



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA**

**TESIS**

**SELLADO MARGINAL DE RESINA BULK FILL APLICANDO GEL  
DE HIPOCLORITO DE SODIO 10 % COMPARADO CON EL  
GEL DE ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37% EN EL  
ACONDICIONAMIENTO DENTAL IN VITRO. HUACHO - 2018**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: CARRILLO MARCOS ANNAIS ADELY CRISTAL**

**ASESOR: MG. ESP. CAYO ROJAS CÉSAR FÉLIX**

**HUACHO – PERÚ**

**2018**

Mi tesis está dedicada hacia mis queridos padres Belizario y Antonieta por su amor y apoyo incondicional; a mis hermanos por su permanente apoyo y ánimo para desarrollar mi tesis.

Agradezco a mi asesor metodológico y estadístico Mg. Esp. César Félix Cayo Rojas por su permanente ayuda y orientación en el desarrollo y ejecución de mi investigación y agradezco también al Mg. Q.F Carlos A. Cano Pérez que me ayudó en la elaboración del hipoclorito de sodio en gel al 10%.

## INDICE

	Pags
DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
INDICE .....	4
RESUMEN.....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1 Problema principal.....	16
1.2.2 Problemas específicos .....	16
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.3.1 Objetivo principal .....	17
1.3.2 Objetivos específicos .....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1 Importancia de la investigación.....	18
1.4.2 Viabilidad de la investigación .....	18
1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	20

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	20
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	20
2.2 BASE TEÓRICA .....	26
2.2.1 Esmalte Dental.....	26
2.2.2 Dentina.....	30
2.2.3 Sellado Marginal.....	33
2.2.4 Actividad de Metaloproteinasas .....	34
2.2.5 Grabado Ácido.....	37
2.2.6 Sistemas Adhesivos.....	40
2.2.7 Hibridación.....	45
2.2.8 Tipos de Resinas.....	47
2.2.9 Microscopio Estereoscopio.....	50
2.2.10 Termociclador.....	52
2.2.11 Azul de Metileno.....	53
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	53
CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACION.....	55
3.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS .....	55
3.1.1. Hipótesis principal.....	55
3.1.2 Hipótesis derivadas.....	55
3.2 VARIABLES; DEFINICION CONCEPTUAL Y OPERACIONAL.....	56
3.2.1 Definición Conceptual.....	56

CAPITULO IV: METODOLOGÍA.....	58
4.1. DISEÑO METODOLÓGICO .....	58
4.2 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	58
4.3 TÉCNICA ESTADÍSTICA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .	60
4.4 DISEÑO MUESTRAL.....	61
4.5 ASPECTOS ÉTICOS .....	62
CAPITULO V: RESULTADOS.....	63
5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO .....	63
5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL.....	64
CAPITULO VI: DISCUSIÓN.....	71
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	76

## **ANEXOS**

**Anexo 1:** Matriz de consistencia.

**Anexo 2:** Ficha de Recolección de Datos N° 1.

**Anexo 3:** Solicitud de permiso para el uso de Materiales de Laboratorio de la Universidad Alas Peruanas – Filial Huacho.

**Anexo 4:** Constancia de preparación de hipoclorito de sodio al 10% en gel.

**Anexo 5:** Fotografías.

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	<b>67</b>
<b>Tabla 2</b> .....	<b>68</b>
<b>Tabla 3</b> .....	<b>69</b>
<b>Tabla 4</b> .....	<b>70</b>



## INDICE DE GRAFICOS

<b>Grafico 1 .....</b>	<b>67</b>
<b>Grafico 2 .....</b>	<b>68</b>
<b>Grafico 3 .....</b>	<b>69</b>
<b>Grafico 4 .....</b>	<b>70</b>

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el grado de sellado marginal de la resina Bulk Fill aplicando gel de hipoclorito de sodio 10 % comparado con el gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental in vitro. **Materiales y métodos:** Se recolectaron 72 piezas dentarias, se realizó cavidades clase I con de 4 mm de diámetro y 4 mm de profundidad, la muestra se separó en 4 grupos de 18 piezas dentarias cada uno, después de obturar se realizó el termociclaje a 500 ciclos entre  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3^{\circ}$ ) y  $55^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3^{\circ}$ ) de partida después de (20-24) h de almacenamiento en agua  $37^{\circ}\text{C}$  la exposición de cada baño debe ser al menos 20 s y el tiempo de transferencia entre los baños (5-10s); finalmente se sumergieron en azul de metileno 2%, durante 12 horas (2 grupos con diferente acondicionador) y 24 horas (de la misma manera) a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$ . luego se hicieron los cortes y se evaluó al microscopio el sellado marginal, tomando como estándar el ISO / TS 11405: 2015. Los datos fueron procesados en SPSS 22. Para el contraste de hipótesis; se aplicó rangos de Wilcoxon. Para la comparación de muestras independientes, se utilizó el test U de Mann Whitney a las 12 y 24 horas, con un nivel de confianza del 95% aceptando un error tipo 1 de 5%. **Resultados:** El acondicionamiento con ácido fosfórico 37% a las 12 horas presenta grado 0 (55.6%) y grado 1 (33.3%). A las 24 horas, grado 1 (55.6%). Para el acondicionamiento con hipoclorito de sodio 10%, a las 12 horas, grado 0 (44.4%), mientras que a las 24 horas predomina grado 1 (55.6%). Para la contrastación de hipótesis en muestras relacionadas en el caso del ácido fosfórico 37% e hipoclorito de sodio al 10% a las 12 y 24 horas se obtuvo un  $p=0.052$  y  $p=0.584$  respectivamente. Para comparaciones entre muestras independientes a las 12 y 24 horas se obtuvo  $p=0.462$  y  $p=0.406$  respectivamente. **Conclusiones:** El sellado marginal de las restauraciones con resina Bulk Fill presenta valores similares entre ambos grupos evaluados con ambos acondicionadores

**Palabra clave:** ácido fosfórico, hipoclorito de sodio, azul de metileno.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the degree of marginal sealing of Bulk Fill resin by applying 10% sodium hypochlorite gel compared to 37% phosphoric acid gel in in vitro dental conditioning. **Materials and methods:** 72 dental pieces were collected, class I cavities were performed with 4 mm of diameter and 4 mm of depth, the sample was separated into 4 groups of 18 dental pieces each, after sealing the thermocycling was performed at 500 cycles between  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3^{\circ}$ ) and  $55^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3^{\circ}$ ) starting after (20-24) h of storage in water  $37^{\circ}\text{C}$  the exposure of each bath must be at least 20 s and the transfer time between the restrooms (5-10s); Finally, they were immersed in 2% methylene blue, for 12 hours (2 groups with different conditioner) and 24 hours (in the same way) at a temperature of  $37^{\circ}\text{C}$ . Then the cuts were made and the marginal seal was evaluated under a microscope, taking as standard ISO / TS 11405: 2015. Data were processed in SPSS 22. For hypothesis testing; Wilcoxon ranks were applied. For comparison of independent samples, the Mann Whitney U test was used at 12 and 24 hours, with a confidence level of 95% accepting a type 1 error of 5%. **Results:** Conditioning with phosphoric acid 37% at 12 hours presents grade 0 (55.6%) and grade 1 (33.3%). At 24 hours, grade 1 (55.6%). For conditioning with 10% sodium hypochlorite, at 12 o'clock, grade 0 (44.4%), while at 24 hours, grade 1 predominates (55.6%). For the testing of hypotheses in related samples in the case of 37% phosphoric acid and 10% sodium hypochlorite at 12 and 24 hours,  $p = 0.052$  and  $p = 0.584$  respectively. For comparisons between independent samples at 12 and 24 hours,  $p = 0.462$  and  $p = 0.406$  respectively. **Conclusions:** The marginal sealing of the restorations with Bulk Fill resin presents similar values between both groups evaluated with both conditioners.

**Keyword:** *phosphoric acid, sodium hypochlorite, methylene blue.*

## INTRODUCCIÓN

Debido a estudios realizados, se ha observado otras alternativas en el acondicionamiento dental en las restauraciones como el uso del hipoclorito de sodio al 10%, por la cual se han creado diversas propuestas en base a experimentos in vitro, El sellado marginal en una restauración es muy importante para evitar la microfiltración en las cavidades dentales restauradas con resinas, En últimos estudios realizados del año 2015, Apolonio et al ; estudio evaluar la importancia del colágeno encapsulado en la interfaz resina / dentina creado por diferentes estrategias adhesivas que demostró la encapsulación de colágeno afecta la calidad de interfaz de enlace y que esta está relacionada con el sistema adhesivo ya que el análisis mostró zonas expuestas al colágeno, lo que podría explicar la existencia de falta de sellado marginal al aplicar agentes acondicionantes como el hipoclorito de sodio al 10%.<sup>1</sup> También Cáceres et al, realizó un estudio in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de Resina compuesta confeccionadas con la técnica de hibridación convencional y la técnica de hibridación reversa, si bien el promedio de filtración marginal con la técnica de hibridación convencional fue mayor al obtenido con la Técnica de Hibridación Reversa, el análisis estadístico de los resultados no arrojó diferencias estadísticamente significativas.<sup>2</sup> Por otro lado Hegde et al en el año 2012, estudio la influencia del hipoclorito de sodio (NaOCl) en el fenómeno de nano-fuga en la interfaz resina-dentina utilizando dos sistemas de unión diferentes, se observó que ambos sistemas de unión dentinaria mostraron nano-filtración que en conclusión la influencia de la desproteinización de la dentina en el fenómeno de la nano-filtración dependió de la formulación del sistema de unión dentinaria y de las estrategias de unión.<sup>3</sup>

Es por estos estudios que se puede evidenciar que el hipoclorito de sodio anula la formación de metaloproteinasas lo que evita la ruptura del colágeno de la dentina, por ello se planteó en este trabajo la necesidad de comparar el sellado marginal a través de la evaluación de microfiltración comparando el grabado ácido convencional con gel de ácido fosfórico al 37% *versus* el hipoclorito de sodio al 10%, respetando el ISO / TS 11405: 2015. A la luz de estos estudios realizados es que se pretende brindar una alternativa de acondicionador de la preparación cavitaria previa obturación ya que esto influye en el fracaso de la obturación por causa de la microfiltración. Se utilizaron 72 piezas dentarias, donde buscamos demostrar la hipótesis planteada que la resina Bulk Fill acondicionado con gel de hipoclorito de sodio al 10% presentaría mejor sellado marginal *in vitro* en comparación con el acondicionante de gel de ácido fosfórico al 37% al sumergirlos en azul de metileno. En este trabajo se obtuvo que el sellado marginal de las restauraciones con resina Bulk Fill presenta valores similares entre ambos grupos evaluados con ambos acondicionadores tanto con el ácido fosfórico al 37% y el hipoclorito de sodio al 10%. Como dificultad que se presentó fue la recolección de los 72 dientes que tenían que cumplir el parámetro establecido. Para el cálculo de la muestra se utilizó medias proporcionales la cual la fórmula estadística dio como resultado 18 dientes para cada grupo (4 grupos), no requiere población por ser un estudio *in vitro*. Esta tesis consta de seis capítulos que donde el capítulo I corresponde al planteamiento del problema, capítulo II: marco teórico, capítulo III: hipótesis y variables, capítulo IV: metodología de la investigación, capítulo V: resultados y capítulo VI: discusión.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El sellado marginal en una restauración es muy importante para evitar la microfiltración en las cavidades dentales restauradas con resinas, aunque ahora las resinas fotocurables tienen diferentes características químicas que le confiere menor grado de contracción y por ende menor riesgo de microfiltración, sin embargo cuando los dientes restaurados se someten a cambios de temperatura normales que suceden en la cavidad oral al consumir ciertos alimentos o bebidas, es que sucede la contracción física de la restauración que a largo o corto tiempo repercute en el sellado marginal de dicha restauración, por eso es muy importante no solo restaurar con resinas o composites que ofrezcan menor riesgo de contracción por sus propiedades fisicoquímicas sino que también es imperativo realizar un acondicionamiento dental óptimo que permita la formación de tacs en la cavidad al aplicar el adhesivo en el proceso de hibridización. Trabajos realizados por Apolonio & Cols (2015) reveló la importancia del colágeno encapsulado en la interfaz resina / dentina creado por diferentes estrategias adhesivas, en su trabajo se cortó haces compuestos de dentina, la mitad de esos haces se desproteinizaron usando 10% de NaOCl durante 1 hora y la otra mitad se almacenó en agua. Los discos de dentina adicionales se tiñeron con ácido tricrómico de Masson y se procesaron con microscopía óptica para identificar las zonas de

colágeno expuestas. Probando así el poder de acondicionamiento dental que permite el hipoclorito de sodio al 10%.<sup>1</sup>

Además Cáceres & cols. (2012) Realizó un estudio in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta confeccionadas con la técnica de hibridación convencional y la técnica de hibridación reversa, utilizando adhesivos de quinta generación después de aplicar hipoclorito de sodio al 10% en cavidades clase V, posteriormente al sellado adhesivo, se le realizaron las restauraciones de resina compuesta de manera incremental. Una vez restauradas las piezas dentarias, fueron sometidas a un proceso de 100 ciclos de termociclado y se obtuvo en el análisis estadístico de los resultados no arrojó diferencias estadísticamente significativas, para ambas técnicas de hibridación pero probando sin embargo el poder acondicionante en la cavidad dentinaria del hipoclorito de sodio.<sup>2</sup> Sin embargo en estudios realizado por Hegde & Cols. (2012) demostró que el uso acondicionante de 5% de NaOCl en el sistema de unión de autograbado que no se trató con NaOCl obtuvo la menor nano-filtración al comparar con el autograbado convencional con ácido fosfórico al 37%.<sup>3</sup> Es por estos estudios que se puede evidenciar que el hipoclorito de sodio anula la formación de metaloproteinasas lo que evita la ruptura del colágeno de la dentina y así se logra la formación más profunda y firme de los tacs en la hibridización al aplicar el adhesivo por ello se planteó en este trabajo la necesidad de comparar el sellado marginal a través de la evaluación de microfiltración comparando el grabado ácido convencional con gel de ácido fosfórico al 37% *versus* el hipoclorito de sodio al 10%, respetando el ISO / TS 11405: 2015.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema principal**

¿Cuál es el grado de sellado marginal de la resina Bulk Fill aplicando gel de hipoclorito de sodio 10 % comparado con el gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental in vitro?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Cuál es el grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37% en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno?
2. ¿Cuál es el grado de sellado marginal in vitro de la resinas fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno?
3. ¿Cuál es la diferencia entre sellado in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 horas de estar sumergido en azul de metileno?
4. ¿Cuál es la diferencia entre el sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 24 horas de estar sumergido en azul de metileno?



## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Objetivo principal**

Evaluar el grado de sellado marginal de la resina Bulk Fill aplicando gel de hipoclorito de sodio 10 % comparado con el gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental in vitro.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.
2. Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.
3. Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 horas de estar sumergido en azul de metileno.
4. Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Importancia de la investigación**

Esta investigación cobra importancia porque la obtención de los tacs a base del adhesivo se logra gracias al poder acondicionante del gel grabador, y este trabajo pretende probar si el sellado marginal mejora con la aplicación del hipoclorito de sodio al 10%; y esto de probarse sería muy relevante puesto que uno de los fracasos más comunes al aplicar resinas fotocurables a una preparación cavitaria es la contracción ligera que sufre la resinas por factores físicos inherentes a su composición o por factores de cambios bruscos de temperatura, si mejora el sellado marginal con una buena hibridización se compensaría el efecto de la contracción mínima que presentan las resinas, así estas sean de tipo Bulk Fill, sabiendo que estas resinas presentan menor grado de contracción y se pueden aplicar por bloques de 4 o 5mm, facilitando así su uso y aplicación en zonas de difícil acceso en la cavidad oral. Además de acuerdo a los resultados obtenidos se podría proponer el uso del gel de hipoclorito de sodio al 10% como agente acondicionante, ya que su inhibición de las enzimas metaloproteinasas impediría la ruptura total del colágeno presente en la dentina lo que permitiría buen anclaje del adhesivo al formar los tacs entre los espacios mineralizados lo que le daría mayor resistencia adhesiva y óptimo sellado marginal.

### **1.4.2 Viabilidad de la investigación**

La realización de este estudio es viable puesto que se dispone de los recursos humanos, insumos y aparatos técnicos para el desarrollo de esta investigación, además de las normas técnicas del ISO / TS 11405: 2015.

## **1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Como limitaciones y fronteras de este estudio de investigación abarca aquellas piezas dentarias que presenten proceso de caries dental en premolares extraídos sin fines ortodónticos. Con respecto al tiempo este estudio abarcará entre dos a tres meses y la parte neta experimental abarcará un periodo de cuatro a seis días.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

##### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

**Apolonio et al (2015)**; este estudio evaluó la importancia del colágeno encapsulado en la interfaz resina / dentina creado por diferentes estrategias adhesivas. Las acumulaciones compuestas se unieron a la dentina mediante uno de los siguientes sistemas adhesivos: Scotchbond Multi-Purpose (SBMP), Adper Scotchbond 2 (SB2), Clearfil SE (CSE) y Scotchbond SE Plus (SBSE), y se cortó sin recortar haces compuestos de dentina. La mitad de esos haces se desproteinizaron usando 10% de NaOCl durante 1 hora y la otra mitad se almacenó en agua. Los discos de dentina adicionales se tiñeron con ácido tricrómico de Masson y se procesaron con microscopía óptica para identificar las zonas de colágeno expuestas. Todos los grupos mostraron una reducción significativa en la resistencia de la unión después de la provocación proteolítica ( $p=0.05$ ). Los sistemas adhesivos se clasificaron en el siguiente orden: SBMP>SB2=CSE>SBSE ( $p<0.05$ ) para el control y los grupos tratados. El análisis de microscopía mostró diferentes zonas expuestas al colágeno en relación con la estrategia adhesiva utilizada. Se puede concluir que la encapsulación de colágeno afecta la calidad de la interfaz de enlace, que está relacionada con el sistema adhesivo utilizado.<sup>1</sup>

**Cáceres et al (2012)**; se realizó un estudio in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de Resina compuesta confeccionadas con la técnica de hibridación convencional y la técnica de hibridación reversa,

utilizando el adhesivo Single Bond 2 (3M ESPE). Se utilizaron 20 molares recientemente extraídos, en los cuales se realizaron 2 preparaciones biológicas Clase V estandarizadas, una en vestibular y la otra en lingual. Las preparaciones vestibulares se trataron con la técnica de Hibridación Convencional. Las preparaciones del lado lingual se trataron con la técnica de Hibridación Reversa, que consistió en el grabado de esmalte y dentina, el retiro del ácido seguido por la remoción del colágeno con hipoclorito de Sodio al 10%, lavado y secado, para enseguida aplicar el adhesivo. Posteriormente al sellado adhesivo, se le realizaron las restauraciones de resina compuesta siguiendo el mismo protocolo incremental en ambos grupos. Una vez restauradas las piezas dentarias, fueron sometidas a un proceso de 100 ciclos de termociclado. Luego se realizaron cortes transversales a través de las restauraciones para poder exponer su interface adhesiva y observarla en un microscopio óptico para evaluar el porcentaje de penetración del colorante. Si bien el promedio de filtración marginal con la técnica de hibridación convencional fue mayor al obtenido con la Técnica de Hibridación Reversa, el análisis estadístico de los resultados no arrojó diferencias estadísticamente significativas.<sup>2</sup>

**Hegde & Cols (2012);** el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del hipoclorito de sodio (NaOCl) en el fenómeno de nano-fuga en la interfaz resina-dentina utilizando dos sistemas de unión diferentes. Se prepararon cavidades de clase V en 40 premolares humanos sobre superficies bucales con márgenes cervicales localizados en dentina. Las cavidades se asignaron a dos grupos principales: dientes del Grupo I no tratados con NaOCl; y dientes del Grupo II tratados con NaOCl. Los grupos se dividieron en dos subgrupos: los dientes del

subgrupo A unidos con el sistema adhesivo de grabado total; y los dientes del Subgrupo B unidos con un sistema adhesivo de autograbado. En todos los grupos, la dentina fue tratada siguiendo las instrucciones del fabricante. El grupo II se trató según las instrucciones del fabricante + 5% de NaOCl. Las cavidades se restauraron con resina compuesta. Las muestras se sumergieron en AgNO<sub>3</sub> (50%) durante 24 horas, se enjuagaron con agua corriente durante 5 minutos, se sumergieron en una solución de revelado fotográficos y se expusieron a una luz fluorescente durante 8 horas. Los dientes se seccionaron buco - lingual a través del centro de las restauraciones, y el patrón de nano-filtración se evaluó mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM). El análisis SEM mostró que, independientemente de los tratamientos de dentina, ambos sistemas de unión dentinaria mostraron nano-filtración. El sistema de unión de autograbado que no se trató con NaOCl mostró la menor nano-filtración. Se llegó a conclusión de que la influencia de la desprotección de la dentina en el fenómeno de la nano-filtración dependió de la formulación del sistema de unión dentinaria y de las estrategias de unión.<sup>3</sup>

**Duarte & Cols (2007)**; el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la desprotección de la dentina en el fenómeno de la nano-filtración. Se prepararon cavidades de clase V en 12 molares humanos con márgenes cervicales localizados en dentina.

Las cavidades se asignaron a 2 grupos (n = 6) según el tratamiento de la dentina: la dentina del Grupo I se trató de acuerdo con las instrucciones del fabricante y el Grupo II - se trató la dentina siguiendo las instrucciones del fabricante + 10% de NaOCl. Cada grupo se subdividió en tres grupos, de acuerdo con el DBS (sistema de unión dentinaria) utilizado: Scotchbond Multi

Purpose (SBMP), Prime & Bond NT (PB) y Clearfil SE Bond (SE), que se aplicaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las cavidades se restauraron con resina compuesta y las muestras se sumergieron en un agente trazador (AgNO<sub>3</sub> al 50%) durante 24 h. El patrón de nano-filtración se evaluó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Se encontró como resultado el análisis SEM mostró diferentes patrones de nano-filtración para cada DBS. Independientemente de los tratamientos de dentina, todas las muestras de SBMP mostraron nano-filtración. SE no mostró ninguna nano-filtración con ambos tratamientos de dentina utilizados. PB mostró nano-filtración dentro de la capa híbrida solo en el Grupo I. Se llegó a la influencia de la desprotección de la dentina en el fenómeno de la nano-filtración dependió de la formulación del sistema de unión dentinaria y de las estrategias de unión.<sup>4</sup>

**Yamazaki et al (2007)**; el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la carga cíclica sobre la nanoelección como una función del tiempo en las interfaces resina-dentina con y sin eliminación de colágeno. La dentina media coronal plana bovina recibió uno de los siguientes tratamientos superficiales: (1) grabado ácido o (2) grabado ácido + 5% NaOCl. Luego, los dientes se unieron con los sistemas adhesivos Single Bond (3M ESPE), Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE), One Step Plus (Bisco) o All-Bond 2 (Bisco) y se restauraron con composite Z250. La mitad de los dientes unidos se asignaron aleatoriamente para recibir 200,000 ciclos de carga a 50N. Los dientes se seccionaron en rodajas de 1 mm x 1 mm de espesor y se almacenaron en agua destilada durante 24 horas y 6 meses. Después del almacenamiento de agua, se prepararon haces para la evaluación de la nano filtración y se

observaron en el SEM. El uso de NaOCl no afectó a la nano-filtración en la interfaz de todos los sistemas adhesivos ( $p > 0.05$ ) en comparación con sus respectivos controles. Después de 6 meses de inmersión en agua, a excepción de One Step Plus, los grupos y grupos de control agotados de colágeno presentaron valores de fuga similares. Después de la carga cíclica, el grupo desproteinizado reveló un mayor grado de depósitos de nitrato de plata en comparación con el grupo control ( $p < 0,05$ ). Los cuatro sistemas adhesivos presentaron un alto grado de depósitos de nitrato de plata después de 6 meses de almacenamiento de agua.<sup>5</sup>

**Sanae et al.(2004)**; el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres sistemas adhesivos diferentes sobre microfiltración de restauraciones de clase V después del uso de hipoclorito de sodio. Se seleccionaron ciento ochenta incisivos bovinos y se dividieron aleatoriamente en 9 grupos ( $n = 20$ ): G1: Single Bond (SB); G2: solución de NaOCl al 10% (NS) + SB; G3: 10% de gel de NaOCl (NG) + SB; G4: Prime y Bond NT (PB); G5: NS + PB; G6: NG + PB; G7: Gluma One Bond (GOB); G8: NS + GOB; G9: NG + GOB. Se prepararon cavidades de clase V estandarizadas. Todos los dientes fueron grabados con ácido fosfórico al 37% durante 15 s. En los grupos 2, 5 y 8, se aplicó una solución de NaOCl al 10% durante 60 s. Todas las cavidades se restauraron con resina compuesta Definite. Las muestras se termociclaron durante 1000 ciclos (5°C a 55°C) y luego se sumergieron en una solución tamponada al 2% en azul de metileno durante 4 h. Los especímenes fueron seccionados y analizados de acuerdo con un puntaje de clasificación (0 a 4). Se encontró como resultado que el tratamiento con NaOCl aumentó significativamente la microfiltración en el margen de la dentina. Se llegó a la conclusión de que



dependiendo del sistema adhesivo utilizado, la aplicación de NaOCl aumentó la microfiltración a lo largo de los márgenes de la dentina.<sup>6</sup>

**Perdigao et al. (2000)**; el objetivo del presente estudio se realizó para determinar el efecto de un gel de NaOCl al 10% comercial sobre las resistencias de unión al cortante de dentina y la ultramorfología de HL de dos adhesivos de dentina simplificados. La superficie labial de ochenta incisivos bovinos se pulió para exponer la dentina media. Las muestras fueron asignadas aleatoriamente a dos sistemas adhesivos de grabado total (N=40): Prime & Bond NT (Dentsply Caulk); y Single Bond (División de productos dentales 3M). Después de enjuagar el grabador, se aplicó una gota de NaOCl al 10% (AD Gel, Kuraray Ltd.) a la superficie de la dentina grabada y se dejó durante 0 (control), 15, 30 o 60 s. El gel se enjuagó con agua y la superficie dentinaria se mantuvo visiblemente húmeda antes de la aplicación del adhesivo según las instrucciones del fabricante. La resina compuesta respectiva se aplicó posteriormente y se fotopolimerizó. Después de 24 h en agua a 37°C, las muestras se termociclaron durante 500 ciclos en baños mantenidos a 5°C y 55°C y se midieron las resistencias de unión al cizallamiento. Se dio como resultado el aumento en el tiempo de aplicación de NaOCl dio como resultado una disminución progresiva en las resistencias al cizallamiento para ambos adhesivos de dentina. Para Single Bond, la aplicación de AD Gel durante 60 s dio como resultado una reducción de la resistencia de adhesión al 38% de la obtenida para el control. Para Prime & Bond NT, la fuerza media de adherencia obtenida cuando AD Gel se aplicó durante 60 s fue 31% de la obtenida para el control. La aplicación de AD Gel dio como resultado una morfología distinta para cada uno de los dos adhesivos probados. Para Single Bond, se mantuvo

la morfología general de la red de colágeno, independientemente del tiempo de desproteinización. El espacio interfibrilar dentro de la red de colágeno aumentó con el aumento de los tiempos de desproteinización. Para Prime & Bond NT, la apariencia general del HL se mantuvo para tiempos de desproteinización de 15 y 30 s. Cuando el gel NaOCl se aplicó durante 60 s, la apariencia morfológica del HL perdió su disposición fibrilar. Mientras que se observaron restos de las fibras de colágeno en uno de los discos de dentina, la otra muestra mostró una estructura amorfa sin características morfológicas discernibles de HL.<sup>7</sup>

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Esmalte Dental**

El esmalte, llamado también tejido adamantino o sustancia adamantina, cubre a manera de casquete a la dentina en su porción coronaria ofreciendo protección al tejido conectivo subyacente integrado en el isosistema dentino-pulpar.<sup>8</sup>

Es el tejido más duro del organismo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria (CAD) a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal. La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (0,36-2%) de matriz orgánica. Los cristales de hidroxiapatita constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico del esmalte. En eso se asemeja a otros tejidos mineralizados como el hueso, la dentina y el cemento.

Existen, sin embargo, una serie de características que hacen del esmalte un tejido único. Dichas características son las siguientes: <sup>8</sup>

- Embriológicamente sería del órgano del esmalte, de naturaleza ectodérmica, que se origina de una proliferación localizada en el epitelio bucal.<sup>8</sup>
- La matriz orgánica del esmalte es de naturaleza proteica con agregado de polisacáridos, y en su composición química no participa el colágeno.<sup>8</sup>
- Los cristales de hidroxiapatita del esmalte se hallan densamente empaquetados son de mayor tamaño que los de otros tejidos mineralizados. Los cristales son susceptibles (solubles) a la acción de los ácidos constituyendo esta característica el sustrato químico que da origen a la caries dental.<sup>8</sup>
- Las células secretoras del tejido adamantino, los ameloblastos (que se diferencian a partir del epitelio interno del órgano del esmalte), tras completar la formación del esmalte, involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria en un mecanismo de apoptosis. Esto implica que no hay crecimiento ni nueva aposición de esmalte después de la erupción.<sup>8</sup>
- El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares. Por ello actualmente no se le considera como un tejido, sino como una sustancia extracelular altamente mineralizada. Las células que le dan origen, no quedan incorporadas a él y por ello el esmalte es una estructura acelular, avascular, sin inervación.<sup>8</sup>
- El esmalte frente a una noxa, reacciona con pérdida de sustancia siendo incapaz de repararse, es decir, no posee poder regenerativo como

sucede en otros tejidos del organismo aunque puede darse el fenómeno de remineralización.<sup>8</sup>

El esmalte por su superficie externa está en relación directa con el medio bucal. En los dientes erupcionados esta tapizado por una película primaria (último producto de la secreción ameloblastica) que ejerce una función protectora, pero desaparece al entrar el elemento dentario en oclusión, suele persistir temporalmente a nivel cervical. Posteriormente se cubre con una película secundaria exógena de origen salival (película adquirida) y por fuera de esta o formando parte de la misma, se forma la placa dental a expensas de los gérmenes habituales de la cavidad bucal. Esta placa adherida a la superficie del diente puede colonizarse con microorganismos patógenos (placa bacteriana) uno de los factores principales que conduce a la caries dental<sup>8</sup>.

### Propiedades Físicas

En el esmalte podemos describir las siguientes propiedades:

Dureza: es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole, motivadas por presiones. Presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización. Estudios recientes establecen los valores promedios de dureza del esmalte en dientes permanentes entre 3,1 y 4,7 GPa.<sup>8</sup>

Elasticidad: Es muy escasa pues depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee. Por ello es un tejido frágil, con tendencia a las macro y microfracturas, cuando no tiene ningún apoyo dentinario elástico. Es importante tenerlo presente al tallar las paredes cavitarias: que no queden sin el soporte dentinario correspondiente.<sup>8</sup>

Color y Transparencia: El esmalte es translucido, el color varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo, pero este color no es propio del esmalte, sino que depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina. En las zonas de mayor espesor, tiene tonalidad grisácea (cúspides) y donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco amarillento. La transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte. A mayor mineralización, mayor translucidez. Esta propiedad permite estudiar las áreas descalcificadas por caries mediante transluminación con fibra óptica, ya que el esmalte difunde la luz blanca según su grado de mineralización.<sup>8</sup>

Permeabilidad: Es extremadamente escasa y se ha visto mediante marcadores radioactivos o radioisótopos que el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal. Se ha sugerido que existen vías submicroscópicas de transporte molecular, el agua actuaría como agente transportador de iones en la matriz adamantina. Se aprovecha este sistema submicroscópico de poros para llevar a cabo el primer nivel de prevención, con el aporte de fluoruros por topicaciones.<sup>8</sup>

### 2.2.2 Dentina

La dentina, llamada también sustancia ebúrnea o marfil, es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. En la porción coronaria se halla recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que en la región radicular esta tapizada por el cemento. Interiormente, la dentina está tapizada por el cemento, denominada cámara pulpar que contiene a la pulpar dental (único tejido blando del diente).<sup>8</sup>

El espesor de la dentina varía según la pieza dentaria: en los incisivos inferiores es mínimo (de 1 a 1,5 mm), mientras que en caninos y molares es de 3 mm aproximadamente. En cada diente en particular, el espesor es mayor en los bordes incisales o cuspideos, y menor en la raíz. Es importante recordar que, debido al tipo de crecimiento aposicional que presenta la dentina (dentina secundaria), el espesor es mayor en dientes viejos que en los elementos jóvenes.<sup>8</sup>

En la estructura de la dentina podemos distinguir dos componentes básicos: la matriz mineralizada y los conductos o túbulos dentinarios que la atraviesan en todo su espesor y que alojan a los procesos odontoblásticos. Dichos procesos odontoblásticos son largas prolongaciones citoplasmáticas de las células especializadas llamadas odontoblastos, cuyos cuerpos se ubican en la región más periférica de la pulpa. Estas células producen la matriz colágena de la dentina y también participan en el proceso de calcificación de la misma, siendo por tanto, responsables de la formación y del mantenimiento de la dentina.<sup>8</sup>

Los cuerpos celulares de los odontoblastos están separados de la dentina mineralizada por una zona de matriz orgánica no mineralizada denominada pre-dentina. De lo expuesto se desprende que: la dentina y la pulpa 1º) conforman una unidad estructural, dado que las prolongaciones de los odontoblastos están incluidas en la dentina; 2º) conforman una unidad funcional, ya que la pulpa mantiene la vitalidad de la dentina, y la dentina protege a la pulpa y 3º) comparten un origen embrionario común, pues ambas derivan del ectomesénquima que forma la papila del germen dentario. Por esas razones se consideran a la dentina y a la pulpa en su conjunto como una sola estructura integrada, denominada complejo dentino-pulpar.<sup>8</sup>

La dentina y la pulpa describen por separado solamente por cuestiones de técnica histológica. La pulpa al ser un tejido conectivo laxo, se estudia exclusivamente en cortes descalcificados, los cuales permiten también analizar la relación dentino-pulpar. Por su parte, al ser la dentina un tejido duro, las observaciones se realizan generalmente en cortes por desgaste para poder observar su estructura mineralizada.<sup>8</sup>

#### Propiedades Físicas

Color: La dentina presenta un color blanco amarillento, pero puede variar de un individuo a otro, y también a lo largo de la vida. Como el esmalte es translúcido, por su alto grado de mineralización, es el color del diente lo otorga generalmente, la dentina.<sup>8</sup>

El color de la dentina puede depender de:

- El grado de mineralización: Los dientes primarios presentan un tono blanco azulado por el menor grado de mineralización.
- La vitalidad pulpar: los dientes desvitalizados (extirpación pulpar por endodoncia) presentan un color grisáceo.
- La edad: con la edad la dentina se vuelve progresivamente más amarillenta.
- Los pigmentos: estos pueden tener un origen endógeno o exógeno. Los pigmentos endógenos provienen, por ejemplo, de la degradación de la hemoglobina en los casos de hemorragias pulpares por traumatismos post-tratamiento, o bien de fracturas dentarias, en cuyo caso la corona del elemento experimenta un ennegrecimiento. La acción medicamentosa también ocasiona tonos grisáceos. Los pigmentos exógenos pueden provenir de obturaciones metálicas.

Translucidez: La dentina es menos translúcida que el esmalte, debido a su menor grado de mineralización, pero en las regiones apicales, donde el espesor de la dentina es mínimo, puede verse por transparencia el conducto radicular.

Dureza: La dureza de la dentina está determinada por su grado de mineralización. Es mucho menor que la del esmalte, y algo mayor que la del hueso y el cemento. En dientes de personas jóvenes, la dureza de la dentina es comparable a la amalgama de plata. Estudios recientes establecen valores promedios de la microdureza de la dentina en dientes permanentes entre 0,57 y 1,13 GPa.<sup>8</sup>



### 2.2.3 Sellado Marginal

Las características físico-químicas de las resinas compuestas contribuyen a su fracaso a medio plazo. Hemos visto cómo sus coeficientes de variación térmica son muy discrepantes de los dentarios. Esto hace que durante los procesos de ingestión de alimentos, los cambios térmicos influyan de manera distinta sobre el diente y el composite. Cuando el composite se dilata con la temperatura, lo hace en mayor grado que el diente, lo que causa una presión contra las paredes cavitarias. Esto puede llevar a la fatiga del tejido dentario, con micro fracturas iniciales, y macro fracturas a la larga.

Por otra parte, su mayor grado de contracción con el frío, hace que la interfase diente/restauración pueda resultar abierta, en un fenómeno de bombero por el que podrían aspirarse gérmenes y fluidos al interior de la cavidad.<sup>9</sup>

#### - Causas de la Microfiltración Marginal

Como ya se mencionó la falta de sellado hermético en la interfaz de un sellado hermético en la interfaz diente/restauración lleva a la presencia de microfiltración marginal debido a mencionarse como elementos importantes de este problema:

1. Restauraciones mal adaptadas: las cuales al no realizar un sellado correcto entre la restauración y el diente, el relleno cercano puede desprenderse de las paredes de cavidad dentaria, produciendo una salida del material.

2. Preparación cavitaria defectuosa: debiendo tomar en cuenta de manera especial, la profundidad y la rectificación de las paredes con el instrumental adecuado en la preparación de una cavidad adecuada a la restauración.
3. Errónea manipulación y aplicación del material por parte del operador: el resultado favorable de una restauración depende mucho del modo en el que se utiliza el instrumental y el biomaterial.
4. Mal estado del material de restauración: para cualquier tratamiento odontológico es imprescindible verificar que el biomaterial a utilizar se encuentre en buenas condiciones.
5. Masticación: se ha comprobado que las fuerzas masticatorias provocan la deformación de la restauración en el transcurso del tiempo dando como resultado el aumento de la microfiltración marginal.
6. Falta de esmalte en la periferia de la cavidad: sobretodo presente en el uso de resinas compuestas que llevaran a una mala adhesión dentina/cemento.<sup>9</sup>

#### **2.2.4 Actividad de Metaloproteinasas**

En 1962, Gross y Lapiere describieron una "actividad" que se observó durante la metamorfosis en renacuajos y que tenía la capacidad de degradar el colágeno. Esta actividad se describió posteriormente como desencadenada por la colagenasa intersticial, una enzima que degrada la triple hélice de colágeno. Esta observación inicial progresaría para incluir una nueva familia de enzimas-MMP. Una de las primeras MMP que se extrajeron directamente de los tejidos fue la colagenasa (más tarde conocida como MMP-13), que se obtuvo a partir del útero de la rata. Este aislamiento de una colagenasa de tejido de rata

sugirió en el momento en que el aumento de la producción se produjo en respuesta a un proceso biológico particular, en este caso particular, la resorción uterina después del embarazo.<sup>10</sup>

Las MMP o matrices son una familia de más de 20 enzimas proteolíticas derivadas del huésped, una clase de endopeptidasas dependientes de zinc y calcio que son capaces de degradar proteínas de la matriz extracelular (MEC), así como factores de coagulación, lipoproteínas, factores de crecimiento latentes y moléculas quimiotácticas y de adhesión celular<sup>10</sup>.

Las MMP se secretan como proenzimas (zimógenos) y se activan por las proteinasas o algunos agentes químicos, incluidas las especies reactivas de oxígeno. Las MMP también se pueden activar con un pH bajo, probablemente a través de la interrupción de la unión de cisteína y zinc. Las actividades de MMP son inhibidas por inhibidores endógenos o inhibidores tisulares de metaloproteinasa (TIMP). Por lo tanto, el equilibrio entre MMP y TIMP es crítico para la eventual remodelación de ECM en el tejido. La degradación oportuna de ECM es una característica importante del desarrollo, la reparación de tejidos y la remodelación. Cuando la actividad de las MMP se desregula, puede convertirse en una causa de muchas enfermedades, como nefritis, enfermedades cardíacas, cáncer, úlceras crónicas, artritis y fibrosis.<sup>10</sup>

Los odontoblastos sintetizan MMP que participan en el desarrollo de los dientes, el proceso de caries dentinaria y la degradación de la capa híbrida en las interfaces dentina-resina. Las MMP también contribuyen a la organización y mineralización de la matriz de dentina. Se han identificado varias MMP en la dentina humana mineralizada, en un estado inactivo MMP-8 colagenasa, MMP-

2 y MMP-9 gelatinasas, y MMP-20 enamelysin. Aunque MMP-2 y MMP-9 se han considerado como gelatinasas, otras investigaciones han descrito actividad colagenolítica asociada con estas dos MMP. Ya en 1995, se informó que tanto la MMP-2 humana como la de pollo, cuando estaban libres de TIMP, eran capaces de escindir el colágeno tipo I soluble de triple hélice. Investigaciones posteriores identificaron que MMP-2 y MMP-9 desempeñan un papel en la resorción ósea.<sup>10</sup>

Las MMP son expuestas y activadas por agentes ácidos durante los procedimientos de unión adhesiva. Si estas MMP activadas a la matriz no están completamente infiltradas con resina adhesiva, pueden degradar lentamente las fibrillas de colágeno en la interfaz resina-dentina unida. Cuando las MMP de dentina se exponen y activan mediante autograbado o adhesivos de grabado total, estas enzimas degradan el colágeno de tipo I. Como las fibrillas de colágeno están infiltradas de forma incompleta con monómeros de resina<sup>10</sup>

Las MMP pueden degradar el colágeno dentro de capas híbridas incompletamente infiltradas con resina, disminuyendo la longevidad de las restauraciones unidas. Se detectaron actividades intensas de MMP-2 y MMP-9 en la parte basal de la capa híbrida. Nuevas estrategias para prevenir la degradación de los enlaces de dentina pueden ser cruciales para aumentar la longevidad de las restauraciones unidas. Por lo tanto, el uso de inhibidores exógenos de MMP, como clorhexidina, gallardina y flavonoles, puede ser una estrategia efectiva para mejorar la longevidad de las restauraciones adhesivas (Tabla 1). Los inhibidores sintéticos de MMP deben contener un grupo funcional tal como un ácido carboxílico que puede interactuar iónicamente con el ion  $Zn^{2+}$  en la molécula de MMP.<sup>10</sup>

Kaya y Prasansuttiporn reportaron que la alteración que genera el hipoclorito en la dentina es proporcional a la concentración. La erosión causada a una concentración del 1,3% de NaOCl es menor a la causada a una concentración de 5,25% de NaOCl.<sup>39</sup> Incluso si el hipoclorito es mezclado con soluciones como el ácido etilen diaminotetraacético (EDTA), dicha erosión en dentina se potencializa de manera proporcional a la concentración y al tiempo de exposición, disminuyendo progresivamente la fuerza de adhesión y las propiedades mecánicas.<sup>11</sup>

Recientemente se ha evidenciado que el hipoclorito de sodio (NaOCl) reduce la resistencia de unión entre los compuestos de resina y la dentina, debido a que restos y subproductos generados del hipoclorito tienen un efecto negativo sobre la polimerización de los sistemas adhesivos. Por tanto, la investigación ha intentado usar agentes antioxidantes como el ácido ascórbico, soluciones con capacidad antioxidante e inhibidora de las MMP, que mejorarían la capacidad adhesiva de la dentina tratada.<sup>11</sup>

### **2.2.5 Grabado Ácido**

La gran evolución de los sistemas adhesivos dentinarios, especialmente durante los últimos años, cambio de manera significativa la práctica de la odontología restauradora. Los métodos restauradores tradicionales con preparaciones cavitarias retentivas están siendo gradualmente sustituidos por procedimientos restauradores menos invasivos, es decir adhesivos.<sup>12</sup>

El marco referencia de este cambio en la odontología restauradora es el trabajo desarrollado por Buonocore, quien introdujo la técnica del grabado o acondicionamiento ácido del esmalte en 1955. Aunque al principio hubo gran

resistencia de la comunidad científica para aceptar esta técnica, fue gracias a la continuidad de las investigaciones llevadas a cabo por Buonocore, Gwinnett y otros investigadores que se establecieron el mecanismo de acción y la seguridad biológica de la técnica y hoy vivimos en la era de la odontología adhesiva.<sup>12</sup>

Durante muchos años han fracasado los intentos de desarrollar sistemas adhesivos dentinarios fiables. A partir de los trabajos de Fusayama, que sugirió no solo el empleo de la técnica de grabado ácido en la dentina sino el tratamiento de la misma con monómeros hidrófilos, se inició una nueva era en el desarrollo de los sistemas adhesivos. Algunos estudios defendían la idea de que el uso del ácido fosfórico en la dentina ocasionaba inflamación pulpar. No obstante, muchos trabajos demostraron que solo una cantidad muy pequeña de ácido penetra en la dentina, y que las principales causas de la respuesta inflamatoria asociada a las restauraciones son la falla de sellado marginal y el paso de bacterias.<sup>12</sup>

En el esmalte:

La base de la odontología adhesiva ha sido el trabajo de Buonocore en 1955, quien describió que la resina acrílica podría unirse al esmalte previamente grabado con ácido ortofosfórico al 85% durante 30 segundos. Desde entonces una serie de investigaciones científicas aclaró varios interrogantes, tales como el mecanismo de unión, la elección del mejor ácido y su concentración, los patrones de alteración promovidos por el ácido en el esmalte y la importancia de la profilaxis y del aislamiento del campo operatorio durante el procedimiento adhesivo.<sup>12</sup>

El grabado del esmalte con ácido es esencial para aumentar la energía de superficie y con ello obtener una superficie de esmalte más receptiva, es decir que atraiga el adhesivo, además de aumentar el área de superficie. Como el ácido remueve una capa superficial de esmalte de alrededor de 10 micrómetros y crea una superficie con porosidades de 5-50 micrómetros, la aplicación del adhesivo (resina sin carga inorgánica o con poca carga) con baja viscosidad permite que el adhesivo escurra y rellene estos micro poros, y de este modo es polimerizado y establece una unión micro mecánica. Varios tiempos de aplicación, concentraciones y tipos de ácidos utilizados sobre el esmalte ya han sido probados. Diversos estudios demostraron que el grabado con ácido fosfórico durante 15 o 60 segundos produce resultados similares de resistencia de unión y microfiltración<sup>12</sup>.

En la dentina:

Debido a la constante introducción de nuevos sistemas adhesivos dentinarios con gran variedad de formulaciones y presentaciones comerciales es difícil de hacer una clasificación, que incluya a todos los sistemas adhesivos y que al mismo tiempo sea lógica y de fácil comprensión para el dentista. Se han sugerido clasificaciones basadas en la composición y en el orden cronológico de introducción, pero en realidad generan más confusión profesional<sup>12</sup>.

Una forma práctica de clasificar los sistemas adhesivos es según el tratamiento del barro dentinario, que es una capa de residuos depositados en la superficie dentinaria durante la preparación cavitaria y que tiene entre 0,5-5 micrómetros de espesor, penetra en los túbulos dentinarios y se llama, por lo tanto, tapón dentinario. El de esmalte y dentina, colágeno fundido, componentes salivales y

bacterias. El barro dentinario disminuye la permeabilidad de la dentina debido a la obliteración de los túbulos dentinarios y esta adherido débilmente al sustrato dentinario.<sup>12</sup>

## **2.2.6 Sistemas Adhesivos**

### 2.2.6.1 Primera Generación

Uno de los primeros intentos para lograr adhesión a dentina fue hecho por Michael G. Buonocore, siguiendo los mismos principios utilizados en el desarrollo de adhesión a esmalte, pero utilizando ácidos más débiles para el acondicionamiento del sustrato. Ácidos en menor concentración y por menos tiempo de contacto. Buonocore, reportó con esta técnica pionera, resultados sorprendentes en donde el grabado ácido de la dentina duplicaba la cifra de adhesión, comparándola con dentina sin acondicionamiento previo.<sup>3,7,8</sup> La resistencia a la unión de esta técnica fue de entre 2 y 3 Mpa, pero descendiendo considerablemente en cuanto entraba en contacto con agua.<sup>7</sup> Algunos otros intentos con menor éxito fueron considerados como posibles formas de obtener adhesión a dentina, entre ellos, la utilización de poliuretanos, en base a la habilidad que presenta este material para unir materiales de diferente composición y la característica que presentan los radicales isocianatos que al reaccionar con agua tienen una acción secante. Los resultados sin éxito clínico, propiciaron que estos mecanismos para lograr adhesión no sólo fueran descartados, sino que además no se viera alguna posibilidad futura con el seguimiento de estas técnicas.<sup>13</sup>



#### 2.2.6.2 Segunda Generación

Los sistemas adhesivos de la segunda generación, demostraron un incremento en su resistencia a la unión tanto a esmalte como a dentina. Y es a partir de esta generación cuando se empiezan a reconocer como sistemas adhesivos a esmalte y dentina. La búsqueda de adhesión de la mayoría de los sistemas adhesivos de esta generación, se basaba en la reacción fosfato/calcio, (unión iónica) pero utilizando una resina dimetacrilato en el adhesivo, en lugar de las resinas BISGMA utilizadas con los sistemas previos. Este cambio significó un aumento en la resistencia a la unión, pero con muchos fracasos clínicos producto de la hidrólisis de la débil reacción fosfato-calcio. Los sistemas adhesivos de las dos primeras generaciones, utilizaban agentes hidrofóbicos diseñados para promover una unión iónica a la hidroxiapatita como principal componente de la capa de detritus dentinaria. El comportamiento de estos sistemas adhesivos dependía de la búsqueda de adhesión a la capa de detritus dentinaria y estaba limitada a la relativa retención de ésta con la dentina superficial. Los valores de unión de estos sistemas fueron de entre 4 y 6 Mpa y se llegaron a considerar como valores altos de adhesión.<sup>13</sup>

#### 2.2.6.3 Tercera Generación

En el desarrollo de los sistemas de adhesión a dentina, se tuvieron que buscar varios enfoques diferentes para la obtención de adhesión y lograr un mejoramiento de la técnica que reflejara valores de resistencia a la unión más altos a dentina. La utilización de imprimadores (primers) para la preparación de la superficie de la dentina para obtener una mejor humectación del adhesivo, fue uno de los avances más importantes registrados en esta generación de

adhesivos. Los imprimadores, hasta cierta forma son ácidos débiles o una mezcla de ácidos a baja concentración, pero con la suficiente capacidad para remover, alterar, o modificar la capa de detritus dentinaria que se localiza sobre la superficie de la dentina. Dentro de la misma composición de los imprimadores, se encuentran también componentes a base de resina, que son activados por medio de una fuente de luz, para interactuar después del efecto del ácido sobre la dentina. El efecto del ácido puede abrir pequeños defectos o microfracturas en la superficie de la dentina, para que la resina pueda infiltrar al sustrato dentinario formando numerosas proyecciones por debajo de la superficie de la dentina para proporcionar una retención mecánica resistente. Bowen desarrolló un sistema adhesivo similar en principios, pero con una técnica diferente. El sistema conocido como sistema con oxalato, requería de mayor número de pasos para acondicionar la dentina y por lo tanto era una técnica más demandante y muy sensible. Bowen, consideró y demostró, que este método de adhesión a dentina no nada más era aplicable clínicamente, sino que también era factible obtener valores altos de adhesión con una unión perdurable con buen comportamiento clínico. Los resultados in vitro de algunos de los sistemas de adhesión a dentina de la tercera generación, demostraron valores de resistencia a la unión a dentina, similares a los valores que se obtienen en adhesión a esmalte. Algunos otros sistemas que forman parte de la tercera generación, incluyen como un paso importante en su técnica el uso de imprimadores, pero con un raciocinio diferente en cuanto a promover la adhesión a dentina.<sup>13</sup>

#### 2.2.6.4 Cuarta Generación

El uso de agentes acondicionadores con ácidos débiles para la preparación del sustrato dentinario o el acondicionamiento simultáneo del esmalte y la dentina, con los que se obtiene la remoción o la alteración de la capa de detritus dentinaria persiste y se solidifica como un paso importante en los sistemas adhesivos de esta generación. Además, es importante mencionar que es hasta esta cuarta generación cuando se menciona que como parte del efecto de los agentes a base de ácidos débiles, se debe de obtener también la exposición de la dentina intertubular y peritubular. La aplicación de imprimadores con monómeros hidrofílicos se utiliza para facilitar la penetración de la dentina descalcificada que permita embeber una superficie entre 1 a 5 micras dentro de la dentina acondicionada para mantener la red de colágena abierta. Este paso impide que la colágena se colapse y permite que la resina adhesiva penetre efectivamente en la filigrana de la dentina descalcificada. Los sistemas adhesivos de esta generación demostraron mayor similitud en su comportamiento, con una técnica de menor sensibilidad, resultados más homogéneos y valores de 12 a 22 Mpa, que ofrecían una posibilidad mayor de éxito clínico. El desarrollo de la capa híbrida que se obtiene del manejo adecuado de estos sistemas adhesivos en el sustrato dentinario, es el recurso más importante para obtener valores altos de adhesión y buen sellado de la interfase material restaurador-dentina. La presencia de la capa híbrida, aumenta la habilidad de estos sistemas de adhesión de unirse efectivamente al sustrato dentinario para sellar la superficie de la dentina eliminando casi por completo el flujo de fluidos en la interfase y disminuyendo la sensibilidad posoperatoria propia de estos procedimientos operatorios. Por lo tanto, se

considera que la formación de la capa híbrida, actúa como una efectiva barrera fisiológica contra la invasión de microorganismos o de los componentes químicos del material restaurador. Con algunos de los sistemas adhesivos de la cuarta generación se hicieron algunos intentos por buscar alguna forma de obtener adhesión química a la estructura dental. Algunos de estos intentos fueron buscando la inclusión de una combinación en el momento de la formación de la capa híbrida, con una adhesión química similar a la que desarrollan los ionómeros de vidrio utilizando un copolímero del ácido polialquénico. El copolímero, es una modificación del ácido poliacrílico con grupos metacrilatos polimerizables y se busca que los grupos carboxílicos del ácido poliacrílico formen uniones iónicas con el calcio remanente de la dentina. Un mejoramiento significativo y consistente en el comportamiento clínico demostró correlación con los resultados in vitro que demostraron una adhesión más fuerte y más estable con estos sistemas adhesivos de la cuarta generación.<sup>13</sup>

#### 2.2.6.5 Quinta generación

El recurso de la obtención de adhesión a dentina con la formación de una capa híbrida, se manifiesta y se consolida como el mejor mecanismo.

El objetivo principal de los sistemas adhesivos de la quinta generación, fue consolidar la formación de la capa híbrida y la búsqueda de adhesión química, pero con la idea de la simplificación de la técnica. La idea de simplificar la técnica, se basa principalmente en buscar hacer esta técnica menos sensible y más rápida en obtener la adhesión, con un menor número de pasos clínicos. Entre la aplicación clínica con más confianza por parte de los dentistas y el

desarrollo de los sistemas adhesivos de la quinta generación, surgieron nuevos métodos o formas de clasificar a los sistemas adhesivos. Esto trajo como consecuencia la confusión y la dificultad de entender el funcionamiento de todos los sistemas adhesivos en el mercado. La mayoría de los sistemas adhesivos de la quinta generación, utilizaban el grabado o acondicionamiento simultáneo de la dentina y el esmalte (grabado total) y el sistema de “una botella” (one bottle) que contiene el imprimador y la resina adhesiva juntos y que se aplicaba después del grabado en un solo paso. Algunos sistemas incorporaron pequeñas cantidades de partículas de relleno, para dar más consistencia a la resina adhesiva. La capacidad de penetración y de encapsulamiento, basado en la impregnación simultánea de los dos materiales, es el factor primordial para el éxito de los adhesivos y el buen comportamiento clínico de las restauraciones de resinas compuestas.<sup>13</sup>

### **2.2.7 Hibridación**

El término de capa híbrida fue propuesto por primera vez por Nakabayashi, para caracterizar la creación de la capa que se forma cuando la dentina es reforzada por la infiltración de resina. Esta capa es el resultado del proceso de difusión e impregnación de monómeros dentro de la sub-superficie de la dentina pre tratada como sustrato y su polimerización. La capa híbrida, también se puede conocer como: La zona de interdifusión de resina con la dentina, dentina infiltrada con primer-resina, capa de dentina impregnada con resina, zona de interdifusión o zona de interpenetración. Es en sí, una capa de intermezclado de la resina adhesiva con los componentes de la dentina previamente acondicionada. Una interacción o mejor llamada interpenetración

de los polímeros con la dentina, en la que sobresale la característica de presentar una gran resistencia al ataque de agentes ácidos<sup>14</sup>.

El proceso de impregnación de la dentina con resina, crea esta capa transicional, que no es ni resina, ni estructura dental, sino una mezcla de las dos, la creación de un híbrido. A pesar de que es Nakabayashi el primero en hacer mención de este término o en hacer una descripción de esta capa híbrida, ya en Japón en algunos años previos, se recomendaba y se utilizaba el acondicionamiento de la dentina con agentes ácidos, previo a la colocación del agente adhesivo. Esta técnica se recomendaba como un excelente recurso para promover la adhesión a la dentina.<sup>14</sup>

En algunos otros países no se recomendaba la utilización de esta técnica, principalmente por los resultados de estudios previos en que se demostraba la irritación pulpar o la presencia de sensibilidad posoperatoria, cuando existía contacto de ácidos sobre la dentina. Estaba totalmente contraindicada la exposición de ácidos grabadores sobre dentina fresca.

Mecanismos de la formación de la capa híbrida:

- La capa de detritus dentinaria, se remueve por medio de la aplicación de ácidos o agentes quelantes del calcio que descalcifican la capa superficial de dentina a cierta profundidad.
- La descalcificación de la dentina intertubular expone un residuo proteínico de fibras de colágeno. La matriz de colágeno se encuentra normalmente sostenida por fracciones inorgánicas que una vez que se descalcifican pueden causar el colapsamiento de las fibras de colágeno.

- La efectiva aplicación de primers que contienen monómeros hidrofílicos, pueden alterar o modificar el posicionamiento de las fibras de colágena, así como su elasticidad y humectabilidad en una manera tal que favorezca una mejor penetración de las resinas adhesivas.
- La aplicación de monómeros, ensancha los espacios interfibrilares de la colágena, levantando la maraña de las fibras de colágena para mantener y sostener su nivel original.<sup>14</sup>

## **2.2.8 Tipos de Resinas**

### 2.2.8.1 Resinas Autopolimerizables

El proceso de polimerización de los monómeros en las resinas compuestas se puede lograr de varias formas. En cualquiera de sus formas es necesaria la acción de los radicales libres para iniciar la reacción (resinas nano micro relleno). Las resinas compuestas autopolimerizables o conocidas también como de activación química, los radicales son creados por la incorporación de una amina acelerador como el N, N-dihydroxyethyl-p-toluidina, a un iniciador como el peróxido de benzoilo. El peróxido es separado en dos, dando como resultado presencia de dos radicales libres.<sup>15</sup>

### 2.2.8.2 Resinas Fotopolimerizables

En las resinas compuestas activadas por luz visible, no existen iniciadores químicos. La energía radiante de aproximadamente 470 nm (luz azul) llega a una dicetona como la Camforquinona, provocando un estado triple de excitación para generar la separación de esta molécula a una amina terciaria alifática, que funciona como un agente reductor, generando como resultado la formación de dos radicales reactivos. Una vez que los agentes inhibidores se

han consumido, los radicales libres están disponibles para reaccionar con las moléculas de los monómeros o de los oligómeros. Cuando esta reacción sucede, un radical monómero se forma y va a reaccionar en forma continua con otras moléculas de monómeros, formando de esta manera un alargamiento en cadena de polímeros. Conforme la polimerización continua, las cadenas de polímeros se van formando en diferentes formas estructurales y mientras la habilidad de los radicales libres va perdiendo disponibilidad, las uniones de carbón doble reactivo van disminuyendo progresivamente. Distintas formas de cadenas se forman, dependiendo la habilidad de cada compuesto orgánico; la molécula de Bis GMA, forma cadenas muy rígidas y con limitada movilidad. Los diluentes más flexibles como el TEDMA tiene la posibilidad de doblarse y reaccionar, ya que la mayoría de las moléculas de Bis GMA se han unido.<sup>16</sup>

#### 2.2.8.2. Clasificación de las resinas compuestas

A lo largo de los años las resinas compuestas se han clasificado de distintas formas con el fin de facilitar al clínico su identificación y posterior uso terapéutico. Una clasificación aun valida es la propuesta por Lutz y Phillips. Esta clasificación divide las resinas basado en el tamaño y distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macrorelleno (partículas de 0,1 a 100  $\mu\text{m}$ ), microrelleno (partículas de 0,04  $\mu\text{m}$ ) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños).<sup>17</sup>

Actualmente se pueden reunir las resinas compuestas en cinco categorías.

- a. Resinas de macrorelleno o convencionales: Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50  $\mu\text{m}$ . Este tipo de resinas fue muy utilizada, sin embargo sus desventajas justifican su desuso. Su



desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial de matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno las cuales son más resistentes. Además, la rugosidad influencia el poco brillo superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación. Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo.<sup>17</sup>

- b. Resinas de microrelleno: Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05  $\mu\text{m}$ . Clínicamente estas resinas se comportan mejor que en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimento y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Entre tanto, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad.<sup>17</sup>
  
- c. Resinas híbridas: Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1  $\mu\text{m}$ , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04

um. Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la odontología.

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja porción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.<sup>17</sup>

- d. Resinas Nano-rellenos: Este tipo de resinas tiene un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4  $\mu\text{m}$  a 1.0  $\mu\text{m}$ ), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en nanoclusters o translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior.<sup>17</sup>

### **2.2.9. Microscopio Estereoscopio**

El estereoscopio es un microscopio de luz que carece de sistema condensador. Forma una imagen con carácter tridimensional, gracias a la luz que refleja la muestra, lo que en el argot de los microscopistas se conoce como imagen estereoscópica. Esto se logra mediante una señal que se recibe proveniente de una preparación tridimensional en la cual hay zonas más claras y otras más

oscuras colocadas en planos diferentes. Además, este microscopio tiene un sistema doble de lentes, tanto objetivos como oculares, de manera de que cada ojo del observador recibe una señal complementaria de la muestra y el cerebro integra en una sola imagen. La razón anterior explica el carácter estereoscópico de la imagen. Más aún, si se toman dos fotografías del mismo campo óptico, a través del derecho y se colocan ambas fotos juntas observándolas simultáneamente, la izquierda con el ojo izquierdo y la derecha con el derecho, se verá una imagen tridimensional; algo similar se utiliza para hacer los mapas a partir de fotografías aéreas.<sup>18</sup>

La característica más notable del estereoscopio es esa imagen estereoscópica que es muy impresionante cuando se analizan especímenes como insectos, flores u otros objetos. Para lograr imágenes bien enfocadas de ellos se requieren dos condiciones importantes en este microscopio: una distancia de trabajo grande, obviamente mayor que la altura de esos especímenes y una gran profundidad de foco. Ambas condiciones se logran debido a que la apertura numérica de los objetivos es muy pequeña y esto también se traduce en bajo aumento. La mayoría de los estereoscopios tienen un poder de magnificación menor de 50X.<sup>18</sup>

- Sistemas de Iluminación:

Los estereoscopios más sencillos carecen de una fuente de luz, por lo tanto, es necesario iluminar la muestra con una fuente externa, idealmente una lámpara con fibra óptica que permita dirigir el haz de luz al área deseada de la muestra. La mayoría de los estereoscopios cuentan con una iluminación doble; usualmente se trata de una lámpara con un sistema de espejos y prismas que

iluminar el espécimen desde abajo o desde arriba. Sin preparación desde diversos ángulos. Entre más rasante sea el ángulo de iluminación mayor será el contraste logrado en la imagen, lo cual es particularmente importante cuando el espécimen tiene una superficie con poco relieve. Esto también se puede complementar al inclinar la preparación.<sup>18</sup>

### **2.2.10. Termociclador**

El termociclador es un equipo de laboratorio que permite llevar a cabo de forma automática y reproducible la sucesión de ciclos de temperatura necesarios para lograr la reacción en cadena de la polimerasa (RCP). La polimerasa es una enzima termoestable, cuyas propiedades han permitido la automatización del proceso RCP en una forma relativamente sencilla.<sup>19</sup>

El termociclador posee una cámara que contiene en su interior las muestras que van a ser procesadas. Ellas descansan sobre un bloque generalmente de aluminio, fabricado con orificios, dispuestos matricialmente, que tienen la forma de los recipientes que contienen el líquido, las muestras se calientan o enfrían a través de la temperatura que les transmite el bloque, quien recibe la acción directa de dispositivos controlados electrónicamente. Este tipo de instrumento, por las exigencias de los ensayos de RCP y el avance tecnológico actual, tiene requerimientos rigurosos en cuanto a la exactitud, uniformidad y reproducibilidad de la temperatura; también el control interno del mismo debe propiciar un mínimo sobre impulso y un bajo tiempo de establecimiento cuando se alcanza la referencia deseada.<sup>19</sup>

### **2.2.11 Azul de Metileno**

El azul de metileno, una sal básica, es un indicador de oxidación-reducción que, cuando se incorpora en el medio, denota cambios en el potencial de oxidación-reducción. Ciertos microorganismos pueden utilizar el oxígeno disuelto en un medio y en consecuencia pueden reducir el potencial de oxidación-reducción; la reducción es catalizada por la enzima reductasa, una enzima respiratoria involucrada en la oxidación celular.<sup>20</sup> De los múltiples y sofisticados sistemas de estudio de la microfiltración que existen hoy en día, el más utilizado por ser el más accesible es el de la penetración de colorantes. Básicamente consiste en la introducción de los dientes extraídos y restaurados en el colorante por un tiempo determinado, con o sin termociclado previo. El diente se secciona y se observa, valorando según distintas escalas el grado de filtración. Varios son los inconvenientes de este sistema: arbitrariedad en la elección de colorante, en su concentración y tiempo de inmersión, visión bidimensional en cortes no estandarizados, y condiciones no fisiológicas. En cada diente se prepara una cavidad estándar clase II para incrustación de resina compuesta. Las incrustaciones se cementaron y se sumergieron en una solución de azul de metileno en solución alcohólica (azul de metileno). Transcurridas 48 h se lavaron con agua.<sup>21</sup>

### **2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**Resinas de Nano-relleno:** Este tipo de resinas tiene un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4  $\mu\text{m}$  a 1.0  $\mu\text{m}$ ), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en nanoclusters o translucidez, pulido superior,

similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior.<sup>17</sup>

**Hibridación:** El término de capa híbrida fue propuesto por primera vez por Nakabayashi, para caracterizar la creación de la capa que se forma cuando la dentina es reforzada por la infiltración de resina. Esta capa es el resultado del proceso de difusión e impregnación de monómeros dentro de la subsuperficie de la dentina pretratada como sustrato y su polimerización.<sup>14</sup>

**Termociclaje:** El termociclador es un equipo de laboratorio que permite llevar a cabo de forma automática y reproducible la sucesión de ciclos de temperatura necesarios para lograr la reacción en cadena de la polimerasa (RCP) esto es denominado termociclaje.<sup>19</sup>

**Agente colorante:** Son aquellos agentes capaces de teñir distintas sustancias y marcar distintas sustancias para poder reconocer mediante una reacción química.<sup>22</sup>

**Metaloproteinasas:** Las MMP o matrices son una familia de más de 20 enzimas proteolíticas derivadas del huésped, una clase de endopeptidasas dependientes de zinc y calcio que son capaces de degradar proteínas de la matriz extracelular (MEC), así como factores de coagulación, lipoproteínas, factores de crecimiento latentes y moléculas quimiotácticas y de adhesión celular.<sup>10</sup>

**Tacs:** Es la extensión de la resina que penetra en el esmalte o dentina condicionados.<sup>15</sup>

## CAPITULO III

### HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS

##### 3.1.1. Hipótesis principal.

La resina Bulk Fill acondicionado con gel de hipoclorito de sodio al 10% presentaría mejor sellado marginal in vitro en comparación con el acondicionante de gel de ácido fosfórico al 37% al sumergirlos en azul de metileno.

##### 3.1.2 Hipótesis derivadas.

1. Existiría diferencias en la microfiltración de la resina Bulk Fill acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37% a las 12 horas y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.
2. Existiría diferencias en la microfiltración de la resina Bulk Fill acondicionada con gel de hipoclorito de sodio al 10% en premolares a las 12 horas y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.
3. El grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con gel de hipoclorito de sodio al 10% presentaría menor microfiltración en comparación de la aplicación del gel de ácido fosfórico al 37%, como acondicionante, a las 12 horas de estar sumergido en azul de metileno.
4. El grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con gel de hipoclorito de sodio al 10% presentaría menor microfiltración en comparación de la aplicación del gel de ácido fosfórico al 37%, como acondicionante, a las 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.

## 3.2 VARIABLES; DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL

### 3.2.1 Definición Conceptual

#### **Variable Dependiente:**

**Sellado marginal:** Es el fenómeno por el cual se evita la microfiltración al reducir la interface diente – obturación y esto se logra al reducir al mínimo el fenómeno de contracción de la resina y una buena hibridización.<sup>9</sup>

#### **Variable Independiente:**

**Gel de ácido fosfórico al 37%:** Acondicionador de la cavidad dentaria utilizado en el proceso de hibridización para eliminar algunas proteínas y eliminar el barro dentinario y se aplica por 15 segundos.<sup>12</sup>

**Gel de hipoclorito de sodio al 10%:** Acondicionador de la cavidad dentaria utilizado en el proceso de hibridización para evitar la formación de metaloproteinasas para que no se destruya el colágeno y eliminar el barro dentinario y se aplica por 60 segundos.<sup>12</sup>



## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE</b> Gel de ácido fosfórico al 37%:	Agente acondicionante	37%	Nominal	Mililitros (ml)
<b>INDEPENDIENTE</b> Gel de hipoclorito de sodio al 10%:	Agente acondicionante	10%	Cualitativa/Nominal	Mililitros (ml)
<b>DEPENDIENTE</b> Sellado Marginal	Microfiltración	Grado de microfiltración	Cualitativa/Ordinal	0: sin penetración. 1: penetración en la parte de esmalte de la pared de la cavidad. 2: penetración en la parte de la dentina de la pared de la cavidad, pero no incluyendo el piso pupar de la cavidad 3: penetración incluyendo el piso pulpar de la cavidad.*
<b>INTERVINIENTE</b> Tiempo	Horas	Tiempo transcurrido	Cunatitativa/Continua	horas

\*Tomado del ISO / TS 11405: 2015.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. DISEÑO METODOLÓGICO**

La investigación responde a un diseño experimental *in vitro*.<sup>23</sup>

##### **4.1.1 Tipo de la Investigación**

Prospectivo, Longitudinal y Comparativo.<sup>23</sup>

##### **4.1.2 Nivel de Investigación**

Aplicativo.<sup>23</sup>

#### **4.2 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la ejecución experimental de este estudio se tomó en cuenta los procedimientos técnicos proporcionado por los estándares internacionales<sup>25</sup> ISO / TS 11405: 2015; Se recolectaron 72 piezas dentales que no hayan sido extraídos más de 3 meses y estos fueron premolares superiores e inferiores extraídos con fines ortodónticos, sometidos a medidas profilácticas para eliminar los tejidos blandos circundantes existentes, además fueron conservados en suero fisiológico y este fue cambiado al menos una vez por semana.

Se realizaron cavidades clase I de Black estandarizadas para todas las premolares de 4 mm de diámetro y 4 mm de profundidad, con un ángulo cavosuperficial de aproximadamente 90 grados sexagesimales, utilizando una

fresa de fisura de extremo plano sin cortes transversales, con pieza de alta velocidad y refrigeradas con agua.

La muestra se separaron en 4 grupos de 18 piezas dentarias cada uno a las 12 horas (2 grupos – hipoclorito de sodio al 10% y ácido fosfórico al 37%) y 24 horas (2 grupos - hipoclorito de sodio al 10% y ácido fosfórico al 37%), ambos grupos fueron sometidos a grabado ácido (ácido fosfórico al 37% por 15 segundos y el otro grupo será acondicionado con gel de hipoclorito de sodio al 10%) y luego lavado con abundante agua y secado con gasas Johnson estéril y se colocó el adhesivo de quinta generación Adper single bond 3M ESPE con un microbrush y dar un ligero aire proveniente de la jeringa triple por 3 segundos y fotocurado por 20 segundos con lámpara LED.

Se colocó un incremento de 4 mm de resina Bulk Fill 3M y se fotopolimerizó por 10 segundos con la misma lámpara Led a los 4 grupos muestreados.

Para evaluar el sellado marginal a ambos grupos (A y B) se les selló el ápice con cemento ionómero de vidrio fotocurable marca Fuji II tal como indica el fabricante y además fue reforzado con acrílico y esmalte de uñas transparente sobre el mismo.

Inmediatamente después de culminado con las restauraciones se sumergió el espécimen en agua destilada durante 24 horas; se procedió al termociclado de los grupos.

Para el termociclado se realizaron 500 ciclos en agua entre  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3^{\circ}$ ) y  $55^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3^{\circ}$ ) de partida después de (20-24) h de almacenamiento en agua  $37^{\circ}\text{C}$  la exposición de cada baño debe ser al menos 20 s y el tiempo de transferencia entre los baños debe ser (5-10) s; Finalmente se sumergió en una solución de

azul de metileno al 2%, durante 12 y 24 horas respectivamente a una temperatura de 37 ° C.

Para el seccionado de la muestra y observación se cortó los dientes longitudinalmente en dirección vestibulo lingual de la línea media de la pieza dentaria a través de la restauración con un disco de carborundum de baja velocidad; Finalmente se procedió a la observación en el estereoscopio y se registrará.<sup>25</sup>

### **4.3 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo Microsoft Excel 2016, luego fue importada por el paquete estadístico SPSS versión 22. Los datos resumidos fueron presentados en tablas de contingencia y gráficos de barras compuestas.

Para el contraste de hipótesis de diferencia; se aplicó la prueba no paramétrica Rangos de Wilcoxon para comparar el grado de sellado marginal antes a las 12 horas y después a las 24 horas dentro de cada grupo estudiado

Para las comparaciones de microfiltración entre tipos de acondicionadores, se utilizó el test U de Mann Whitney para muestras independientes tanto a las 12 como a las 24 horas.

Todas las pruebas estadísticas fueron contrastadas a un nivel de confianza del 95% aceptando un error tipo 1 de 5%.

#### 4.4. DISEÑO MUESTRAL

Para determinar la cantidad de piezas dentales (premolares) a incluir en el presente trabajo de investigación, se empleara la siguiente fórmula para el cálculo de comparación de medias proporcionales, para enfoque cualitativo de por escala ordinal.<sup>24</sup>

$$n = \frac{Z^2 \times (p_1 q_1 + p_2 q_2)}{E^2}$$

Donde

n: Cantidad de piezas dentales

Z: Coeficiente de nivel de confianza

p<sub>1</sub>: 0.80 (proporción esperada de casos con los resultados esperados por parte del gel de hipoclorito de sodio al 10%).

q<sub>1</sub>: 0.20 (proporción no esperada de casos con los resultados esperados por parte del gel de hipoclorito de sodio al 10%).

p<sub>2</sub>: 0.50 (proporción esperada de casos con los resultados esperados por parte del gel de ácido fosfórico al 37%)

q<sub>2</sub>: 0.50 (proporción no esperada de casos con los resultados esperados por parte del gel de ácido fosfórico al 37%)

E: Precisión (Margen de error, por diferencia de P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub>): 0.30

Reemplazando los valores tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2 \times (0.80 \times 0.20 + 0.50 \times 0.50)}{(0.30)^2}$$

$n = 17,50$  redondeando a número entero superior para hacer comparación de 2 grupos se tomará:  $n = 18$  para cada grupo y como son 2 grupos por cada variable en dos tiempos diferente; entonces en total se trabajarán en 72 piezas dentarias.

#### **4.5 ASPECTOS ÉTICOS**

En el presente estudio es de tipo in vitro por ello no implica la participación directa de pacientes para su desarrollo, sin embargo se emplearon piezas dentales con indicación de exodoncia con fines ortodóntico; así mismo no se registró la identidad de los pacientes involucrados. Dichas piezas dentales fueron recolectadas por el investigador con ayuda de odontólogos de la zona aledaña del centro de Huacho y Huaura y docentes cirujano dentista de la Universidad Alas Peruanas Filial Huacho. El desarrollo de esta investigación no guarda ningún conflicto de interés con el investigador.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO**

Al evaluar la distribución del grado de sellado marginal a las 12 y 24 horas de inmersión en azul de metileno, se observa que la resina Bulk Fill acondicionada con ácido fosfórico al 37% presenta a las 12 horas mayormente grado 0 (55.6%) y grado 1 (33.3%), mientras que a las 24 horas pasa a un grado 1 en un 55.6%. Tabla 1 y gráfico 1.

Para el caso de la resina Bulk Fill acondicionado con Hipoclorito de sodio al 10%, a las 12 horas el 44.4% de la muestra analizada presenta grado 0 de sellado marginal, mientras que a las 24 horas de inmersión predominan los grados 1 con un 55.6%. Tabla 2 y gráfico 2.

La distribución del grado de sellado marginal por tiempos de evaluación muestra que a las 12 horas el grupo de ácido fosfórico presento un grado de sellado marginal entre grado 0 (55.6%) y grado 1 (33.3%). Para el grupo tratado con hipoclorito de sodio, el sellado marginal fue en un 44.4% de grado 0. Tabla 3 y gráfico 3.

A las 24 horas, la distribución del grado de sellado marginal el grupo de ácido fosfórico presento un grado de sellado marginal entre grado 1 (55.6%). Para el grupo tratado con hipoclorito de sodio, el sellado marginal fue en un 55.6% de grado 1. Tabla 4 y gráfico 4.

## **5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL**

### **5.2.1 Comparación del grado de sellado marginal a las 12 y 24 horas para el grupo de resina Bulk Fill acondicionada con gel ácido fosfórico al 37%.**

#### **Hipótesis estadísticas**

Ho: No existen diferencias de grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas de inmersión

H1: Existen diferencias de grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas de inmersión

Al realizar el contraste de hipótesis se obtiene valor de  $p=0.052$ , por lo que no podemos rechazar el Ho, concluyendo que NO existen diferencias estadísticamente significativas del grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas después de la inmersión de la resina Bulk Fill acondicionada con gel de ácido fosfórico al 37%. Tabla 1

### **5.2.2 Comparación del grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas para el grupo de resina Bulk Fill acondicionada con hipoclorito de sodio al 10%.**

#### **Hipótesis estadísticas**

Ho: No existen diferencias de grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas de inmersión

H1: Existen diferencias de grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas de inmersión



Al realizar el contraste de hipótesis se obtiene valor de  $p=0.5842$ , por lo que no podemos rechazar el  $H_0$ , concluyendo que NO existen diferencias estadísticamente significativas del grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas después de la inmersión de la resina Bulk Fill acondicionada con hipoclorito de sodio al 10%. Tabla 2

### **5.2.3 Comparación del grado de sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10% a las 12 horas de inmersión**

#### **Hipótesis estadísticas**

**$H_0$ :** No existen diferencias de sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%

**$H_1$ :** Existen diferencias de sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%

Al realizar el contraste de hipótesis se obtiene valor de  $p=0.462$ , por lo que no podemos rechazar el  $H_0$ , concluyendo que no existen diferencias estadísticamente significativas del grado sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%. Tabla 3

#### **5.2.4 Comparación del grado de sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10% a las 24 horas de inmersión.**

##### **Hipótesis estadísticas**

**Ho:** No existen diferencias de sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%

**H1:** Existen diferencias de sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%

Al realizar el contraste de hipótesis se obtiene valor de  $p=0.406$ , por lo que no podemos rechazar el  $H_0$ , concluyendo que no existen diferencias estadísticamente significativas del grado sellado marginal de resina Bulk Fill entre grupos acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%. Tabla 4

### 5.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Tabla 1. Comparación del grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.

Momentos	Grado 0		Grado 1		Grado 2		Grado 3		p-valor <sup>a</sup>
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	
12 h	10	55.6%	6	33.3%	2	11.1%	0	0.0%	0.052
24 h	3	16.7%	10	55.6%	4	22.2%	1	5.6%	

<sup>a</sup>Basado en el test Rangos de Wilcoxon para muestras relacionadas

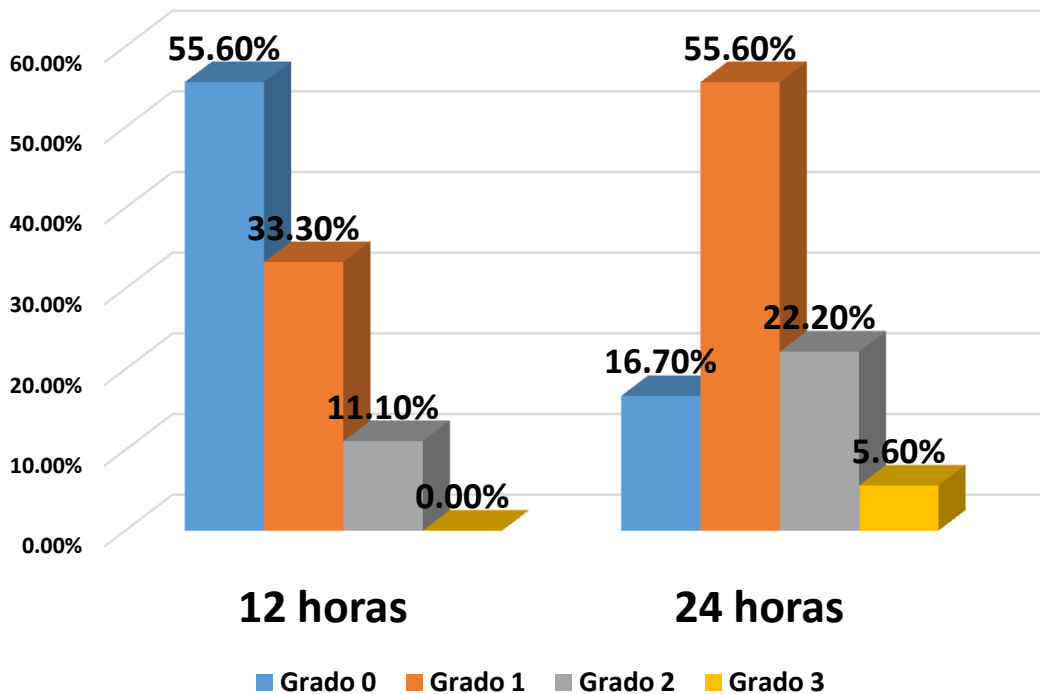
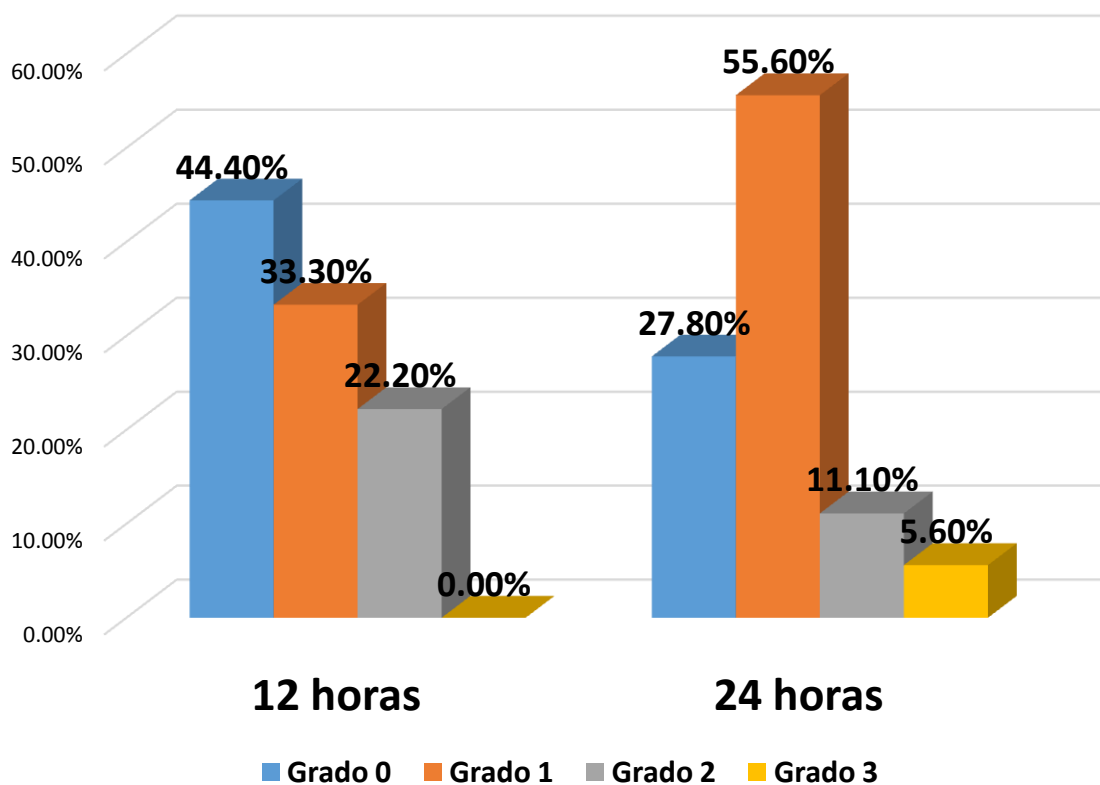


Gráfico 1. Distribución del grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas de inmersión para el grupo acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37%.

**Tabla 2. Comparación del grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de hipoclorito de sodio al 10% en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.**

Momentos	Grado 0		Grado 1		Grado 2		Grado 3		p-valor <sup>a</sup>
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	
12 h	8	44.4%	6	33.3%	4	22.2%	0	0.0%	0.584
24 h	5	27.8%	10	55.6%	2	11.1%	1	5.6%	

<sup>a</sup>Basado en el test Rangos de Wilcoxon para muestras relacionadas

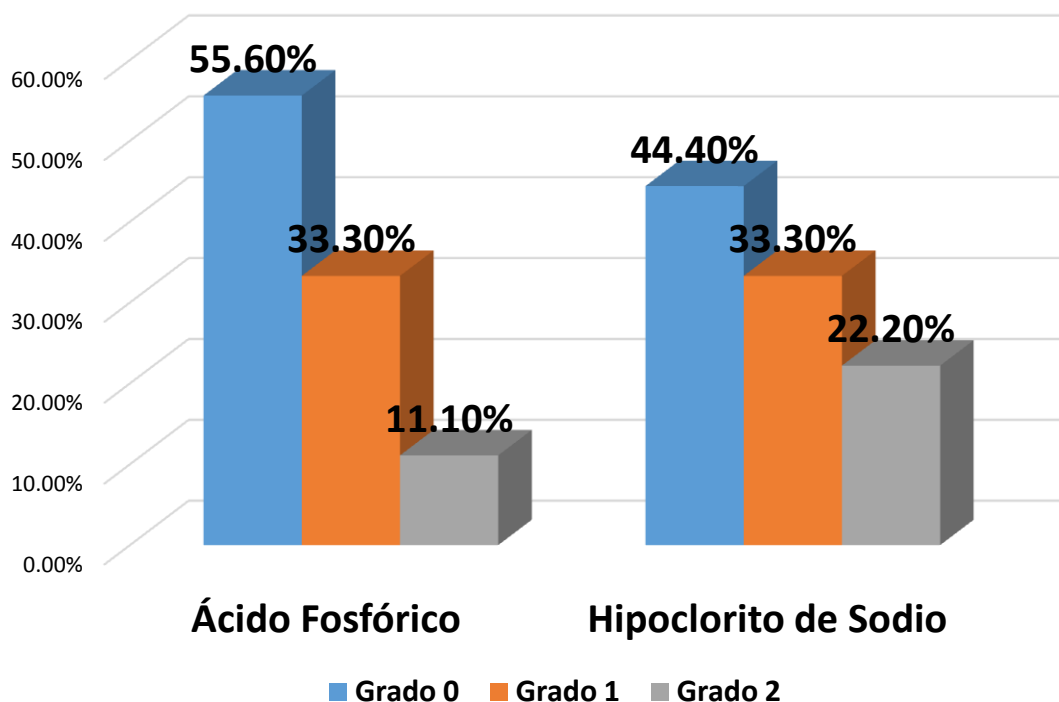


**Gráfico 2. Distribución del grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas de inmersión para el grupo acondicionadas gel de hipoclorito de sodio al 10%**

**Tabla 3. Comparación del grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 horas de estar sumergido en azul de metileno.**

Momentos	Grado 0		Grado 1		Grado 2		p-valor <sup>a</sup>
	fi	%	fi	%	fi	%	
<b>Ácido Fosfórico</b>	10	55.6%	6	33.3%	2	11.1%	0.462
<b>Hipoclorito de Sodio</b>	8	44.4%	6	33.3%	4	22.2%	

<sup>a</sup>Basado en test no paramétrica U de Mann Whitney para muestras independientes

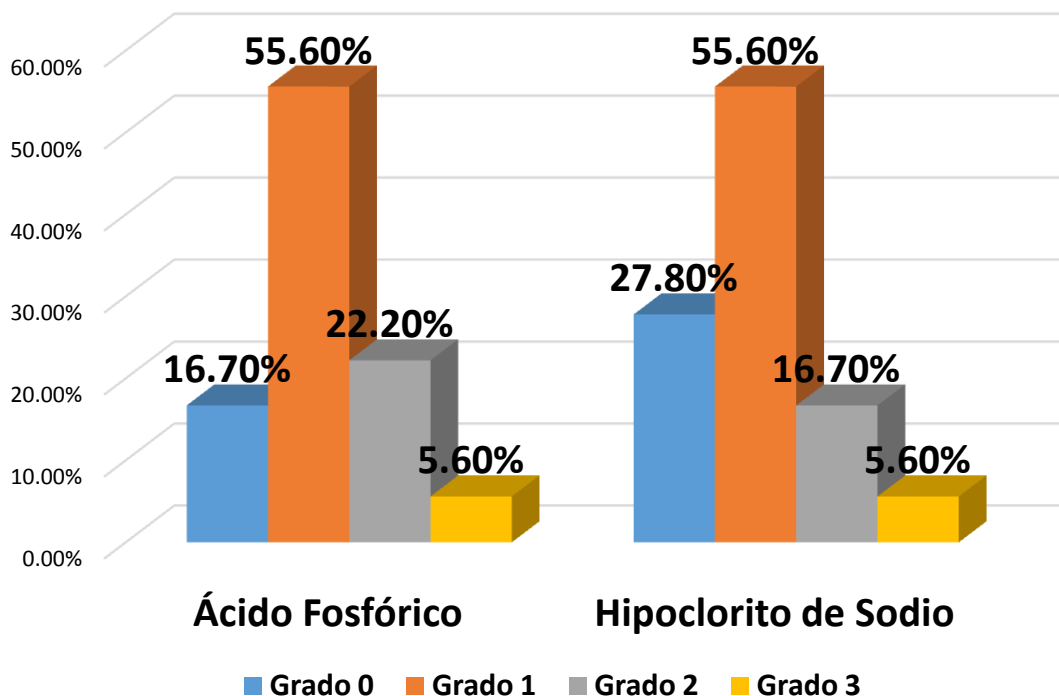


**Gráfico 3. Distribución del grado de sellado marginal entre grupos a las 12 horas de inmersión.**

**Tabla 4. Comparación del grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.**

Momentos	Grado 0		Grado 1		Grado 2		Grado 3		p-valor <sup>a</sup>
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	
<b>Ácido Fosfórico</b>	3	16.7%	10	55.6%	4	22.2%	1	5.6%	0.406
<b>Hipoclorito de Sodio</b>	5	27.8%	10	55.6%	2	16.7%	1	5.6%	

<sup>a</sup>Basado en test no paramétrica U de Mann Whitney para muestras independientes



**Gráfico 4. Distribución del grado de sellado marginal entre grupos a las 24 horas de inmersión.**

## CAPITULO VI

### DISCUSIÓN

En la presente investigación se compara el grado de sellado marginal de la resina Bulk Fill aplicando el ácido fosfórico al 37% con el hipoclorito de sodio al 10% en el acondicionamiento dental in vitro, se demostró que no existen diferencias significativas de sellado marginal entre las 12 y 24 horas de aplicado ambos acondicionadores de la cavidad, observándose además que la resina Bulk Fill acondicionada con ácido fosfórico al 37% presenta a las 12 horas presenta sellado marginal total (55.6%) y falta de sellado marginal hasta el esmalte (33.3%), mientras que a las 24 horas predomina la falta de sellado marginal hasta esmalte en un 55.6%. Para el caso de la resina Bulk Fill acondicionado con hipoclorito de sodio al 10%, a las 12 horas el 44.4% de la muestra analizada presenta sellado marginal total, mientras que a las 24 horas de inmersión predomina la falta de sellado marginal hasta el esmalte con un 55.6%. La distribución del grado de sellado marginal por tiempos de evaluación muestra que a las 12 horas el grupo de ácido fosfórico presentó sellado marginal total 0 (55.6%) y falta de sellado marginal hasta esmalte (33.3%). Para el grupo tratado con hipoclorito de sodio, el sellado marginal total fue en un 44.4%. A las 24 horas, el grupo de ácido fosfórico al 37% presentó un grado de sellado marginal deficiente hasta esmalte (55.6%), similar resultado se encontró en el grupo tratado con hipoclorito de sodio al 10%. En el año 2015; Apolonio et al evaluó la importancia del colágeno encapsulado en la interfaz resina / dentina creado por diferentes estrategias adhesivas, obtuvieron que la encapsulación de colágeno afecta la calidad de la interfaz de enlace, que está relacionada con el sistema adhesivo utilizado<sup>1</sup>, argumento que podría explicar

los resultados obtenidos en esta investigación ya que también se utilizó hipoclorito de sodio como agente acondicionador, obteniéndose falta de sellado marginal en algunas piezas dentarias.

En el año 2012 Cáceres et al, realizó un estudio in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta confeccionadas con la técnica de hibridación convencional y la técnica de hibridación reversa, utilizando el adhesivo Single Bond 2, que al análisis estadístico de los resultados no arrojo diferencias significativas. La filtración con la técnica de hibridación convencional fue mayor al obtenido con la Técnica de Hibridación Reversa.<sup>2</sup> Comparando estos estudios con este trabajo de investigación se corrobora que no hay diferencias significativas en el sellado marginal utilizando dos acondicionadores que son hipoclorito de sodio al 10% y ácido fosfórico al 37%.

Hegde et al (2012); evaluaron la influencia del hipoclorito de sodio (NaOCl) en el fenómeno de nano-fuga en la interfaz resina-dentina utilizando dos sistemas de unión diferentes; el análisis SEM mostró que, independientemente de los tratamientos de dentina, ambos sistemas de unión dentinaria mostraron nano-filtración<sup>3</sup>, el cual discrepó con las conclusiones obtenidas por Duarte et al (2007) que demostró que la influencia de la desproteinización de la dentina en el fenómeno de la nano-filtración dependió de la formulación del sistema de unión dentinaria y de las estrategias de unión.<sup>4</sup> En este estudio se corrobora lo mencionado por Hegde puesto que el material utilizado en el acondicionamiento entre dos productos no mostraron diferencias estadísticamente significativas, rechazando así los resultados obtenidos por Duarte.



Yamazaki et al (2007), evaluó los efectos de la carga cíclica sobre la nanoelección como una función del tiempo en las interfaces resina-dentina con y sin eliminación de colágeno. El uso de NaOCl no afectó a la nano-filtración en la interfaz de todos los sistemas adhesivos<sup>5</sup>, obteniéndose resultados parecidos a este estudio puesto que el mayor porcentaje de microfiltración se ubicó entre grado 0 y 1 a las 12 y 24 horas con acondicionador de hipoclorito de sodio al 10%; discrepando con Sanae et al (2004), que evaluó el efecto de tres sistemas adhesivos diferentes sobre microfiltración de restauraciones de clase V después del uso de hipoclorito de sodio, donde encontró como resultado que el tratamiento con NaOCl aumentó significativamente la microfiltración en el margen de la dentina.<sup>6</sup>

## CONCLUSIONES

1. Para el grupo de resinas Bulk Fill acondicionadas con ácido fosfórico al 37% no existe un aumento significativo del grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas.
2. Para el grupo de resinas Bulk Fill acondicionadas con hipoclorito de sodio al 10% no existe un aumento significativo del grado de sellado marginal entre las 12 y 24 horas
3. A las 12 horas de inmersión, ambos grupos, ácido fosfórico e hipoclorito de sodio muestran grado de sellado marginal homogéneos con diferencias no significativas.
4. A las 24 horas de inmersión, ambos grupos, ácido fosfórico e hipoclorito de sodio presentan similares grados de sellado marginal con diferencias no significativas.
5. El sellado marginal de las restauraciones con resina Bulk Fill presenta valores similares entre ambos grupos evaluados.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer un análisis comparativo utilizando el hipoclorito de sodio al 10% utilizando 2 tipos diferentes de resinas.
2. Se recomienda la utilización del hipoclorito de sodio al 10% a la comunidad odontológica ya que presenta efectos similares al ácido fosfórico al 37% y su adquisición económica es inferior al ácido fosfórico al 37%.
3. Se recomienda realizar estudios de aplicación de hipoclorito de sodio al 10% como agente acondicionador en dientes vitales y realizar el test de escala del dolor.
4. Se recomienda evaluar el interfaz dentina – obturación al aplicar como agente acondicionante el hipoclorito de sodio al 10% y observarlo al microscopio electrónico de barrido.
5. Se recomienda la difusión de los resultados de la presente investigación entre los estudiantes y profesionales de odontología.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Apolonio FM, de Souza LC, Alves e Silva FCF, Yamauti M, Breschi L, Saboia V de PA. Evaluation of resin/dentin bonded interfaces formed by different adhesive strategies and exposed to NaOCl challenge. *Int J Adhes Adhes.* junio de 2015;59:21–6.
2. Cáceres C, Garrido R, Monsalves S, Bader M. Análisis comparativo in vitro del sellado marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación convencional e hibridación reversa. *Rev Dent Chile.* 2012; 103(2):5–13.
3. Hegde MN, Bhide SP. Nanoleakage phenomenon on deproteinized human dentin—an in vitro study. *Indian J Dent.* enero de 2012;3(1):5–9.
4. Duarte P de BPG, Silva EM da. Nanoleakage phenomenon on deproteinized human dentin. *J Appl Oral Sci.* 2007;15(4):285–291.
5. Yamazaki PCV, Bedran-Russo AKB, Pereira PNR. The effect of load cycling on nanoleakage of deproteinized resin/dentin interfaces as a function of time. *Dent Mater.* julio de 2008;24(7):867–73.
6. Sanae M, Barbieri Bedran de Castro AK, Mariote C, Freire Pimenta L. The Effect of Sodium Hypochlorite in Microleakage of Composite Resin Restorations Using Three Adhesive Systems. *J Adhes.* 2004;6(2):123–7.
7. Perdigao J, Lopes M, Geraldeli S, Lopes GC, Garcia-Godoy F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater.* 2000;16(5):311–323.
8. Ferraris MEG & Muñoz AC. *Histologa, embriologa e ingeniera tisular bucodental / Histology, embryology and oral tissue engineering.* Ed. Médica Panamericana; 2009. 472 p.

9. Valverde Tejada T, Quispe Mendoza S. Microfiltración marginal. Rev Actual Clínica Investiga. 2013;30:1516.
10. Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin Adhesion and MMPs: A Comprehensive Review: Dentin Adhesion and MMPs. J Esthet Restor Dent. agosto de 2013;25(4):219–41.
11. Sanchez GR, Ramírez NC, Medina RF. Adhesión convencional en dentina, dificultades y avances en la técnica 1/conventional dentin bonding. difficulties and progress in the technique 1. Rev Fac Odontol Univ Antioquia. 2015;26(2):468.
12. Conceição EN. Odontología Restauradora. Ed. Médica Panamericana; 2008. 568 p.
13. Carrillo S. C. Dentina y Adhesivos Dentinarios. Conceptos Actuales. Medigraphic. 2002;63(2):45–51.
14. Carrillo S. C. Capa Híbrida. Medigraphic. 2003;62(5):181–4.
15. Anusavice KJ. Phillips ciencia de los materiales dentales. Elsevier España; 2004. 836p.
16. Carrillo S. C, Monroy Pedraza M. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Medigraphic. 65(4):10–7.
17. Pereira NA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venez. 2008;46(3):381–392.
18. Bacteriología General: Principios Y Prácticas de Laboratorio. Editorial Universidad de Costa Rica; 498 p.
19. Gentile J, Fereira A, Alfonso J, Rodríguez A, Méndez J, Mora MN, et al. Validación de la Serie Cero del Termociclador TEMPER para su Aplicación en Laboratorios de Diagnóstico Molecular. En: V Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2011 May 16-21, 2011, Habana, Cuba. Springer; 2013. p. 698–701.

20. MacFaddin JF. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Ed. Médica Panamericana; 2003. 856 p.
21. Gomez S, Miguel A, De la Macorra JC. Estudio de la microfiltración Modificación a un método. Av En Odontostomatol. 1997;13(4):265–71.
22. McMurry J. Química Orgánica. Cengage Learning Editores; 2012. 1382 p.
23. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.
24. García - García JA, Reding - Bernal A, López - Alvarenga JC. Metodología de investigación en educación médica. Elsevier México. 2013; 2(8):217-224
25. Especificación técnica PD ISO/TS 11405: 2015; ISO / TS 11405: 2015.

# ANEXOS

## ANEXO 01

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### “SELLADO MARGINAL DE RESINA BULK FILL APLICANDO GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO 10 % COMPARADO CON EL GEL DE ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37% EN EL ACONDICIONAMIENTO DENTAL IN VITRO. HUACHO - 2018”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES/VALORES	MÉTODO
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuál es el grado de sellado marginal de la resina Bulk Fill aplicando gel de hipoclorito de sodio 10 % comparado con el gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental in vitro?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuál es el grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de ácido fosfórico</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar el grado de sellado marginal de la resina Bulk Fill aplicando gel de hipoclorito de sodio 10 % comparado con el gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental in vitro.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p> <p>Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de hipoclorito de sodio al</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La resina Bulk Fill acondicionado con gel de hipoclorito de sodio al 10% presentaría mejor sellado marginal in vitro en comparación con el acondicionante de gel de ácido fosfórico al 37% al sumergirlos en azul de metileno.</p> <p><b>Hipótesis Derivadas</b></p> <p>Existiría diferencias en la microfiltración de la resina Bulk Fill acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37% a las 12 horas y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p> <p>Existiría diferencias en la microfiltración de la resina Bulk Fill acondicionada con gel de hipoclorito de sodio al 10% en</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>- Gel de ácido fosfórico al 37%. - Gel de hipoclorito de sodio al 10%.</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>- Sellado Margina</p> <p><b>Variable Interviniente:</b></p> <p>- Tiempo</p>	<p>Microfiltración/ Grado 0: sin penetración Grado 1: la penetración en la parte de esmalte de la pared de la cavidad. Grado 2: la penetración en la parte de la dentina de la pared de la cavidad, pero no incluyendo el piso pulpar de la cavidad. Grado 3: penetración incluyendo el piso de la cavidad.</p>	<p><b>Nivel:</b></p> <p>Aplicativo.</p> <p><b>Tipo:</b></p> <p>Prospectivo, Longitudinal y Comparativo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Experimental in vitro</p>



<p>al 37%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno?</p> <p>¿Cuál es el grado de sellado marginal in vitro de la resina fotocurable Bulk Fill, acondicionadas con gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno?</p> <p>¿Cuál es la diferencia entre sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 horas de estar sumergido en azul de metileno?</p>	<p>10%, en premolares a las 12 y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p> <p>Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 12 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p> <p>Comparar el grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p>	<p>premolares a las 12 horas y 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p> <p>El grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con gel de hipoclorito de sodio al 10% presentaría menor microfiltración en comparación de la aplicación del gel de ácido fosfórico al 37%, como acondicionante, a las 12 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p> <p>El grado de sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con gel de hipoclorito de sodio al 10% presentaría menor microfiltración en comparación de la aplicación del gel de ácido fosfórico al 37%, como acondicionante, a las 24 horas de estar sumergido en azul de metileno.</p>			
---	---	---	--	--	--

<p>¿Cuál es la diferencia entre el sellado marginal in vitro de la resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de hipoclorito de sodio al 10%, en premolares a las 24 horas de estar sumergido en azul de metileno?</p>					
--	--	--	--	--	--

## ANEXO N° 02

Microfiltración	12 Horas	24 Horas
<b>Horas</b>		
<b>GRUPO A (GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 10%)</b>		
Pieza n° 01		
Pieza n° 02		
Pieza n° 03		
Pieza n° 04		
Pieza n° 05		
Pieza n° 06		
Pieza n° 07		
Pieza n° 08		
Pieza n° 09		
Pieza n° 10		
Pieza n° 11		
Pieza n° 12		
Pieza n° 13		
Pieza n° 14		
Pieza n° 15		
Pieza n° 16		
Pieza n° 17		
Pieza n° 18		

Microfiltración	12 Horas	24 Horas
<b>Horas</b>		
<b>GRUPO B (GEL DE ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37%)</b>		
Pieza n° 01		
Pieza n° 02		
Pieza n° 03		
Pieza n° 04		
Pieza n° 05		
Pieza n° 06		
Pieza n° 07		
Pieza n° 08		
Pieza n° 09		
Pieza n° 10		
Pieza n° 11		
Pieza n° 12		
Pieza n° 13		
Pieza n° 14		
Pieza n° 15		
Pieza n° 16		
Pieza n° 17		
Pieza n° 18		

### INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

0: sin penetración

1: la penetración en la parte de esmalte de la pared de la cavidad.

2: la penetración en la parte de la dentina de la pared de la cavidad, pero no incluyendo el piso pulpar de la cavidad.

3: penetración incluyendo el piso de la cavidad.

\*Tomado del ISO / TS 11405: 2015.

### ANEXO N° 03

Solicito: Materiales y el uso del laboratorio

Señor Coordinador de la Escuela Académico Profesional de Estomatología Filial Huacho

CD. Javier Ramos de los Ríos

De mi mayor consideración:

Me dirijo a Ud. con el principal motivo de solicitarle tenga a bien proporcionarme el uso del estereoscopio en el laboratorio de ciencias de la Salud durante los horarios que no coincidan con los horarios de práctica de los docentes, para las lecturas de mis muestras y tomarle microfotografías, este pedido se solicita durante una semana para la ejecución de mi proyecto de tesis y el uso de la estufa durante 48 horas.

Dicho pedido se basa en la realización de la parte procedimental de mi tesis y obtener mi título profesional.

Sin otro particular y contando con su aprobación y buena voluntad lo saludo muy cordialmente

Atentamente:

.....

**Bach. Carrillo Marcos Annais Adely Cristal**

Huacho, 15 de enero del 2018

## ANEXO N° 04

### CONSTANCIA

El que suscribe, **Mg. Q.F Carlos A. Cano Pérez**, docente responsable de las asignaturas de **Industria Farmacéutica y Farmacotecnia** en la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, ha formulado y preparado: **Gel de Hipoclorito de Sodio al 10% un volumen de 15 MI**, a petición de la Srta. Bachiller en Estomatología :**Annais Adely Cristal Carrillo Marcos** , con DNI 76270511, de la Universidad Alas Peruanas, Filial Huacho.

Se expide la presente, solicitud de la interesada para los fines académicos a que hubiere lugar.

Lima, 27 de Marzo 2018.



Mg. Carlos A. Cano Pérez  
QUIMICO FARMACEUTICO  
C.A.P. 07767

Mg. Q.F Carlos A. Cano Pérez

C.Q.F.P 07767

## ANEXO N° 5

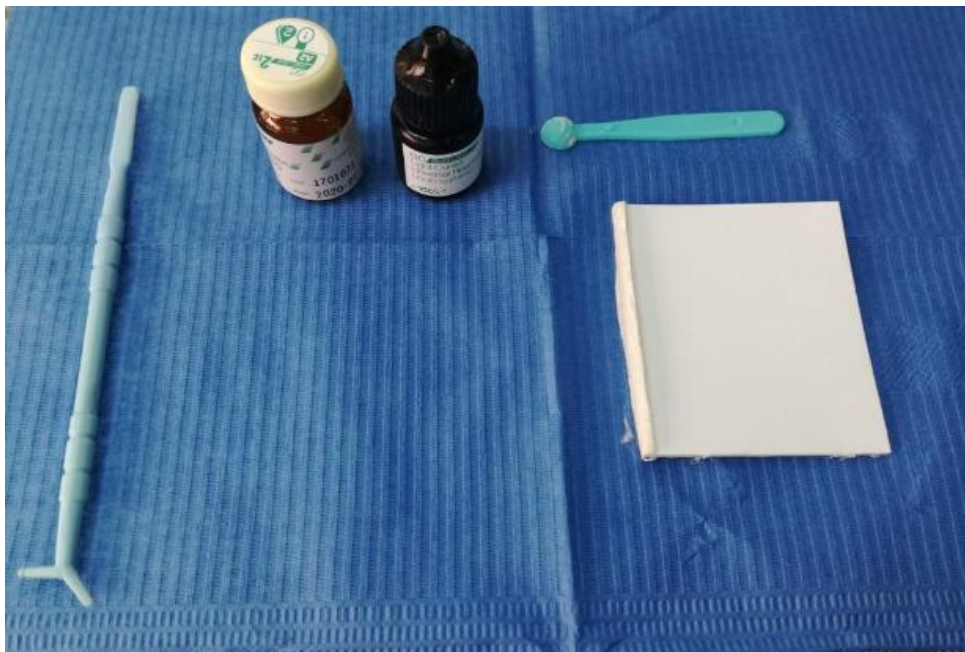
### MUESTRA DEL GRUPO A (*GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 10%*)



### MUESTRA DEL GRUPO B (*GEL DE ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37%*)



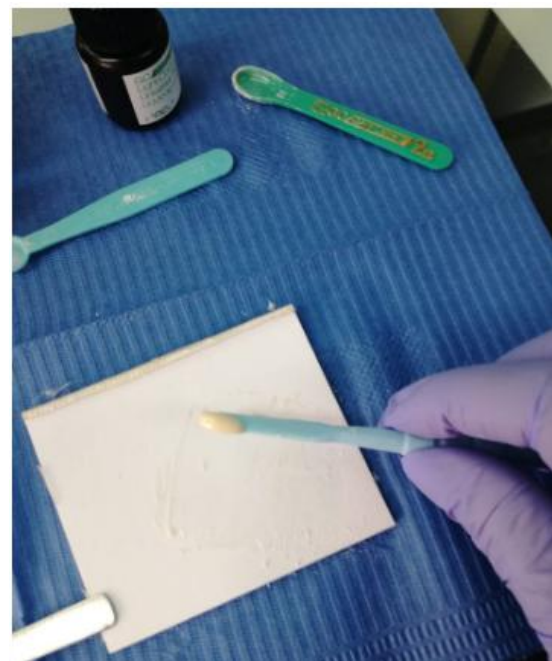
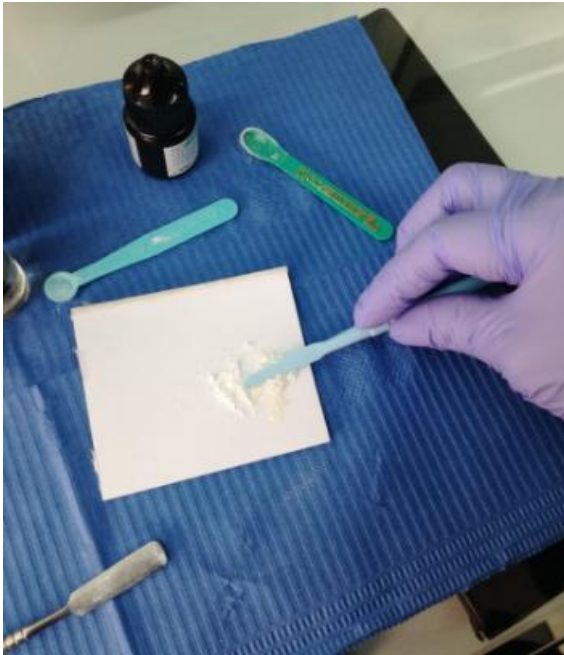
## INSUMOS



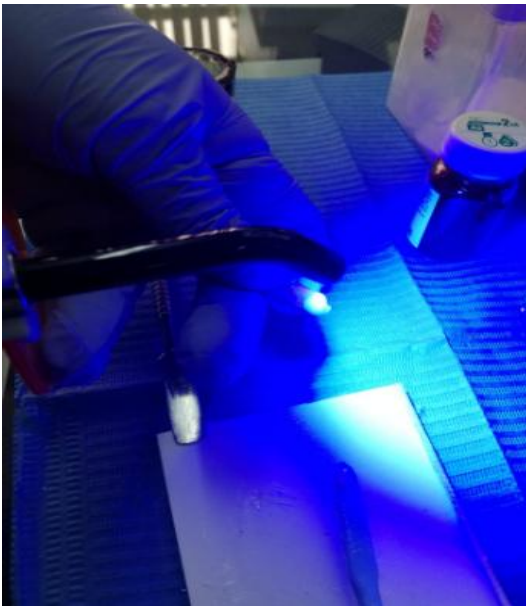
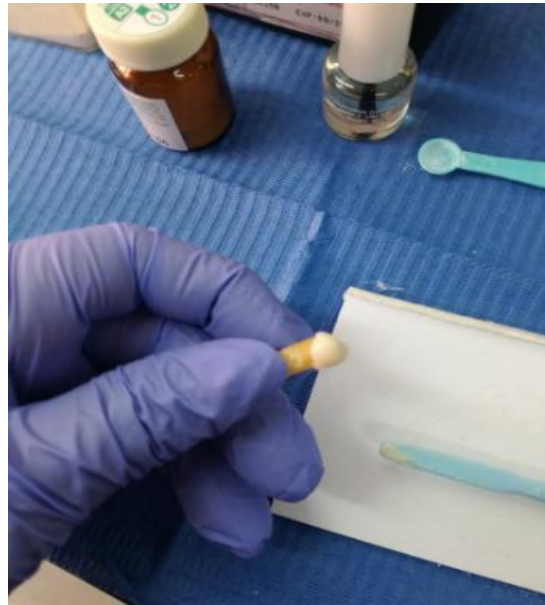
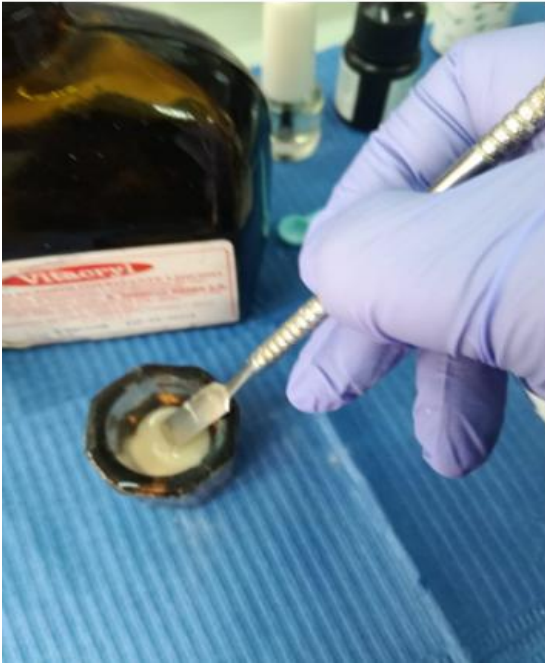




**PROCEDIMIENTO**







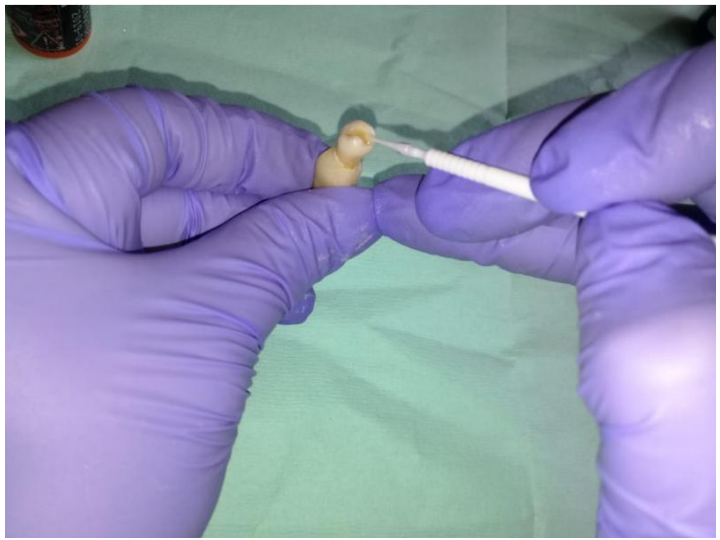
## PREPARACION DE LA CAVIDAD



## ACONDICIONANDO CON ACIDO FOSFORICO AL 37% (GRUPOA)



## COLOCANDO EL ADHESIVO

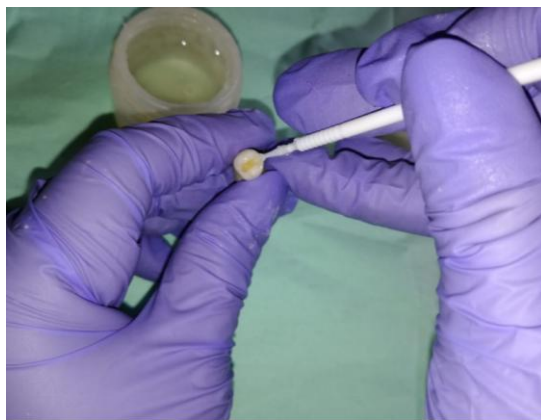
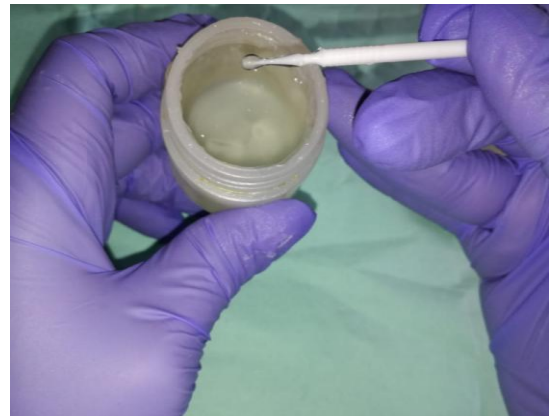
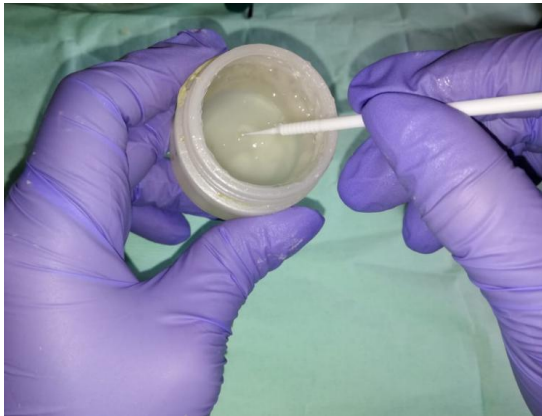


## RESINA BULK FILK 3M





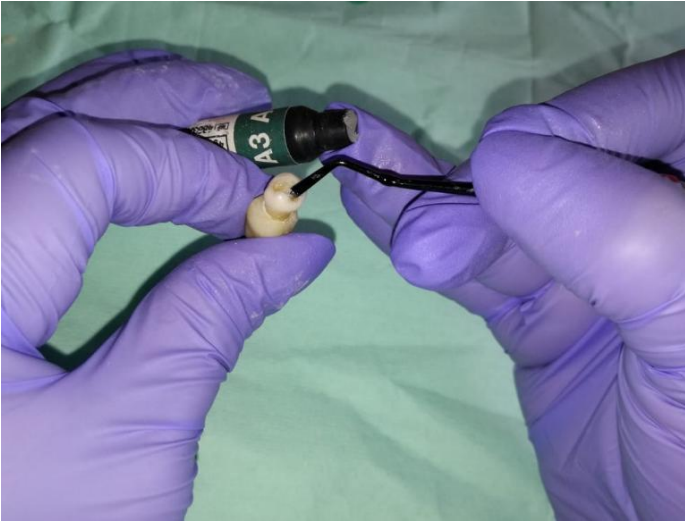
**ACONDICIONANDO CON GEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 10% (GRUPO B)**



**COLOCANDO EL ADHESIVO**



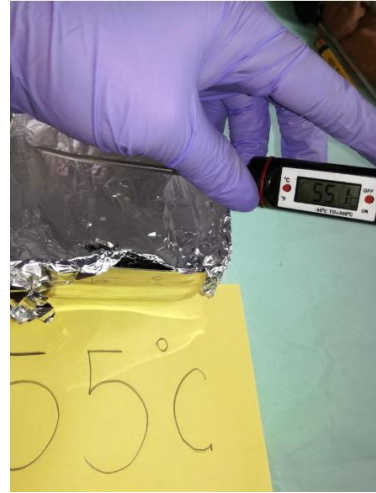
## RESINA BULK FILK 3M



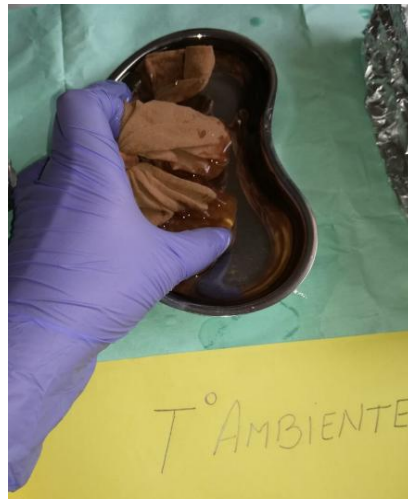
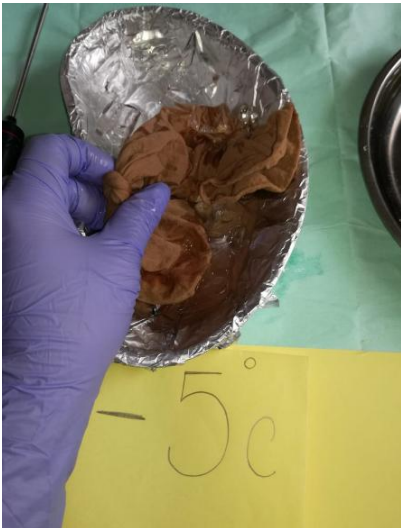
## TERMOCICLADO



## TEMPERATURA



## 500 CICLOS

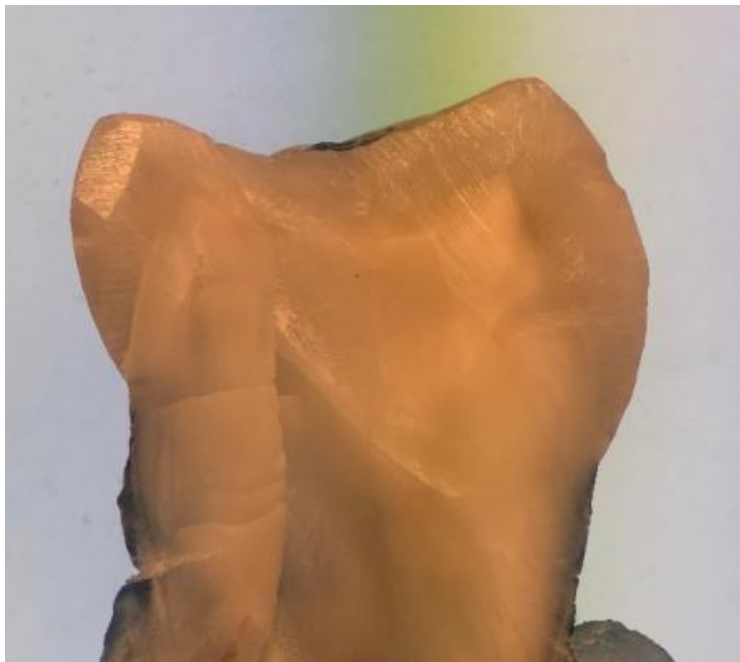




**MICROFOTOGRAFIAS**  
**ACIDO FOSFORICO AL 37% (12 HORAS)**

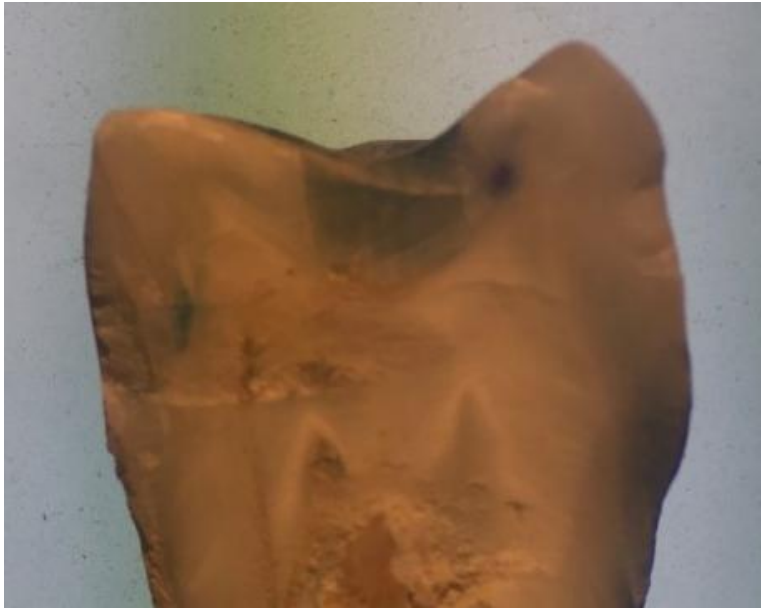


Penetración Grado 0



Penetración Grado 0

**ACIDO FOSFORICO AL 37% (24 HORAS)**



Penetración Grado 1



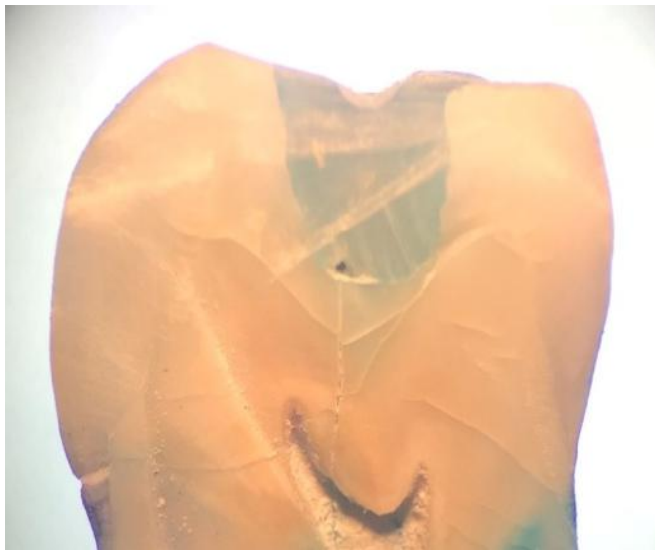
Penetración Grado 1



**HIPOCLORITO DE SODIO AL 10% (12 HORAS)**



Penetración Grado 0

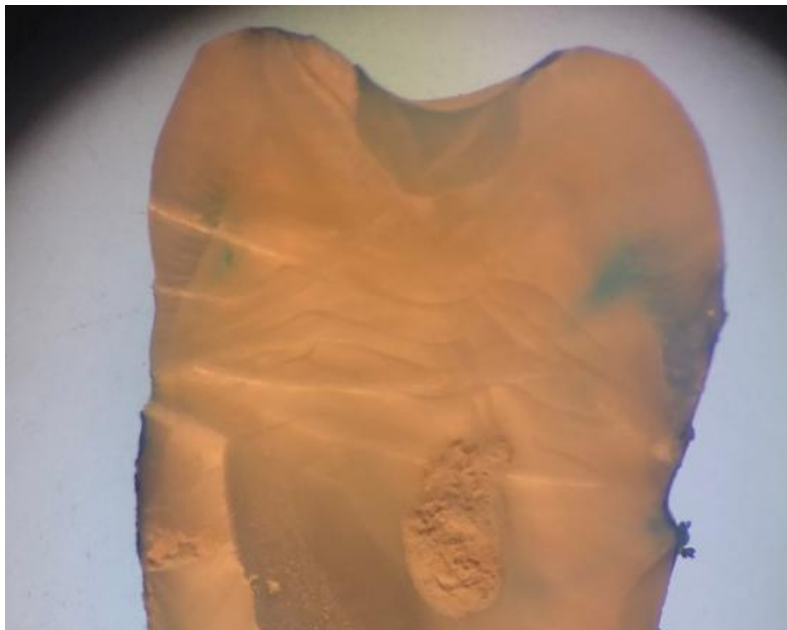


Penetración Grado 0

**HIPOCLORITO DE SODIO AL 10% (24HORAS)**



Penetración Grado 1



Penetración Grado 1

**COMPARACION DE SELLADO MARGINAL**

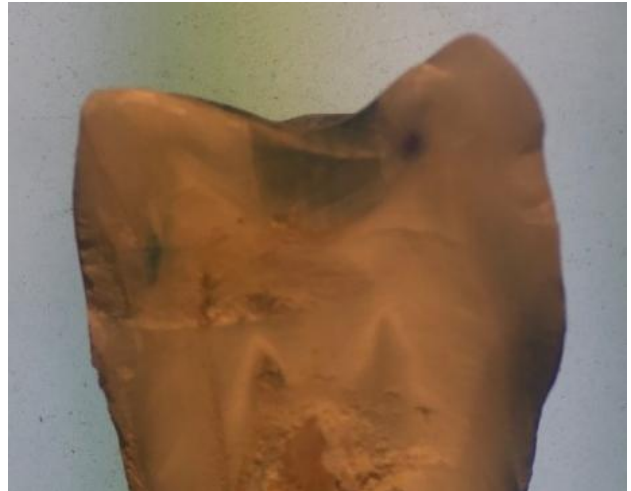
**12 Horas**

**Acido Fosfórico al 37%**



**24 Horas**

**Acido Fosfórico al 37%**



**12 Horas**

**Hipoclorito de Sodio al 10%**



**24 Horas**

**Hipoclorito de Sodio al 10%**

