente en términos de modo de desprendimiento y con respecto a los adhesivos utilizando el test exacto de Fisher ($\alpha = 5\%$).

Resultados: La proporción de los soportes reutilizables difirió significativamente entre las técnicas de eliminación ($p < 0,01$).

Influencia de los adhesivos utilizados en ortodoncia sobre los procedimientos de remoción y limpieza:

Objetivo: Determinar la influencia del sistema adhesivo utilizado en ortodoncia de cuarta y quinta generación, y la susceptibilidad para provocar manchas adamantinas después del desprendimiento de brackets ortodónticos. Evaluar la efectividad de los procedimientos de limpieza sobre la superficie del esmalte.

Material y métodos: Dos tipos y cuatro marcas de sistemas adhesivos se evaluaron en 135 premolares humanos. Se realizó escaneo tridimensional de la superficie del esmalte antes y después del desprendimiento controlado y del procedimiento de limpieza. El color de cada diente se midió antes de fijar el bracket ortodóntico y de nuevo después del desprendimiento controlado del bracket y de la limpieza. Esto fue seguido por tinción con azul de metileno para evidenciar restos de adhesivo.

Resultados: Después del desprendimiento, la cantidad de resinas adhesivas residuales de CE, fue mayor que en de la SEP. El cambio de color en la tinción de materiales SEP significativamente mayor que en los materiales de la CE.

Conclusiones: El sistema de pulido evita la presencia de adhesivo residual, luego del desprendimiento controlado (Hyun-Jin *et al.*, 2011).

Rugosidad de la superficie del esmalte dental después del desprendimiento de brackets:

La fresa compuesta utilizada para la eliminación de resina, crea superficies más suaves después del desprendimiento de brackets en ortodoncia; sin embargo, el proceso lleva más tiempo que con fresa de carburo de tungsteno (Karan *et al.*, 2010).

Hyun-Jin *et al.* en 2011 en su artículo demuestra que los residuos resinosos después del desprendimiento del bracket ortodóntico, continúa siendo un riesgo en la generación de rugosidad de la superficie del esmalte, después del desprendimiento, lo que también podría causar decoloración del esmalte.

Efectos del láser CO₂ para el desprendimiento de brackets de cerámica e integridad adamantina resultante

Objetivo: Investigar los efectos del láser CO₂ sobre el desprendimiento de brackets de cerámica y las propiedades mecánicas resultantes en el esmalte dental.

Material y métodos: Cincuenta y tres premolares humanos se utilizaron en este estudio. Los cambios de temperatura de las muestras de sección transversal durante la irradiación láser se monitorizaron con un sistema de microscopio termográfica infrarroja. Se compararon diferentes ajustes de salida de láser (3, 4, 5 y 6 W). La resistencia al cizallamiento de los brackets ortodónticos después de la irradiación láser se midió para muestras unidas con grabado convencional y adhesivo y también con adhesivo de auto-grabado. Se calculó el índice de puntuación remanente adhesivo, la dureza y el módulo elástico del esmalte en sección transversal después de la irradiación láser, y mediante ensayo de nano-indentación. Los datos se compararon por una sola vía y análisis de varianza de dos vías, seguido de la prueba de Scheffé.

Resultados: La temperatura del esmalte aumentó en alrededor de 200 °C bajo irradiación láser CO₂, con una potencia relativamente alta (5 y 6 W). Un aumento de temperatura de aproximadamente 100 °C a 150 °C fue evidenciado bajo irradiación láser con una baja de salida (3 y 4 W). La resistencia al cizallamiento del bracket ortodóntico disminuyó en todas las condiciones de irradiación láser. La dureza y el módulo de elasticidad del esmalte no fueron afectados por el láser CO₂.

Conclusión: El láser CO₂ para desprender brackets no causó daño iatrogénico al esmalte (Masahiro Iijima et al., 2010).

Efectos del tiempo de aplicación de adhesivos con técnica de grabado y de auto-grabado sobre el desprendimiento de brackets ortodónticos

Conclusiones: La recomendación del fabricante para colocación del adhesivo mediante frotación genera una fuerza de unión más alta. Se requiere menos fuerza para el desprendimiento del bracket ortodóntico, cuando se aplica tensión a una de las alas por ocasión (Lodi simulación) vs en las cuatro alas (Brandon, 2012).

Pérdida de tejido adamantino *in vitro* consecuente al desprendimiento de brackets ortodónticos cerámicos

La profundidad de la pérdida de esmalte (media ± desviación estándar) después de la técnica adhesiva fue de 21 ± 8 micras y 33 micras y después de la limpieza fue 28 ± 14 micras y 18 ± 8 m (p=0,0191); el espesor del adhesivo remanente luego del desprendimiento fue de 188 ± 113 micras y 120 ± 37 m (p=0,2381), y luego de la limpieza de 16 ± 5 micras. Los brackets de cerámica monocristalinos conservaron el adhesivo en el diente; mientras que los brackets cerámicos policristalinos dejaron porciones pequeñas de adhesivo en el bracket. Ambos sistemas permiten lograr el desprendimiento de brackets con una mínima pérdida de esmalte dental (Suliman, 2015).

Efectos de desprendimiento y remoción de adhesivo ortodóntico, sobre el pronóstico en la generación de microfracturas adamantinas

El objetivo fue encontrar una correlación entre la gravedad de microfisuras en esmalte (EMCS) y su aumento después del desprendimiento de brackets ortodónticos y la remoción adhesivo residual (RAR).

Noventa premolares humanos fueron analizados mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y se dividieron en tres grupos de 30: grupo 1, dientes con EMCs pronunciadas (visibles a inspección simple); grupo 2, EMCs débiles (no aparentes a inspección simple, pero visibles por SEM); y el grupo 3, (grupo de control). El desprendimiento controlado de brackets ortodónticos se realizó con pinzas o alicates, seguido de RAR. La ubicación, la longitud y anchura de las EMCs más largas fueron evaluadas en su profundidad y dimensión con SEM antes y después del desprendimiento y remoción del adhesivo resinoso.

La anchura total media (W_{global}) fue mayor para EMCs pronunciadas antes y después de desunión CB ($P < 0,05$), y después de la eliminación de los brackets ortodónticos. EMCs pronunciadas mostraron mayores valores de longitud utilizando dos tipos de brackets ortodónticos. Después del desprendimiento, el incremento de W_{global} de EMCs pronunciadas, fue de 0,57 m con MB ($P < 0,05$) y 0,30 m con CB; de EMC débiles, - 0,32 m con MB y 0,30 m con CB.

Aunque los dientes con EMCs pronunciadas mostraron valores de anchura y longitud más altas, no predisponen a EMCs mayores después del desprendimiento MB y CB seguido de RAR.

Eficacia de dispositivos auxiliares para remoción de adhesivo resinoso rematente fluorescente, después del desprendimiento de brackets ortodónticos

La eliminación de resina es un reto al profesional dental, teniendo en cuenta la dificultad de diferenciar la estructura del diente de los residuos de adhesivo. Debido a los avances estéticos en materiales de restauración de décadas pasadas y con el objetivo de reducir la dificultad de estas diferencias mínimas en colorimetría (diente/adhesivo), los investigadores han sugerido dos

innovaciones: dispositivos con luz fluorescente y resinas con contenido fluorescente. Recientemente, un sistema de iluminación innovador, que tiene la propiedad de revelar resina fluorescente, ha sido conectado a una turbina de alta velocidad. Los emisores de luz fluorescentes son otra innovación, tales como diodo emisor de luz (LED) conectado a las lentes fluorescentes de curado. Los adhesivos y resinas con contenido fluorescente, se han desarrollado para diferenciar sin problema el esmalte dental, cuando se irradia con una luz que evidencia fluorescencia.

Los resultados evidenciaron que gracias a los dispositivos fluorescentes, se pudo observar claramente que existen diferencias entre esmalte perdido, resina removida y resina remanente *in situ*, respecto a los tipos de adhesivos resinosos utilizados y métodos de remoción (Santos Rocha, 2017).

Entonces, los efectos colaterales sobre la superficie del esmalte dental, derivados del tratamiento ortodóntico, infieren que existe a la fecha, preocupación generalizada de sector clínico ortodóntico y científico, sobre la capacidad y efectividad de los dispositivos, utilizados para desprender brackets ortodónticos, así como el daño resultante en el esmalte dental, a partir de la remoción de los residuos resinosos, empleados para fijar brackets ortodónticos.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Eliminar restos de adhesivos resinosos utilizados para la fijación de aparatología ortodóntica mediante sustancias químicas, y valorar cuáles producen mayor desprendimiento del adhesivo y menor daño en la superficie del esmalte dental de dientes humanos.

Objetivos específicos:

1. Provocar el desprendimiento controlado de brackets ortodónticos sobre piezas dentarias humanas *ex vivo*, fijadas previamente mediante técnica de grabado total, adhesivo y cemento resinoso ortodóntico.
2. Aplicar sustancias químicas específicas sobre el adhesivo remanente del desprendimiento en el esmalte dental por tiempos, para eliminar la resina residual de la capa híbrida.
3. Evaluar mediante MEB la cantidad de residuos resinosos remanentes del tratamiento con cada sustancia química sobre la superficie del esmalte dental.
4. Evaluar mediante MEB la integridad del esmalte dental después del tratamiento con cada sustancia química utilizada para remover residuos resinosos.
5. Comparar cuál sustancia removió eficazmente con el tratamiento el adhesivo resinoso, sin daño aparente al tejido adamantino.

JUSTIFICACIÓN

Justificación

El tratamiento de ortodoncia tiene entre uno de sus objetivos la estética, por lo cual es básico que se preserve al máximo esta y uno de los procedimientos que la comprometen es la eliminación de los residuos resinosos, derivados del bondeado en la técnica de fijación de brackets ortodónticos. Es por ello que este trabajo busca la eliminación de los mismos con un método químico que logre romper los enlaces poliméricos de Tac's resinosos o su ablandamiento. La ineficiencia de la mayoría de los métodos utilizados actualmente para la eliminación eficaz de los residuos resinosos, causa daño en mayor o menor proporción y con ello una disminución de la estética dental y/o demanda la utilización de algún tratamiento restaurador. Esto debido a que la remoción de varios materiales adhesivos y resinosos, causa pérdida considerable en el espesor del esmalte dental, y añadido ocasiona rugosidades, defectos artefactuales y pérdida de minerales propios de la capa más superficial del esmalte dental humano.

La remoción de los residuos resinosos, se ha realizado con métodos físicos o mecánicos a lo largo de la historia. El uso estos sistemas ocasiona muchas de las veces daño en el esmalte de los dientes, caracterizado por diferentes grados de rugosidad e irregularidad superficial ya comentados. Estas irregularidades ocasionan en su gran mayoría daño físico, trayendo como daño posterior de manera frecuente, sensibilidad dental, pigmentaciones o incluso hasta caries.

Un sistema propuesto en este posgrado en 2012, por Rodríguez *et al.*, involucra un sistema de alisado sobre la superficie el esmalte dental, que sin embargo, deja restos resinosos del adhesivo empleado conformados por tags resinosos *in situ*, que también podría traer repercusiones estéticas.

Esto es, que al momento de realizar un blanqueamiento dental, el líquido sustancia blanqueadora, no penetra en el área donde quedaron los residuos de adhesivo, y el blanqueamiento por lo tanto es ineficaz e imposible de realizar.

La búsqueda de un método ideal que devuelva a la superficie del esmalte en la mayor medida posible a su estado original todavía está en curso. Hasta la fecha, ningún estudio ha sido realizado para evaluar el efecto de sustancias diluyentes para la eliminación del adhesivo después del retiro de aparatos de ortodoncia. Debido a lo anteriormente expuesto, la optimización o selección en su caso de sustancias químicas para la eliminación del adhesivo resinoso, puede ser una alternativa muy innovadora y adecuada para la eliminación de estos residuos, pues la fijación de brackets ortodónticos, se realiza con adhesivo y cemento resinoso en todo el mundo.

HIPÓTESIS NULA

- Los residuos resinosos derivados de remanentes a partir de la fijación de brackets en ortodoncia, no se pueden eliminar por un protocolo definido empleando una sustancia química.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

- Los residuos resinosos derivados de remanentes de la fijación de brackets en ortodoncia, pueden ser eliminados por un protocolo definido empleando una sustancia química.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Es posible la eliminación de los residuos resinosos derivados de remanentes de la fijación de brackets en ortodoncia, por un protocolo definido empleando una sustancia química?

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de dientes

Para la realización de este trabajo se obtuvieron 50 piezas dentales humanas, que no tuvieran más de 3 meses de extraídas. Las piezas fueron lavadas con agua y jabón, posteriormente se realizó profilaxis y se colocaron en autoclave 121°C +/- 134°C, con una atmosfera de presión de 20-32 libras/pulgadas²(psi). Una vez lavadas fueron sumergidas en agua destilada y almacenadas a 4°C hasta el momento de su procesamiento.

Preparación de piezas para la prueba inicial

Las piezas dentales se esculpieron con pieza de mano de alta velocidad y fresa de diamante cilíndrica con punta redonda, para generar 2 rectángulos por su cara vestibular. Luego, cada rectángulo se dividió en dos para tener un área de tratamiento y otra de control.

Elaboración de adhesivo azul en laboratorio para valoración instantánea

Se generó un adhesivo coloreado en el laboratorio, con la mezcla colorante vegetal constituido por polvo azul: 0.5 gramos del polvo disuelto en adhesivo transbond 1 mL, para obtener adhesivo azul para valoración instantánea.



Fig. 1, fotografía de micropipeta, donde se muestra el procedimiento de cuantificación del adhesivo.

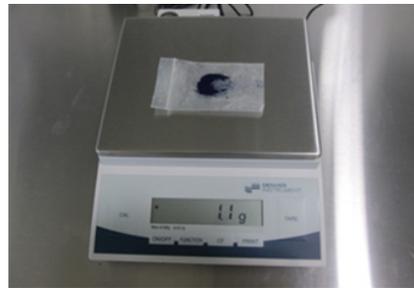


Fig. 2 y 3, báscula analítica donde se aprecia cómo se pesó la bolsa donde se colocó el polvo con la proporción correcta.

Se diseñaron unos discos de adhesivo para colocarse en cada sustancia sobre una loseta de vidrio.

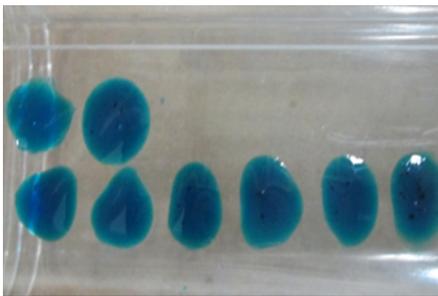


Fig. 4, discos de adhesivo.

Técnica adhesiva y fijación del bracket-ortodóntico

Se realizó técnica de grabado ácido total mediante ácido grabador, compuesto por ácido ortofosfórico al 37% de la marca transbond (3M USA) por un tiempo de 15 segundos, como lo recomienda el fabricante. Una vez transcurrido el tiempo de grabado se procedió a lavar con chorro de agua y se secó con flujo de aire a presión cada pieza. Posteriormente se llevó a cabo la colocación

del adhesivo coloreado, en el área delimitada la superficie dental y se fotopolimerizó con lámpara de resina por 20 segundos.



Fig. 5, las muestras de piezas dentales evidencian la delimitación del área de trabajo y del área de la zona control.

Estabilización de los materiales adhesivos y cementantes

Después de haber colocado el adhesivo y la resina, se dejaron las muestras en agua bidestilada a 37°C durante 3 días para la estabilización de los materiales adhesivos (finalización de la reacción de polimerización que fue activada por luz UV).

Se coloraron 5 muestras en cada sustancia

Las sustancias a probar fueron las siguientes:



Fig. 6,
ácido
acético
glacial

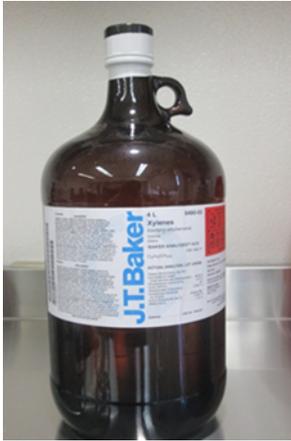


Fig. 7,
xylene

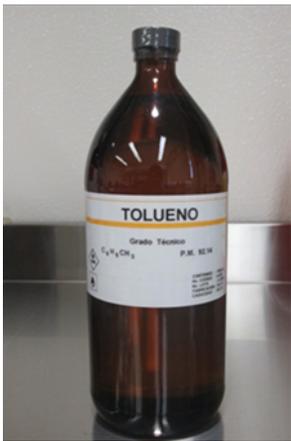


Fig. 8,
toluene



Fig. 9,
chloroform

Se sumergieron 5 muestras en cada una de las 15 sustancias evaluando cada una, y luego de un tiempo de permanencia de 15 minutos, 30 minutos, 60 minutos, 24 horas y luego de 7 días (respectivamente). Posteriormente se analizaron por fotografía digital simple y se valoraron los

cambios instantáneos; posteriormente se evaluaron las muestras bajo microscopía electrónica de barrido.



Fig. 10, frasco milimetrado en el cual se colocaron 40 ml de cada sustancia química. A cada frasco se le colocaron 3 piezas dentales en cada sustancia.

Preparación de la sosa

Se generaron las concentraciones correctas mediante verificación de la báscula analítica en cero, posteriormente se corroboró que la burbuja estuviera en el centro y finalmente se hizo la medición de polvo.



Fig. 11. báscula



Fig. 12, burbuja de la báscula analítica en el centro.



Fig. 13, báscula analítica pesando la sosa.

Se midió el líquido, en este caso fue un frasco milimetrado, y la concentración obtenida fue a partir de 11.2 de polvo y 40 ml de agua.



Fig. 14, frasco milimetrado

Thiner

Ácido Muriático



Fig. 15, disco de adhesivo

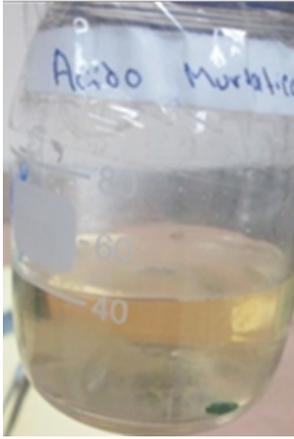


Fig. 16, pieza dental y disco

Acetona



Fig. 17, disco en acetona.

Sustancia S: Compuesta por peróxido de hidrogeno y ácido fosfórico. Referencia 28-75156

Fabricante: Sultan Healthcare.

Sustancia P: Compuesta por ácido fosfórico, ácido glicólico, alcohol isopropílico y surfactante.

referencia 28-21112 fabricante: sultan healthcare

Sustancia Z: Compuesta por glicol propileno, alcohol isopropílico, trietanolamina, ácido bórico y subtilisina. referencia 28-21381 fabricante: Sultan Healthcare

Peróxido: Compuesto por peróxido de hidrógeno (H₂O₂) con complejo protynol ACG y filtro solar

UV. Fabricante: Anven

Mezcla Cuepi: Preparados oxidantes que se obtienen disolviendo un polvo (mezcla de sales alcalinas y persales inorgánicas, ejemplo persulfato de sodio de amonio), en una solución acuosa de peróxido de hidrógeno de 20, 30 y 40 volúmenes.

Ac. Láctico: O lactato, también conocido por su nomenclatura oficial ácido 2-hidroxi-propanoico o ácido α -hidroxi-propanoico, es un compuesto químico

Monomero Nic Tone: Monómero adicionado con esteres y glicoles para provocar una polimerización cruzada. Fabricante MDC dental.

RESULTADOS

RESULTADOS

El efecto de la optimización de sustancias químicas en la eliminación de resina residual del adhesivo resinoso, luego del tratamiento ortodóntico, evidenció múltiples resultados, distinto grado de eliminación y de daño irreversible en la superficie del esmalte dental.

Ácido muriático: el grado de afectación del tejido adamantino fue muy notorio, ya que a los 60 minutos este tejido ya presentaba la superficie muy irregular con zonas socavadas, se caracterizó

por el nivel de pérdida del bond sólo en las zonas donde hubo pérdida de material dental y fue de aproximadamente 60 % por área a la hora. La pigmentación azul desapareció en aproximadamente en el 70 % y la superficie se observó muy irregular (fig 15 y 16). Transcurrido un día se desintegraron por completo los tejidos duros, permaneciendo intacto el tejido pulpar (figura 18).

En acetona el grado de afectación del tejido adamantino fue aparentemente nulo. Se caracterizó por el nivel de brillo que se manifestó tanto en esmalte, resina y adhesivo. Existió pérdida de adhesivo de aproximadamente 10% por área, la pigmentación azul desapareció en aproximadamente 45 % y la superficie se observó lisa y sin rastro de pérdida o daño al tejido adamantino (figuras 19 y 20).

Respecto al xileno, el grado de afectación del tejido adamantino fue no aparente, se caracterizó por el nivel de disolución del bond de aproximadamente de 60% por área, la pigmentación azul

desapareció en aproximadamente 75 % y la superficie se observó sana y sin rastros de pérdida de tejido (figuras 21 y 22).

En el tolueno el grado de afectación del tejido adamantino no fue aparente, se caracterizó por el nivel de disolución del bond a los 60 minutos, que fue aproximadamente de 30% por área, la pigmentación azul desapareció en aproximadamente 45 %, a las 24 horas se logró desprender la resina con una pinza, a la semana la disolución del bond fue del 90% y la superficie del esmalte se observó íntegra (figuras 22 y 23).

En el thinner, el grado de afectación del tejido adamantino se apreció con pérdida de brillo desde los 60 minutos, a las 24 horas se desprendió la resina con una pinza, a la semana se observó la pieza opaca y desmineralizada, a los 15 días ya no existió rastro de adhesivo, se caracterizó por el nivel de disolución del bond, que fue aproximadamente de 100% por área a los 15 días, la pigmentación azul desapareció en aproximadamente al 80 % a los 60 minutos y la superficie se observó con mucha desmineralización (figuras 23, 24 y 25).

En el solvente para poliuretano no se observó afectación del tejido adamantino, se caracterizó por el nivel de disolución del bond a los 30 minutos de aproximadamente de 20%, a la hora del 40%, a las 24 horas del 60% por área, la pigmentación azul desapareció en aproximadamente 45 % a la hora y la superficie adamantina se observó intacta (figuras 26 y 27).

En la sosa, el grado de afectación del tejido adamantino se caracterizó por el cambio de color del bond de azul a rosa, a las 24 horas se desprendió la resina, la pigmentación azul cambio de color, a la semana se observó una gran desmineralización y a los 15 días comenzó a desintegrarse la raíz dentaria (figuras 27 y 28).

El ácido acético glacial comenzó a presentar cambios a los 30 minutos, a los 60 minutos el grado de desprendimiento del adhesivo se incrementó, a las 24 horas se desprendió la resina, a la semana el desprendimiento del adhesivo fue del 70%. Para este periodo no se observó afectación del tejido adamantino, la pigmentación azul desapareció en aproximadamente 45 % a los 60 minutos y la superficie dental se observó integra al final del ensayo (figuras 29 y 30).

En el cloroformo el grado de afectación del tejido adamantino fue nulo, se caracterizó por el nivel de disolución del bond, que fue aproximadamente de 10% por área hasta la semana, no presentando cambios previos, la pigmentación azul desapareció en aproximadamente 15 % y la superficie dental se observó integra (figuras 31 y 32).

En nuestros resultados se observó mediante fotografía digital convencional, que algunas sustancias químicas, tuvieron efecto principalmente sobre zonas parciales del bond o adhesivo resinoso. Asimismo, se evidenció que algunas sustancias químicas, tuvieron un gran efecto dañino directo no sólo sobre el esmalte dental, sino también sobre el órgano dental en su totalidad.

Ácido Muriático



Fig. 18, tejido pulpar y disco de adhesivo.

Acetona



Fig. 19, disco en acetona donde se apreció ligera decoloración que evidenció el adhesivo resinoso coloreado.

Xileno



Figuras 20 y 21, disco de adhesivo colocado en xileno donde se apreció corrosión química, que provocó indentaciones irregulares en la circunferencia de este.

Tolueno

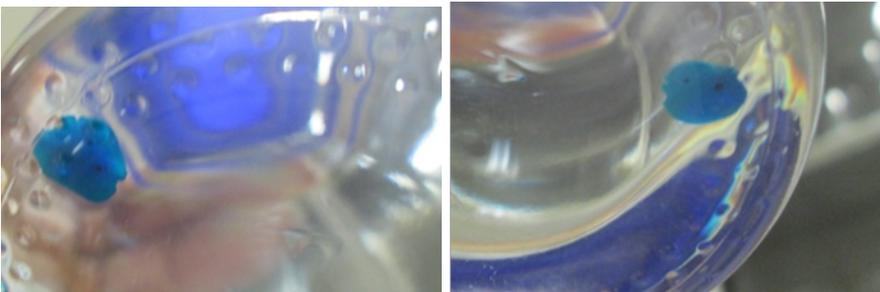
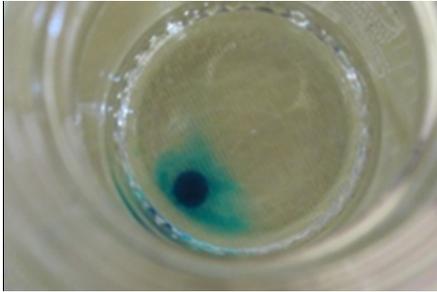


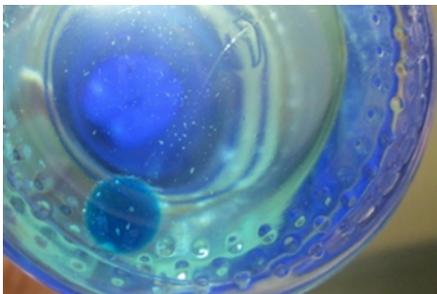
Fig. 22 y 23 disco colocado en tolueno donde no se apreciaron cambios aparentes.

Thinher

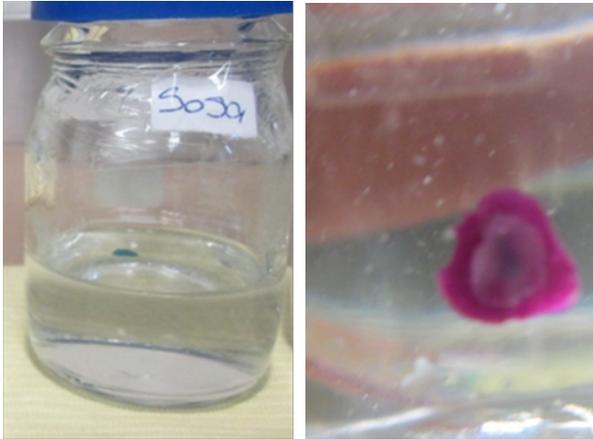


Figuras 24, 25 y 26, donde se aprecia la decoloración del disco a los 10, 15 y 20 minutos respectivamente, también se volvió de consistencia suave.

Solvente para poliuretanos



Figuras 27 y 28, disco en solvente para poliuretanos, donde se observa que no existieron cambios en la coloración, solo en la consistencia, haciendo a este flexible.



Figuras 29 y 30, disco colocado en sosa donde solo se apreció el cambio de color.



Figuras 31 y 32, disco colocado en ácido acético glacial, donde solo se observó cambio decoloración en la circunferencia del disco, como un halo perimetral.

Cloroformo



Figuras 33 y 34, disco colocado en cloroformo donde no existieron cambios aparentes.

Sustancia	15 minutos	30 minutos	60 minutos	1 día	1 semana	15 días	1 mes
A. Muriático	No se observa cambio	No se observa cambio	Comienzan a desprenderse partes del diente	Se desintegro el diente y se mantiene intacto el órgano pulpar	Se aprecia de forma increíble el órgano pulpar	No se observan cambios	
Acetona	No se observan cambios	No se observan cambios	Se observa más brillante la resina y el adhesivo	Se observa muy brillante la resina, el adhesivo y el esmalte	Solo incrementa el brillo	Incrementa el brillo	
Xileno	No se observan cambios	Comienza a desaparecer el adhesivo	Comienza a haber mayor pérdida de adhesivo	Se observan zonas con mucha pérdida de adhesivo	Se observa mucha perdida de adhesivo	No hay más cambios	
Tolueno	No se observan cambios	No se observan cambios	Se perciben pequeñas perdidas de adhesivo	Se logra desprender la resina con la pinza	El adhesivo se pierde en grandes cantidades	Se aprecia una perdida un poco mayor	

Thinher	No se observan cambios	La resina comienza a perder brillo	La resina pierde más brillo y el esmalte también	Se desprende la resina con la pinza	Se ve la pieza opaca y desmineralizada	Se ve la pieza opaca y ya sin adhesivo	
Solvente para poliuretano	No se observan cambios	Comienza a desaparecer el adhesivo	Se ve más perdida de del adhesivo	Se observa más perdida de adhesivo	La perdida de adhesivo se mantiene uniforme	Aumenta un poco la perdida de adhesivo	
Sosa	No se observan cambios	Se comienza a poner rosa el adhesivo	Se pone un poco más rosa el adhesivo	Se desprende la resina	Se observa la pieza opaca y desmineralizada	Comienza a desintegrarse la raíz	
A.A. Glacial	No se observan cambios	Comienza a desaparecer el adhesivo	Se ve incrementada la perdida de adhesivo	Se desprende la resina	Zonas de desprendimiento de adhesivo	Aumenta la zona de desprendimiento	
Cloroformo	No se observan cambios	No se observan cambios	No se observan cambios	No se observan cambios	Se percibe muy apenas cambios	Se perciben muy apenas cambios	
Sustancia P	Se comenzó a ver la superficie opaca y la perdida de colorante y adhesivo fue muy poca.	Se comenzó a ver perdida de tejido así como grietas y perdida de adhesivo.	La pérdida de adhesivo solo fue en zonas donde se perdió tejido, existe daño al tejido adamantino generalizado.	La pieza dental se muestra porosa en toda la superficie, las grietas aumentan.	La pieza dental está casi desintegrada.	Se desintegro la pieza dental por completo.	
Sustancia Z	Comenzó a desaparecer el color azul en el toda la zona.	Desapareció el 70 % de la coloración y del adhesivo	Desapareció en el 80% el adhesivo y el colorante.	Desapareció en el 90% el adhesivo y el colorante	Desapareció en el 95 % el adhesivo y el colorante.	Solo se aprecian pequeñas porciones de adhesivo.	
Sustancia S	Comenzó a desaparecer el color azul en el perímetro.	Desapareció el 20 % de la coloración y del adhesivo	Desapareció en el 30% el adhesivo y el colorante.	Desapareció en el 40% el adhesivo y el colorante	Desapareció en el 40% el adhesivo y el colorante.	No se observó cambio de la semana a los 15 días.	
Monómero	Comenzó a desaparecer	Desapareció el 35 % de la	Desapareció en el 50% el	Desapareció en el 80% el	Desapareció en el 90% el	No se observó cambio de la	

	el color azul en el perímetro.	coloración y del adhesivo	adhesivo y el colorante.	adhesivo y el colorante	adhesivo y el colorante.	semana a los 15 días.	
Mezcla Cuepi	Comenzó a desaparecer el color azul en toda la zona .	Desapareció el 40 % de la coloración y del adhesivo	Desapareció en el 90% el adhesivo y el colorante.	Desapareció en el 95% el adhesivo y el colorante	Desapareció en el 98% el adhesivo y el colorante.	No se observó cambio de la semana a los 15 días.	
Peróxido	Comenzó a desaparecer el color azul en toda la zona.	Desapareció el 40 % de la coloración y del adhesivo	Desapareció en el 80% el adhesivo y el colorante.	Desapareció en el 90% el adhesivo y el colorante	Desapareció en el 90% el adhesivo y el 100% de colorante.	No se observó cambio de la semana a los 15 días.	
Ácido láctico	Comenzó a desaparecer el color azul en el perímetro.	Desapareció el 40 % de la coloración y del adhesivo	Desapareció en el 50% el adhesivo y el colorante.	Desapareció en el 60% el adhesivo y el colorante	Desapareció en el 70% el adhesivo y el colorante.	No se observó cambio de la semana a los 15 días.	

Cuadro I. Descripción del efecto sobre el adhesivo resinoso coloreado por sustancia química.

Prueba en muestras de dientes humanos



Figura 35, ácido láctico

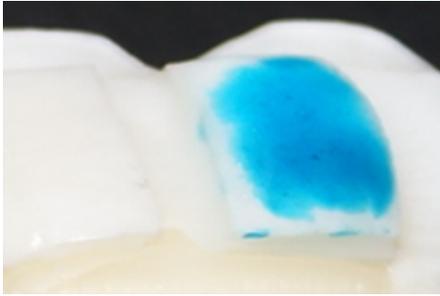


Figura 36, 15 minutos de inmersión



Figura 37, 30 min



Figura 38, 60 min

Sustancia Z



Figura 39, 15 min

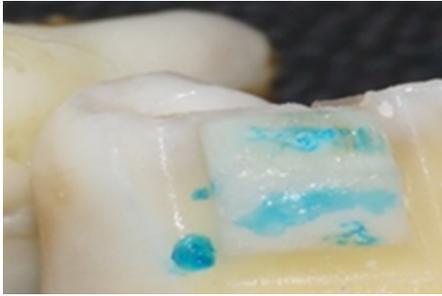


Figura 40, 30 min

Sustancia P



Figura 41, 15 min



Figura 42, 30 min



Figura 43, 60 min

Sustancia S



Figura 44, 15 min



Figura 45, 30 minutos



Figura 46, 60 min

Fase en el microscopio

Figura 47, muestra de la sustancia OP a los 60 minutos, con aumento de 40X, donde se alcanza apreciar el adhesivo de forma oscura y la zona donde se desprendió el adhesivo un poco más claro.

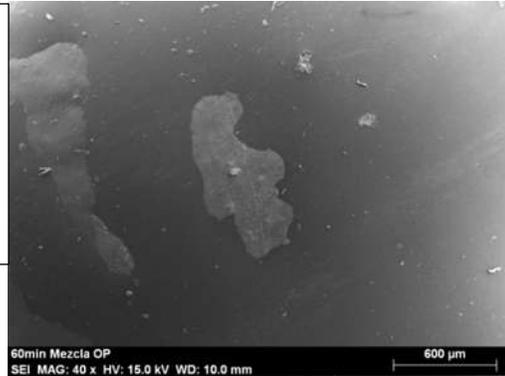


Figura 48, muestra de la sustancia OP a los 60 minutos, con aumento de 100X, donde se alcanza apreciar el adhesivo de forma oscura y la zona donde se desprendió un poco más claro, también se alcanzan apreciar algunas zonas de contaminación como los cuerpos extraños que aparecen en la imagen.

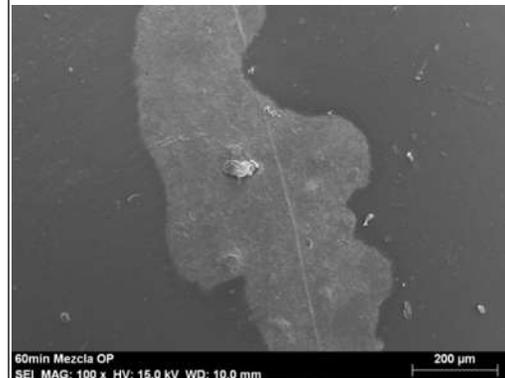


Figura 49, muestra de la sustancia OP a los 60 minutos, con aumento de 500X, donde se alcanza apreciar el adhesivo de forma oscura y la zona donde se desprendió el adhesivo un poco más claro, también se puede apreciar una fractura y el grabado del esmalte, signo de que en esa zona hubo un desprendimiento total de adhesivo.

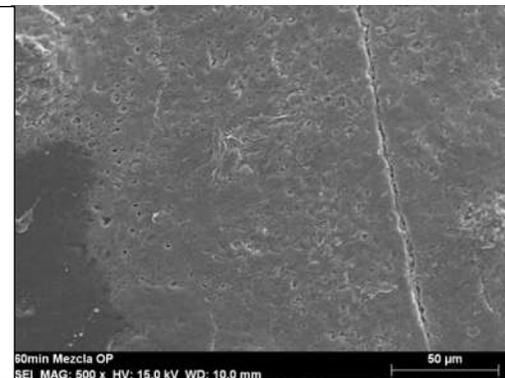
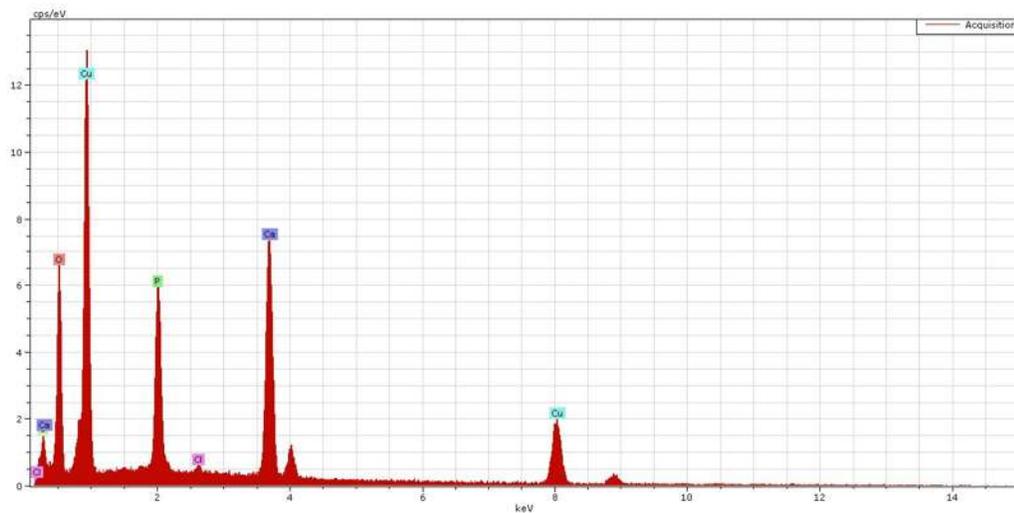
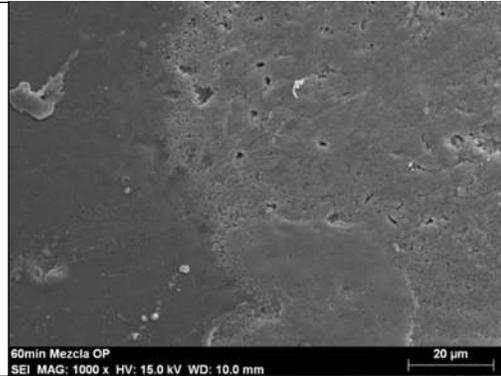
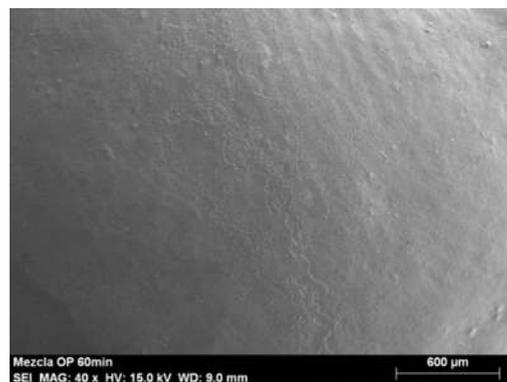
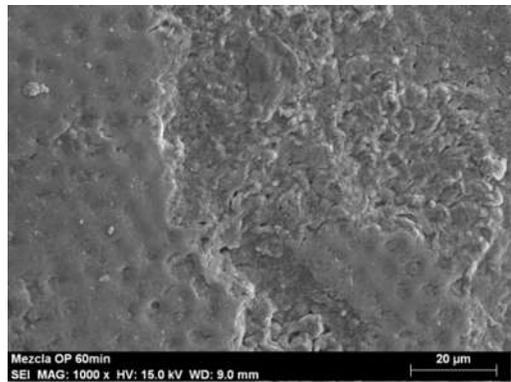
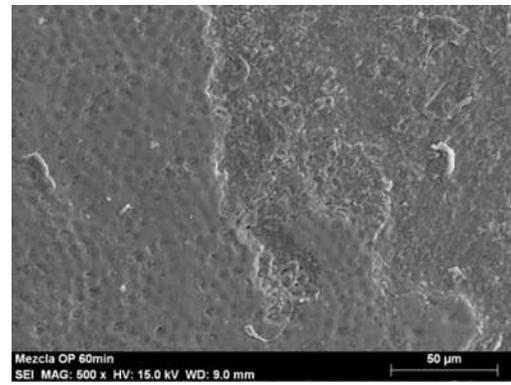
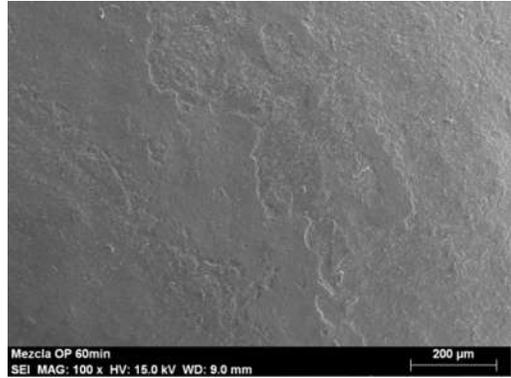


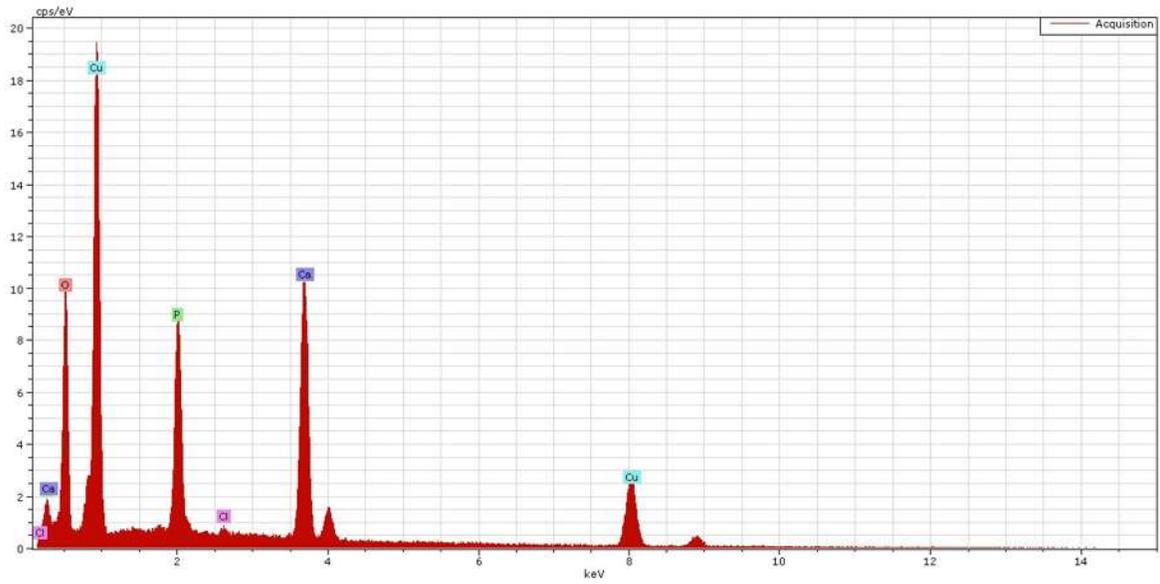
Figura 50, muestra de la sustancia OP a los 60 minutos, con aumento de 1000X, donde se alcanza apreciar el adhesivo de forma oscura y la zona donde se desprendió el adhesivo un poco más claro, además de observar a detalle las porosidades del área, donde se eliminó por completo el adhesivo en la interfase entre esta zona v la zona con adhesivo.



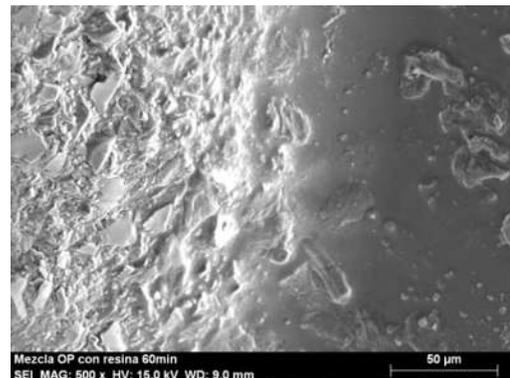
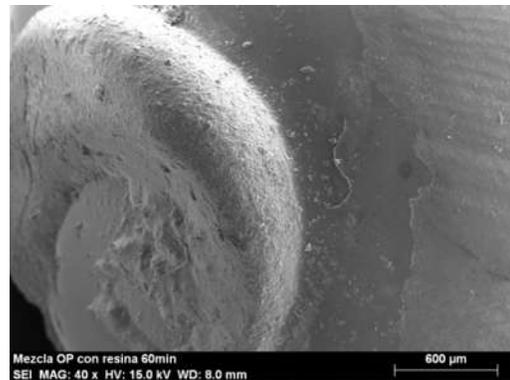
Gráfica 1: representa todos los elementos encontrados en la muestra OP a los 60 minutos , no se encontró ningún elemento extraño.

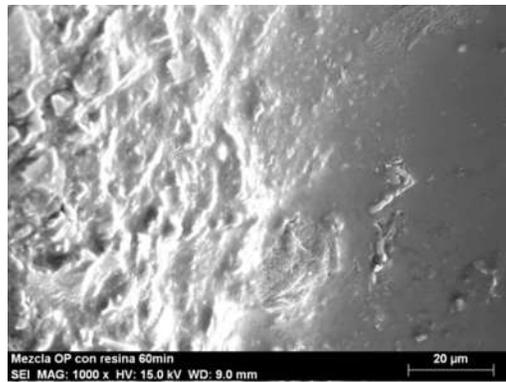
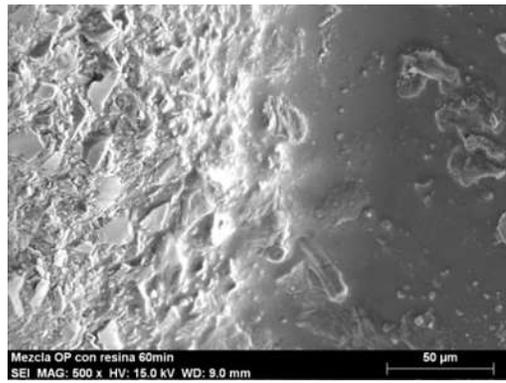
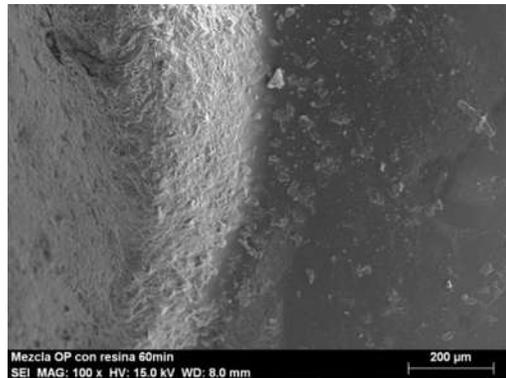


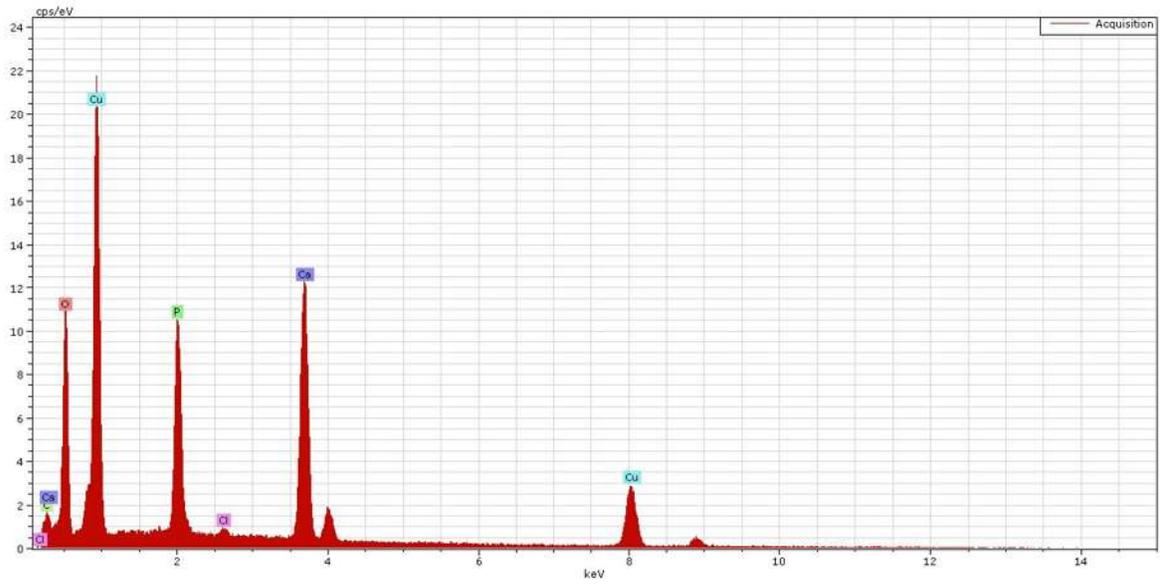




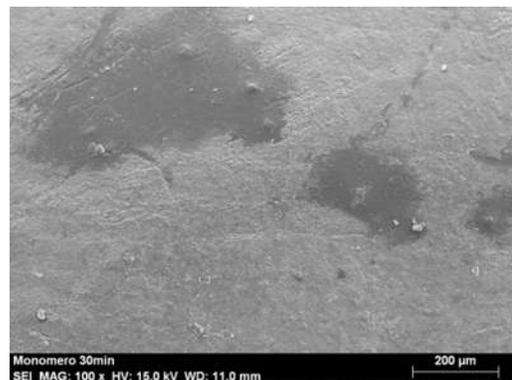
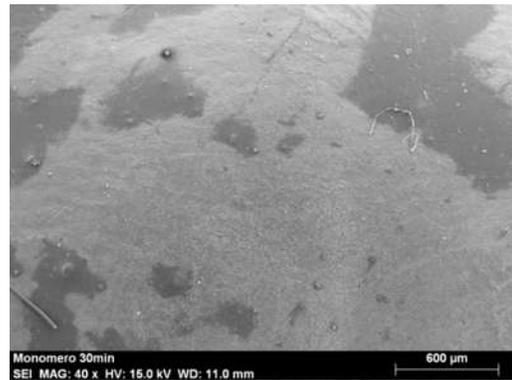
Mezcla op en esmalte dental con resina

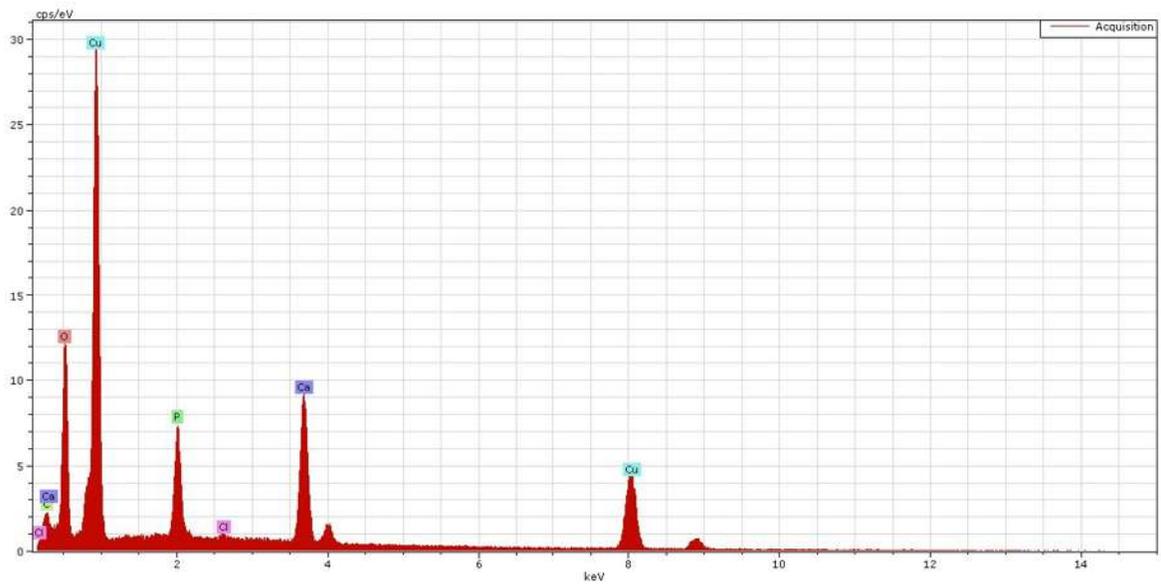
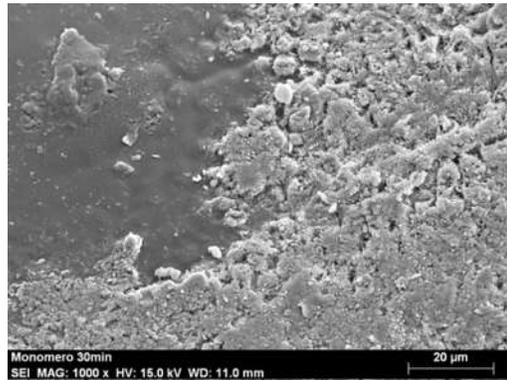
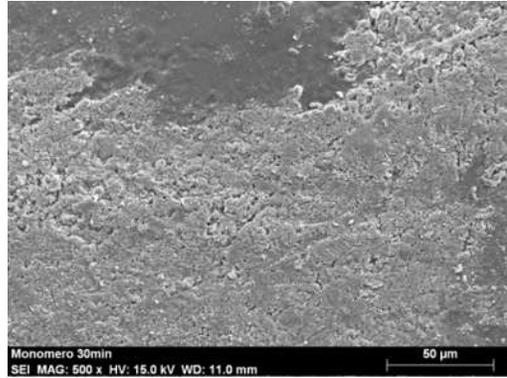




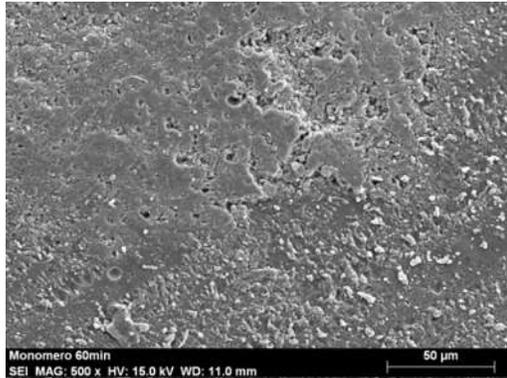
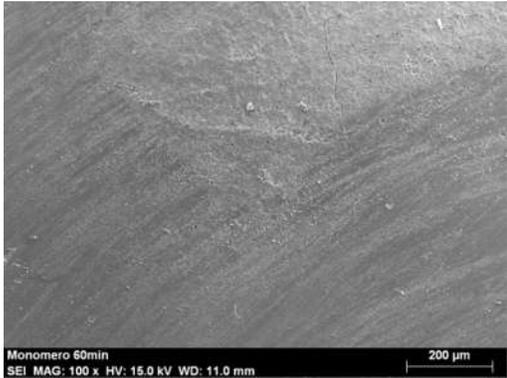
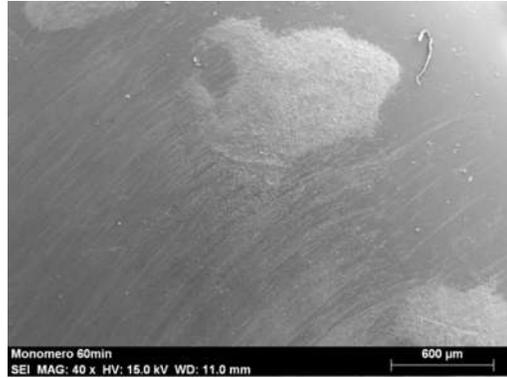


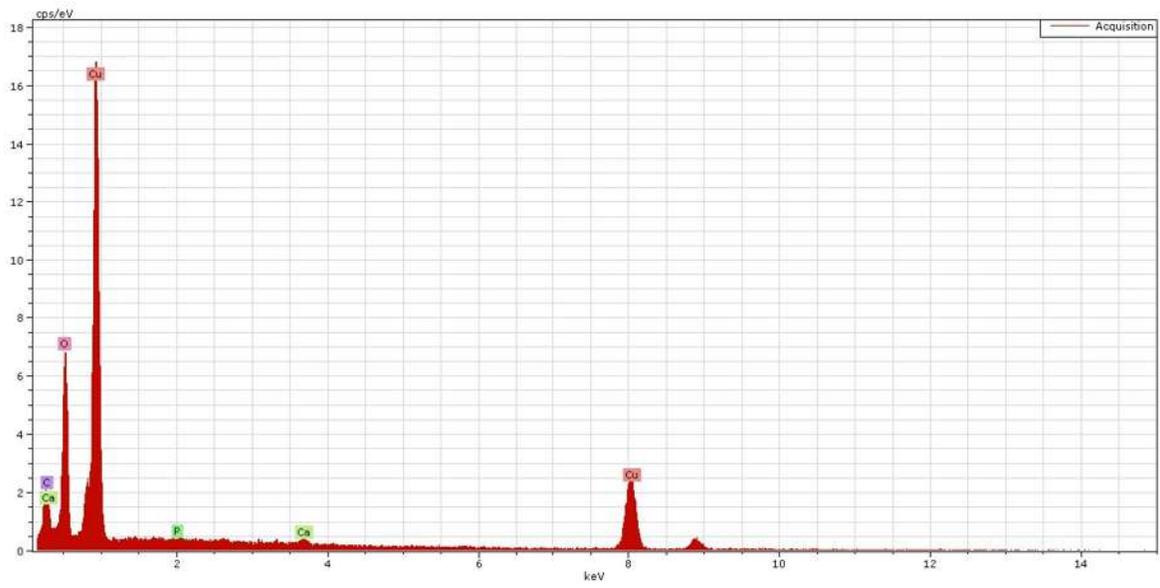
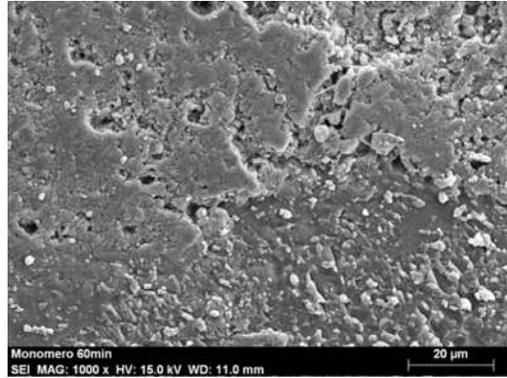
Monomero 30 min





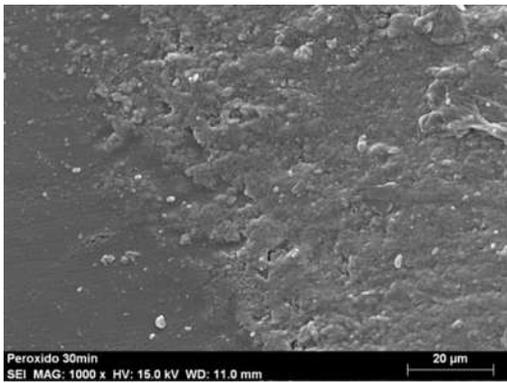
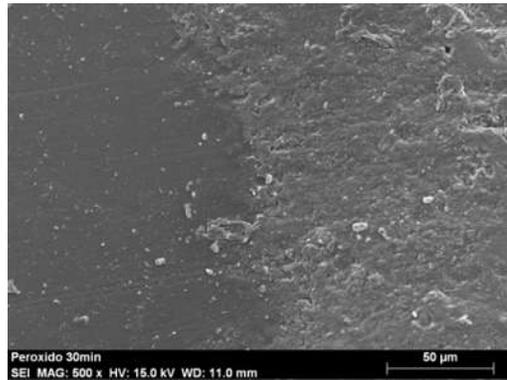
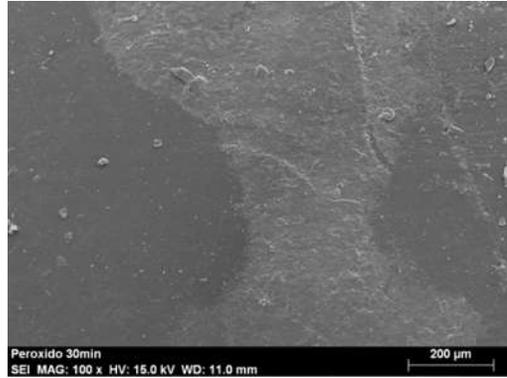
Monomero 60 min

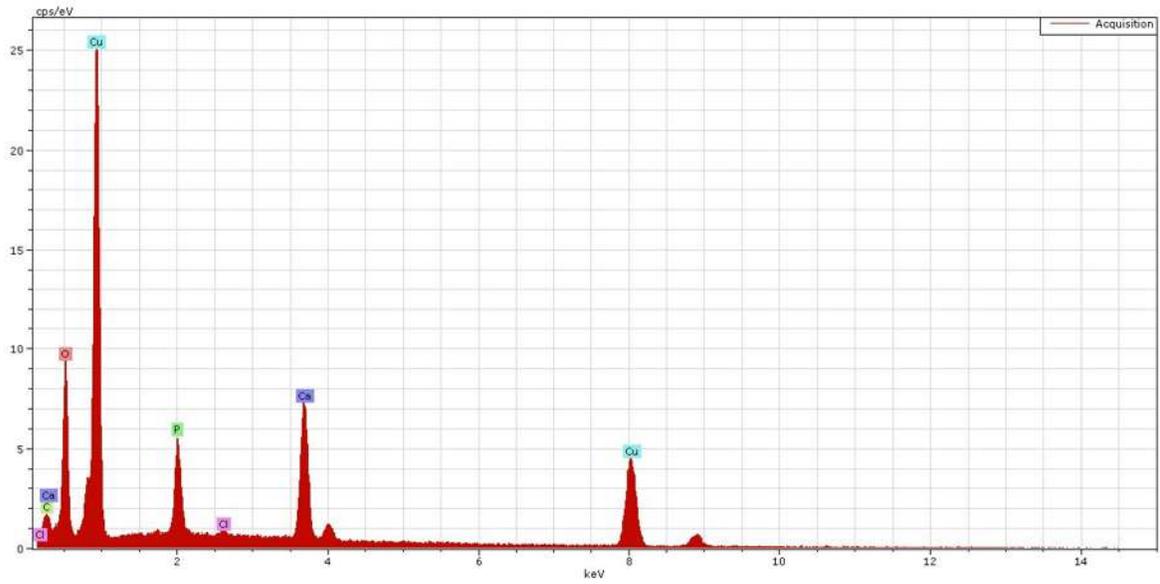




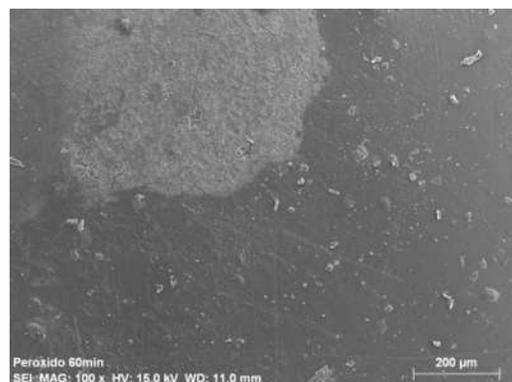
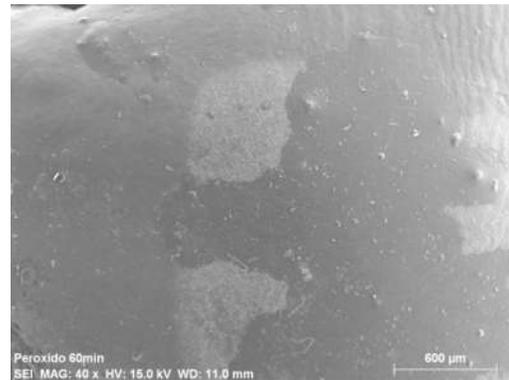
Peroxido 30 min

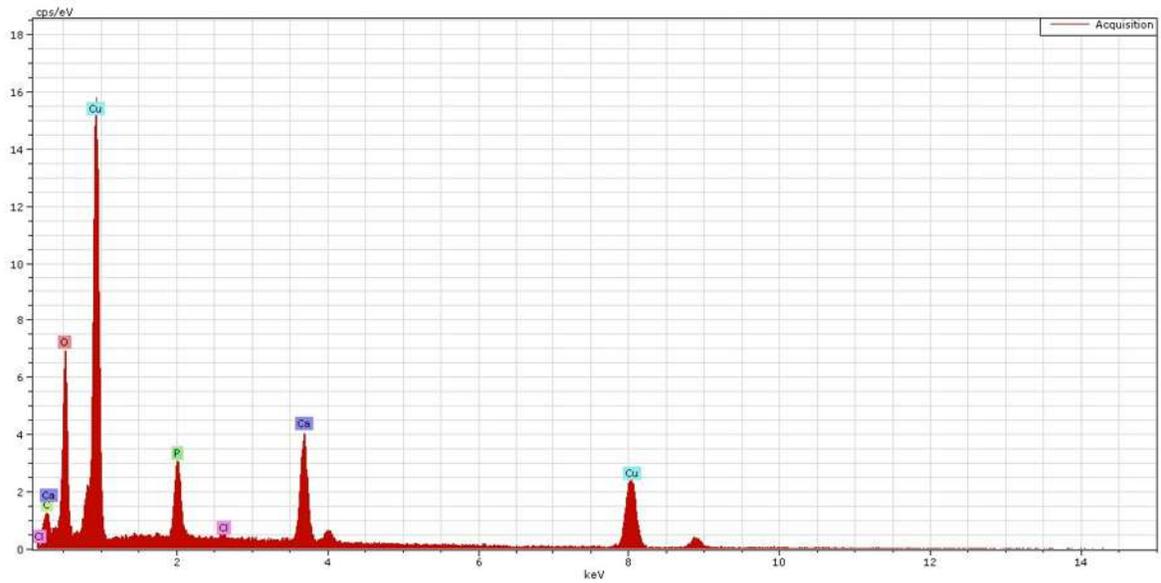
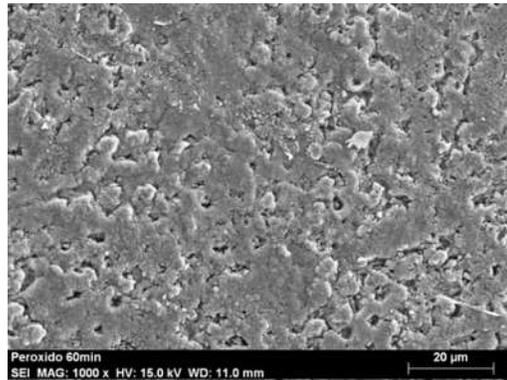
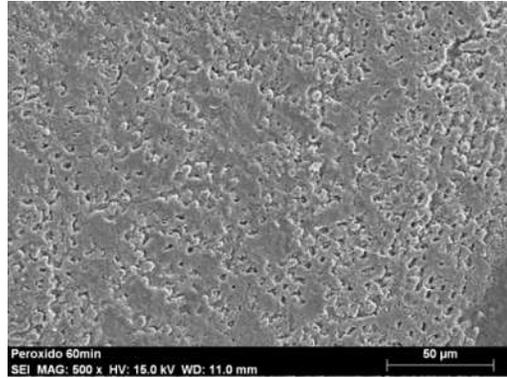




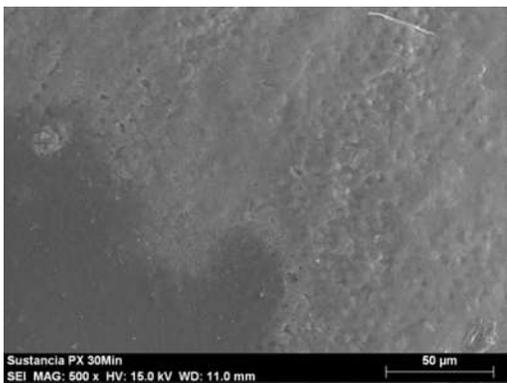
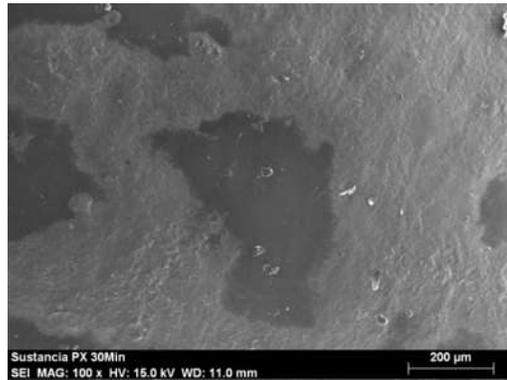
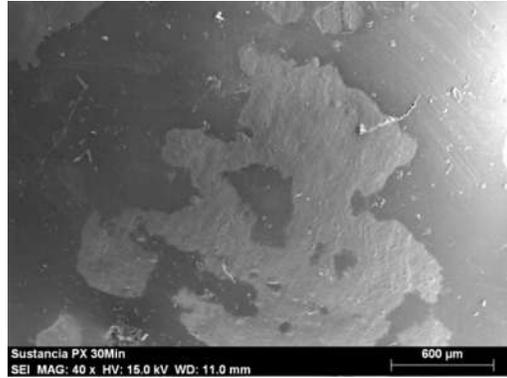


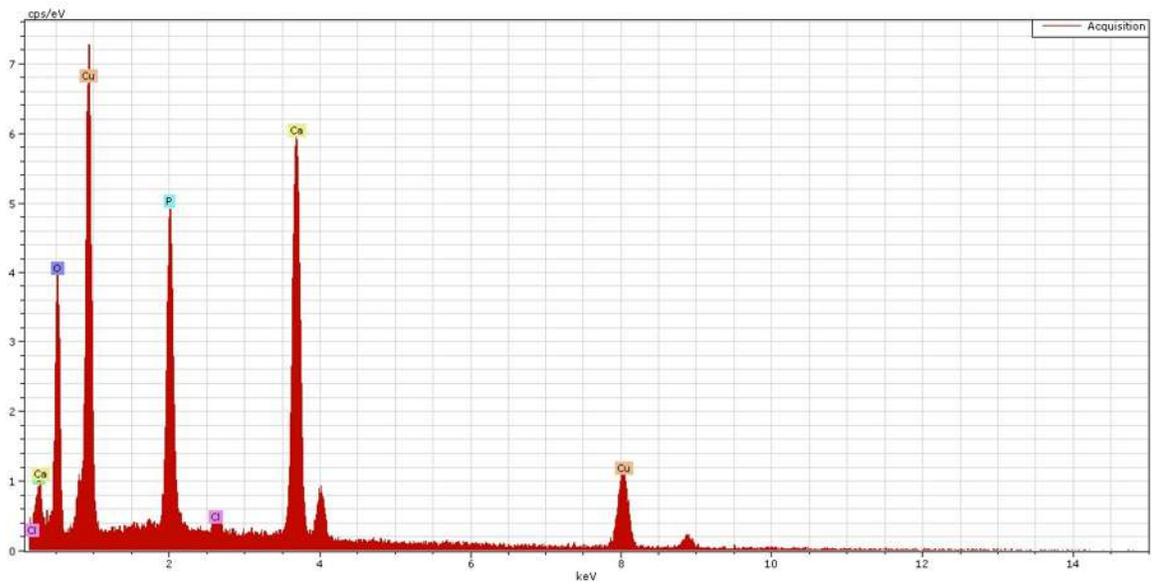
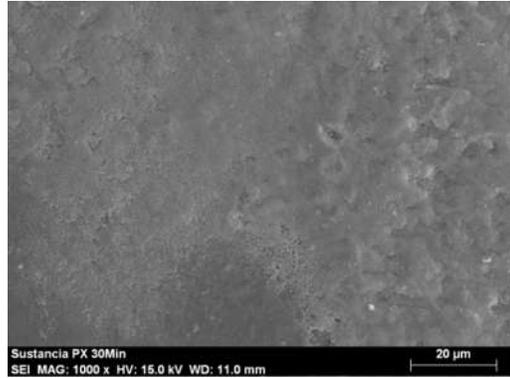
Peróxido 60 min



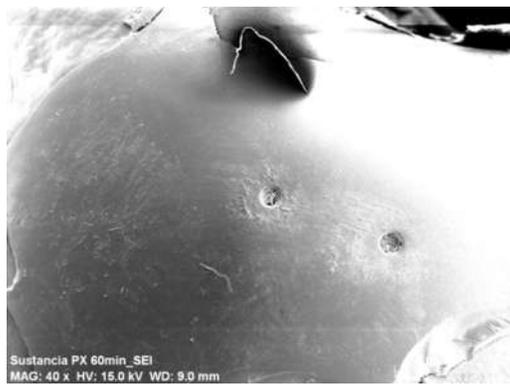


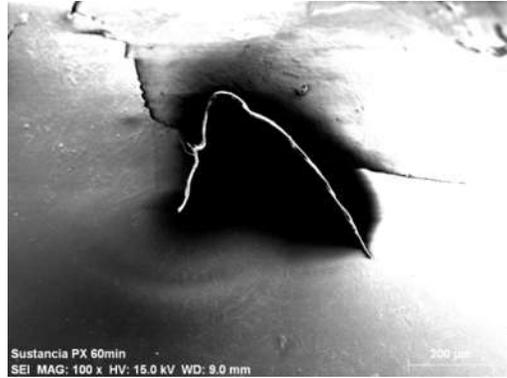
Sustancia PX

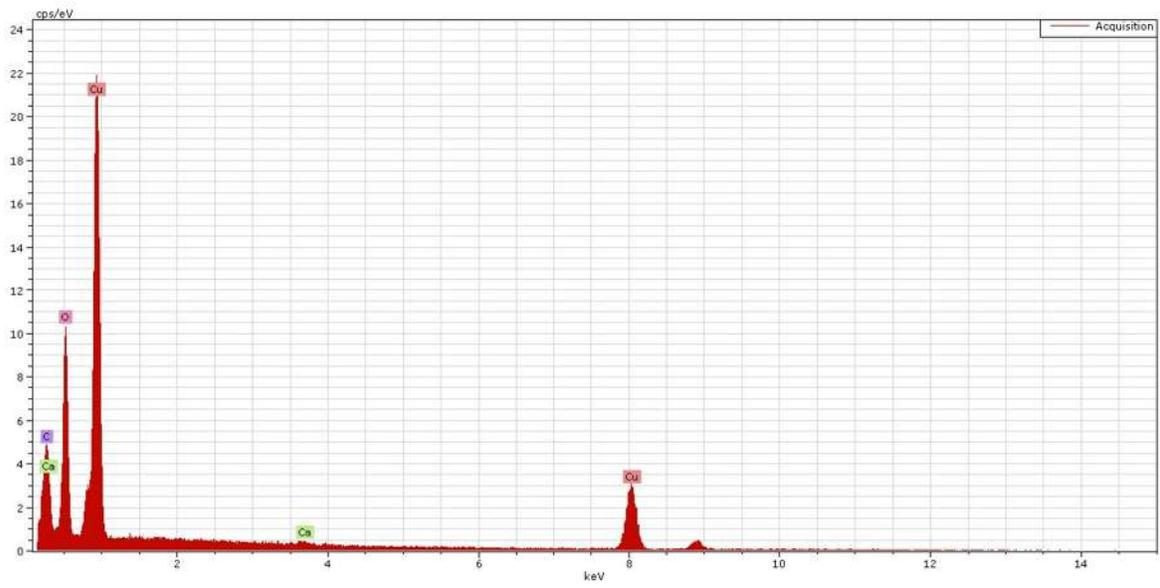
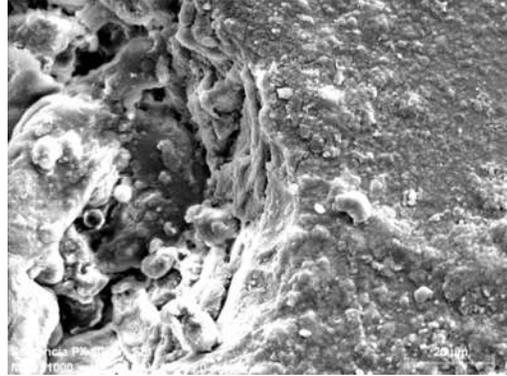




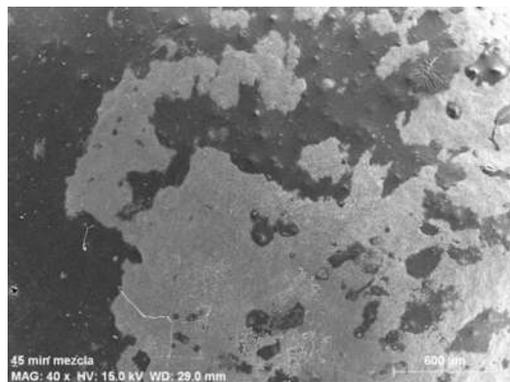
Sustancia PX 60 min

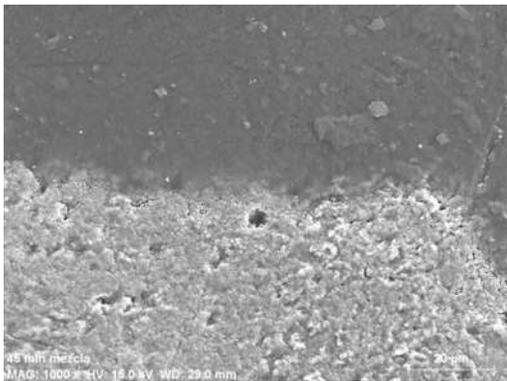
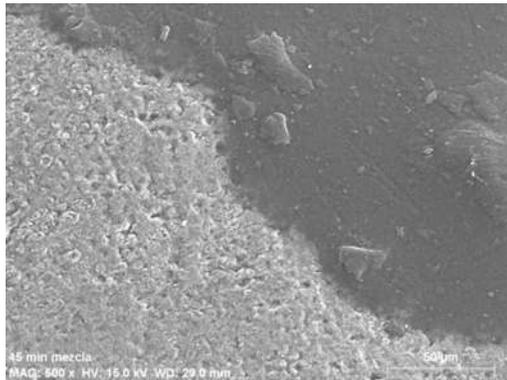
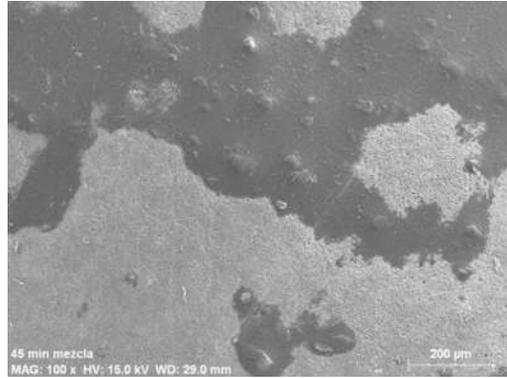


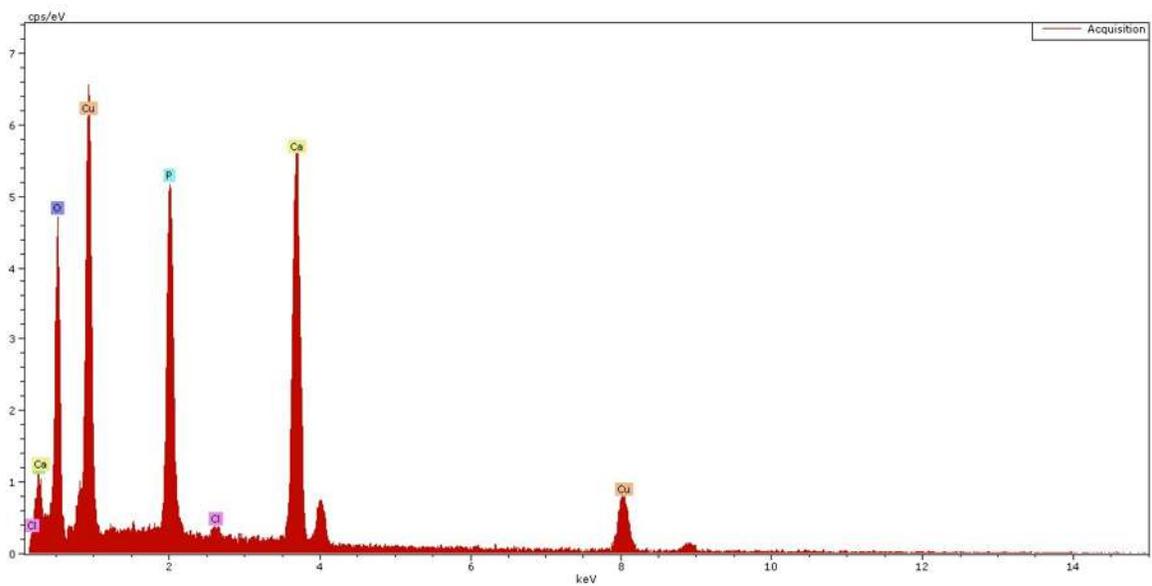
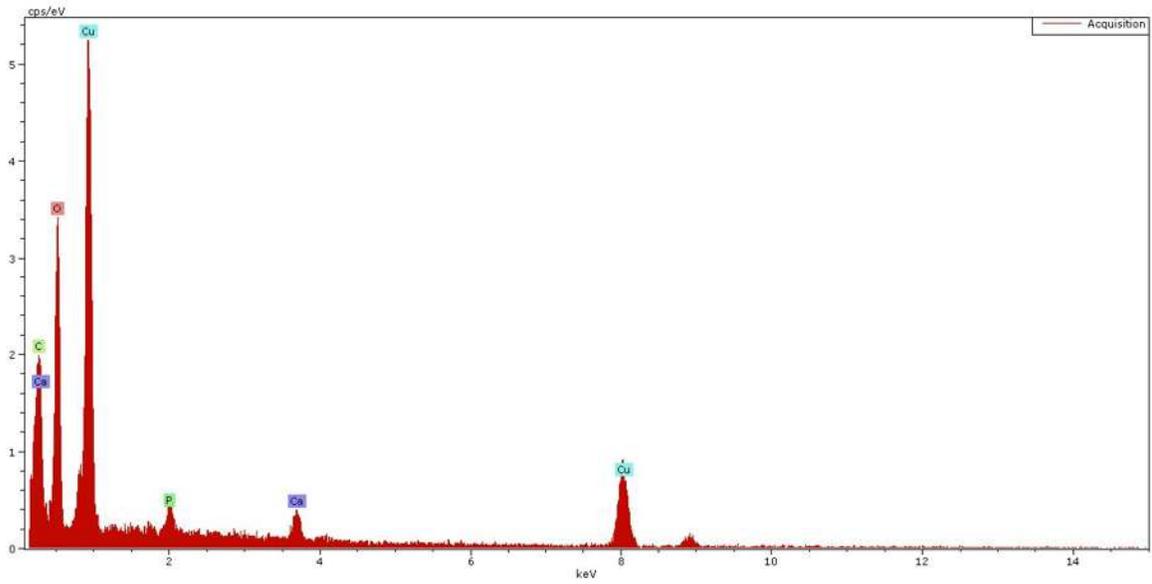




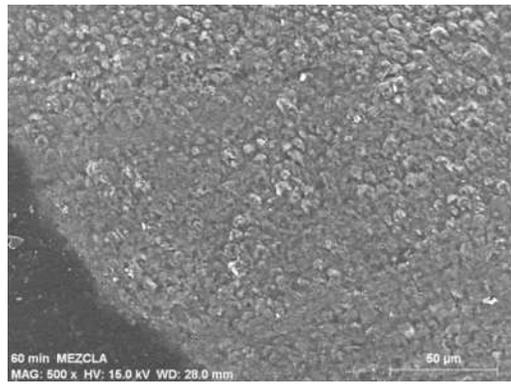
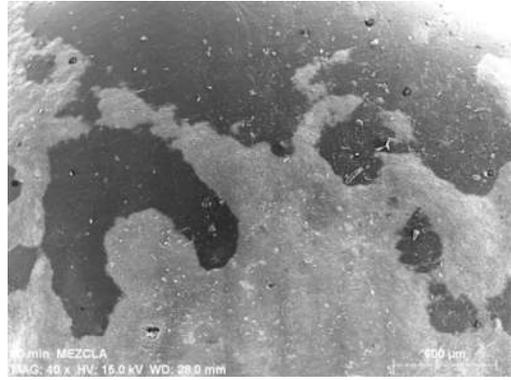
Mezcla 45 min

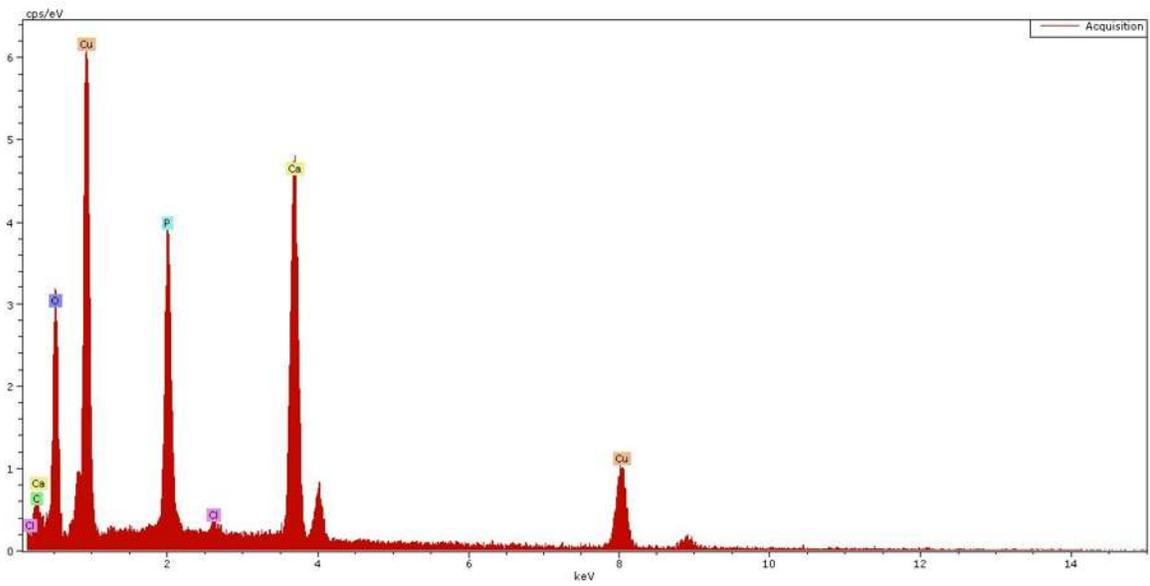
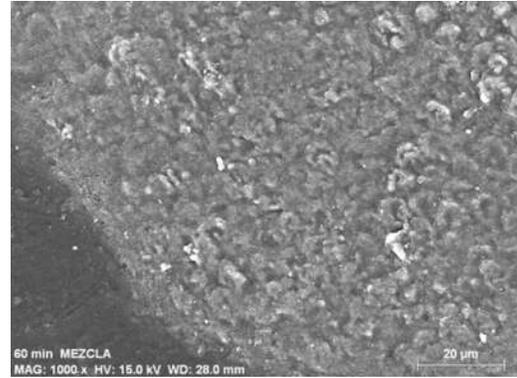




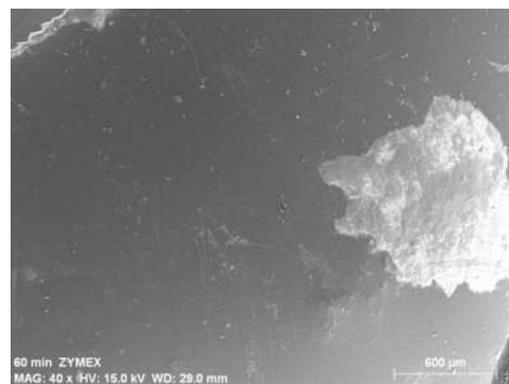


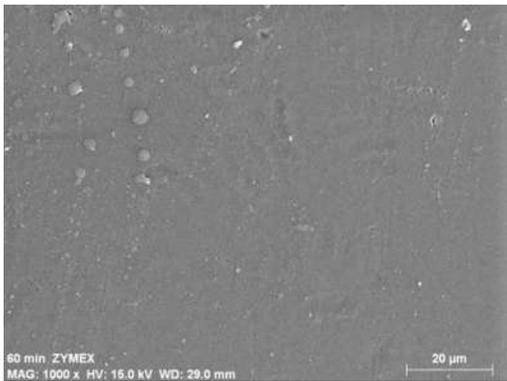
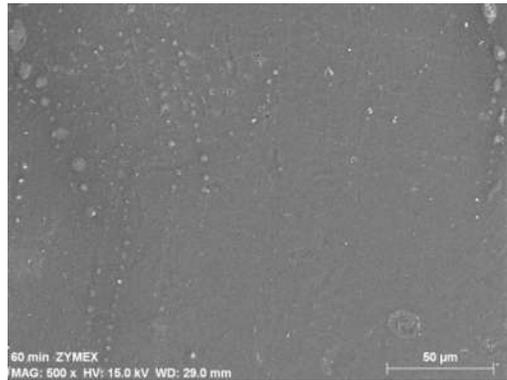
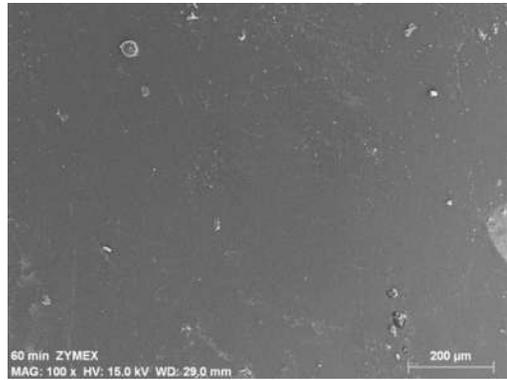
60 min mezcla

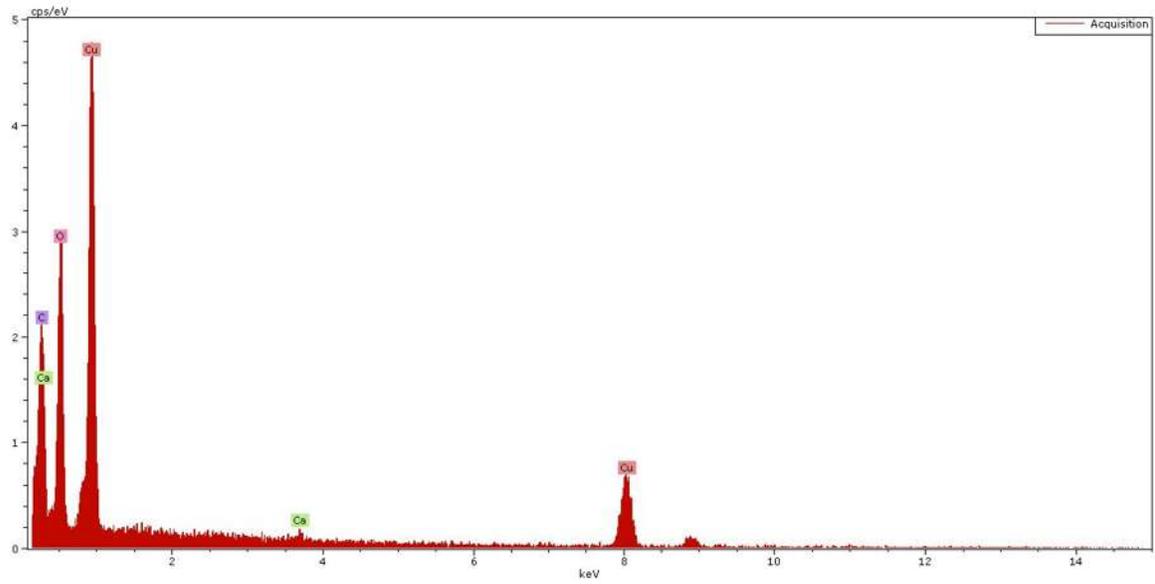




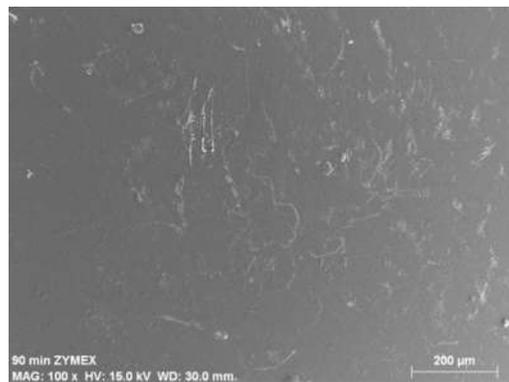
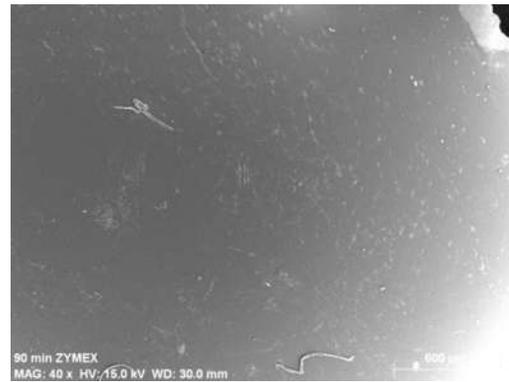
60 min Zymex

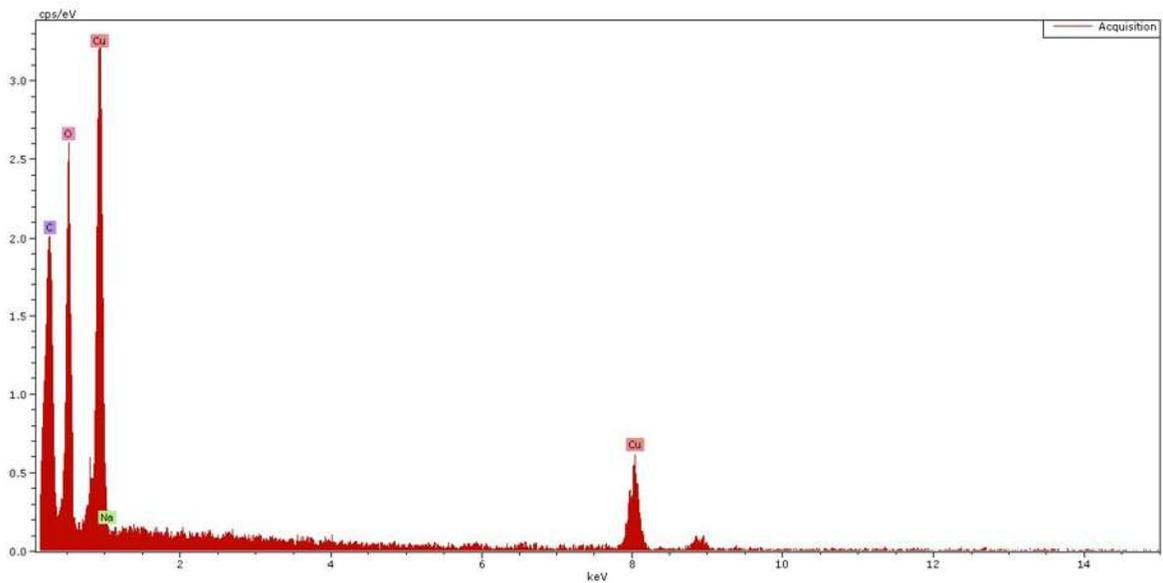
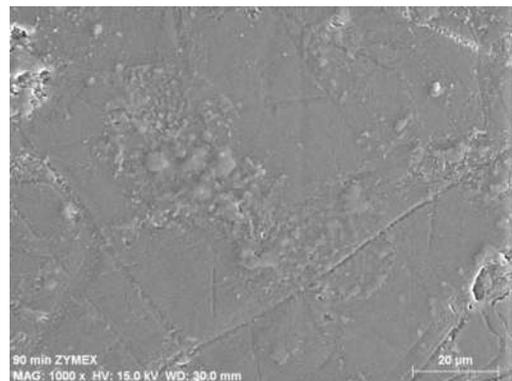
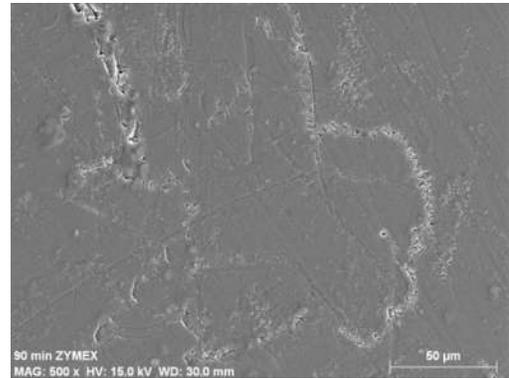






90 min Zymex





DISCUSIÓN

Discusión

La generación de superficies con defectos artefactuales e irregulares, que no corresponden al estado ortotípico del tejido adamantino, derivados del desprendimiento accidental o controlado de brackets ortodónticos, y la remoción de adhesivo resinoso y cemento remanentes, pueden originarse con los sistemas diversos de desprendimiento y remoción de brackets y adhesivos resinosos utilizados en ortodoncia, reportados en la literatura.

En 1995, Campbell demostró que la fresa de carburo de tungsteno estriada del no. 30, que parecía ser el método más eficiente para la eliminación de resina, produjo la menor cantidad de cicatrices y defectos artefactuales en el esmalte dental. Seguida del pulido que utiliza puntas para pulir resina y copas marrón y verde, para aplicar una mezcla de agua con piedra pómez fina. Este estudio evidencia que los sistemas y dispositivos de desprendimiento y eliminación de la resina remanente, son efectivos para los autores en la remoción de residuos resinosos. Sin embargo, este resultado involucra la pérdida de tejido adamantino, en virtud de conseguir una superficie lisa, tersa y algo similar a la superficie ortotípica del esmalte dental humano. Además, la superficie del esmalte dental humano, no es totalmente lisa (Campos y Ferraris, 2019), pues presenta variaciones superficiales anatómicas relacionadas al diente, zona dental y superficie dental, como son las indicaciones de la fusión de los mamelones de crecimiento, los perinquimatos o perenquimatías, surcos y fositas. De la misma manera, pero empleando dispositivos alternativos, Toroglu en 2008, propuso la utilización de discos Sof-Lex, demostrando que dejan una superficie adecuadamente alisada. Inclusive, más que la rueda de pulido de la porcelana y pasta de pulir. Lo que nosotros

evidenciamos, es que el proceso alcanza un grado de lisura, pero también con pérdida consecuente de tejido irremplazable al momento actual. También por su parte en el 2009 Çaöry, utilizó una fresa de tungsteno no. 12, para eliminación de residuos resinosos, demostrando que dejaban una superficie aceptable y con muy poco daño al esmalte. Esto infiere que no se reporta daño grave en el esmalte dental. Sin embargo, si tomamos en cuenta que para retirar los residuos resinosos por completo del tejido adamantino, es preciso eliminar parte del esmalte, puesto que los tags resinosos del adhesivo empleado en ortodoncia, penetran incluso a más de 80 micrómetros de profundidad, será necesario por principios físicos, dicha eliminación. Por otro lado en el 2010 Sevinc Karan, demuestra que la fresa de composite, utilizada para la eliminación de resina, crea superficies más suaves después de la desunión de aparatología de ortodoncia; sin embargo, el proceso lleva más tiempo, que el que se emplea cuando se utiliza la fresa de carburo de tungsteno. Estos mismos resultados se obtuvieron en este posgrado por Mondragon *et al.* en 2012, cuando se evidenció que el uso de puntas de polímero para eliminar los residuos resinosos y el adhesivo, generaron apariencias tanto macroscópicas como microscópicas aceptables, confirma un procedimiento adecuado, pero que también elimina tejido adamantino. En este estudio, este procedimiento fue el más adecuado para generar un aspecto y lisura muy próxima al esmalte humano intacto, en relación al empleo de piedras de arkansas blancas, fresas de carburo tungsteno de hojas múltiples, y fresas de diamante de grano ultrafino. Después en 2017 Santos Rocha, sugiere el uso de la fluorescencia donde compara 2 métodos: dispositivos con luz fluorescente y resinas con contenido fluorescente. Este estudio es interesante, pues la identificación de los residuos resinosos, derivados del desprendimiento de brackets es necesario, pues su remanente puede condicionar los blanqueamientos dentarios, así como ocasionar pigmentaciones posteriores con el tiempo. Los grupos con luz fluorescente y resina fluorescente, mostraron que la emisión fluorescente evita eliminaciones innecesarias de tejido adamantino, y permite una eliminación fiable del residuo

resinoso fluorescente. En nuestro estudio, se utilizó un colorante añadido al adhesivo resinoso, para observar a simple vista, la cantidad de adhesivo resinoso remanente ante los procesos de remoción de residuos resinosos por sustancias químicas. En este contexto, y a pesar de todos los esfuerzos realizados para eliminar de forma adecuada los residuos resinosos y el adhesivo, todos estos métodos causan daño al esmalte o dejan residuos, no siendo el caso de nuestro método, el cual ha demostrado por medio de la microscopia electrónica de barrido ser un método eficaz, que promete solucionar los problemas de los clínicos, a la hora de la eliminación de estos residuos resinosos sin afectar la estructura adamantina. De todas las sustancias probadas, la mayoría tuvo efectos positivos y negativos en ambos, tejido adamantino y adhesivo resinoso. Inclusive, algunas sustancias fueron más allá del esmalte dental en su efecto abrasivo, que incluso, desintegraron el diente completamente. Otras, eliminaron parcialmente el adhesivo y otras dañaron parcialmente el esmalte dental. A la vez, dos sustancias eliminaron en parte y otra totalmente el adhesivo resinoso, sin causar daño aparente al tejido adamantino, lo que genera un ámbito de estudio y prueba en clínica, para su uso seguro. La eventual utilización de la mejor de las sustancias, podría sugerir la evidencia de que si el adhesivo sale desde el interior del esmalte, dejando los microporos libres de adhesivo que fueron generados por la técnica de grabado ácido, pueden ser regenerados con tejido adamantino en un futuro, cuando este tejido pueda ser generado de manera inicial en el laboratorio, con una posterior aplicación clínica. Finalmente, este tejido artificial, podría rellenar dichos microporos “ad integrum” en el esmalte dental intervenido en ortodoncia, con el fin de fijar brackets ortodónticos para tratamientos correctivos sin secuelas propias del tratamiento ortodóntico.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Los brackets ortodónticos fijados previamente mediante técnica de grabado total, adhesivo y cemento resinoso ortodóntico, fueron desprendidos mediante técnica controlada en piezas humanas ex vivo, lo que permitió dar consecución a un protocolo similar, al que sucede en la clínica de ortodoncia, cuando los brackets no sólo son desprendidos mediante técnicas controladas, sino cuando también ocurre de forma accidental por función masticatoria o indebida en pacientes. Esto pone de relieve, que el desprendimiento de brackets es el iniciador, de una secuencia que termina por lo general en devastar o lesionar la superficie del esmalte dental, por desprendimientos continuos, y que mientras los adhesivos resinosos y las técnicas de grabado total o autograbantes sean empleadas, no habrá variación en la secuela y patrón de destrucción, tanto in situ, como macroscópicamente, sobre la superficie del esmalte dental, que debe ser removido para fijar o eliminar el bracket, para continuar o finalizar el tratamiento ortodóntico, respectivamente.
2. Se consiguió eliminar la resina residual de la capa híbrida resinosa, al aplicar XXXX SUSTANCIA (o dos??) química específica, de las sustancias empleadas para la remoción del adhesivo remanente y a partir del desprendimiento del bracket ortodóntico, en donde la sustancia XXXX tuvo contacto con el adhesivo mediante inmersión, por tiempos específicos.

Esto pone de relieve, que es posible eliminar de manera química por lo menos con dos sustancias, el remanente de adhesivo resinoso, inclusive, eliminando el adhesivo resinoso hasta la profundidad alcanzada por el grabado ácido. La eliminación alcanzada en este trabajo, podría evitar los procesos y dispositivos de tallado y pulido de la superficie amelodentinaria, que se emplean hasta el momento actual y que están reportados en la literatura, con la finalidad de retirar los residuos resinosos (piedras de Arkansas, discos de hule, discos sofex, fresas de carburo tungsteno de hojas múltiples, fresas de polímero y puntas pulidoras de hules y abrasivos).

3. Los residuos resinosos remanentes del tratamiento con cada sustancia química sobre la superficie del esmalte dental fue evaluada mediante MEB. Este procedimiento, evidenció la correcta eliminación total del adhesivo resinoso ultramicroscópicamente por lo menos de (dos sustancias XXXX). Esto pone de manifiesto, que la eliminación evidenciada por inspección simple, pudo también ser corroborada mediante un instrumento amplificante, para descartar cualquier sesgo en la efectividad de eliminación de adhesivos resinosos, mediante el empleo de las sustancias químicas analizadas en este trabajo. Además, se empleó en el mismo MEB una técnica, que corroboró lo anterior, mediante un informe que constató la presencia y/o ausencia de elementos ajenos al tejido adamantino, mediante espectrofotometría por dispersión de electrones.
4. La integridad del esmalte dental después del tratamiento con cada sustancia química utilizada para remover residuos resinosos, fue evaluada mediante MEB. Aquí se encontró que la apariencia del esmalte es más similar al tejido adamantino, modificado única y exclusivamente por la técnica de grabado ácido y no por el tallado o pérdida cabal de tejido, el cual fue nulo con las sustancias químicas reportadas como efectivas. Esto pone de relieve, que nuestra técnica ha probado ser efectiva, para liberar el adhesivo resinoso remanente

del seno adamantino, sin eliminar ningún espesor franco del esmalte dental. Esto podría evitar, eliminar sin necesidad tejido que puede en un futuro, ser regenerado mediante alguna técnica de ingeniería tisular.

5. De las sustancias empleadas, para remover eficazmente con el tratamiento el adhesivo resinoso, sin daño aparente al tejido adamantino, fue XXXX y XXXX. Lo que infiere que por lo menos una o dos de todas las sustancias utilizadas en el protocolo de este trabajo, para la eliminación de adhesivos resinosos, son efectivas en la remoción de dicho adhesivo resinoso, y a la vez, respetan la integridad del tejido adamantino, hasta después e inmediatamente del paso de grabado ácido.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Hacer un análisis de la superficie del esmalte previa al tratamiento para confirmar su integridad.
2. Tener una muestra más grande
3. Utilizar un adhesivo fluorescente para tener un resultado previo al análisis del microscopio
4. Aumentar el número de sustancias a probar y variar el porcentaje de las muestras

SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

Hacer una prueba experimental *in vivo*, en piezas que vayan a ser extraídas por cuestiones ortodónticas, para analizar daño pulpar, al que pudiera ser susceptible este órgano, ante el contacto con las sustancias químicas empleadas en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Çaöry Ulusoy. 2009.comparison of finishing and polishing systemsfor residual resin removal after debonding.*J Appl Oral Sci.* 17(3); 209-15.

NeslihanEminkahyagil,AycaArmanb; Alev C, etins,ahinc; ErdemKarabulutd.Effect of Resin-removal Methods on Enamel and ShearBond Strength of Rebonded Brackets2006.*Angle Orthodontist.* 76; (2): 314-21.

Geraldo de Silveira Albuquerque,MárioVedovelloFilho , Adriana SimoniLucato, EloísaMarcantonioBoeck, Viviane Degan,MayuryKuramaeEvaluation of enamel roughness afterceramic bracket debonding and clean-upwith different methods,April/June 2010Braz*J Oral Sci.*- Volume 9, Number 2:81-4.

Robinson C,BrookesSJ,BonassWA,Shore RC 1997 Enamel maturation. En: dental enamel.NewYork, *J Wiley Sons*. Ciba foundation pp. 156-74.

Farina M.schemmela,WeissmullerG,CruzR,KacharB,Bisch PM. 1999 atomic forcé microscopy study of tooth surfaces. *J. Struct. Biol.* 125: 39-49.

Brookes SJ, Kirkham J, Shore RC, Bonass WA, Robinson C 1998 Enzyme compartmentalization during biphasic enamel matrix processing. *Connect. Tissue Res* 39: 89-99.

Bartlett JD, Simmer JP (1999) proteinases in develop dental enamel. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 10: 425-41.

Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW, Balooch M.(2001) mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale. *Archs. Oral Biol.* 46: 173-83.

(<http://hnncbiol.blogspot.com/2008/01>).

Neuvald L, *consolaro*A.(2000) cementoenamel junction: microscopic analysis and external cervical resorption. *J. Endod.* 26: 503-8.

Boyde A, (1999) Enamel en *Handbook of microscopic anatomy*. Belinoksche A, vollrath L (eds) springer-verlag pp. 309-473.

Moradian-oldak J, Paine LM, Lei YP, Fincham AG, Snead ML(2000) self-assembly properties of recombinant engineered amelogenin proteins analyzed by dynamic light scattering and atomic forcémicroscopiy. *J: Struct. Biol.* 131: 27-37.

Plate U, Hohling HJ (1994) general principle of ordered apatiticcrystal formation in enamel and collagen rich hard tissues. *Connect. Tissue Res.* 38: 149-57.

Robinson C, Kirkham J, Brookes SJ, Bonass W, Shore RC,(1995) the chemistry of enamel development *Int. J. Dev. Biol.* 39: 145-52.

Kirkham J, Brookes SJ, Shore RC, Bonass WA, Smith DA, Wallwork ML, Robinson C, (1998) Atomic force microscopy studies of crystal surface topology during enamel development. *Connect. Tissue Res.* 25: 7-20.

Aguilera, Anibal; Guachalla, J; Urbina, G; Sierra, M; Valenzuela, V. (2001). "Sistema adhesivo de autograbado." *Revista dental de Chile.* Vol92, núm 2, 23- 28.

Tanimoto K, TA Huang, Y Tanne, R Kunimatsu, M Michida, M Yoshioka, N Ozaki, T Sasamoto, Yoshimi Y, Y Kato, Tanne K. (2012) **Cells Tissues Organs.** Department of Craniofacial Biology and Orthodontics of development, Hiroshima University Graduate School of Biomedical Sciences, Hiroshima, Japan 12:87-97.

Shinji Iizuka, Yasusei Kudo, Maki Yoshida, Takaaki Tsunematsu, Yuji Yoshiko, Takashi Uchida, Ikuko Ogawa, Mutsumi Miyauchi, and Takashi Takata. (2011) *Molecular and cellular biology* p. 783-92.

Y.H. Hong, K. K. K. Lew, (1995). *Eur J Orthod* 17 (2): 121-28.

Michael J. Yapel and Donald C. Quick (1994) Experimental traumatic debonding of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*: April 1994, Vol. 64, No. 2, pp. 131-136.

Minneapolis Sports Medicine Center, 701 25th Avenue, South, Minneapolis, MN 55454

Samir E. Bishara, Juanita M. Fonseca, Dale E. Fehr, and Daniel B. Boyer (1994) Debonding forces applied to ceramic brackets simulating clinical conditions. *The Angle Orthodontist*: August 1994, Vol. 64, No. 4, pp. 277-282.

Phillip M. Campbell (1995) Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. The Angle Orthodontist: April 1995, Vol. 65, No. 2, pp. 103-110

2700 Lake Road, Huntsville, Texas 77340, (409)295-8166

Raquel Osorio, Manuel Toledano, and Franklin Garcia-Godoy (1999) Bracket bonding with 15- or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. The Angle Orthodontist: February 1999, Vol 69, No. 1, pp. 45-48.

Stephanie E. Steckel, Frederick A. Rueggeberg, and Gary M. Whitford (1999) Effect of resin cure mode and fluoride content on bracket debonding. The Angle Orthodontist: June 1999, Vol. 69, No. 3, pp. 282-287.

Imad Shammaa, Peter Ngan, Hera Kim, Elizabeth Kao, Marcia Gladwin, Erdogan Gunel, and Christopher Brown (1999) Comparison of bracket debonding force between two conventional resin adhesives and a resin-reinforced glass ionomer cement: An in vitro and in vivo study. The Angle Orthodontist: October 1999, Vol. 69, No. 5, pp. 463-469

Nicholas P. Ferri, Theodore Eliades, Spiros Zinelis, and T. Gerard Bradley (2006) Force to Debond Brackets from High-fusing and Low-fusing Porcelain Systems. The Angle Orthodontist: March 2006, Vol. 76, No. 2, pp. 278-281.

Neslihan Eminkahyagil, Ayca Arman, Alev Çetinşahin, and Erdem Karabulut (2006) Effect of Resin-removal Methods on Enamel and Shear Bond Strength of Rebonded Brackets. The Angle Orthodontist: March 2006, Vol. 76, No. 2, pp. 314-321.

Tamer Turk, Selma Elekdag-Turk, and Devrim Isci (2007) Effects of Self-Etching Primer on Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets at Different Debond Times. The Angle Orthodontist: January 2007, Vol. 77, No. 1, pp. 108-112.

Sevinc Karan and Mustafa Serdar Toroglu (2008) Porcelain Refinishing with Two Different Polishing Systems after Orthodontic Debonding. The Angle Orthodontist: September 2008, Vol. 78, No. 5, pp. 947-953.

Drew T. Herion, Jack L. Ferracane, and David A. Covell Jr. (2010) Porcelain Surface Alterations and Refinishing After Use of Two Orthodontic Bonding Methods. The Angle Orthodontist: January 2010, Vol. 80, No. 1, pp. 167-174

Michael Knösel, Simone Mattysek, Klaus Jung, Dietmar Kubein-Meesenburg, Reza Sadat-Khonsari, and Dirk Ziebolz (2010) Suitability of orthodontic brackets for rebonding and reworking following removal by air pressure pulses and conventional debracketing techniques. The Angle Orthodontist: July 2010, Vol. 80, No. 4, pp. 649-655.

Masahiro Iijima, Yoshitaka Yasuda, Takeshi Muguruma, and Itaru Mizoguchi (2010) Effects of CO₂ laser debonding of a ceramic bracket on the mechanical properties of enamel. *The Angle Orthodontist*: November 2010, Vol. 80, No. 6, pp. 1029-1035.

Sevinc Karan, Beyza Hancioglu Kircelli, and Bahar Tasdelen (2010) Enamel surface roughness after debonding. *The Angle Orthodontist*: November 2010, Vol. 80, No. 6, pp. 1081-1088.

Hyun-Jin Joo, Yong-Keun Lee, Dong-Yul Lee, Yae-Jin Kim, and Yong-Kyu Lim (2011) Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding. *The Angle Orthodontist*: March 2011, Vol. 81, No. 2, pp. 334-340.

Brandon C. Parrish, Thomas R. Katona, Serkis C. Isikbay, Kelton T. Stewart, and Katherine S. Kula (2012) The effects of application time of a self-etching primer and debonding methods on bracket bond strength. *The Angle Orthodontist*: January 2012, Vol. 82, No. 1, pp. 131-136.

Yamauti, Cardona, Ghinea R. Cabello, Pérez, Osorio, Toledano, Universidad de Granada (2011) **Histology And Histopathology** (Cellular And Molecular Biology) vol. 26(Supplement 1). 305-6

Hyun-Jin Joo; Yong-Keun Lee; Dong-Yul Lee; Yae-Jin Kim; Yong-Kyu Lim **Angle Orthod.** (2011); 81:334-40.

H. Sonodaa, A. Banerjeeb,* , M. Sherriffb, J. Tagamia, T.F. Watsonb **Journal of Dentistry** (2005)335-42

Sevinc Karana; BeyzaHanciogluKircellib; BaharTasdelenc, **Angle Orthod.**(2010)1081–88.

Michael Kno" sela; Simone Mattysek; Klaus Jungc; DietmarKubein-Meesenburgd; Reza Sadat-Khonsarie; Dirk Ziebolzf**Angle Orthod.**(2010) 649–55.

Mandall NA, Millett DT, Mattick CR, Hickman J, Macfarlane TV, Worthington HV. Adhesivos para brackets ortodóncicos fijos. En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2008 Número 233-40.

Norevall LI, Marcusson A, Persson M. A clinical evaluation of a glass ionomer cement as an orthodontic bonding adhesive compared with an acrylic resin. *European Journal of Orthodontics* 1996;**18**:373-84.

Ash S, Hay N. Adhesive pre-coated brackets, a comparative clinical study. *British Journal of Orthodontics* 1996;**23**:325-29.

Banks PA, Burn A, O'Brien KD. A clinical evaluation of the effectiveness of including fluoride into an orthodontic bonding adhesive. *European Journal of Orthodontics* 1997;**19**:391-95.

Sevinc Karan and Mustafa Serdar Toroglu (2008) Porcelain Refinishing with Two Different Polishing Systems after Orthodontic Debonding. *The Angle Orthodontist*: September 2008, Vol. 78, No. 5, pp. 947-953.

Sam N. Suliman, Terry M. Trojan, Daranee Tantbirojn, and Antheunis Versluis (2015) Enamel loss following ceramic bracket debonding: A quantitative analysis in vitro . *The angle orthodontist*: julio de 2015, Vol. 85, No. 4, pp. 651-656.t

Irma Dumbryte, Tomas Jonavicius, Laura Linkeviciene, Tomas Linkevicius, Vytaute Peculiene, and Mangirdas Malinauskas (2016) The prognostic value of visually assessing enamel microcracks: *Do*

debonding and adhesive removal contribute to their increase?. The Angle Orthodontist: May 2016, Vol. 86, No. 3, pp. 437-447.

Rafael Santos Rocha , Fabio Martins Salomão , Lucas Silveira Machado , Renato Herman Sundfeld , and Ticiane Cestari Fagundes (2017) Efficacy of auxiliary devices for removal of fluorescent residue after bracket debonding. The angle orthodontist: mayo de 2017, Vol. 87, No. 3, pp. 440-447.

Sam N. Suliman, Terry M. Trojan, Daranee Tantbirojn, and Antheunis Versluis (2015) Enamel loss following ceramic bracket debonding: A quantitative analysis in vitro . The angle orthodontist: julio de 2015, Vol. 85, No. 4, pp. 651-656.t

Irma Dumbryte, Tomas Jonavicius, Laura Linkeviciene, Tomas Linkevicius, Vytaute Peciuliene, and Mangirdas Malinauskas (2016) The prognostic value of visually assessing enamel microcracks: *Do debonding and adhesive removal contribute to their increase?*. The Angle Orthodontist: May 2016, Vol. 86, No. 3, pp. 437-447.

Rafael Santos Rocha , Fabio Martins Salomão , Lucas Silveira Machado , Renato Herman Sundfeld , and Ticiane Cestari Fagundes (2017) Efficacy of auxiliary devices for removal of fluorescent residue after bracket debonding. The Angle Orthodontist: May 2017, Vol. 87, No. 3, pp. 440-447.

<https://doi.org/10.2319/081916-629.1>