

Universidad Católica de Santa María

Escuela de Postgrado

Maestría en Odontoestomatología



**EFFECTO IN VITRO DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO
MÁS ÁCIDO FOSFÓRICO EN LA FILTRACIÓN DE LA INTERFASE
RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS, AREQUIPA, 2021.**

Tesis presentada por el Bachiller

Tejada Tejada, Renán Fernando

Para optar el Grado Académico de

Maestro en Odontoestomatología

Asesor

Magister: Portilla Miranda, Serey

**Arequipa-Perú
2021**

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ESCUELA DE POSTGRADO

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 01 de Septiembre del 2021

Dictamen: 004338-C-EPG-2021

Visto el borrador del expediente 004338, presentado por:

2016005191 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO

Titulado:

**EFFECTO IN VITRO DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO MÁS ÁCIDO FOSFÓRICO
EN LA FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS, AREQUIPA,
2021.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**0323 - ALVARADO ACO ALBERTO ARMANDO
DICTAMINADOR**



**1980 - VASQUEZ HUERTA ELSA CARMELA
DICTAMINADOR**



**2161 - QUIROZ HUERTA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

A **Dios**, por ser mi guía y cuidarme,
librándome de muchos peligros y
siempre manifestando su presencia.

A la memoria de mi **padre**, por tu gran ejemplo,
cariño y por siempre creer en mí, un beso al cielo.

A mi **madre** por su inconmensurable amor,
confianza, cariño y por esa fuerza y alegría que me
llena el corazón.

A **mi familia**, por el gran apoyo,
comprensión y amor durante el desarrollo
de la presente investigación.

A todas las **personas** que participaron
directamente e indirectamente en la presente
investigación.



“Para ser exitosos no necesitamos
hacer cosas extraordinarias.

Hagamos cosas ordinarias
extraordinariamente bien”

Mahatma Gandhi

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	2
 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	 3
1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	3
1.1. ÁCIDO FOSFÓRICO.....	3
1.2. ÁCIDO FOSFÓRICO EN ODONTOLOGÍA.....	4
1.2.1. ÁCIDO FOSFÓRICO AL 35% O 37% O AGENTE GRABADOR EN ODONTOLOGÍA.....	6
1.2.2. DESMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE.....	8
1.2.3. DESMINERALIZACIÓN POR ÁCIDO FOSFÓRICO.....	8
1.3. HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl).....	10
1.3.1. MECANISMOS DE ACCIÓN DEL HIPOCLORITO DE SODIO.....	11
1.4. DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE DENTAL.....	12
1.4.1. EL ESMALTE DENTAL.....	12
1.5. EMBRIOLOGIA DEL ESMALTE.....	14
1.5.1. ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DEL ESMALTE.....	14
1.5.2. UNIDAD ESTRUCTURAL BÁSICA DEL ESMALTE	14
1.5.3. UNIDADES ESTRUCTURALES SECUNDARIAS.....	15
1.5.4. SUPERFICIES DEL ESMALTE.....	17
1.5.5. PROPIEDADES FÍSICAS DEL ESMALTE.....	20
1.6. DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE.....	22
1.7. ADHESIÓN A ESMALTE DENTAL.....	24
1.7.1. ADHESIVOS DENTALES.....	24
1.7.2. COMPÓSICIÓN QUÍMICA DE LOS ADHESIVOS DENTALES.....	26
1.7.3. CLASIFICACIÓN DE LOS ADHESIVOS DENTALES.....	28
1.7.4. ADHESIÓN A ESMALTE.....	33
2. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	36

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	40
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN....	40
1.1. TÉCNICA.....	40
1.2. INSTRUMENTOS.....	46
1.3. MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	47
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	47
2.1 UBICACIÓN ESPACIAL.....	47
2.2 UBICACIÓN TEMPORAL.....	47
2.3 UNIDADES DE ESTUDIO.....	48
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN.....	49
3.1 ORGANIZACIÓN.....	49
3.2 RECURSOS.....	49
3.3 PRUEBA PILOTO.....	51
3.4 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	50
4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS.....	50
4.1 PLAN DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	50
4.2 PLÁN DE ANÁLISIS DE DATOS.....	50
 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 52
1. RESULTADOS.....	52
2. DISCUSIÓN.....	58
 CONCLUSIONES.....	 60
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63
 ANEXOS.....	 70
ANEXO 1 MATRIZ DE VACEADO DE DATOS.....	71
ANEXO 2 MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.....	73
ANEXO 3 FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA PARTE LABORATORIAL DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS CON LA TÉCNICA CONVENCIONAL SIN APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO.....	52
TABLA N° 2	FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS CON APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO.....	54
TABLA N° 3	NIVEL DE FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN GRADOS EN LOS GRUPOS A (CONTROL) Y B (EXPERIMENTAL).....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1	FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS CON LA TÉCNICA CONVENCIONAL SIN APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO.....	53
FIGURA N° 2	FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS CON LA APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO.....	55
FIGURA N° 3	NIVEL DE FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN GRADOS EN LOS GRUPOS A (CONTROL) Y B (EXPERIMENTAL).....	57

RESUMEN

La presente investigación busca determinar el efecto in vitro del hipoclorito de sodio al 5% gelificado más ácido fosfórico en la filtración de la interfase resina/esmalte de piezas dentarias.

Siendo el esmalte dental un tejido avascular, acelular y aneural, el que solo posee células en su periodo de desarrollo, entendiéndose la aplicación del hipoclorito de sodio al 5% como un proceso de desproteinización, que desaparece la biopelícula, ubicada en la superficie dentaria, removiendo colágeno, restos orgánicos, sustancias proteicas, que no se renueven durante el proceso de grabado ácido de manera adecuada.

El presente estudio es de tipo cuantitativo, transversal, descriptivo, prospectivo y no experimental, se utilizaron dos grupos de muestras de 30 unidades de estudio por cada grupo, en el primer grupo se realizó la técnica adhesiva convencional mientras que en el segundo grupo se adicionó la aplicación del hipoclorito de sodio al 5% gelificado, para luego en ambos grupos realizar la aplicación de un bloque de resina sobre el esmalte, estableciendo así las unidades de estudio y luego llevándose a cabo las respectivas técnicas de medición del presente estudio.

El presente estudio determinó que en el grupo A control (sin la aplicación del gel de hipoclorito de sodio al 5%), la filtración de interfase resina/esmalte fue en su mayoría regular con un 63.3%; en cambio, en el grupo B experimental (con la aplicación adicional del gel de hipoclorito de sodio al 5%), la filtración de interfase resina/esmalte fue predominantemente buena con un 53.3% y además se registró niveles de filtración nulos hasta en un 26.7%.

Estos resultados fueron contrastados con la prueba t-Student para muestras independientes, obteniendo $t = 4,524$ y una significancia bilateral $p = 0.00$; lo que indica que existen diferencias estadísticas significativas en la filtración de interfase resina/esmalte entre los grupos A y B, dado que $p < 0.05$.

Palabras claves:

- Desproteinización de esmalte
- Hipoclorito de sodio al 5% gelificado
- Adhesión a esmalte mejorada

ABSTRACT

The present investigation search to determine the in vitro effect of 5% gelled sodium hypochlorite more phosphoric acid on the filtration of the resin/enamel interface of teeth.

Being dental enamel an avascular, acellular and aneural tissue, which only has cells in its development period, and understanding the application of 5% sodium hypochlorite as a deproteinization process, which disappears the biofilm, located on the tooth surface, removing collagen, organic remains, protein substances, which are not renewed during the adequate acid etching process.

The present study is of a quantitative, cross-sectional, descriptive, prospective and not experimental type, were used two groups of samples of 30 study units for each group, in the first group was used the conventional adhesive technique while in the second group was added the application of the gelled 5% sodium hypochlorite, to then in both groups to apply a block of resin on the enamel, thus establishing the study units and then carrying out the respective measurement techniques of the present study.

The present study determined that in group A (without the application of the 5% sodium hypochlorite gel), the resin/enamel interface filtration was mostly regular with 63.3%; On the other hand, in group B (with the additional application of the 5% sodium hypochlorite gel), the resin/enamel interface filtration was predominantly good with 53.3% and, in addition, were registered very low filtration levels up to 26.7%. %.

These results were contrasted with the t-Student test for independent samples, obtaining $t = 4.524$ and a bilateral significance $p = 0.00$; which indicates that there are statistically significant differences in the resin/enamel interface filtration between groups A and B in the post-test, given that $p < 0.05$.

Keywords:

- Enamel desproteinization
- Gelled 5% sodium hypochlorite
- Improved enamel adhesion

INTRODUCCIÓN

En tiempos actuales la Odontología tiene como misión la búsqueda constante de mejoras en procedimientos clínicos como es la adhesión dental, haciendo de esta una técnica cada vez más confiable, efectiva y eficaz, existen muchas investigaciones enfocadas en los materiales dentales pero un punto a tomar en cuenta es la calidad de los sustratos a los que buscamos adherir nuestros materiales dentales (adhesivos dentales y resinas).

Los adhesivos dentales han tenido una gran evolución en las últimas décadas, sin embargo un punto importante en el protocolo adhesivo es el sustrato que permanecía aun con algunos detritos orgánicos que intervenían de manera directa en la calidad de la capa de imbricación creada entre el adhesivo dental y en este caso específico el esmalte dental.

Se han realizado múltiples estudios que determinaron la mayor eficacia de la capa adhesiva al esmalte luego de la aplicación del hipoclorito de sodio al 5% y en otras concentraciones muy cercanas, sustancia que actúa como un solvente orgánico, sin embargo la presentación convencional del mismo al ser líquida no permite o limita el control en lo que respecta a su posicionamiento en la cavidad dentaria, impidiendo que su efecto sea solo limitado al esmalte dental, por lo que el presente estudio procedió a gelificar el hipoclorito de sodio al 5% y evaluar la efectividad del mismo en la mejora de la resistencia a la filtración de la interfase resina/esmalte, entendiéndose que esta interfase (borde cavo superficial), es la primera zona de unión entre la resina y los tejidos dentarios, por lo que es la zona responsable de resistir la filtración marginal de las cavidades que pueden presentarse durante el día a día de nuestros pacientes, es bastante conocido que aun uno de los factores que afectan directamente a las restauraciones de resina dental es el CLET (Coeficiente Lineal de Expansión Térmica), el mismo que podría producir una falla en el sellado marginal de las restauraciones directas de resina, teniendo como consecuencia una pigmentación del borde cavo superficial de la restauración de resina produciéndose así mismo una infiltración bacteriana que podrían conllevar a una caries secundaria o problemas de sensibilidad post operatoria.

La ventaja de la aplicación del hipoclorito de sodio al 5% gelificado como sustancia desproteinizante del esmalte, significo una mejoría en la calidad de los patrones de grabado ácido del esmalte producidas por el ácido fosfórico, lo que permitió que la resistencia a la filtración de la interfase resina/esmalte y que es definitivamente una gran mejora y ayuda a la preservación de la integridad estructural de las restauraciones directas de resina dental.

Buscando que los resultados de esta investigación aporten al acervo cognitivo de la Odontología

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Dado que el hipoclorito de sodio al 5% gelificado es in solvente orgánico y tiene la propiedad de remover los compuestos orgánicos que podrían interferir negativamente con los procesos de grabado ácido y adhesión al esmalte dentario.

Es probable que mediante la utilización del hipoclorito de sodio al 5% gelificado previo a la aplicación del ácido fosfórico la filtración de la interfase resina/esmalte se menor.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto in vitro del hipoclorito de sodio al 5% gelificado más ácido fosfórico en la filtración de la interfase resina/esmalte de piezas dentarias.

Objetivos específicos

- Determinar el grado de filtración en la interfase resina/esmalte de unidades de estudio utilizando la técnica de grabado ácido.
- Determinar el grado de filtración en la interfase resina/esmalte de unidades de estudio utilizando la técnica del hipoclorito de sodio al 5% gelificado más grabado ácido.
- Determinar la diferencia en el grado de filtración en la interfase resina/esmalte de unidades de estudio utilizando la técnica de grabado ácido y la del hipoclorito de sodio al 5% gelificado más grabado ácido.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

1.1. ÁCIDO FOSFÓRICO.

El ácido fosfórico a veces también llamado **ácido ortofosfórico** es un compuesto químico ácido (al estar formado por la combinación química de dos o más elementos de la tabla periódica) y más precisamente un compuesto ternario que pertenece a la categoría de los oxácidos cuya fórmula química es H_3PO_4 (1).

Es un compuesto que contiene hidrógeno, oxígeno y fósforo, al tener un átomo de hidrógeno unido al oxígeno puede disociarse para producir el catión H^+ y el anión del ácido.

El anión asociado al ácido fosfórico se llama ion fosfato, muy importante en la biología, especialmente en los compuestos derivados de los azúcares fosforilados, como el ADN, el ARN y la adenosina trifosfato (ATP).

En su forma pura, este ácido es un sólido cristalino de color blanco, higroscópico y delicuescente. Con mayor frecuencia, el ácido fosfórico se almacena y distribuye en solución: en esta presentación, tiene un aspecto líquido transparente, ligeramente amarillento.

Se obtiene mediante el tratamiento de rocas de fosfato de calcio con ácido sulfúrico, filtrando posteriormente el líquido resultante para extraer el sulfato de calcio. Otro modo de obtención consiste en quemar vapores de fósforo y tratar el óxido resultante con vapor de agua (1).

1.2. ÁCIDO FOSFÓRICO EN ODONTOLOGÍA.

Reseña histórica:

La Academia de Odontología General (The Academy of General Dentistry) marca el desarrollo del Dr. Michael Buonocore como uno de los avances científicos más sobresalientes de la odontología en el siglo XX.

La identificación por parte del Dr. Buonocore de una solución de ácido fosfórico como un agente efectivo en el tratamiento y modificación de la superficie del esmalte dental es también considerada como un hito por la gran contribución reconocida en muchas áreas de la odontología moderna.

Se puede considerar que este avance en la odontología marcó el lanzamiento de la odontología adhesiva cuando se descubrió que la acción grabadora del agente ácido generaba irregularidades microscópicas en la superficie del esmalte, sobre la cual el material a base de resina podía fluir y penetrar en las indentaciones creadas para favorecer una unión mecánica sobre la estructura acondicionada al momento de endurecer.

Aun cuando el desarrollo de Buonocore surgió desde principios de los años 1950 y que la descripción del efecto del grabado del esmalte fue publicado en 1955 en un artículo referente considerado como un clásico.

Fueron varias las soluciones ácidas y preparaciones a distintas concentraciones en las que pensó Buonocore que podían ser las adecuadas para el acondicionamiento de la superficie dental, pero entendía bien que en el procedimiento del grabado también se deberían utilizar agentes que funcionaran como primers y/o limpiadores para poder crear la superficie adecuada. El intento inicial para acondicionar la superficie del esmalte lo hizo utilizando ácido muriático por su conocimiento del uso de este ácido sobre el concreto previo a la aplicación de pintura para buscar su mayor

prevalencia. Pero Buonocore decidió recurrir a soluciones de uso previo en la odontología, aunque no utilizados con la misma finalidad.

El ácido fosfórico a una concentración del 85% era el líquido con que se mezclaba el polvo tanto en el cemento de silicato como el de fosfato de zinc y Buonocore decidió continuar su línea de estudios de investigación con esa solución.

Su idea era únicamente lavar las caras oclusales con ácido para generar la limpieza de sus zonas irregulares y facilitar su humectación, pero descubrió que el ácido además generaba una superficie que era grabada, creando una gran cantidad de microporosidades y que no sólo eran más fácilmente humectadas por la resina acrílica, sino que una vez que la resina estaba endurecida, se adhería fuertemente a la superficie dental.

El resultado de utilizar este agente ácido generó lo que Buonocore denominó en un principio como grabado del esmalte, siendo este logro: la remoción de estructura externa del esmalte, el aumento en el área de superficie, la generación de una superficie más reactiva y el incremento de la porosidad de ésta.

Los trabajos de investigación de Buonocore le permitieron sugerir inicialmente que un buen grabado de la superficie del esmalte podía lograrse con un minuto o poco más del contacto con el ácido fosfórico al 85%.

Pero, estudios posteriores demostraron que disminuyendo la concentración del ácido entre 37 y 50% y el tiempo de grabado entre 20 y 30 segundos, se obtenía la misma topografía del grabado de la superficie de sus resultados iniciales.

Posteriormente, Chow y Buonocore en 1972 demostraron que las concentraciones por debajo de 30% de ácido fosfórico no eran tan aceptables para ser utilizadas como agentes grabadores porque al actuar sobre el esmalte podían formar bioproductos de reacción que

no eran fácilmente eliminados de la superficie y por lo tanto, podían interferir en la obtención de valores altos de retención (2).

1.2.1. Ácido fosfórico al 35% o 37% o agente grabador en Odontología:

Es un gel de base acuosa que a su vez es un sistema coloidal donde la fase continua es el ácido fosfórico propiamente dicho y la fase dispersa es sílice pilórico.

Tiene como composición básica al ácido fosfórico en una concentración que varía del 35% al 37%, contando además como espesante o sustancia gelificante al sílice pilórico, además de tener colorantes y agua deionizada, componentes que forman en su conjunto el 63% al 65% del gel de ácido fosfórico de uso odontológico.

La coloración del gel de ácido fosfórico puede variar de azul que es la más común a morado verde o rojo, lo cual está en función del pigmento adicionado por el fabricante y tiene por objetivo facilitar la visualización del mismo durante su aplicación, además debe poseer como propiedades adicionales tener una baja viscosidad y una buena tixotropía, propiedades que van a variar en función de la variación de porcentajes de los componentes adicionales al ácido fosfórico (35% o 37%), posee un Ph que oscila entre 0.5 y 1.5 y su función principal es el ataque químico de los diferentes tejidos dentarios.

El ácido fosfórico es también llamado ácido grabador o agente grabador y es el que interactúa con la hidroxiapatita del esmalte a través de reacciones ácido base formando sales de fosfato. Operacionalmente es la sustancia que desmineraliza el esmalte creando poros y surcos para mejor difusión del adhesivo dental.

Este ácido se puede utilizar en concentraciones de 30 a 40% y el tiempo de aplicación varía según el sustrato al que se va a aplicar (3) (4) (5).

El grabado ácido en el esmalte dental tiene como objetivos modificar el contorno superficial realizando una limpieza superficial y creando cavitaciones o rugosidades removiendo aproximadamente de 10 μm a 25 μm de cristales no reactivos, aumentar la energía superficial buscando una mayor humectancia debido a un ángulo de contacto menor del adhesivo con el tejido.

Estructuralmente el grabado ácido reacciona con la liberación de carbono y el desprendimiento de calcio y fósforo, formando irregularidades en el espacio intra e inter cristalino (4) (5) (6).

En el mercado encontramos diferentes productos a base de ácido fosfórico en concentraciones entre 35 y 37% para grabar el tejido dentario, principalmente lo que difiere uno con otro es la viscosidad del producto, la viscosidad se da por la aplicación de espesantes como el sílice pilórico o hidroxixelulosa que le dan la consistencia de gel o semi gel (4) (5) (6) (7).

Estos espesantes pueden influir o no en el tiempo de grabado ácido y en la resistencia adhesiva al esmalte (6) (8) (9).

La concentración de los ácidos fosfóricos afecta el grabado ácido, concentraciones mayores al 50% disuelven poco los minerales, formando rápidamente productos de reacción y limitando su acción.

Las concentraciones menores al 30% forman una sal, el fosfato dicalcio - dihidratado como producto de reacción, el cual no es totalmente soluble en agua interfiriendo en la adhesión (4) (10) (11).

La concentración recomendada para los ácidos fosfóricos es de 30-40%, proporcionando una adecuada desmineralización y patrón de grabado (4).

Desde que Buonocore, introdujo el ácido fosfórico para el grabado de la superficie dentaria se logró mayor receptividad para la adhesión y que la odontología hubiera progresado y mejorado en

las técnicas restaurativas, es ampliamente reconocido que la adhesión al esmalte grabado es sumamente confiable, predecible y duradera. (12).

1.2.2. Desmineralización del esmalte:

Se define como la disminución o pérdida de elementos minerales del esmalte dental por ataque ácido interno o externo, dado por diferentes procesos como caries, erosión, abrasión, adhesión, cementación y clareamiento, la desmineralización se inicia por la protonación del fosfato dentro de la apatita en el esmalte, finalizando con la pérdida de calcio (13).

1.2.3. Desmineralización por ácido fosfórico:

El grabado de la superficie del esmalte o acondicionamiento ácido del esmalte durante los procesos de adhesión, es una técnica importante de la práctica clínica.

El uso de selladores de fosas y fisuras, adhesión de materiales restauradores y cementación de restauraciones indirectas requieren de la técnica de grabado ácido.

El proceso lleva a cabo dos efectos deseados, primero la eliminación de la placa bacteriana y segundo el incremento de la porosidad de la superficie expuesta a través de la disolución selectiva de los cristales de hidroxapatita del esmalte, los cuales permiten una mejor superficie adherente para el adhesivo dental y los materiales restauradores.

La microscopía electrónica de barrido demuestra físicamente los efectos del grabado ácido sobre la superficie del esmalte, donde predominan tres patrones de grabado ácido (14).

Estos cambios morfológicos fueron identificados inicialmente y clasificados por Gwinnett (1971) y Silverstone (1975) en tres patrones.

- En el Tipo I el ácido grabador disuelve la cabeza del prisma mientras que el material periférico o sustancia interprismática se mantiene intacta.
- En el tipo II, el ácido diluye la zona periférica de los primas mientras que la cabeza de los prismas permanece relativamente intacta.
- En el tipo III el cambio no tiene características específicas pero ostenta generalmente alguna disolución superficial.

Estos patrones de grabado del esmalte pueden aparecer al azar por cualquier punto del esmalte, clínicamente únicamente podemos distinguir una superficie blanca, opaca o sea exhibiendo la cantidad y no la calidad de las superficies afectadas. Silverstone, después demostró que las mejores superficies de grabado son las del patrón I y II porque la superficie ofrecía áreas retentivas de mayor tamaño y profundidad. En cambio el patrón tipo III, carecía de una morfología definida y profunda, careciendo de la retención micromecánica ofrecida por los dos patrones anteriores (15).

Todavía existe el debate del porque el grabado ácido produce diferentes patrones de grabado. La explicación más común es que el tipo de grabado ácido depende de la orientación de los cristales del esmalte. Estudios ultra estructurales de la disolución cristalina del esmalte indican que los prismas se disuelven más rápidamente por sus terminaciones que por sus lados. Por lo tanto los prismas del esmalte que corren perpendiculares a la superficie del esmalte son los más vulnerables. El tipo I de grabado ácido puede ser

explicado fácilmente porque los prismas que alcanzan la superficie del esmalte tienen diferentes inclinaciones comparado con la sustancia interprismática (14).

Carpena confirma que a diferencia de angulación de los cristales prismáticos causa que el ácido tenga un mayor potencial de desmineralización en ciertas microrregiones. Luego de la preparación cavitaria y dependiendo de la angulación de los prismas, la desmineralización puede ser mayor al centro del mismo o en la periferia (16).

1.3.HIPOCLORITO DE SODIO (NaOCl).

El cloro es considerado como un componente muy mercantilizado en la tierra. No se localiza libremente en el medio ambiente, sino su existencia se debe gracias a la mezcla del sodio, potasio, calcio y magnesio. El agregado activo del hipoclorito resulta ser el cloro, también llamado cloro libre (17).

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es un fluido claro, empaldecido, verde amarillento, de extrema alcalinidad y tendencia a oler fuertemente a cloro; cuya acción tiende a disolver el tejido orgánico. También es considerado como un poderoso agente antimicrobiano; utilizado para la irrigación de conductos radiculares (18).

El NaOCl, también es considerado como desinfectante en el entorno odontológico. Esta solución presenta como desventaja el hecho de ser soberanamente tóxica, no obstante, es una de la más usada en la odontología (19).

Debido a que esta solución tiene un pH alto, actuando directamente en la actividad metabólica en la membrana plasmática logrando la

degeneración fosfolipídica explicando de ahí su acción antimicrobiana (20).

Aumentando la retención donde se aplicó el agente desproteinizante al 5,25% durante 1 minuto seguido del agente desmineralizante al 37% (21).

1.3.1. Mecanismos de acción del hipoclorito de sodio:

El mecanismo de trabajo del hipoclorito de sodio incluye:

- La saponificación: es el motivo de la reducción de la tensión superficial cuando se utiliza esta operación.
- Disolución de tejido: Depende de la concentración procesada para lograr una mayor disolución. Esto tiene menos efecto sobre los tejidos sanos, mientras que el tejido necrótico es el tejido más afectado.
- Desproteización: este es el mecanismo que hace que las cadenas poli peptídicas en las fibras de colágeno se dividan, haciendo que el prisma del esmalte sea inmune.
- Remineralización: Tras el tratamiento con hipoclorito de sodio, se puede obtener dentina pulida, aumentando así la permeabilidad del adhesivo.
- Neutraliza los aminoácidos.
- Durante el proceso el cloro reacciona con los grupos amino, lo que conducirá a la producción de cloraminas, las cuales afectarán la inhibición de las enzimas esenciales de las bacterias, afectando así su metabolismo (22).

1.4. DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE DENTAL.

1.4.1. El esmalte dental:

El esmalte también conocido como tejido o sustancia adamantina, ubicado en la parte más externa de la porción coronaria de las piezas dentarias y tiene como principal función la protección del complejo dentino pulpar y es definido como una biocerámica, translúcida, birrefringente y anisotrópica.

El esmalte dental químicamente está conformado en un 95% por una matriz inorgánica, 2% de matriz orgánica y finalmente con 3% de agua.

En cuanto a la matriz inorgánica está constituida principalmente por Hidroxiapatita (HA) carbonatada que son sales minerales de fosfato y carbonato de calcio, cuya fórmula química general corresponde a $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ y que mediante un proceso de cristalización forman cristales inorgánicos de hidroxiapatita, (cristales de esmalte) siendo estos la unidad estructural fundamental del tejido adamantino (23).

En la matriz inorgánica existen también en una mínima proporción sulfatos y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso y cobre.

La composición o matriz orgánica del esmalte es de tipo proteica y enzimática y constituye un complejo sistema de multi agregados polipéptidos. Entre las proteínas presentes en mayor o menor medida en la matriz orgánica del esmalte en las distintas fases de su formación se encuentran, las amelogeninas, moléculas hidrofóbicas, son las más abundantes y disminuyen a medida que aumenta la madurez del esmalte. Las enamelinas, moléculas hidrofílicas que se localizan periferia de los cristales formando las proteínas de cubierta. Las

ameloblastinas o amelinas, se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales. La tuftelina, se localiza en la zona de unión amelodentinaria al comienzo del proceso de formación del esmalte.

También existen proteínas séricas, enzimas y pequeños porcentajes de condritín 4-sulfato, condritín 6-sulfato y lípidos (24).

Mientras que el agua que la constituye, se encuentra en la zona periférica del cristal, dando lugar a la capa de hidratación, la misma que se verá reducida de manera progresiva con la edad (25).

El esmalte dental es el tejido más duro y altamente mineralizado del cuerpo humano. Gracias a su elevada dureza, comportamiento mecánico y ubicación más externa en el diente, permite la protección contra daños externos de la dentina y la pulpa que se encuentran en su interior, pero los cristales del esmalte son solubles frente a un ataque ácido (26).

Al ser el tejido más duro del organismo, esta propiedad le permite soportar cargas pesadas de la masticación y limitar la magnitud de su desgaste (27).

El esmalte recubre la corona anatómica del diente y presenta un espesor variable, 2mm en los bordes incisales, de 2,3 a 2,5 mm. en las cúspides de los premolares y de 2,3 a 3 mm en las cúspides de los molares, es sumamente delgado en los surcos intercuspídeo y fosas, presenta su mínimo espesor a nivel de la conexión amelo cementaria (28).

1.5. EMBRIOLOGÍA DEL ESMALTE.

El esmalte embriológicamente es un tejido procedente del ectodermo, que se origina en el órgano del esmalte a través de unas células especializadas llamadas ameloblastos.

Lo mencionó Henostroza, el esmalte maduro es acelular, aneural, avascular, por tanto no debería ser denominado como un tejido, puesto que en su periodo de formación presenta células ameloblásticas siendo ahí un tejido propiamente dicho, pero en la maduración del mismo va perdiendo esta condición celular, lo cual lo definiría de manera más exacta como un material o sustancia extracelular; de igual manera dichas características lo restringen para su regeneración.

En tal virtud el esmalte al ser sometido a traumatismos, fracturas, erosiones, abrasiones, abfracciones o stress oclusal, con consecuencia de pérdida de tejido por dichas exposiciones, por sí solo no es susceptible de lograr su reconstrucción pero si es posible su remineralización.

Las células encargadas de la producción del esmalte dental degeneran durante la erupción dentaria por apoptosis (29).

1.5.1. Estructura Histológica del Esmalte:

Constituida por una unidad básica (el prisma del esmalte) y por las unidades secundarias (27).

1.5.2. Unidad Estructural Básica del Esmalte

a. Esmalte Prismático

- **Morfología de los Prismas:** Son estructuras longitudinales de 4µm, de espesor promedio, se dirigen desde la conexión

amelodentinaria hasta la superficie del esmalte, su longitud es mayor que el esmalte, su diámetro varía entre 4-1 μ m, es menor en su punto de origen y aumenta gradualmente a medida que se acerca a la superficie libre, el número de prismas varía entre 5 a 12 millones.

- **Composición de los Prismas:** Constituido por millones de cristales de hidroxiapatita, de tamaño y forma variables, densamente condensados formando un patrón de orientación diferenciado que proporciona resistencia e identidad estructural a los prismas del esmalte.
- **Orientación de los Prismas:** Los prismas que se dirigen desde la superficie de la dentina hacia la superficie externa del diente, se organizan y disponen en hileras o planos circunferenciales alrededor del eje mayor del diente. Entre las hileras y planos sucesivos existe un cambio de orientación de uno a dos grados (30).

b. Esmalte Aprismático

El esmalte aprismático es material adamantino carente de prismas, posee los cristales de hidroxiapatita o cristales de esmalte desorganizados o en disposición amorfa, se localiza en la superficie externa del esmalte prismático y posee un espesor de 30 μ m (30).

1.5.3. Unidades Estructurales Secundarias:

Se originan a partir de las unidades estructurales primarias:

- **Estrías de Retzius**
Variaciones que se producen en la estructura y la mineralización de los prismas del esmalte reciben el nombre de estrías de

incremento de retzius, pueden considerarse como anillos de crecimiento.

- **Laminillas o Fisuras del Esmalte**

Son defectos laminares muy finos que existen entre grupos de prismas y van desde la superficie del esmalte hacia la unión dentina-esmalte, llegando a veces a la dentina, constituidos básicamente por tejidos poco o nada mineralizados, contienen materia orgánica y favorecen la penetración bacteriana en el diente y la caries dental.

- **Penachos de Linderer**

Son estructuras hipomineralizadas de bastoncillos de esmalte y sustancia interprismática que se proyectan entre los grupos adyacentes de prismas de esmalte desde la unión dentino-esmalte, nace en la dentina y penetran en el esmalte hasta su tercio interno.

- **Bandas de Hunter-Schreger**

Los cambios en la dirección de los prismas del esmalte que limitan las fracturas en sentido axial producen un efecto óptico traducido en unas bandas claras y oscuras denominadas parazonas y diazonas, estas bandas presentan anchura variable, permeabilidad y contenido orgánico ligeramente diferente, sus límites son imprecisos y ocupan las cuatro quintas partes más internas del mismo.

- **Esmalte Nudoso**

Es una zona singular y especial del esmalte prismático que se localiza en regiones cervicales, zonas incisales y oclusales, está formado por grupos de prismas que pueden entrelazarse con grupos adyacentes y seguir un rumbo curvo irregular hacia la superficie dental.

- **Conexión Amelodentinaria**

Presenta un perfil festoneado y ondulante y las crestas de las ondas penetran en el esmalte. Las proyecciones redondeadas de esmalte se imbrican con presiones poco profundas de la dentina, es una zona hipomineralizada.

- **Husos Adamantinos**

Son procesos odontoblásticos que atraviesan en ocasiones la unión dentina-esmalte pueden actuar como receptores del dolor.

- **Periquematías y Líneas de Imbricación de Pickerill**

Son formaciones íntimamente relacionadas con las estrías de retzius por una parte y con la periferia media ambiental por otra, son surcos poco profundos existentes en la superficie del esmalte, en la porción cervical de la corona, dichos surcos son estrías de retzius observadas desde la superficie del esmalte (30).

1.5.4. Superficies del Esmalte:

a. Superficie Interna:

- **Límite Amelodentinario:** no es una zona donde los tejidos tengan una separación lisa y regular; sino, una zona donde se relacionan con un límite irregular festoneado, con salientes de la dentina respecto del esmalte; esto se debe a que la dentina está formada por células colágenas mineralizadas y los cristales de la dentina quedan integrados con los del esmalte, dejando este límite regular. Este límite le da mejor agarre a las fuerzas laterales. Los cristales de esmalte quedan todos en la misma dirección (porque la célula no tiene una punta que de la forma prismática de herradura) por lo que en este límite, en un espesor de 5 micrones, el esmalte es aprismático, de estructura homogénea.

- **Penachos del Esmalte:** son zonas del esmalte menos mineralizadas, por lo que tienen más sustancia orgánica; es una lámina pero en un corte se ven sus bordes como un arbusto. No significan menor resistencia a las caries, porque están en la superficie interna.
- .
- **Husos:** son puntas de las prolongaciones de odontoblastos que quedan metidos en el esmalte.

b. Superficie Libre o superficie externa:

- **Líneas de Imbricación, Periquematos o Periquematías:** Surcos poco profundos en sentido horizontal, más tupidos hacia el cuello y menos hacia oclusal. Corresponden a las estrías de Retzius. El desgaste masticatorio y del cepillo hace que con los años desaparezcan.
- **Extremos de los Prismas:** Entre cada línea de imbricación la superficie no es lisa, sino llena de concavidades, cada una de las cuales corresponde al punto de llegada de un bastón. Otras veces hay áreas de unos 30 micrones de espesor de esmalte aprismático (más común en la dentición temporal y zonas cervicales en dientes permanentes) porque el ameloblasto modifica su forma al llegar a la superficie libre.
- **Laminillas del Esmalte:** Son líneas que van desde la superficie libre hasta la dentina, aunque no necesariamente llegan a la dentina. No corresponde a trizaduras del esmalte, sino que a zonas hipomineralizadas, lo que se produce durante la formación del esmalte. Se clasifican como laminillas de tipo I, II y III, lo que obedece al mayor o menor compromiso del esmalte.
 - Laminillas tipo I: no comprometen todo el espesor del esmalte, es el menor defecto.

- Laminillas tipo II: abarca desde la superficie hasta el límite amelodentinario, incluso compromete a la dentina; aquí además hay restos celulares que han quedado durante la formación del esmalte.
- Laminillas tipo III: son más profundas y anchas, de tal forma que han permitido el ingreso de elementos extraños desde la cavidad bucal hasta esta zona (30).
- **Cutícula del Esmalte o Cutícula Primaria o Membrana de Nasmith:** Es una película orgánica que se forma en toda la superficie del esmalte; mide solo algunos micrones de grosor. Esta capa de glicoproteínas es secretada por las propias células formadoras del esmalte. Esta cutícula se pierde rápidamente con el roce de la masticación, durando más en aquellos lugares menos expuestos al roce. Al desaparecer esta cutícula, encima del esmalte se forma otra película orgánica llamada cutícula secundaria, la que tenemos diariamente; no es producto de células, sino que proviene de los elementos que están en la saliva y de los alimentos. En esta fina película se depositan los gérmenes y la colonizan, formando la placa bacteriana, la que posteriormente causará desmineralización del esmalte (28).
- **Fosas y Fisuras del Esmalte:** la zona más profunda entre dos elevaciones constituye una fosa, la que normalmente se continúa con una fisura. Estas no son fallas del esmalte, sino parte de su conformación natural. Las fosas y fisuras son en su mayoría profundas y finas, generando un ancho de solo algunos micrones entre ambas superficies. Existen restos de alimentos microscópicos y bacterias (que miden 0,1 o 0,2 micrones) capaces de penetrar por estas fisuras, por lo que constituyen siempre puntos iniciales de caries. Agreguemos además que este sitio está ajeno al roce de los dientes y al del cepillo. Dada la disposición del esmalte, la caries se va a propagar entre sus líneas, siendo la abertura de esa caries

del tamaño de las fosas y fisuras; este proceso llega a la dentina, se extiende más rápido hacia los lados, originando puntos de esmalte que no están apoyados en dentina, los que finalmente se rompen (31).

1.5.5. Propiedades físicas del esmalte:

El esmalte es translúcido, carece de color por sí solo y los grados de translucidez se asocian al de espesor de este en las distintas zonas de la corona dental, se llega a hacer más translucido en función al mayor grado de mineralización que alcance.

Los distintos grados de translucidez del esmalte dental influyen en el color de los dientes, así los dientes blanco amarillentos se dan porque contienen un esmalte fino, lo que hace que el color amarillento de la dentina provoque este efecto y el efecto inverso en dientes con un grosor de esmalte mayor dándole un tono entre grisáceo y blanquecino.

La diferente uniformidad y grado de calcificación del esmalte producirá efectos translúcidos diferentes a nivel del esmalte dental (24) (32).

Debido a la escasa cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee, el esmalte presenta una escasa elasticidad, lo que lo convierte en un tejido bastante frágil por sí solo, con una alta tendencia a la fractura cuando pierde su base de dentina sana, dicha elasticidad mínima que presenta es mayor en la zona de cuellos de los prismas, debido a que en esta zona del prisma hay mayor concentración de sustancia orgánica, el módulo de elasticidad del esmalte dental es de 72.7 a 82.5 Gpa. (24).

El esmalte dental tiene un elevado porcentaje de mineralización, su dureza crea el efecto resistencia al desgaste, la dirección de los

prismas del esmalte tiene injerencia en cuanto al nivel de dureza que presenta, cuando la dirección del prisma es paralela a la superficie externa del esmalte o zona de aplicación de fuerza su dureza y resistencia al desgaste es mayor y cuando la dirección del prisma es perpendicular a la superficie externa del esmalte o zona de aplicación de fuerza su dureza y resistencia al desgaste es menor.

La dureza del mineral apatita es similar a la del esmalte, que es de 3.1 a 4.7 Gpa. En la escala de dureza de Mohs que va del 1 al 10 el esmalte tiene una dureza de 5 y en la escala de dureza de knoop el esmalte tiene una dureza de 343, lo que hace que el esmalte dental sea la sustancia más dura del organismo (33).

En varios estudios se ha demostrado que vías submicroscópicas supuestamente presentes en el esmalte dental permiten el transporte molecular y de iones, por lo que el esmalte dental permanente se vuelve semipermeable al permitir que ciertas sustancias pasen a través de él, permitiendo la difusión de agua y el intercambio iónico de calcio, fosfato y fluoruros que salen y entran del mismo, dependiendo de las concentraciones y pH presentes en su entorno.

Otros investigadores dicen que el esmalte tiene un efecto amortiguador, es decir, posee la propiedad de captación continua de ciertos iones y/o moléculas en forma de saliva, mecanismo conocido como remineralización (24) (33).

Otra propiedad importante del esmalte dental es su alta radiopacidad debido a su alto porcentaje de mineralización (96%) siendo la estructura más radiopaca del cuerpo humano (24).

1.6 Desproteinización del esmalte dental:

El primer intento por lograr una eficiente adhesión a los tejidos que componen el órgano dental se lo atribuyó al suizo Oscar Hagger quien en 1949 realizó la patente de la solución basada en di metacrilato del ácido glicerofosfórico (34).

Uno de los factores que favorece la adhesión es que la superficie se encuentre limpia, es así que actualmente encontramos soluciones que permitan la eliminación de microorganismos. Una de estas sustancias es el hipoclorito de sodio (35).

El hipoclorito de sodio cumple con la propiedad de antimicrobiano, ya que posee un alto pH (presencia de iones hidroxilos). El alto pH del NaOCl va actuar en la integridad de la membrana citoplasmática con una inhibición enzimática irreversible, alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y degradación de fosfolípidos observada en la peroxidación lipídica, es decir los iones hidroxilos (OH) libres se unen a iones de calcio desnaturalizando la formación de proteínas (36).

El hidróxido de sodio (NaOH) actúa sobre los ácidos grasos y lípidos, reduciendo la tensión superficial del sustrato dentario. El ácido hipocloroso (HClO) tiene la capacidad de acondicionar y de neutralizar los aminoácidos. El ion cloro actúa directamente en el metabolismo celular del microorganismo inhibiendo su actividad enzimática (37).

Las propiedades de este químico en el campo de la Odontología han sido estudiadas durante casi un centenario. Sin embargo, desde que empezó el auge de la desproteinización, ciertos efectos del NaOCl probablemente no tan conocidos en el tejido dentario es necesario a considerar para la utilización del mismo dentro del protocolo adhesivo.

Entre estas propiedades tenemos el desbridamiento, la lubricación, agente antimicrobiano, disolución de tejidos, baja tensión superficial, agente blanqueador, agente acondicionante y agente desproteinizante (20).

“Como agente desproteinizante, esta solución produce la fragmentación de las cadenas poli peptídicas de las fibras presentes en el tejido dentario, dejando intacto los cristales de hidroxiapatita” (15).

Conociendo la composición del esmalte, sabemos que este no cuenta con una matriz orgánica significativa y que la adhesión de los materiales odontológicos a este nivel este netamente micromecánica, determinada por los patrones de grabado que se forman luego del acondicionamiento con ácido ortofosfórico.

Se reveló que el ácido fosfórico en el protocolo adhesivo convencional tiene la capacidad de grabar menos del 50% de la superficie tratada y que el pre tratamiento con NaOCl al 5.25% durante 60 segundos sobre esmalte duplica dicho acondicionamiento a casi un 94%, obteniéndose mayor cantidad de patrones de grabado tipo 1 y 2; y un menor número de patrones tipo 3 mejorando significativamente el sustrato (21).

Con respecto a la resistencia al desprendimiento al esmalte desproteinizado y grabado, se ha demostrado que con el implemento de la desproteinización la resistencia al desprendimiento resina-esmalte aumenta el 30% (38).

La propiedad desproteinizante del hipoclorito de sodio tiene como finalidad de eliminar elementos u residuos orgánicos y la película adquirida sobre el esmalte, propia de la preparación cavitaria, los cuales no pueden ser removidos mediante pulido ni acondicionando debido a las proteínas inmersas en los cristales del esmalte.

Este efecto permite obtener una superficie adamantina limpia y con su matriz inorgánica totalmente expuesta, confiriendo que la acción del ácido fosfórico sea más efectiva (39).

El proceso de desproteinización está vinculado directamente con el uso del cloro, este fenómeno químico se lleva a cabo debido a que la solución en mención forma cloraminas, las mismas que no solo cumplen con una función bactericida y bacteriostática, sino que también crea micro rugosidades en la superficie adamantina como consecuencia de la eliminación de la capa proteica que esta presenta (28).

La desproteinización del esmalte previo al grabado ácido es un elemento fundamental para logra que el ácido fosfórico ejerza su acción sobre la superficie del esmalte a tratar, aumentando la superficie de esmalte grabada en forma retentiva, con la posibilidad de obtener mayor retención, sellado marginal y excelentes resultados clínicos a largo plazo. Este novedoso procedimiento es conveniente adicionarlo al protocolo del tratamiento de adhesión al esmalte (35).

1.7 ADHESIÓN A ESMALTE DENTAL.

1.7.1 Adhesivos dentales:

Desde que Buonocore en 1955, introdujo el concepto de tratar el esmalte para alterar químicamente sus características superficiales y permitir la adhesión de los materiales restauradores a la superficie de esmalte dentario, la odontología adhesiva ha cambiado y evolucionado rápidamente.

Esto se debe al hecho de que se requiere la adhesión para oponerse y soportar las fuerzas de contracción durante la polimerización de la resina compuesta y para promover una mejor retención e integridad

marginal durante el funcionamiento de la pieza dentaria restaurada (40).

Actualmente el progreso de los biomateriales está enfocado hacia el mejoramiento de sus componentes, el funcionamiento del material y la simplificación de las técnicas en los procedimientos clínicos, con el propósito de alcanzar mejores resultados en menor tiempo (41).

Para lograr adhesión a estructuras dentarias, se pueden utilizar sistemas adhesivos con un grabado ácido de las estructuras dentarias, o actuando ellos mismos como agentes acondicionantes y adhesivos, como por ejemplo los adhesivos autograbadores /autoacondicionantes o adhesivos universales (42).

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales que constituyen uno de los puntos críticos dentro de los protocolos clínicos de restauraciones estéticas (43).

Los estudios sobre adhesión a los distintos sustratos dentarios constituyen gran parte de las investigaciones realizadas en odontología con el objetivo principal de alcanzar aquel sistema capaz de cumplir con los tres objetivos de la adhesión dental propuestos por Norling en 2004, los cuales son:

- Conservar y preservar más estructura dentaria.
- Conseguir una retención óptima y duradera.
- Evitar micro filtraciones (44).

Se define a los adhesivos como la sustancia capaz de unir dos cuerpos a través de un fenómeno que se llama adhesión. Por su parte el adherente es el cuerpo al que el adhesivo o material dental se une. Para lo cual será necesaria una buena preparación de las superficies donde se generara la adhesión (45).

Los adhesivos dentales son fluidos viscosos, que unen dos sustratos, estos al solidificarse son capaces de transferir una carga de una superficie a otra (46).

Los adhesivos dentales son de naturaleza distinta a la estructura dental en la que deben adherirse y por ello se han utilizado una serie de sustancias fluidas que mejoran las propiedades de ambos sustratos y favorecen la unión entre ellos. Estos compuestos, se agrupan bajo el nombre genérico de adhesivos dentinarios o sistemas de adhesión y se componen básicamente de resina fluida sin carga inorgánica. La primera de ellas fue el Bis-GMA desarrollado por Bowen. La adhesión no es una propiedad intrínseca de los sistemas adhesivos, sino la respuesta a un ensamblaje de cargas moleculares, que en Odontología se conocen como fuerzas de adhesión (47).

1.7.2. Composición química de los adhesivos dentales:

- a. Resina hidrofílica. Las más utilizadas son el HEMA (hidroxietilmetacrilato), y el 4-META (4-metacriloxietil trimetílico anhídrido) y el PMDM (P- dimetacrilato pirometílico ácido). Hay otras moléculas que utiliza cada fabricante. La gran variedad de ellas complica el conocimiento profundo en este terreno sea muy complicado.

- b.** Resina hidrofóbica. Es una resina convencional, sin relleno, similar a la que se utilizaba desde siempre en la técnica de grabado de esmalte. Está compuesta por resina Bis-GMA y/o uretano dimetacrilato. Algunos adhesivos, con la intención de simplificar la técnica clínica, mezclan la resina hidrofóbica con la hidrofílica en un solo componente.
- c.** Solventes. Para facilitar su difusión por el entramado de colágeno las resinas van disueltas en un transportador. Los dos más empleados son el alcohol etílico y la acetona, si bien la tendencia actual es la de usar el agua para dicho fin. Ambos facilitan la penetración de la resina en un medio húmedo como es la dentina y se eliminan con facilidad, condición trascendental para el uso clínico.
- d.** Fotoiniciadores. Al igual que en las resinas compuestas, la fotopolimerización se pone en marcha por medio de moléculas de canforoquinona que lleva el adhesivo, cuando es fotopolimerizable. Téngase en cuenta que para algunas de las aplicaciones de los adhesivos es preferible que sean autopolimerizables, como ocurre en el caso de amalgamas adheridas o de cementación con resinas.
- e.** Catalizadores. Algunos adhesivos incorporan un catalizador como TBB (Tributil Borano) necesario para alguna de las reacciones químicas que se van a poner en marcha.
- f.** Relleno inorgánico. Con la idea de fortalecer la interfase y de compensar la contracción de polimerización, algunos adhesivos incorporan pequeñas cantidades de microrelleno, que por lo general es vidrio o sílice coloidal (48).

1.7.3. Clasificación de los adhesivos dentales:

La clasificación antiguamente empleada en el medio científico tecnológico se basaba en la aparición cronológica de los sistemas adhesivos en el mercado odontológico, se consideraba que existían seis o siete generaciones, sin embargo esta clasificación no permitía que los sistemas adhesivos sean categorizados con criterios objetivo y científico.

Van Meerbeek & Colaboradoes (2011), propusieron un sistema de clasificación que se sustenta primordialmente en la estrategia o mecanismo de adhesión utilizado, resumiendo así la diversidad de sistemas que se encuentran en el mercado dental que son capaces de promover la adhesión dental (49).

- Adhesivos de tres pasos clínicos (Total Etch Systems):

Requieren del grabado ácido (de esmalte y dentina), lavado y secado, utilización de un agente imprimador y adhesivo como pasos previos a la colocación de la resina compuesta.

Una vez desmineralizados los tejidos, la función de los primers es transformar la superficie dental hidrofílica en hidrofóbica para conseguir así la unión de la resina adhesiva. Para ello, estos agentes contienen en su composición monómeros polimerizables con propiedades hidrofílicas, disueltos en acetona, agua y/o etanol. Estos sirven para transportar los monómeros a través del tejido grabado (50).

Los sistemas adhesivos que contienen solventes orgánicos volátiles como el etanol y la acetona, se fundamentan en su capacidad para desplazar el agua remanente, facilitando así la penetración de los monómeros polimerizables a través de las microporosidades generadas por el grabado ácido en esmalte,

dentro de los túbulos dentinarios abiertos y a través de los nanoespacios de la red colágena en la dentina. De esta forma se conseguiría una infiltración completa de los tejidos, siempre que estos últimos estén previamente humedecidos.

Los imprimadores solubles en agua contienen fundamentalmente HEMA y ácido polialquénico. Estos materiales basan su mecanismo de acción en que, tras su aplicación y al secar la superficie con aire, el agua se evapora, aumentando la concentración de HEMA. Este principio de diferencia de volatilidades del solvente frente al soluto es muy importante. El agua tiene una presión de vapor mucho más alta que el HEMA, esto permite su retención puesto que el solvente, el agua se evapora durante el secado.

El procedimiento de imprimación termina con una dispersión, utilizando un chorro suave de aire, que tiene la finalidad de remover el solvente y dejar una película brillante y homogénea en la superficie. El tercer paso consiste en la aplicación de un agente de unión hidrofóbico, el cual se unirá químicamente con la resina compuesta, aplicada a continuación.

Una de las ventajas de los sistemas de tres pasos clínicos es su capacidad de obtener una resistencia de adhesión adecuada a esmalte y dentina. Sin embargo, estos sistemas poseen el inconveniente de que su técnica es muy sensible debido al número de pasos clínicos necesarios para su aplicación y al riesgo de sobre humedecer o reseca la dentina durante el lavado y secado tras la aplicación del ácido grabador. Estos adhesivos han logrado valores de resistencia de unión de aproximadamente 31 MPa. (51)

- Adhesivos de dos pasos clínicos:

Básicamente el mecanismo de adhesión empleado por estos sistemas no difiere del realizado por sus precursores de tres pasos, pero son más sensibles a la técnica.

Estos sistemas necesitan que se aplique una técnica de adhesión húmeda al no realizarse el paso de imprimación de forma independiente. El tejido debe mantenerse húmedo para evitar que, en el caso de la dentina, el colágeno desmineralizado se colapse impidiendo la infiltración incompleta del adhesivo. Sin embargo, para el clínico, conseguir el grado de humedad óptimo es muy difícil y por ello esta técnica se considera sensible al operador.

Estos sistemas permitieron simplificar la técnica clínica, reduciendo relativamente el tiempo de trabajo. Se describen dos procedimientos:

- Por un lado el imprimador y el adhesivo se presentan en un solo envase y por separado se dispensa el agente de grabado ácido. Estos sistemas tienen el inconveniente de que el ácido debe lavarse con agua y luego secar, sin embargo la dentina debe permanecer húmeda luego de este acondicionamiento ácido, lo cual es difícil de estandarizar clínicamente debido a la inestabilidad de la matriz desmineralizada.
- Por otro lado al imprimador se le han unido monómeros con grupos ácidos capaces de ejercer la acción del agente de grabado ácido y de esta forma acondicionar el tejido dentario para la adhesión. Estos sistemas tienen la ventaja de que se elimina la fase lavado y la superficie de dentina queda adecuadamente preparada para recibir el agente adhesivo.

- Adhesivos de un solo paso clínico (Single Step all-in-one Adhesives):

Estos combinan las tres funciones, grabado ácido, imprimación y adhesión en una sola fase y su ventaja principal consiste en la facilidad de su aplicación, además de eliminar el lavado de la superficie solo requieren de un secado para distribuir uniformemente el producto antes de su fotopolimerización (52).

En estos sistemas adhesivos la técnica ha sido simplificada al máximo permitiendo mantener en una solución los componentes de monómeros acídicos hidrófilos, solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina y el funcionamiento del sistema (53).

Los solventes como acetona o alcohol son mantenidos en la solución, pero al ser dispensados se inicia la evaporación de los solventes, la cual dispara la reacción de la fase de separación, la formación de múltiples gotas de agua y la inhibición por el oxígeno, disminuye su grado de conversión, lo cual favorece la degradación hidrolítica, afectando la capacidad de unión en la interfaz adhesiva (54).

Van Meerbeek y col. reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 20 MPa. (55).

- Adhesivos Universales

Este tipo de adhesivos permiten técnica de grabado total, grabado selectivo y autograbado, además estas ofrecen unión a esmalte, dentina, porcelana, metal, resina o circonio (56).

Este nuevo tipo de adhesivo es mejorado debido a la nueva incorporación de MDP (optimiza la capacidad de autograbado del adhesivo, además proporciona unión química con el óxido de circonio, alúmina y otros metales) y silano (establece unión entre el adhesivo y la superficie cerámica) (57) .

Esta nueva filosofía de adhesión versátil aboga por el uso de la opción más simple de cada estrategia, es decir, autograbado de un solo paso (SE) o grabado y enjuague de dos pasos (ER), utilizando la misma única botella de la solución adhesiva que definitivamente es mucho más desafiante para sustratos dentales de distintas naturalezas (es decir, dentina sólida, cariada, esclerótica, así como esmalte); De antemano, es recomendable grabar el esmalte con ácido fosfórico, de hecho, los componentes de imprimación y adhesión pueden estar separados o combinados, lo que resulta en tres pasos o dos pasos para los sistemas de grabado y enjuague, y dos pasos o un paso para los adhesivos de autograbado (58).

Los adhesivos universales recientemente desarrollados tienen una capacidad de unión química debido a monómeros funcionales a la hidroxiapatita, que es importante para la estabilización de la unión con el tiempo, entre los monómeros funcionales utilizados en la actualidad, 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (10MDP) ha mostrado una unión eficaz y duradera a la dentina (59).

El MDP es un compuesto que forma parte de algunos sistemas adhesivos, puede interactuar iónicamente con la hidroxiapatita, el cual se manifiesta como nanocapas autoensambladas presentes en la interfase dentina-resina, la cual se caracteriza por su proceso de degradación por hidrólisis, y/o por colapso de la malla colágena (60).

El MDP es considerado el monómero funcional gold standard debido a su interacción con los tejidos duros del diente lo que genera sales de Ca-MDP que son insolubles en agua, que contribuye a la protección de las fibras colágenas aumentando la fuerza de unión y la longevidad de la restauración (61).

Peak Universal Bond es un adhesivo resinoso auto condicionante que tiene Clorexidina y puede ser utilizado con técnica de autograbado o con grabado total. Tiene un vehículo solvente de 7,5% de alcohol, contiene 0,2% de Clorexidina, que puede asegurar fuerzas de adhesión a largo plazo (61).

1.7.4 Adhesión a esmalte:

En un término general se define a la adhesión como el mecanismo que permite dos porciones de materia se mantengan en contacto; Esta unión no solo implica el orden mecánico, sino también la ausencia de filtración o pasaje de líquidos, microorganismos o sustancias a través de la interfase (62).

En adhesión existen dos sustratos principales uno que siempre es un sólido, los tejidos dentarios son duros (esmalte, dentina y cemento), siendo el otro el biomaterial a aplicar, puede ser este un sólido, un semisólido o un líquido (63).

Camarena también define la adhesión como un mecanismo de unión en el cual dos materiales se encuentran en íntimo contacto a través de una interfase, debido a fuerzas de atracción molecular. Encontramos un sustrato y un adherente. El primero es un sólido (tejidos dentarios duros), que será preparado para la aplicación del agente adhesivo. El adherente es el material que será unido al sustrato mediante el agente adhesivo (64).

El inicio de la “odontología adhesiva” fue el trabajo presentado por Buonocore en el año 1955, quien detalló que la resina acrílica podría adherirse al esmalte previamente grabado con ácido ortofosfórico al 85% aplicándolo durante 30 segundos, desde ese momento, una variedad de indagaciones científicas aclaró numerosos problemas como el mecanismo de unión, la selección del mejor ácido y su concentración, los patrones de variación promovidos por el ácido en el esmalte y la necesidad de la profilaxis y del aislamiento relativo del campo operatorio durante el procedimiento adhesivo (65).

“El mecanismo de unión del adhesivo al esmalte ocurre por el aumento de energía superficial de 28 a 72 dinas/cm tras el grabado con ácido fosfórico creando micro porosidades que aumenten el área de superficie” (66).

La incorporación de monómeros funcionales en los sistemas adhesivos dentales promueve la interacción química con los sustratos dentales, lo que resulta en mayores fuerzas de adhesión en comparación con la adhesión micromecánica solamente, el monómero 10-MDP, cuya estructura química permite un comportamiento polar que mejora la adherencia, también favorece la protección de las fibras de colágeno a través de la formación de sales de calcio-MDP evitando la sensibilidad post operatoria (67).

Según Herrera explica que el esmalte conforma la mejor base para que se dé una correcta adhesión, sin embargo los primeros intentos fueron sin resultados satisfactorio, tomando en cuenta que se deben considerar 3 aspectos de importancia, tales como la energía superficial del esmalte deber ser alta; al igual que el ácido y la resina con humectabilidad, sin dejar atrás el correcto aislamiento y limpieza del diente tratado (68).

Una resina fluida o monómero de baja viscosidad presente en el sistema adhesivo puede humedecer esta superficie de alta energía, ingresando en las microporosidades previamente creadas. Posteriormente, este monómero del adhesivo polimerizará en el interior de estas microporosidades, ingresará dentro de los túbulos dentinarios, creando los denominados tags de resina y generando así adhesión micromecánica por efectos geométricos y reológicos (69).



2. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1 Título: Técnica de desproteinización del esmalte con Hipoclorito de sodio, Guayaquil, Ecuador, 2021.

Autores: José Diego Valdiviezo del Salto

Fuente:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/52600/1/3728VALDIVIEZOjose.pdf>

Resumen: Debido a la escasez de desarrollar y renovar los materiales bibliográficos y la técnica de desproteinización del esmalte, se llevó a cabo esta investigación. La desproteinización del esmalte dental es el proceso de eliminación de la biopelícula en la superficie del diente. El hipoclorito de sodio al 5% puede eliminar el colágeno, los residuos orgánicos y las proteínas que no se pueden eliminar en la superficie del diente. Por lo tanto, el acondicionamiento proporciona un sellado adecuado de los bordes sin cambiar la resistencia de la unión. Conclusión: Según la investigación realizada, la desproteinización del esmalte dental tiene un gran efecto positivo en la adhesión dental, y la aplicación de esta técnica ayuda a unir los materiales de manera más efectivamente porque elimina la placa bacteriana o biofilm en la superficie del diente. Después del acondicionamiento previo del colágeno, puede proporcionar una capacidad de sellado de los bordes suficiente sin cambiar la fuerza adhesiva, lo que ayuda a mejorar la adhesión. A través de la investigación y análisis en este trabajo, se puede concluir que la desproteinización del esmalte es una técnica utilizada en la práctica odontológica para eliminar el biofilm en la superficie del diente (70).

2.2 Título: Comparación de la fuerza de adhesión de dos sistemas adhesivos en esmalte desproteinizado, Perú, 2019

Autores: Bach. Panduro Reategui Mayra

Fuente:

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7705/Panduro%20Reategui%20Mayra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Resumen: Este estudio buscó comparar la fuerza de adhesión de dos sistemas adhesión con esmalte desproteinizado con el propósito de instituir un protocolo de adhesión. Objetivo: Comparar la fuerza de adhesión de dos sistemas adhesivos en esmalte desproteinizado. Discusión: Romero, D., en el año 2014, donde busco conocer el efecto del NaClO al 5% en la fuerza adhesiva del esmalte dental de dos tipos diferentes de adhesivos, 5ta y 7ma generación para establecer un protocolo adhesivo donde se estableció un protocolo adhesivo, se determinó que el NaClO al 5% antes de aplicar el adhesivo de séptima generación acrecienta la fuerza de adhesión al esmalte dental en un 80%, mientras que antes de aplicar el adhesivo de quinta generación acrecienta la fuerza de adhesión al esmalte dental en un 65%. Conclusión: Se concluyó que la fuerza de adhesión de dos sistemas adhesivos en esmalte desproteinizado con hipoclorito de sodio al 5%, presentaron una similitud en sus valoraciones (11.9 aprox.), demostrando una similitud en la fuerza adhesión de quinta y séptima generación (71).

2.3 Título: Efecto del hipoclorito de sodio al 5% en la fuerza adhesiva del esmalte dental de dos tipos diferentes de adhesivos, 5ta y 7ma generación. Establecimiento de un protocolo adhesivo, Guayaquil, Ecuador, 2014

Autores: Odont. Danny Romero Luzuriaga

Fuente:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7159/1/ROMERO%20LUZURIAGA%20DANNY%20EDUARDO.pdf>

Resumen: La Odontología actual tiene como objetivo constante la búsqueda y obtención de los mejores procedimientos capaces de

lograr una efectiva y confiable adhesión de los materiales restauradores a la superficie dentaria. El estudio se realizó en esmalte dental por su uniformidad en el sustrato ya que la dentina tiene una estructura heterogénea que de por sí produce variaciones en la fuerza de adhesión según su profundidad. El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del hipoclorito de sodio al 5% en la fuerza adhesiva del esmalte dental de dos tipos diferentes de adhesivos, 5ta y 7ma generación para establecer un protocolo adhesivo. Conclusiones: El duelo adhesivo determinó que la aplicación de NaClO al 5% por 60 segundos previo al grabado con ácido fosfórico al 37% Scotchbond Etchant, 3M ESPE durante 15 segundos se constituye en un procedimiento favorable en el protocolo clínico del adhesivo de 5ta Generación Adper Single Bond 2, 3M ESPE (72).

2.4 Título: Valoración microscópica del efecto desproteinizante, con hipoclorito de sodio al 5,25% en dentina y esmalte dental estudio in vitro en premolares

Autores: Alex Gabriel Mora Mariño

Fuente:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13281/1/T-UCE-0015-807.pdf>

Resumen: La preparación de la superficie dentinaria y de esmalte para una restauración adhesiva ha sido todo un desafío, desde su aparición hasta la actualidad, pues el éxito o el fracaso de la misma radican en el pretratamiento del órgano dental siendo la clave para una adhesión con los materiales de restauración. Mencionaron (Moorer y Wesselink) que el hipoclorito de sodio por su capacidad de disolución en estructuras orgánicas en especial la estructura proteica, logra dispersar y lisar el colágeno presente en la superficie dental. Logrando una notable acción proteolítica en el tejido dentario. La ventaja de usar un agente desnaturizador (hipoclorito de sodio) sobre la superficie dental significó una mejora en el patrón de grabado y por ende una mejor adhesión, y nuestro proyecto lo

evidenció. Conclusión: la aplicación de hipoclorito de sodio al 5,25% por 60 segundos favorece a patrones de grabado tipo I y II en esmalte, y aumenta el diámetro de la luz los túbulos dentinarios (73).



CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

I. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1. Técnica:

1.1.1 Especificación:

Se utilizó la técnica de observación, en su modalidad de observación clínico laboratorio a través de microscopia óptica para determinar el grado de filtración de la interfase resina/esmalte evidenciado por la penetración del colorante en la mencionada interfase.

1.1.2. Cuadro de coherencia:

Variable Investigativa	Indicadores	Técnica	Instrumento
Grado de filtración en interfase resina/esmalte dental	Muy bueno Filtración 0%	Observación clínico laboratorio	Ficha de observación clínico laboratorio
	Bueno Filtración 25%		
	Regular Filtración 50%		
	Malo Filtración 75%		
	Muy malo Filtración 100%		

- Descripción de la técnica:
 - a. Recopilación de muestras: Se solicitó la colaboración de varios consultorios y centros odontológicos privados para la recopilación de las muestras utilizadas en el presente estudio, luego se procedió a coleccionar las piezas dentales (1ros. y 2dos. molares superiores e inferiores) de los consultorios y centros odontológicos privados colaboradores, las mismas que no tuvieron una antigüedad mayor a 60 días de su extracción y que tuvieron las caras libres vestibular y palatina/lingual sin ninguna lesión de

caries ni presencia de otra patología, estas fueron guardadas y almacenadas en frascos con suero fisiológico para conservar la humedad e integridad estructural de las piezas dentarias utilizadas en el presente estudio.

- b. Preparación de las muestras: Se procedió a la preparación de las muestras para el presente estudio a partir de las piezas dentarias recopiladas, para lo cual valiéndome de un regla milimetrada y un fine pen procedí a realizar el diseño de un cuadrado en la superficie vestibular y/o palatina/lingual de las piezas dentarias recolectadas y luego con la ayuda de un disco de acero, realicé el corte de dicho segmento con una medida de 04 milímetros por 04 milímetros y un grosor que involucro todo el esmalte superficial y parte de dentina con un grosor de 03 milímetros, en el número de muestras requerido para el presente estudio, muestras que nuevamente fueron almacenadas en un frasco de vidrio con suero fisiológico.

Se convocó a un químico farmacéutico para la gelificación de una solución de hipoclorito de sodio al 5%.

Se verifico todos los instrumentos y materiales para el desarrollo del presente estudio.

- c. Aplicación del estudio: Se procedió a separar de manera aleatoria los elementos de muestra en dos grupos (grupo A y Grupo B), en ambos grupos se procedió a realizar una profilaxis de la superficie del esmalte que recibió el adhesivo y resina con una pasta de piedra pómez y agua pura aplicada con escobillas de profilaxis montadas en un contrángulo.
 - En el grupo A luego de la profilaxis, la superficie de esmalte fue lavada profusamente con agua y luego secada con aire limpio de una jeringa triple, se procedió a la aplicación de ácido fosfórico sobre el esmalte generando una capa de uniforme encima del mismo, la que debió permanecer por 30 segundos realizando la acción de grabado ácido del esmalte, luego se lavó profusamente de nuevo el esmalte y se procedió a secarlo con aire limpio de la jeringa triple, teniendo el proceso de grabado ácido del esmalte culminado se procedió a la aplicación de un adhesivo monofrasco (5ta generación), para lo cual una gota de adhesivo dental fue vertida en la cabeza de un microbrush y se llevó a la superficie reactiva del esmalte grabado de la muestra.

Se frotó activamente por 20 segundos sobre el esmalte, se dejó unos 20 segundos adicionales para que termine de imprimir el adhesivo dental al esmalte de la muestra, luego se adelgazó la capa de adhesivo con un chorro de aire limpio de la jeringa triple, luego se procedió a polimerizar con una fuente de luz LED la capa de adhesivo dental sobre el esmalte por un tiempo de 20 segundos, este paso fue repetido exactamente de la misma forma para generar una capa adhesiva de mayor grosos respetando las indicaciones de los fabricantes, luego con la ayuda de espátulas especiales para resinas se procedió a la colocación de resina sobre la muestra de esmalte mediante la técnica de incrementos, siendo cada capa de un milímetro de grosor y así se conformó un cubo sobre la superficie del esmalte/adhesivo dental de 03 milímetros de grosor y con las mismas dimensiones de la muestra preparada de esmalte (04 milímetros por 04 milímetros), cada capa de resina también se polimerizó por 20 segundos todo esto respetando las indicaciones de los fabricantes, siendo luego las muestras del grupo A sometidas a la técnica de termociclaje.

- En el grupo B luego de la profilaxis, la superficie de esmalte fue lavada profusamente con agua y luego secada con aire limpio de una jeringa triple, en este grupo previo al grabado ácido o aplicación del ácido fosfórico al 35% se procedió a la aplicación del hipoclorito de sodio al 5% gelificado, el cual fue dispensado a través de una jeringa y aguja de la misma forma que se aplica el ácido fosfórico, generando una capa de uniforme y que permaneció sobre el esmalte por 60 segundos y luego fue lavado profusamente, se procedió a secar el esmalte de las muestras, después se aplicó el ácido fosfórico nuevamente sobre el esmalte generando una capa de uniforme encima del mismo, la que permaneció por 30 segundos realizando la acción de grabado ácido del esmalte, luego se lavó profusamente de nuevo el esmalte y se procedió a secarlo con aire limpio de la jeringa triple, teniendo el proceso de grabado ácido del esmalte culminado se procedió a la aplicación de un adhesivo monofrasco (5ta generación).

Para lo cual una gota de adhesivo dental fue vertida en la cabeza de un microbrush y se llevó a la superficie

reactiva del esmalte grabado de la muestra, se frotó activamente por 20 segundos sobre el esmalte, se dejó unos 20 segundos adicionales para que termine de imprimir el adhesivo dental al esmalte de la muestra, luego se adelgazó la capa de adhesivo con un chorro de aire limpio de la jeringa triple y se procedió a polimerizar con una fuente de luz LED la capa de adhesivo dental sobre el esmalte por un tiempo de 20 segundos, este paso fue repetido exactamente de la misma forma para generar capa adhesiva de mayor grosos respetando las indicaciones de los fabricantes, luego con la ayuda de espátulas especiales para resinas se procedió a la colocación de resina sobre la muestra de esmalte mediante la técnica de incrementos debiendo, siendo cada capa de un milímetro de grosor y así conformando un cubo sobre la superficie del esmalte/adhesivo dental de 03 milímetros de grosor y con las mismas dimensiones de la muestra preparada de esmalte (04 milímetros por 04 milímetros), cada capa de resina también fue polimerizada por 20 segundos todo esto respetando las indicaciones de los fabricantes, siendo luego las muestras del grupo B sometidas a la técnica de termociclaje.

Las muestras ya preparadas de ambos grupos (A y B) fueron almacenadas por 24 horas en frascos separados en suero fisiológico para que se termine de dar el fenómeno de absorción acuosa por parte de las resinas que terminó de darles a las mismas la estabilidad dimensional correspondiente.

Luego de las 24 horas se procedió a realizar la técnica de termociclaje (frio/calor), para lo cual se prepararon dos vasos Vikers, uno de los cuales estuvo a una temperatura constante de 05 ± 05 grados centígrados (vaso Vikers 01) y el otro a una temperatura constante de 55 ± 05 grados centígrados (vaso Vikers 02), temperaturas que fueron controladas con termómetros de laboratorio, se procedió a adaptar las muestras preparadas en un aditamento que permitió la inmersión de ambos grupos a la vez pero sin que se mezclen, fueron sumergidos alternativamente en el vaso Vikers 01 por 20 segundos luego se esperó 20 segundos y se sumergió en el vaso Vikers 02 permaneciendo en este por otros 20 segundos, a todo este proceso se le denominó 01 ciclo de termociclaje, las muestras preparadas fueron sometidas a 500 ciclos de termociclaje, luego de que se realizó la técnica de termociclaje en las muestras estás

fueron sumergidas en una solución de azul de metileno al 10% por un periodo de 24 horas, luego de esto las muestras fueron lavadas profusamente.

- d. Medición de resultados: Para la medición de los resultados de las muestras del presente estudio, se procedió luego del lavado profuso de las muestras, con la ayuda de un disco de acero y un contrángulo, a cortar las muestras por la mitad para luego la superficie que quedó expuesta, lijarla ligeramente con una lijar de agua fina para eliminar cualquier exceso y distorsión del colorante que hubiese podido filtrarse en la interfase esmalte/resina, luego las muestras ya cortadas fueron sometidas a observación clínica con la ayuda de un microscopio óptico y de una regla milimetrada determinando el grado y medida de la filtración marginal evidenciada por el colorante de azul de metileno filtrado en la interfase esmalte/resina de cada muestra, las que fueron consignadas en las fichas de observación de las muestras y luego vaciadas a una matriz de datos para su análisis y evaluación estadística.

1.1.3. Diseño investigativo:

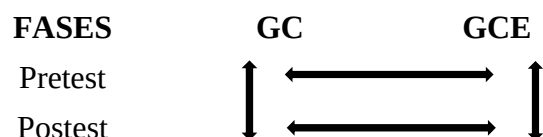
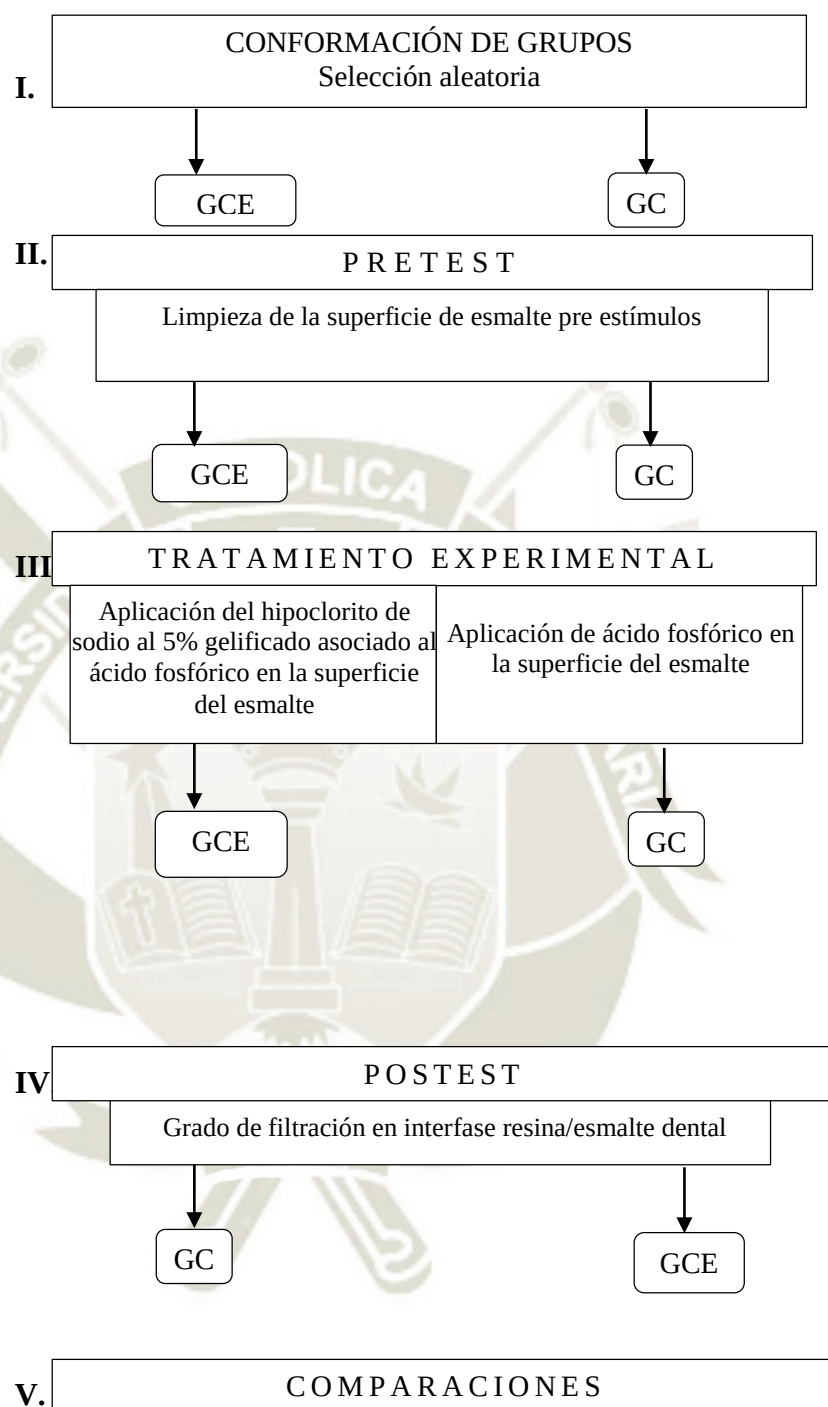
- a. Tipo de diseño: La presente investigación es de tipo cuasi experimental.
- b. Esquema básico:

GCE	O ₁	X	O ₂
GC	O ₁	Y	O ₂

Leyenda:

- GCE: Grupo cuasi experimental
- GC: Grupo control
- O₁: Pretest
- O₂: Postest

c. Diagramación operativa:



1.2. Instrumentos:

1.2.1. Instrumento documental:

- a. Precisión del instrumento: Se utilizó una ficha de observación clínico laboratorio estructurada y elaborada con fines exclusivos para el presente estudio, para recoger información de la variable y sus indicadores.
- b. Estructura del instrumento:

Variable investigativa	Indicadores	Ejes
Grado de filtración en interfase resina/esmalte dental	Muy bueno / Filtración 0%	1
	Bueno / Filtración 25%	2
	Regular / Filtración 50%	3
	Malo / Filtración 75%	4
	Muy malo / Filtración 100%	5

- c. Modelo de ficha de observación:

Ficha de observación

Para la evaluación del Grado de filtración en la interfase resina/esmalte dental

Ficha nro.: /_____/

Grupo control: /____/

Grupo cuasi experimental: /____/

➤ Ácido fosfórico	✓	
➤ Hipoclorito de sodio al 5% gelificado	SI	NO

Variable	Indicador (Marcar con x)			Sub indicador (Anotar la medida en mm.)
Grado de filtración en interfase resina/esmalte dental	Muy bueno / Filtración	0%		
	Bueno / Filtración	25%		
	Regular / Filtración	50%		
	Malo / Filtración	75%		
	Muy malo / Filtración	100%		

1.2.2. Instrumentos mecánicos:

- Microscopio óptico
- Materiales de escritorio
- Laptop
- Trípode (espejo, pinza y explorador)
- Celular
- Micromotor
- Vasos Dappen
- Escobillas de profilaxis
- Discos de acero
- Lijar de agua
- Lámpara de fotopolimerización
- Frascos de vidrio acaramelados
- Regla milimetrada
- Espátulas de resina

1.3. Materiales de verificación:

- Piezas dentales sanas
- Piedra pómez
- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio al 5% gelificado
- Ácido fosfórico
- Adhesivo dental
- Resina dental
- Microbrush
- Alcohol
- Azul de metileno (colorante)

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1. Ubicación espacial:

La presente investigación fue realizada en el ámbito específico de los laboratorios y consultorios privados y en el ámbito general de la ciudad de Arequipa.

2.2. Ubicación temporal:

La presente investigación fue realizada entre los meses de julio, agosto y setiembre, siendo de carácter prospectivo y de corte longitudinal.

2.3. Unidades de estudio:

2.3.1. Alternativa: Para la presente investigación se asumió la opción de grupos.

2.3.2. Identificación de los grupos: La presente investigación contó con dos grupos.

- Grupo experimental: Se le aplicó el hipoclorito de sodio al 5% gelificado más el ácido fosfórico.
- Grupo control: se le aplicó el ácido fosfórico.

2.3.3. Control de grupos:

a. Criterios de inclusión: Se seleccionó piezas molares superiores e inferiores derechos e izquierdos que no presentaron pigmentaciones o problemas de estructura clínicamente observables y de extracción reciente.

b. Criterios de exclusión:

- Piezas dentarias que en el momento de la preparación para el estudio sufrieron de alteraciones en su estructura.
- Piezas dentarias que fueron extraídas en un periodo mayor a 04 meses.
- Piezas dentarias que no fueron almacenadas en cloruro de sodio.

2.3.4. Tamaño de la muestra:

GRUPOS	Nº
GC (A)	30
GCE(B)	30

3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN

3.1. Organización

- a. Autorización de laboratorios privados y concurso de un profesional químico farmacéutico para la elaboración del hipoclorito de sodio al 5% gelificado.
- b. Elaboración de las muestras del presente estudio en consultorio privado.
- c. Realización en laboratorio privado de las técnicas laboratoriales para necesarias para realización del presente estudio y la realización de las mediciones correspondientes.

3.2. Recursos

a. Recursos humanos:

- Investigador: Bachiller Renán Fernando Tejada Tejada
- Asesor: Magister Serey Portilla Miranda

b. Recursos virtuales:

- Microsof Teams
- Microsof Forms

c. Recursos físicos e institucionales:

Laboratorios y consultorios privados.

d. Recursos económicos:

Ofertados por el investigador.

3.3. Prueba piloto:

La prueba piloto de la presente investigación fue de carácter incluyente y abarcó el 5% del tamaño de los grupos determinados.

3.4. Validación del instrumento:

El instrumento fue validado por el juicio de expertos.

4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

4.1. Plan de procesamiento de datos:

4.1.1. Tipo de procesamiento: Computarizado a través del paquete estadístico SPSS versión 2.1

4.1.2. Plan de operaciones:

- a. Clasificación: La información obtenida fue clasificada, ordenada y llevada a una matriz de registro y control.
- b. Codificación: Se asignaron códigos que estuvieron acorde con el paquete estadístico a utilizar.
- c. Tabulación: Se utilizaron tablas de entrada doble, acorde con la naturaleza de la variable.
- d. Traficación: Se utilizó un histograma, acorde con las tablas que fueron realizadas.

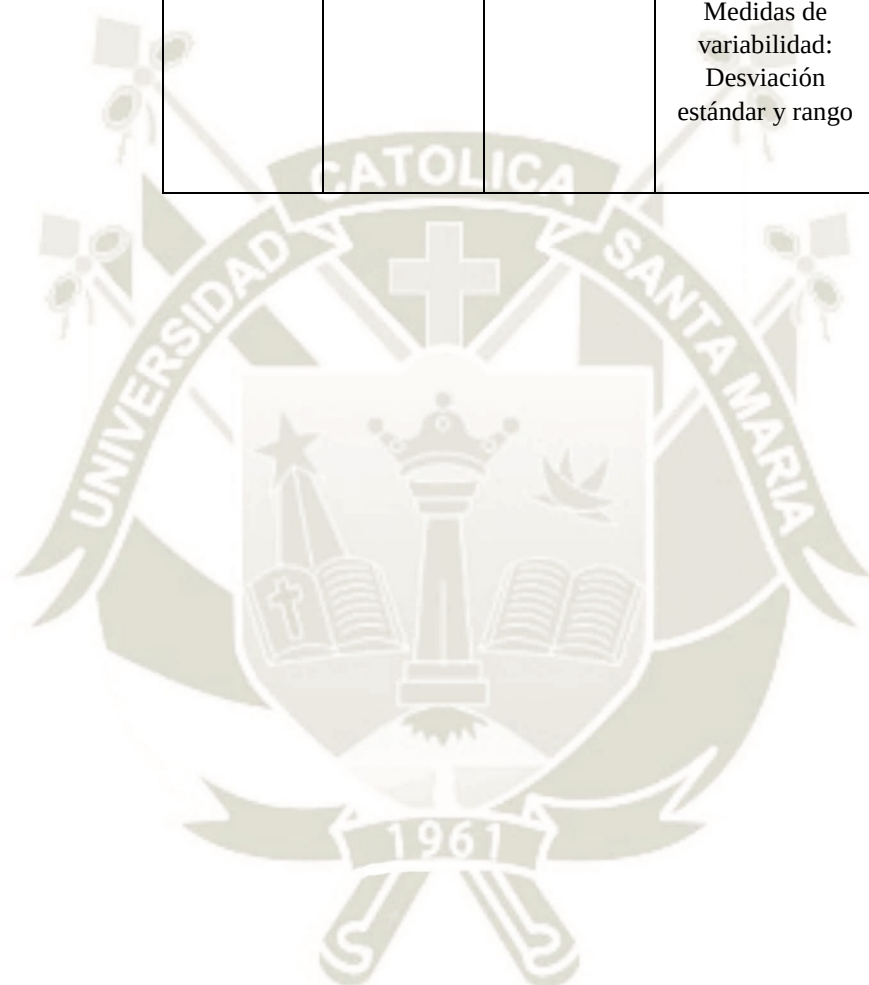
4.2. Plan de análisis de datos:

4.2.1. Tipo de análisis:

- La presente investigación es unifactorial y univariado.
- Por la naturaleza de la investigación es de análisis cuantitativo, que requirió de tratamiento estadístico de tipo descriptivo e inferencial.

4.2.2. Análisis estadístico:

Variable	Carácter o naturaleza estadística	Escala de medición	Estadística descriptiva	Estadística inferencial
Cuantitativa	Cuantitativa continua	Proporcional	Medidas de tendencia central: Media, promedio y moda	Numérica sin normalidad
			Medidas de variabilidad: Desviación estándar y rango	



CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. RESULTADOS

1.1. GRUPO A (PROTOCOLO CONVENCIONAL SIN APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO)

TABLA 1
FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS CON LA TÉCNICA CONVENCIONAL SIN APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO

Protocolo adhesivo convencional sin aplicación de hipoclorito de sodio al 5% gelificado	N	30
	Rango	0.48
	Mínimo	0.30
	Máximo	0.78
	Media	0.5500
	Desviación Estándar	0.13836
	Varianza	0.019

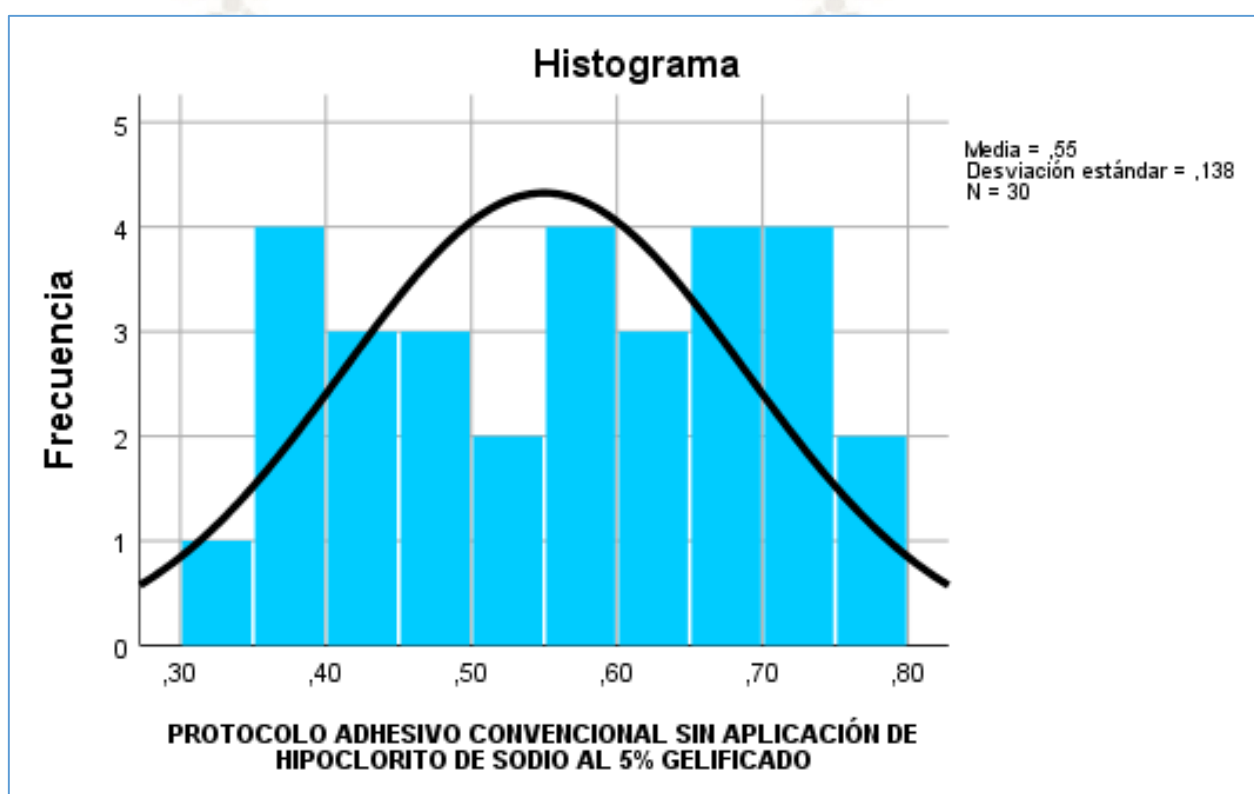
Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACION

La tabla N°1, muestra que el nivel de filtración de la interfase resina/esmalte de piezas dentarias con la técnica convencional sin aplicación de hipoclorito de sodio al 5% gelificado, medido en milímetros, fue de 0.55 mm., en promedio, con una variación de 0.13836 mm., un rango establecido de filtración que va desde un valor mínimo de 0.30mm., hasta un valor máximo de 0.78 mm.

GRAFICO 1

FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS CON LA TÉCNICA CONVENCIONAL SIN APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO



1.2 GRUPO B (PROTOCOLO ADHESIVO CON LA APLICACIÓN ADICIONAL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO)

TABLA 2

FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS CON APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO

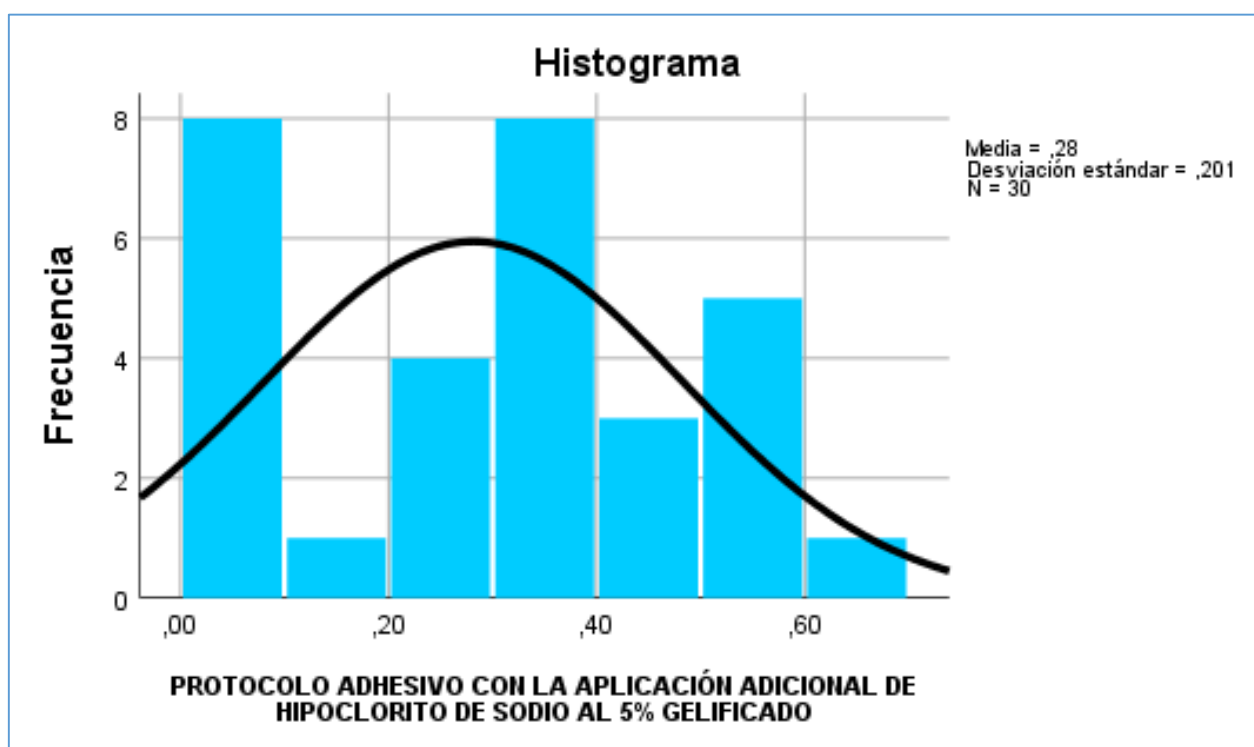
Protocolo adhesivo convencional sin aplicación de hipoclorito de sodio al 5% gelificado	N	30
	Rango	0.60
	Mínimo	0.00
	Máximo	0.60
	Media	0.2817
	Desviación Estándar	0.20126
	Varianza	0.041

Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACION

La tabla N°2, muestra que el nivel de filtración de la interfase resina/esmalte de piezas dentarias con la aplicación de hipoclorito de sodio al 5% gelificado, medido en milímetros, fue de 0.2817 mm en promedio, con una variación de 0.20126 mm, un rango establecido de filtración que va desde un valor mínimo de 0.00mm hasta un valor máximo de 0.60 mm.

**GRAFICO 2. FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE
PIEZAS DENTARIAS CON LA APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO
AL 5% GELIFICADO**



1.3 COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS

TABLA 3

NIVEL DE FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN GRADOS EN LOS GRUPOS A (CONTROL) Y B (EXPERIMENTAL)

		DESPUÉS						Total	
		FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN GRADOS_DESPUES							
		Muy bueno (filtración de 0%)		Bueno (filtración hasta 25%)		Regular (filtración hasta 50%)			
		f	%	f	%	f	%	f	%
Grupos	A (Grupo control) protocolo convencional	0	0.0%	11	36.7%	19	63.3%	30	100.0%
	B (Grupo experimental) con hipoclorito de sodio al 5% gelificado	8	26.7%	16	53.3%	6	20.0%	30	100.0%

t= 4.524

p= 0.00

p< 0.05

t= 4.524

p= 0.00

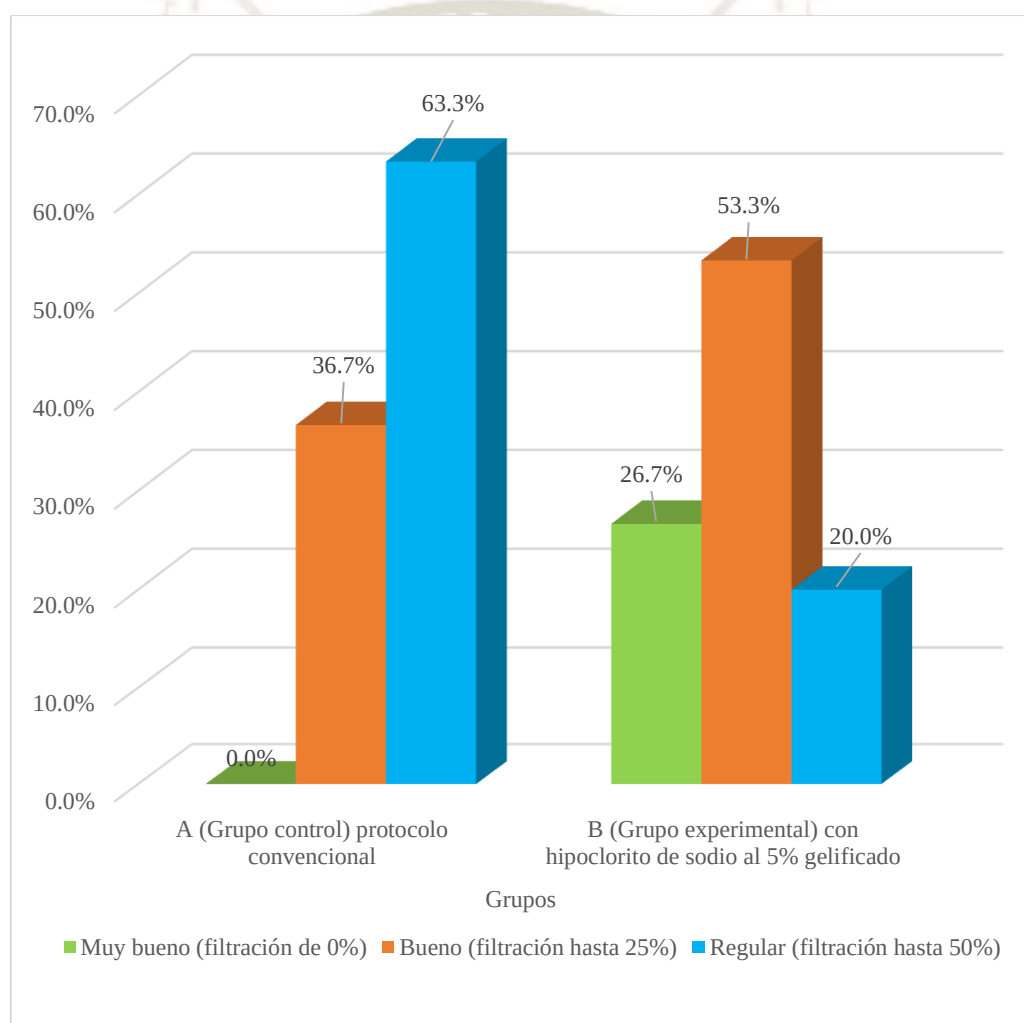
p< 0.05

En la tabla 3 se puede observar los resultados, en el grupo A (control) la filtración de interfase resina/esmalte fue en su mayoría regular con un 63.3%; en cambio, en el grupo B (experimental) la filtración de interfase resina/esmalte fue predominantemente buena con un 53.3% y además se registró niveles de filtración nulos hasta en un 26.7%

Estos resultados fueron contrastados con la prueba t-Student para muestras independientes, obteniendo $t = 4,524$ y una significancia bilateral $p = 0.00$; lo que indica que existen diferencias estadísticas significativas en la filtración de interfase resina/esmalte entre los grupos A (control) y B (experimental), dado que $p < 0.05$.

GRAFICO 3

**NIVEL DE FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO
EN GRADOS EN LOS GRUPOS A (CONTROL) Y B (EXPERIMENTAL)**



2. DISCUSIÓN

Siendo que el esmalte dental posee características específicas y a la búsqueda constante de mejoras en la adhesión al mismo, muchos investigadores han presentado y expuesto pasos clínicos adicionales al protocolo adhesivo al esmalte, con la finalidad de obtener mejoras significativa en la interfase adhesiva esmalte/resina, obteniendo así una mucho mejor adaptación en la interfase adhesiva, disminuyendo la sensibilidad post operatoria y teniendo como beneficio directo tratamientos odontológicos de mucha mayor calidad y de mucha mayor longevidad.

Este estudio consiguió demostrar los cambios que se produjeron en la superficie externa del esmalte, con y sin la aplicación de un gel de hipoclorito de sodio al 5% asociada al protocolo convencional de adhesión del esmalte dental.

En oposición a los encontrado por (Toledo 1999) en su investigación, en la que desproteinizo el esmalte dental por 02 minutos, luego de aplicar el ácido fosfórico, consiguiendo resultados no representativos en comparación con la técnica de desproteinización realizado en la presente investigación, la que dio resultados bastante alentadores al colocar el gel de hipoclorito de sodio al 5%, antes del grabado ácido del esmalte, evidenciándose así una superficie de esmalte mucho más retentiva, al igual que lo indico (Espinoza y Valencia 2008).

(Valencia R, Espinoza Ruiz y Ceja 2015), encontraron resultados similares al presente estudio, existiendo similitudes en las características de la superficie adhesiva del esmalte, conseguida después de haber expuesto el esmalte al gel de hipoclorito de sodio al 5% durante un minuto.

(Valencia R., Espinosa Ruiz, y Ceja 2015) obtuvieron resultados muy parecidos a los del presente estudio, pues existió concordancia en cuanto a las características de la superficie de esmalte obtenida luego de haber sido expuesto al “hipoclorito de sodio al 5,25%”, ellos por el método de AutoCAD evaluaron calidad y cantidad de superficie de esmalte acondicionado, obteniendo como resultados en el área de grabado se presenten patrones de grabado ácido I, II , y III, a nivel de esmalte.

Resaltando ellos que en el esmalte grabado con agentes acondicionadores y que no fueron sometidos a la desproteínización, se encontró un predominio de los patrones de grabado tipo I y III, sin mostrar un patrón uniforme en la superficie de esmalte grabada, mostrando además zonas que no presentaban ningún patrón de grabado presente, coincidiendo con lo expuesto por (Valencia R., Espinosa Ruiz, y Ceja 2014).

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, en trabajos investigativos de otros autores y en la literatura odontológica, se llega a la conclusión que el grabado ácido del esmalte no sería suficiente para conseguir una superficie de esmalte grabada óptima y que la adición de un gel de hipoclorito de sodio al 5% como agente coadyuvante al ácido fosfórico en el protocolo adhesivo del esmalte, mejora la calidad de la adhesión al esmalte dental, corroborando lo expuesto por (Espinosa R, Valencia R, et al 2008).

El presente estudio y la información recopilada de artículos y tesis como las de (Espinosa R. , Valencia, Uribe, Ceja, & Saadia, 2008) (Fawzy, Amer, & El-Askary, 2008) y (Donoso, 2011), permiten concluir que la adición del paso clínico de aplicación de un gel de hipoclorito de sodio al 5%, antes del paso de grabado ácido del esmalte, se impone como un procedimiento clínico que no debería estar ausente del protocolo clínico de adhesión al esmalte dental.

CONCLUSIONES

Basándome en la metodología utilizada y en función de los resultados conseguidos en la presente investigación, podemos concluir que:

PRIMERA

Que la incorporación del gel de hipoclorito de sodio al 5% en el protocolo adhesivo del esmalte dental, produjo mejoras significativas en la resistencia a la filtración de la interfase resina/esmalte, haciendo de la adhesión al esmalte dental, un procedimiento clínico mucho más eficiente y eficaz, puesto que en el grupo A (en el que no se utilizó el gel de hipoclorito de sodio al 5%) la filtración en la interfase resina/esmalte fue en su mayoría de grado regular en un 63.30% de las muestras, en cambio en el grupo B (en el que si se utilizó el gel de hipoclorito de sodio al 5%) la filtración en la interfase resina/esmalte fue en su mayoría de grado buena en un 53.30% de las muestras y registrando incluso el presente grupo niveles nulos o ausentes de filtración en un 26.70% de las muestras.

SEGUNDA

En lo que respecta al grupo A (muestras de esmalte que no fueron sometidas al gel de hipoclorito de sodio al 5% antes del grabado ácido), se evidencio que el 100.00 % de las muestras estudiadas presentaron filtración de la interfase resina/esmalte, presentando el menor porcentaje de filtración en el grado bueno (filtración menor a 25% o de hasta 0.50 mm.) que dio un resultado de 36.70% de muestras y mayor porcentaje de filtración en el grado regular (filtración menor a 50% o de hasta 1.00 mm.) que dio un resultado de 63.30% de muestras y presentado además como media de filtración de la interfase resina/esmalte 0.55 mm. en las muestras del grupo A.

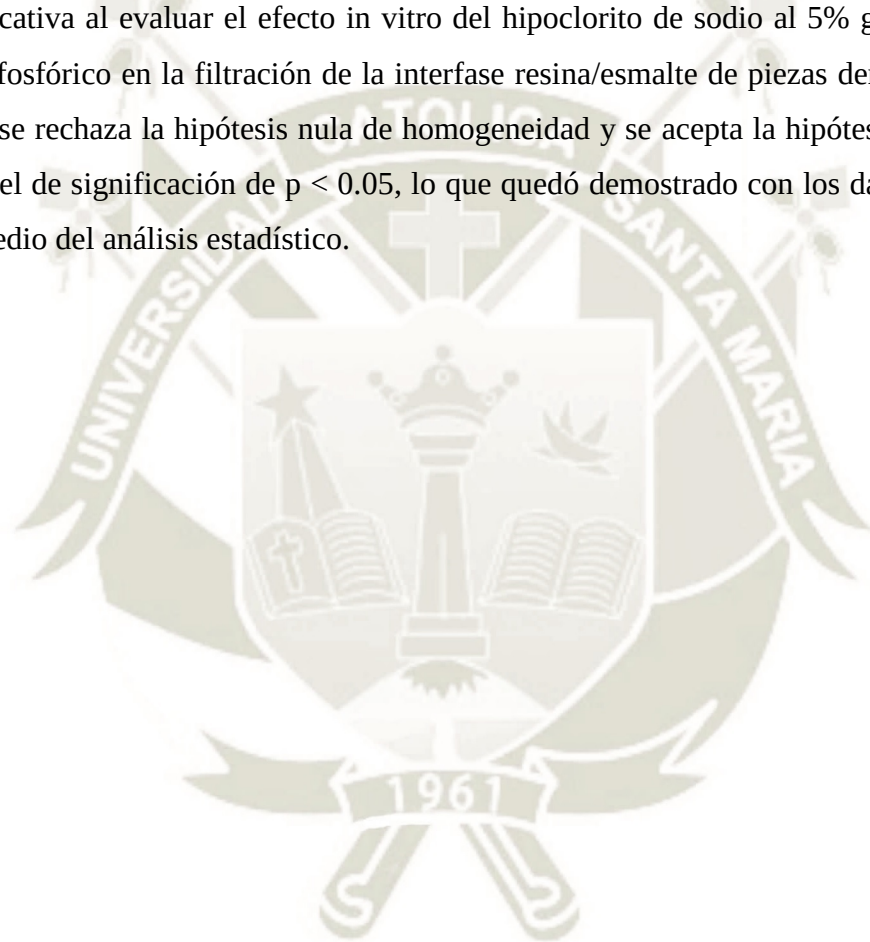
TERCERA

En lo que respecta al grupo B (muestras de esmalte que fueron sometidas al gel de hipoclorito de sodio al 5% antes del grabado ácido), se evidencio que solo el 73.33 % de las muestras estudiadas presentaron filtración de la interfase resina/esmalte y el 26.67% de las muestras estudiadas no presentaron filtración de la interfase resina/esmalte y de las muestras que filtraron, se tiene como mayor porcentaje de filtración en el grado bueno (filtración menor a 25% o de hasta 0.50 mm.) que dio un resultado de 53.30% de muestras y menor porcentaje de filtración en

el grado regular (filtración menor a 50% o de hasta 1.00 mm.) que dio un resultado de 20.00% de muestras teniendo como media de filtración de la interfase resina/esmalte 0.28 mm. en las muestras del grupo B.

CUARTA

La presente investigación infiere que se evidencia diferencia estadísticamente significativa al evaluar el efecto in vitro del hipoclorito de sodio al 5% gelificado más ácido fosfórico en la filtración de la interfase resina/esmalte de piezas dentarias. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad y se acepta la hipótesis alterna con un nivel de significación de $p < 0.05$, lo que quedó demostrado con los datos obtenidos por medio del análisis estadístico.



RECOMENDACIONES

1. Con base en la literatura consultada y en los resultados hallados en la presente investigación es recomendable la utilización de un gel de hipoclorito de sodio al 5% como parte del protocolo adhesivo del esmalte dental, siendo el mismo colocado antes del grabado ácido del esmalte.
2. Conociendo la constante evolución de los adhesivos dentales, se recomienda realizar más pruebas con las distintas generaciones y tipos de adhesivos para complementar el conocimiento de las ventajas que puede aportar la utilización de un gel de hipoclorito de sodio al 5%, en el éxito y mayor longevidad de las restauraciones directas de resina dental.
3. Es recomendable que en la enseñanza de pregrado de nuestra facultad de odontología se incluya el uso de la técnica de desproteinización del esmalte, por presentar claras ventajas y mejoras en la resistencia a la filtración de la interfase resina/esmalte, contribuyendo así al éxito de las restauraciones de resina.
4. Se recomienda que en conjunto con la facultad de farmacia de nuestra universidad. se realicen más estudios para la elaboración de productos gelificados que contengan hipoclorito de sodio para uso odontológico y así contribuir a mejorar la calidad nuestras restauraciones adhesivas en beneficio de los pacientes de nuestra comunidad.

REFERENCIAS

1. Acido fosforico. Wikipedia. [Online]; 2021. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_fosf%C3%B3rico.
2. Carrillo C. Buonocore, M. padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo d ela tecnico del grabado del esmalte (1955-2018). Revista ADM. 2018; 73(3): p. 8.
3. Reis A, Loguercio A, Grande R, Marins de Carvalho. Sistemas adhesivos. En: Reis A, Loguercio AD. Materiales dentales directos – de los fundamentos a la aplicación clínica.. 2012; 1era ed. Sao Paulo: Santos;(2): p. p. 181-216.
4. Uribe-Echevarría J, Priotto EG, Lutri MS.. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos.. En Henostroza Haro G et al. Adhesión en Odontología Restauradora.. 2003. ; 1era ed. Curitiba: Maio(1): p. 7-111.
5. Guba CJ, Cochran MA, Swartz ML.. The effects of varied etching time and etching solution viscosity on bond strength and enamel morphology. Revista Oper Dent. 1994; 19(4): p. 146-53.
6. Tay FR, Pashley DH. Etched enamel structure and topography: interface with materials. En: Eliades G, Watts DC, Eliades T. Dental hard tissues and bonding. Revista Heidelberg: Springer. 2005; 1era ed. : p. 3-27.
7. Perdigao J, Denehy GE, Swift EJ Jr. Silica contamination of etched dentin and enamel surfaces: a scanning electron microscopic and bond strength study. Quintessence Int.. 1994; 5(25): p. 327-33..
8. Perdigao J, Denehy GE, Swift EJ. Silica contamination of etched dentin and enamel surfaces: a scanning electron microscopic and bond strength study. Revista Quintessence Int. 1994; 25(5): p. 327-33.

9. Bates D, Retief DH, Jamison HC, Denys FR.. Effects of acid etch parameters on enamel topography and composite resin--enamel bond strength.. *Pediatr Dent*. 1982; 4(2): p. 106-10..
10. Chow LC, Brown WE. Phosphoric acid conditioning of teeth for pit and fissure sealants. *J Dent Res*.. 1973; 52(5): p. 115..
11. Williams B, Fraunhofer JA.. The influence of the time of etching and washing on the bond strength of fissure sealants applied to enamel.. *J Oral Rehabil*. 1977; 4(2): p. 139-43..
12. Bounocore MG. A simple method of increasing the adhesión of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res*. 1995; 6 (34): p. 849-853.
13. Bizhang M, Seemann R, Duve G, Altenburger MJ, Jahn KR, Zimmer S.. Desmineralization Effects of two bleaching procedures on enamel surface with and without post – treatment fluoride.. *Oper Dent*. 2006; 31(6): p. 705 -709.
14. Nanci A. *TenCates Oral Histology. Revista Development, Structure and Funtion*. 6ta. S.l.:Mosby. 2003; 20(2): p. 12.
15. Espinosa, R., Valencia, R., Uribe, M., Ceja, I., & Saadia, M.. Enamel Deproteinization and Its Effect on Acid Etching: An in. *J Clin Pediatr Dent*. 2008; 33(1): p. 13-20..
16. Carpena, D, G., & P, K.. Enamel Acidr.. A Review. *Compendium*. 2007; 28(1): p. 18-25.
17. Camarena A. Efecto del uso previo de soluciones desinfectantes sobre la superficie dentinaria haciendo uso de sistemas adhesivos autoacondicionadores: fuerza Traccional. [Tesis]. Lima.
18. Macchi R. L. *Materiales dentales*. En. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2000. p. 120.
19. Garaicoa C. Valoración del uso del hipoclorito de sodio al 5,25% y sus efectos en la adhesión. [Tesis]. Guayaquil.

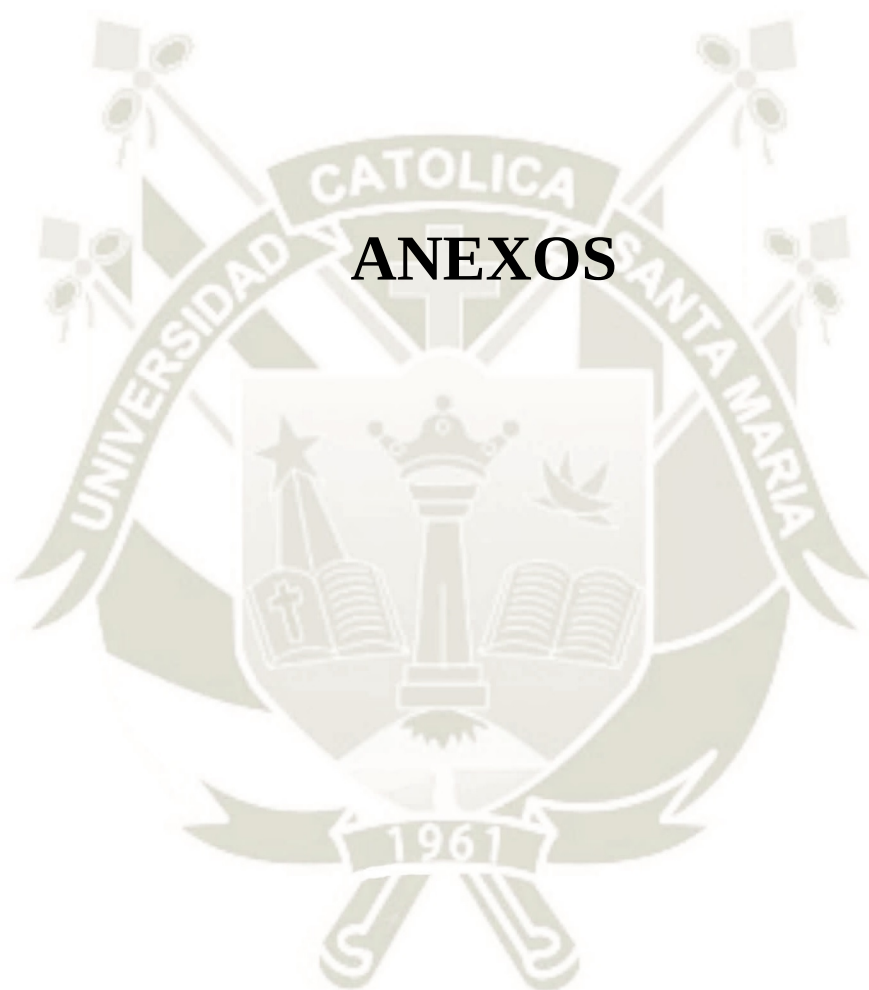
20. Estrela, C. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite. Revista Braz Dent Journal. 2002; 13(2): p. 113-117.
21. Espinosa R. ENAMEL DESPROTEINIZATION AND ITS EFFECT ON THE ACID ETCHING: AN IN VITRO STUDY. In Clinic Pediatr Dent. 2008.; 33(1): p. 13-9.
22. Wang. Effects of Different Concentrations and Exposure Time of Sodium Hypochlorite on the Structural. Revista Compositional and Mechanical Properties of Human Dentin. 2017; 2(1): p. 568 - 576.
23. Marro C. Estudio in vitro de diferente métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brakets. In Tesis Doctora. Murcia,España..
24. Gomes de ferraris M. E. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 2000.; 3(2): p. 233 y 234.
25. Marques A. Efecto del envejecimiento en la microfiltración de restauraciones clase V de resina compuesta adherida con adhesivos autograbadores. In Tesis Doctoral. España..
26. Bajaj D., Arola D. On the R-curve behaviour of human tooth enamel. Biomaterials. 2009; 30(16): p. 4037-4046.
27. Berkovitz. Anatomía Oral. Pg.200. Artículo. 200; 2(4).
28. Henostroza, H. Adhesión en odontología restauradora. Editora Maio. 2003.; 4(5): p. Curitiva Brasil.
29. Henostroza G. Adhesion en Odontologia Restauradora. Asociacion Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales, 2nd ed. Revista. 2010; Madrid, España: p. 60.
30. Schwartz. R.S.. Fundamentos en Odontología operatorio, un logro Contemporáneo. 1999. ; 4(7): p. 126.
31. Gladwin, marcia – bagby, michael. Aspectos clínicos de los Materiales en odontología.Libro. En editorial El manual moderno. Madrid:España; 2001. p. 50.

32. León Yambay A. Beneficios del hipoclorito de sodio al 5% en la adhesión de esmalte prismático y aprismático de dientes temporales y permanentes. Guayaquil..
33. López, N. Efecto de la desproteinización del esmalte mediante hipoclorito de sodio al 5% y ácido fosfórico al 37 % en dientes molares deciduos. Informe. Lima.
34. MClean E,BT,&WN. The Journal of Adhesive Dentistry. In Criteria for disposable brush tips for Use in Dentistry. Artículo. 2000.;; p. 26-45.
35. Salazar, G. Efecto de desinfectantes cavitarios en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte dental: estudio in Vitro (tesis de pregrado). Lima : Peru .
36. Estrela, C., Estrela, C., Barbin, E., Spano, J., Marchesan, M. y Pécora, J. Mechanism of action of Sodium Hypochlorite. 2002; 13(2): p. 113-117.
37. Espinosa R., Valencia R., Rabelero M., Ceja I.. Resistencia al desprendimiento de la resina al esmalte desproteinizado y grabado; Estudio de microtensión. Revista de Operatoria dental y biomateriales. Artículo. 2014; 3 (2,1,6): p. 15.
38. Espinosa R., Valencia R., Rabelero M., Ceja I. Resistencia al desprendimiento de la resina al esmalte desproteinizado y grabado; Estudio de microtensión.. Revista de Operatoria dental y biomateriales. 2014; 3(2): p. 1-6.
39. Garaico, C. Valoración del uso del NaOCl al 5.25% y sus efectos en la adhesión (tesis pregrado). Guayaquil Colombia..
40. Poticny DJ. Adhesive systems continue to evolve: a case report. Dent. Today.. 2013; 32(5): p. 79-80, 82-83.
41. Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B.. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry.. Aust. Dent. J. 2011; Suppl (1): p. 31-44..
42. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL.. State of the art of self-etch adhesives.. Dent. Mater. 2011; 27(1): p. 17-28.

43. Perdigão J, Dutra-Corrêa M, Saraceni CH, Ciaramicoli MT, Kiyan VH, Queiroz CS.. Randomized clinical trial of four adhesion strategies: 18-month results.. Oper Dent.. 2012; 37(1): p. 3-11.
44. Norling B. Adhesión. En: Anusavice K. Phillips. Ciencia de los materiales dentales.. Madrid: Elsevier. 2004; 3(5): p. 381-398.
45. Rony joubert hued. Odontología Adhesiva y Estética. 2016; 6(7): p. 15.
46. Roberson, T. Arte y Ciencia de la Odontología conservadora. Revista. 2007; 3(5): p. 20.
47. Perdigao, J. Adhesivos dentales : últimos avances. Revista Adhesivos. 2013; 3(5): p. 26.
48. R.Pallás.. La Valoración de las Fuerzas de Adhesión de sistemas adhesivos autograbantes sobre Dentina Irradiada con Láser de Er , Cr : YSGG. Rodrigo José Pallás Albiac. Revista. 2013; 20(3): p. 1-147.
49. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives.. Dent Mater. 2011; 27(1): p. 17-28.
50. Alex G. Is total-etch dead? Evidence suggests otherwise.. Compend Contin Educ. Dent.. 2012; ; 33(1): p. 16-22, 24-25.
51. Tsujimoto A, Iwasa M, Shimamura Y, Murayama R, Takamizawa T, Miyazaki M.. Enamel bonding of single-step selfetch adhesives: influence of surface energy characteristics. J. Dent.. 2010; 38(3): p. 123-130.
52. Ozer F, Blatz MB.. Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry.. Compend. Contin. Educ. Dent.. 2013; 34(1): p. 12-14, 16, 18.
53. Jaber Z, Sadr A, Moezizadeh M, Aminian R, Ghasemi A, Shimada Y.. Effects of one-year storage in water on bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. Revista. Dent. Mater.. 2008; 27(2): p. 266-272.
54. Ikemura K, Ichizawa K, Endo T. Design of a new selfetching HEMA-free adhesive. Revista. Dent. Mater. J. 2009; 28(5): p. 558-564.

55. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Revista. Dent. Mater.* 2010; 26(2): p. 100-21.
56. Hanabusa. Bonding effectiveness of a new multi mode adhesive to enamel and dentine. *Revista. journal of dentistry.* 2012; 5(3): p. 475-484.
57. Munck, V. L.. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives.. *Elsevier-Biomaterials.* 2007; 6(2): p. 3757–3785.
58. Sofan, E. S. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type.. *Annali di Stomatologia.* 2017; 8(1): p. 1-17.
59. Scotti, N. C. Academia.edu. Artículo. Obtenido de *International Journal of Esthetic Dentistry.* 2017; 8(1): p. 1-17.
60. Araujo, F. L. *Acta Odontológica Venezolana.* Obtenido de Degradación de la unión resina-dentina. [Online]; 2016. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2015/3/art-18/>
61. E Carrilho , M Cardoso, M Marques Ferreira , CM Marto. Adhesivos dentales basados en 10-MDP: caracterización de la interfaz adhesiva y estabilidad adhesiva: una revisión sistemática. Artículo. Argentina .
62. Martillo, A., & Pisco, C. Evaluación de la interfase adhesiva con adhesivos autograbantes segun su ph analizados al meb. (tesis de grado).. Guayaquil .
63. Steenbecker, O. Fundamentos de la adhesión dental. En g. Henostroza, adhesión en odontología restauradora. En. maio. Lima ; 2003. p. 27-52.
64. Camarena, A. Efecto del uso previo de soluciones desinfectantes sobre la superficie dentinaria haciendo uso de sistemas adhesivos autoacondicionadores: fuerza traccional (tesis de pregrado). Lima, Perú.
65. Nocchi.. *Odontologia restauradora.*.. Brazil.
66. Gómez Díaz, M. V. (. Algunas consideraciones sobre el aislamiento absoluto.. Argentina.

67. Herrera, E. Fracasos en la Adhesión. Argentina .
68. Altamirano Erazo, J.. Resistencia adhesiva en dentina de dos adhesivos universales con y sin. Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Odontólogo.. Quito.
69. Valdiviezo J. Tecnica de desprotenizacion de esmalte con Hiclorito de Sodio. Tesis de grado. Ecuador.
70. Reategui M. Comparacion de la fuerza de adhesion dos sistemas adhesivos en esmalte desproteínizado. Pimental: Peru.
71. Panduro M.. Comporacion de la fuerza de adhesion de dos sistemas adhesivos en esmalte deproteinizado. Tesis. Peru.
72. Luzuriaga O. Efecto del hipoclorito de sodio hipoclorito de sodio al 5 % en la fuerza adhesiva del esmalte dental de dos tipos diferentes de adhesivos, 5ta Y 7ma generación. Establecimiento de un protocolo adhesivo. Tesis de grado. Guayaquil .
73. Mariño A. Valoración microscópica del efecto desproteínizante, con hipoclorito de sodio al 25.5% en dentina y esmalte dental estudio in vitro en premolares. Tesis..
74. Mariño A. Valoración microscópica del efecto desproteínizante, con hipoclorito de sodio al 25.5% en dentina y esmalte dental estudio in vitro en premolares. Tesis. Ecuador .



ANEXOS

ANEXO N° 1

MATRIZ DE VACEADO DE DATOS

MATRIZ DE VACEADO DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL GRADO DE FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DENTAL

TITULO: EFECTO IN VITRO DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO MÁS ÁCIDO FOSFÓRICO EN LA FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS, AREQUIPA, 2021.

GRUPO A					
PROTOCOLO ADHESIVO CONVENCIONAL (SIN APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO)					
MUESTRA	HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO		FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN GRADOS	FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN MILIMETROS	
	SI	NO			
1 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.45 mm	
2 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.55 mm	
3 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.65 mm	
4 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.70 mm	
5 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.42 mm	
6 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.35 mm	
7 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.65 mm	
8 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.53 mm	
9 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.35 mm	
10 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.30 mm	
11 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.60 mm	
12 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.64 mm	
13 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.57 mm	
14 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.45 mm	
15 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.78 mm	
16 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.67 mm	
17 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.54 mm	
18 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.42 mm	
19 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.35 mm	
20 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.60 mm	
21 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.73 mm	
22 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.36 mm	
23 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.43 mm	
24 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.75 mm	
25 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.70 mm	
26 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.57 mm	
27 A		X	Bueno (filtración hasta 25%)	0.45 mm	
28 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.65 mm	
29 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.72 mm	
30 A		X	Regular (filtración hasta 50%)	0.57 mm	

MATRIZ DE VACEADO DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL GRADO DE FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DENTAL

TITULO: EFECTO IN VITRO DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO MÁS ÁCIDO FOSFÓRICO EN LA FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS, AREQUIPA, 2021.

GRUPO B					
PROTOCOLO ADHESIVO CON LA APLICACIÓN ADICIONAL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO					
MUESTRA	HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO		FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN GRADOS	FILTRACIÓN DE INTERFASE RESINA/ESMALTE MEDIDO EN MILIMETROS	
	SI	NO			
1B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.25 mm	
2B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.32 mm	
3B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.15 mm	
4B	X		Regular (filtración hasta 50%)	0.52 mm	
5B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.32 mm	
6B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
7B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.36 mm	
8B	X		Regular (filtración hasta 50%)	0.55 mm	
9B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.30 mm	
10B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.32 mm	
11B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
12B	X		Regular (filtración hasta 50%)	0.60 mm	
13B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
14B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.25 mm	
15B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
16B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.28 mm	
17B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
18B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.40 mm	
19B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.36 mm	
20B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
21B	X		Regular (filtración hasta 50%)	0.56 mm	
22B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.35 mm	
23B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.40 mm	
24B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
25B	X		Regular (filtración hasta 50%)	0.54 mm	
26B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.27 mm	
27B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.46 mm	
28B	X		Muy Bueno (filtración de 0%)	0.00 mm	
29B	X		Regular (filtración hasta 50%)	0.52 mm	
30B	X		Bueno (filtración hasta 25%)	0.37 mm	

ANEXO N° 2

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

1. ENUNCIADO

EFFECTO IN VITRO DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% GELIFICADO MÁS ÁCIDO FOSFÓRICO EN LA FILTRACIÓN DE LA INTERFASE RESINA/ESMALTE DE PIEZAS DENTARIAS, AREQUIPA, 2021.

2. TESISTA

Tejada Tejada, Renán Fernando

3. FINALIDAD

Grado académico de magister en Odontoestomatología

3. VALIDACIÓN POR CRITERIOS

CRITERIOS	GRADACIÓN VALORATIVA				
	Deficiente	Insuficiente	Media	Alta	Satisfactoria
Consistencia interna					✓
Consistencia externa					✓
Claridad					✓
Sensibilidad					✓
Fiabilidad					✓
Concreción – Objetividad					✓
Precisión					✓
Actualidad - Vigencia				✓	
Pertinencia					✓
Exhaustividad				✓	
Solvencia				✓	
Suficiencia					✓
Orden lógico					✓

4. CONCLUSIÓN VALIDATORIA

En conclusión, el instrumento de recolección de datos tiene una validez entre alta y satisfactoria

5. RECOMENDACIONES

AREQUIPA / 05 / 07 / 2021 /


Validado
C.D. Esp. Héctor Gonzales Bernal

ANEXO N° 3

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA PARTE LABORATORIAL DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

FOTO Nro. 1

Piezas posteriores extraídas y seleccionadas



FOTO Nro. 2

Muestras grupo A y grupo B



FOTO Nro. 3

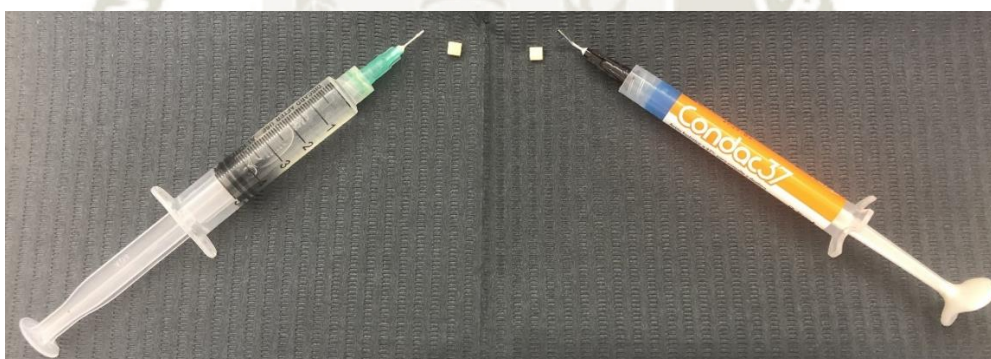
Preparación de muestras para el estudio



FOTO Nro. 4
Hipoclorito de sodio gelificado



FOTOS Nro. 5 y 6
Hipoclorito de sodio gelificado y ácido fosfórico al 35%



FOTOS Nro. 7
Aplicación de ácido fosfórico al 35% (grupo A)



FOTOS Nro.8
Muestra con hipoclorito de sodio gelificado y ácido fosfórico (grupo B)

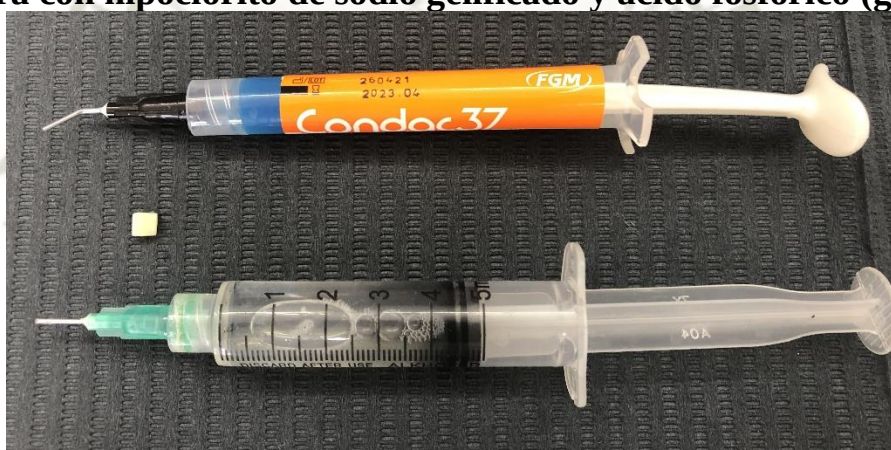
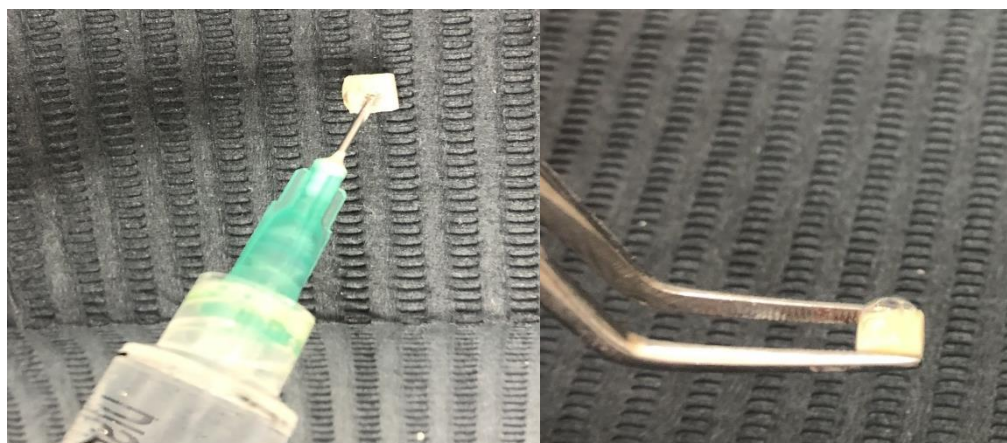
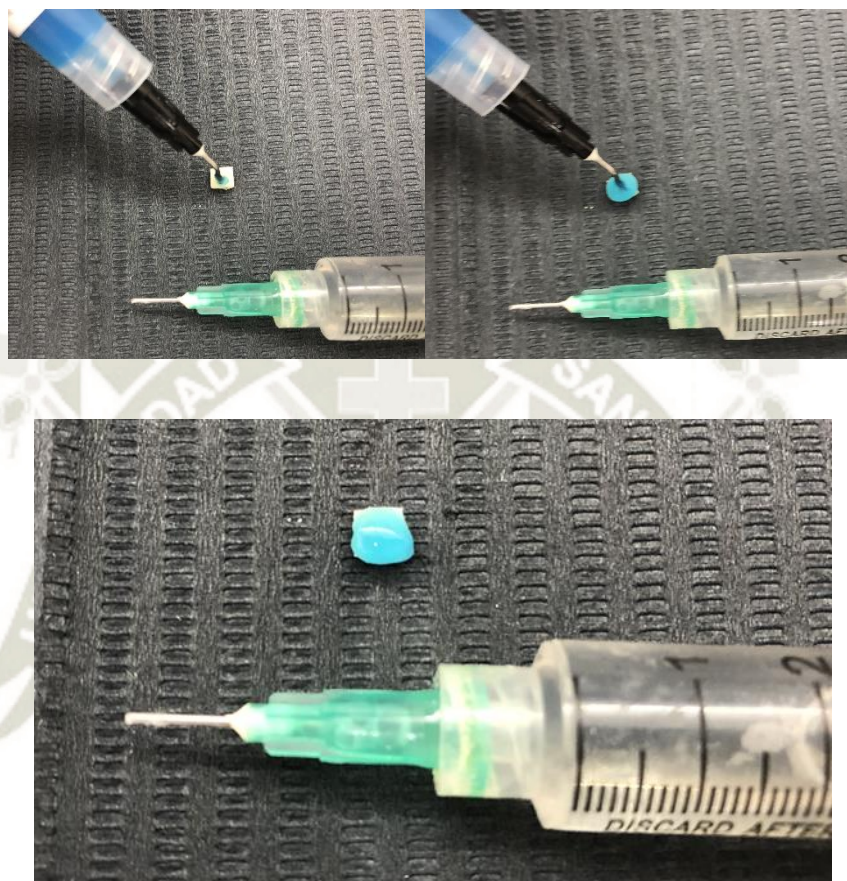


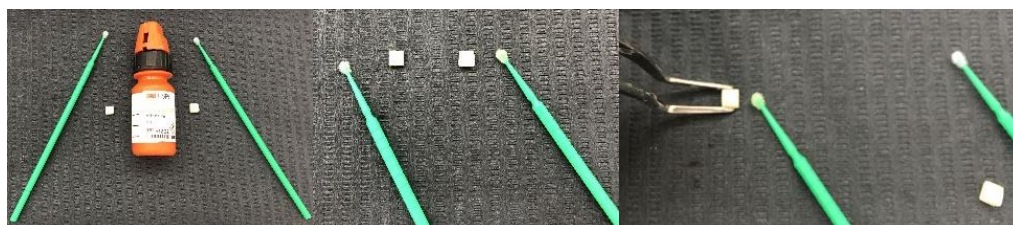
FOTO Nro. 9
Aplicación de hipoclorito de sodio gelificado al 5% (grupo B)



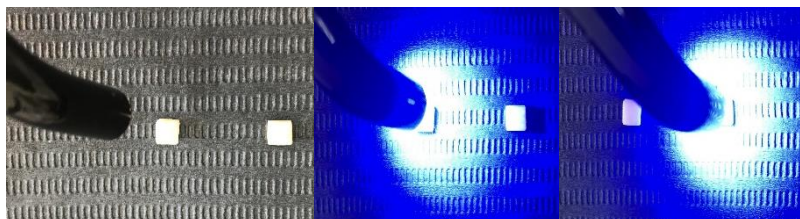
FOTOS Nro. 10
Aplicación de ácido fosfórico luego del hipoclorito de sodio al 5%
(grupo B)



FOTOS Nro. 11
Aplicación de adhesivo dental en muestras de grupo A y B



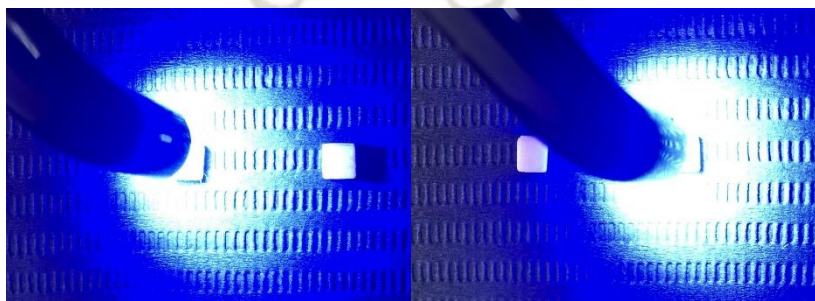
FOTOS Nro. 12
Fotopolimerización de muestras de grupo A y B



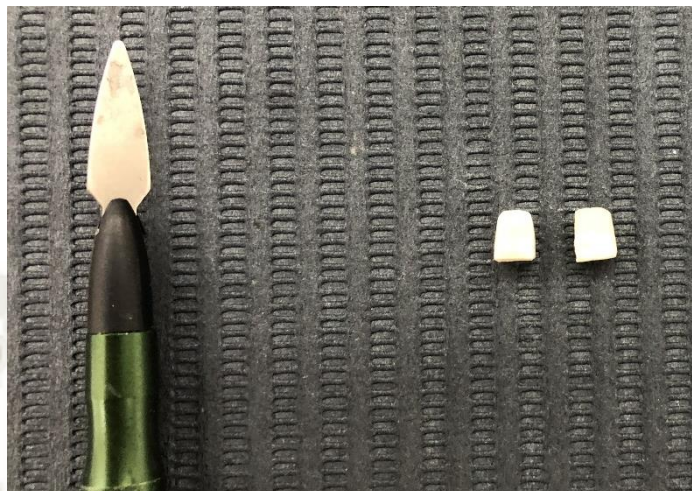
FOTOS Nro. 13
Aplicación de resina compuesta a muestras de grupo A y B



FOTOS Nro. 14
**Fotopolimerización de los incrementos de resina compuesta de
muestras de grupo A y B**



FOTOS Nro. 15
Muestras de grupo A y B con incrementos de resina compuesta



FOTOS Nro.
A

FOTOS Nro.
A

**FOTOS Nro.
A**

