

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE
TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS
AUTOACONDICIONANTES O AUTOGRAVADORES, CON Y SIN LA
APLICACIÓN DE UN GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5,25 %
EN ESMALTE DE PREMOLARES PERMANENTES IN VITRO,
AREQUIPA 2013”**

Tesis presentada por la Bachiller:

MARÍA PIA CARPIO ESCOBAR.

Para optar por el título profesional de:

CIRUJANO DENTISTA.

Arequipa- Perú

2014

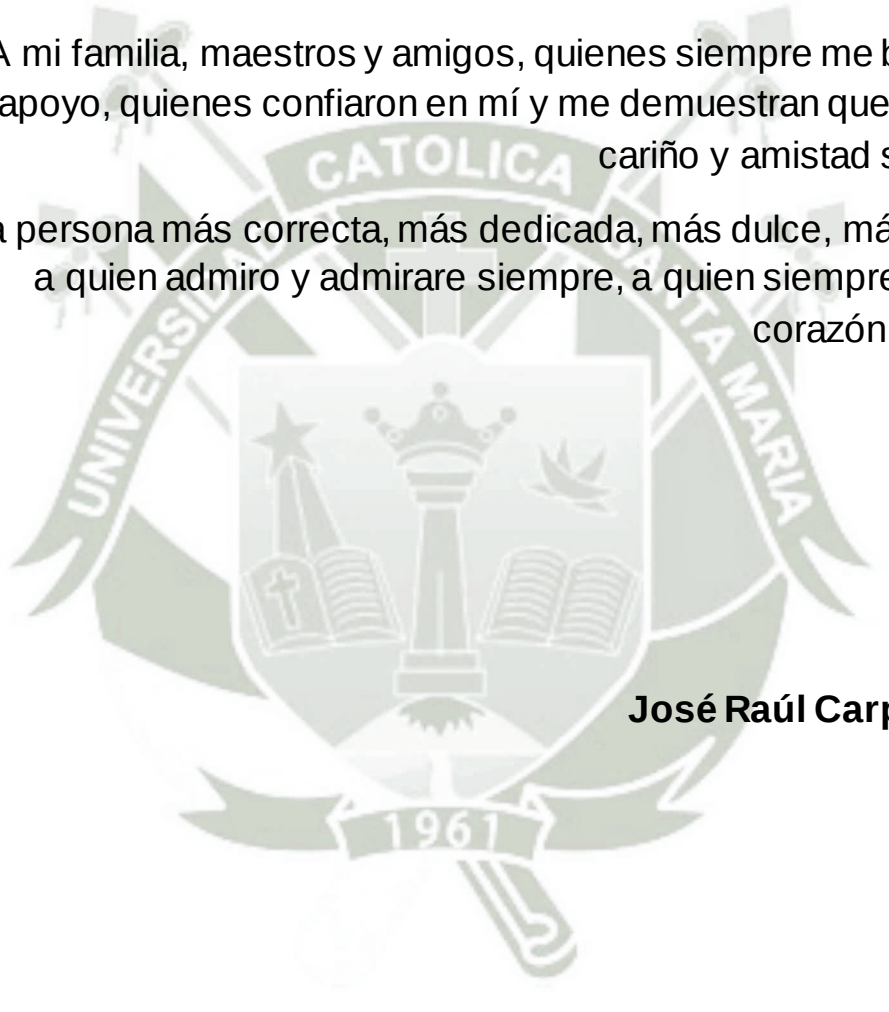
DEDICATORIA

A mi Dios, porque teniéndote conmigo todo lo puedo.

A mis padres por su gran amor y apoyo incondicional, por guiarme en cada momento, levantarme de cada caída, y celebrar conmigo cada triunfo.

A mi familia, maestros y amigos, quienes siempre me brindaron su apoyo, quienes confiaron en mí y me demuestran que su aprecio, cariño y amistad son eternos.

A la persona más correcta, más dedicada, más dulce, más laboriosa, a quien admiro y admirare siempre, a quien siempre llevo en mi corazón, a mi ángel.



José Raúl Carpio Alarcón

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación descriptivo comparativo, se ha estudiado la fuerza de tracción de un sistema adhesivo en esmalte, sumándole al proceso de adhesión la etapa de desprotección mediante un gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%. La fuerza de adhesión se ha medido mediante la resistencia a la tracción en la unión esmalte-resina; para lo cual se ha utilizado 40 unidades experimentales (premolaes) divididas en dos grupos con igual cantidad de unidades correspondientes a la técnica modificada o desprotección, y a la técnica autoacondicionada. Cada unidad fue medida en la máquina universal de ensayos, obteniéndose valores en la unidad de kilonewtons, los cuales han permitido llegar a la variable respuesta para el análisis estadístico respectivo.

Al realizar la comparación estadística relacionando las muestras se llegó a la conclusión de que existe diferencia significativa en los datos cualitativos entre las muestras con la aplicación de gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%, y las muestras sin la aplicación de gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%; siendo las muestras con aplicación de gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% las que muestran mayor resistencia a la tracción.

La investigación se realizó in vitro en premolaes humanos, preparados en bases de acrílico.

ABSTRACT

In this descriptive comparative trial, we have studied the tensile strength of an enamel adhesive system, adding to the adhesion process, a deproteinization stage by a 5.25% sodium hypochlorite gel. The adhesion strength has been measured by the resistance of tensile strength in the enamel – composite union, for which we have used 40 experimental units (human premolars) that have been divided in two experimental groups with equal number of units; measuring the modified technique or deproteinization process, and the technique using and self-etchant adhesive. Each unit was measured in the universal trial machine, obtaining values in Kilonewtons, which gave us the answers for the statistical analysis.

When comparing statistics related samples, we have reached the conclusion that there is a significant difference between the qualitative data of the samples with the exposure to the 5.25% sodium hypochlorite gel, and the samples without it; being the samples with the exposure to the 5.25% sodium hypochlorite gel the ones that show the greatest tensile resistance strength.

This trial was run in vitro, in human premolars, conditioned in cubic acrylic bases.

INTRODUCCIÓN

En los tratamientos odontológicos, el procedimiento de restauraciones con resinas es el más frecuente en consulta. Dentro de ellos la mayor cantidad son en esmalte; dado que la resina ejerce una adhesión micro mecánica, las preparaciones cavitarias son estrictamente ceñidas al espacio dejado al retirar el tejido cariado o dañado con la respectiva regularización de las paredes, pero en cantidad mínima a comparación de la amalgama; la cual requiere de una cavidad mecánicamente resistente.

En las cavidades pequeñas se disminuye el espesor, por lo que se pierde adherencia mecánica la cual sería ideal para alargar la duración de la resina, agregando también el hecho de simplificar pasos. En caso del esmalte dicho proceso es más fácil; debido a que no hay compromiso dentinario; por ello se busca que el esmalte tenga una humedad ideal para conseguir una excelente adhesión. Si se excede en el secado, se impide la penetración del primer y aumenta así la sensibilidad postoperatoria al quedar espacios vacíos que no se adhirieron causando variación de presiones al momento de la masticación y o dilatación, el cual puede producir recidiva o también cambio de color en la resina.

Por ello en esta investigación se realiza una etapa adicional en el proceso de adhesión que es la desproteínización mediante el gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%, el cual elimina los organismos o virutas, dejando una capa rica en minerales con mayores valores de fuerza de adhesión que la dentina.

Luego procedemos a la desproteínización, aumentando así la resistencia a la tracción de rompimiento de la unión resina-esmalte; al lograr este resultado creamos una íntima relación esmalte-resina. Al momento de la desproteínización con Hipoclorito de Sodio al 5.25% causamos una desinfección y eliminación de las bacterias restantes y de esta manera logramos una mayor adhesión, y así una buena restauración. El trabajo ha sido dividido en tres capítulos: El primero consta del planeamiento teórico, en el segundo se encuentran los datos del planeamiento operacional y finalmente el tercer capítulo muestra los resultados obtenidos en la investigación.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN.....	5
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	11
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.3.1 Área del conocimiento	11
1.3.2 Análisis u Operacionalización de Variables	12
1.3.3 Interrogantes Básicas	13
1.3.4 Tipo de Investigación.....	13
1.3.5 Nivel de Investigación.....	13
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.4.1 Relevancia científica.....	13
1.4.2 Originalidad	14
1.4.3 Relevancia contemporánea.....	14
1.4.4 Contribución académica.....	14
1.4.5 Viabilidad	14
1.4.6 Interés personal	14
2. OBJETIVOS	15
3. MARCO TEORICO.....	16
3.1. ESQUEMA DE CONCEPTOS BASICOS – MARCO CONCEPTUAL.....	16
3.1.1 ESMALTE.....	16
A. Generalidades	16
B. Composición Química.....	17
C. Estructura Histológica del Esmalte.....	18
3.1.2 ADHESIÓN	28
A. Generalidades.....	28
B. Propiedades de Adhesión	29

C.	Mecanismos de Adhesión	30
3.1.3	EVOLUCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS POLIMÉRICOS.....	33
3.1.4	ADHESIÓN DE LAS RESINAS AL ESMALTE.....	39
A.	Definición.....	39
3.1.6	ADHESIVOS AUTOACONDICIONANTES	63
B.	Medición de la Resistencia de Tracción.....	76
C.	Microtensión.....	77
4.	INTERROGANTES.....	78
5.	OBJETIVOS	79
6.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	80
7.	HIPÓTESIS.....	85
I.	PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	87
1.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN	87
1.1	Técnicas	87
1.2	Secuencia y Procedimiento de la Técnica.....	87
a)	Gelificación del Hipoclorito de Sodio.....	88
1.	Materiales:.....	88
2.	Calculo:	88
3.	Procedimiento:.....	88
b)	Recolección de las Unidades Experimentales (40 primeros y segundos premolares permanentes).....	89
c)	Preparación de las Muestras.....	89
D.	Preparación de las Muestras sin la Aplicación del Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% (Desproteínización).....	90
E.	Preparación de las Muestras con la Aplicación del Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% (Desproteínización).....	91
d)	Medición de la Resistencia a la Tracción.....	92
1.3	Instrumentos.....	94
1.3.1	Instrumentos Documentales	94
1.3.2	Instrumentos mecánicos	94
1.4	Materiales.....	94
1.4.1	Para la Recolección de Muestras.....	94
1.4.2	Para el Almacenaje de las Muestras.....	94
1.4.3	Para la Preparación de los Dientes	95
1.4.4	Para el Proceso de Grabado y Desproteínización.....	95

1.4.5	Para la Aplicación de Adhesivos y Resina	96
1.4.6	Para la Medición de las Fuerzas de Tracción.....	96
2.	CAMPO DE VERIFICACIÓN	96
2.1	Ubicación Espacial	96
2.2	Ubicación Temporal.....	96
2.3	Unidades de Estudio.....	97
a)	Identificación de los Grupos.....	97
b)	Control e Igualación de los Grupos.....	97
3.	ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	98
3.1	Organización.....	98
3.2	Recursos.....	98
3.2.1	Recursos Humanos	98
3.2.2	Recursos Físicos	98
3.2.4	Recursos Institucionales.....	98
3.3	Validación del Instrumento.....	99
4.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	99
4.1	Tipo de Investigación	99
4.2	Información	99
4.3	Metodología Estadística.....	99
	FÓRMULAS DE LAS MEDIDAS DESCRIPTIVAS.....	100
	PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	101
4.4	Criterios Para el Manejo de Resultados.....	101
	RESULTADOS	103
	CONCLUSIONES.....	110
	RECOMENDACIONES.....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	112
	INTERNET.....	114
	ANEXOS	116
	CUADRO No 1.....	116
	CUADRO No 2.....	117
	REGISTRO FOTOGRAFICO	118
		118



CAPITULO I

PLANEAMIENTO

TEORICO

PLANEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

A lo largo de los últimos tiempos se han realizado múltiples investigaciones y variaciones en lo que se refiere a materiales y procedimientos necesarios para lograr una mejor adhesión de los materiales restauradores a la superficie dentaria, que sea confiable y perdurable.

El esmalte es la superficie que recibe las diferentes fuerzas a diferentes magnitudes durante la masticación, por lo que al restaurar las piezas con resinas queremos lograr que tenga una mayor adhesión a los materiales dentales y que tenga una mejor resistencia a la fuerza de tracción.

Actualmente se ha establecido que la esencia de la adhesión está en lograr un buen efecto del grabado ácido con la condición morfológica retentiva generalizada en toda la superficie dentaria expuesta; consultando algunos trabajos ya realizados, para mejorar el grabado ácido se analizó la desproteínización de la superficie dentaria en especial del esmalte previo al adhesivo autoacondicionado, donde se utilizó un gel de Hipoclorito de Sodio a una concentración de 5.25%. El Hipoclorito actúa en la remoción de los elementos orgánicos en la estructura del esmalte por lo que su aplicación se considera importante previo a la aplicación del grabado ácido.

Es por eso que esta investigación crea un gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% que debe mejorar la capacidad de adhesión de la resina al esmalte, dejando menos espacios libres en la adhesión que generen sensibilidad post operatoria.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“ EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS AUTOACONDICIONANTES O AUTOGRAVADORES, CON Y SIN LA APLICACIÓN DE UN GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5,25 % EN ESMALTE DE PREMOLARES PERMANENTES IN VITRO, AREQUIPA 2013. ”

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Área del conocimiento

- Área general: Ciencias de la Salud.
- Área específica: Odontología.
- Especialidad: Cariología.
- Tópico: Adhesión en Esmalte.

1.3.2 Análisis u Operacionalización de Variables

VARIABLES		INDICADORES
ESTIMULO 1 Sistema Adhesivo Autoacondicionado	Sin la aplicación de un gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.	KILONEWTONS
Estimulo 2 Sistema Adhesivo Autoacondicionado	Con la aplicación de un gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.	
RESPUESTA Tracción en Esmalte.		

a) Taxonomía de la Investigación

TIPO DE ESTUDIO							
Abordaje	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de grupos	Por el ámbito de recolección	Diseño	Nivel
Cuantitativo	Observacional	Prospectivo	Transversal	Comparativo	Laboratorial	Comparativo Prospectivo	Comparativo

1.3.3 Interrogantes Básicas

- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de tracción del adhesivo autoacondicionante que no utiliza un gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%?
- ¿Cuál es la resistencia a la fuerza de tracción del adhesivo autoacondicionante que utiliza un gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%?
- ¿Cuál de las dos técnicas presenta mayor resistencia a la fuerza de tracción del sistema adhesivo autoacondicionante?

1.3.4 Tipo de Investigación

- Laboratorial: In Vitro

1.3.5 Nivel de Investigación

- Experimental - Comparativa

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Relevancia científica

El presente trabajo comparativo - experimental permitirá obtener tratamientos de mayor éxito en restauraciones que comprometan el esmalte, al presentar un producto que presenta mejores propiedades de adhesión.

1.4.2 Originalidad

Es original debido a que no se había utilizado un adhesivo autoacondicionado en el proceso de adhesión con desproteinización del esmalte.

1.4.3 Relevancia contemporánea

Es una investigación actual que presenta un nuevo producto que podría proporcionar mejores resultados en la adhesión esmalte- resina.

1.4.4 Contribución académica

Esta investigación constituirá un aporte científico a la comunidad odontológica, así como a los odontólogos en formación.

1.4.5 Viabilidad

Las condiciones de este estudio son viables, dado que se cuenta con los instrumentos necesarios para realizar las investigaciones requeridas.

1.4.6 Interés personal

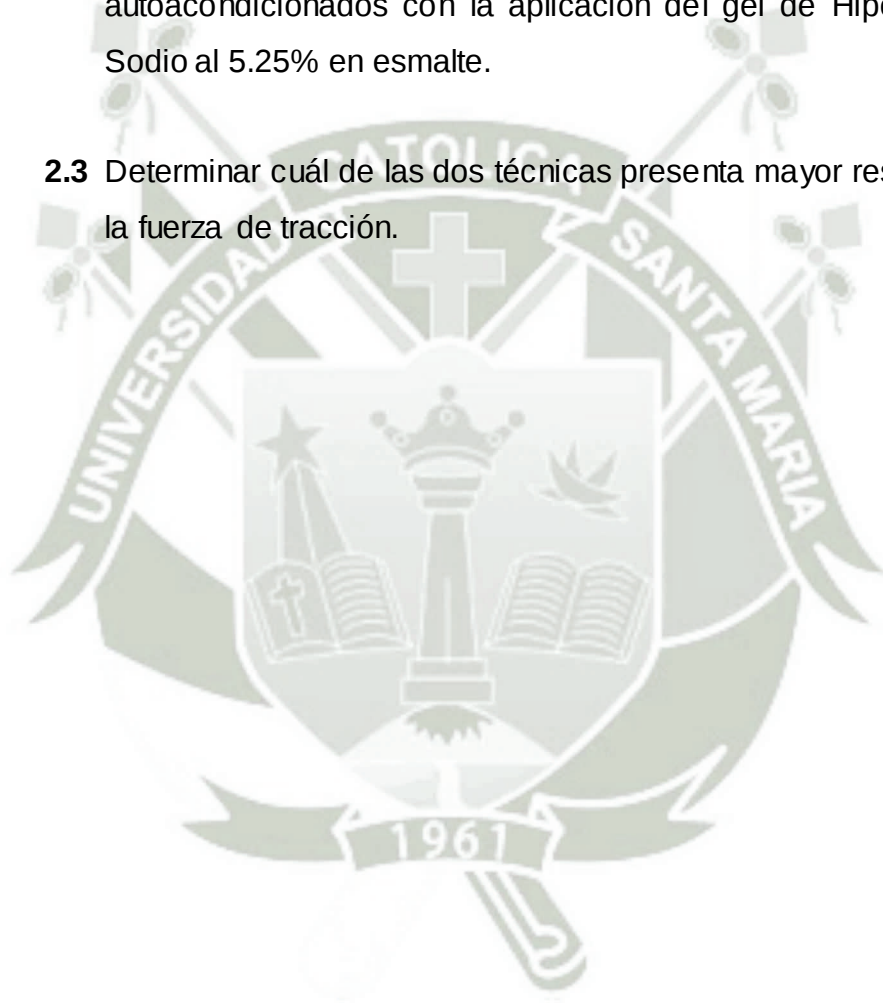
Realizar un aporte científico con el afán de crear un nuevo producto que facilite nuestro quehacer diario. Además, permitirme obtener el título de “Cirujano-Dentista”.

2. OBJETIVOS

2.1 Determinar la resistencia a la fuerza de tracción de adhesivos autoacondicionados sin la aplicación del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% en esmalte.

2.2 Determinar la resistencia a la fuerza de tracción de adhesivos autoacondicionados con la aplicación del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% en esmalte.

2.3 Determinar cuál de las dos técnicas presenta mayor resistencia a la fuerza de tracción.



3. MARCO TEORICO

3.1. ESQUEMA DE CONCEPTOS BASICOS – MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 ESMALTE

A. Generalidades

Deriva embriológicamente del ectodermo y se forma a partir de los ameloblastos¹.

Es el tejido más duro del organismo, propiedad que le permite soportar cargas pesadas de la masticación y limita la magnitud de su desgaste².

El esmalte recubre la corona anatómica del diente y presenta un espesor variable, 2mm en los bordes incisales, de 2,3 a 2,5 mm en las cúspides de los premolares y de 2,3 a 3 mm en las cúspides de los molares, es sumamente delgado en los surcos intercuspideos y fosas; presenta su mínimo espesor a nivel de la conexión amelocementaria³.

¹GOMEZ DE FERRARIS. Histología y Embriología Bucodental 2000. Pg. 229

²BERKOVITZ. Anatomía Oral. Pg.200

³HENOSTROZA, Gilberto. ADHESION EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA 2003 pag: 222

B. Composición Química.

El esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica (1%), matriz inorgánica (96%) y agua (3%)⁴.

- **Matriz orgánica:** el componente orgánico más importante es de composición proteica, y constituye un complejo sistema de multiagregados polipéptidos.

Entre las proteínas presentes en mayor o menor medida en la matriz orgánica del esmalte en las distintas fases de su formación se encuentran, las amelogeninas, moléculas hidrofóbicas, son las más abundantes y disminuyen a medida que aumenta la madurez del esmalte. Las enamelinas, moléculas hidrofílicas que se localizan periferia de los cristales formando las proteínas de cubierta. Las ameloblastinas o amelinas, se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales. La tuftelina, se localiza en la zona de unión amelodentinaria al comienzo del proceso de formación del esmalte.

También existen proteínas séricas, enzimas y pequeños porcentajes de condritín 4-sulfato, condritín 6-sulfato, y lípidos⁵.

- **Matriz Inorgánica:** constituida por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato y carbonato, dichas

⁴GOMEZ DE FERRARIS. Ob.Cit. 2000. Pg. 233 y 234.

⁵GOMEZ DE FERRARIS. Ob.Cit. 2000. Pg. 233 y 234.

sales muestran una organización apatítica que corresponde a la fórmula general $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, estas sales se depositan en la matriz del esmalte dando origen a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita.

Existen también sales minerales de calcio como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, y cobre.

- **Agua:** se localiza en la periferia del cristal constituyendo la denominada capa de hidratación, o capa de agua absorbida, el porcentaje de agua en el esmalte disminuye progresivamente con la edad⁶.

C. Estructura Histológica del Esmalte.

Constituida por la unidad básica (el prisma del esmalte) y por las unidades secundarias⁷.

1. Unidad Estructural Básica del Esmalte

- **Esmalte Prismático**
 - **Morfología de los Prismas:** Son estructuras longitudinales de $4\mu\text{m}$, de espesor promedio, se dirigen desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte, su longitud es mayor que el esmalte, su diámetro varía entre

⁶GOMEZ DE FERRARIS. Ob.Cit. 2000. Pg. 233 y 234.

⁷BERKOVITZ. Anatomía Oral. Pg.202

4-1 μ m, es menor en su punto de origen y aumenta gradualmente a medida que se acerca a la superficie libre, el número de prismas varía entre 5 a 12 millones⁸.

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

– Esmalte Aprismático

El esmalte aprismático es material adamantino carente de prismas, se localiza en la superficie externa del esmalte prismático y posee un espesor de 30 μ m⁹.

⁸SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 125

⁹SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

2. Unidad Estructural Secundaria

Se originan a partir de las unidades estructurales primarias:

- Estrías de Retzius

Variaciones que se producen en la estructura y la mineralización de los prismas del esmalte reciben el nombre de estrías de incremento de retzius, pueden considerarse como anillos de crecimiento¹⁰.

- Laminillas o Fisuras del Esmalte

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

- Penachos de Linderer

Son estructuras hipomineralizadas de bastoncillos de esmalte y sustancia interprismática que se proyectan entre los grupos adyacentes de prismas de esmalte desde la unión dentino-esmalte, nace

¹⁰SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

en la entina y penetran en el esmalte hasta su tercio interno.

- **Bander de Hunter-Schreger**

Los cambios en la dirección de los prismas del esmalte que limitan las fracturas en sentido axial producen un efecto óptico traducido en unas bandas claras y oscuras denominadas parazonas y diazonas, estas bandas presentan anchura variable, permeabilidad y contenido orgánico ligeramente diferente, sus límites son imprecisos y ocupan las cuatro quintas partes más internas del mismo¹¹.

- **Esmalte Nudoso**

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

- **Conexión Amelodentinaria**

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

¹¹SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

- **Husos Adamantinos**

Son procesos odontoblásticos que atraviesan en ocasiones la unión dentina-esmalte pueden actuar como receptores del dolor¹².

- **Periquematias y Líneas de Imbricación de Pickerill**

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

D. Superficie del Esmalte

- **Interna**

- **Límite Amelodentinario:** no es una zona donde los tejidos tengan una separación lisa y regular; sino, una zona donde se relacionan con un límite irregular festoneado, con salientes de la dentina respecto del esmalte; esto se debe a que la dentina está formada por células colágenas mineralizadas y los cristales de la dentina quedan integrados con los del esmalte, dejando este

¹²SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

límite regular. Este límite le da mejor agarre a las fuerzas laterales. Los cristales de esmalte quedan todos en la misma dirección (porque la célula no tiene una punta que de la forma prismática de herradura) por lo que en este límite, en un espesor de 5 micrones, el esmalte es aprismático, de estructura homogénea¹³.

- **Penachos del Esmalte:** son zonas del esmalte menos mineralizadas, por lo que tienen más sustancia orgánica; es una lámina pero en un corte se ven sus bordes como un arbusto. No significan menor resistencia a las caries, porque están en la superficie interna¹⁴.

- **Husos:** son puntas de las prolongaciones de odontoblastos que quedan metidos en el esmalte¹⁵.

- **Libre**

- **Líneas de Imbricación, Periquematos o Periquematías:** surcos poco profundos en sentido horizontal, más tupidos hacia el cuello y menos hacia oclusal. Corresponden a las estrías de Retzius. El desgaste masticatorio y del cepillo hace que con los años desaparezcan.

¹³SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

¹⁴SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

¹⁵SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

- **Extremos de los Prismas:** entre cada línea de imbricación la superficie no es lisa, sino llena de concavidades, cada una de las cuales corresponde al punto de llegada de un bastón. Otras veces hay áreas de unos 30 micrones de espesor de esmalte aprismático (más común en la dentición temporal y zonas cervicales en dientes permanentes) porque el ameloblasto modifica su forma al llegar a la superficie libre.
- **Laminillas del Esmalte:** son líneas que van desde la superficie libre hasta la dentina, aunque no necesariamente llegan a la dentina. No corresponde a trizaduras del esmalte, sino que a zonas hipomineralizadas, lo que se produce durante la formación del esmalte. Se clasifican como laminillas de tipo I, II y III, lo que obedece al mayor o menor compromiso del esmalte¹⁶.
 - **Laminillas tipo I:** no comprometen todo el espesor del esmalte, es el menor defecto.
 - **Laminillas tipo II:** abarca desde la superficie hasta el límite amelodentinario, incluso compromete a la dentina; aquí además hay restos celulares que han

¹⁶SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

quedado durante la formación del esmalte.

- **Laminillas tipo III:** son más profundas y anchas, de tal forma que han permitido el ingreso de elementos extraños desde la cavidad bucal hasta esta zona¹⁷.
- **Cutícula del Esmalte o Cutícula Primaria o Membrana de Nasmith:** película orgánica que se forma en toda la superficie del esmalte; mide solo algunos micrones de grosor. Esta capa de glucoproteínas es secretada por las propias células formadoras del esmalte. Esta cutícula se pierde rápidamente con el roce de la masticación, durando más en aquellos lugares menos expuestos al roce. Al desaparecer esta cutícula, encima del esmalte se forma otra película orgánica llamada "cutícula secundaria", la que tenemos diariamente; no es producto de células, sino que proviene de los elementos que están en la saliva y de los alimentos. En esta fina película se depositan los gérmenes y la colonizan, formando la placa bacteriana, la que posteriormente causará desmineralización del esmalte¹⁸.

¹⁷SCHWARTZ. Fundamentos en Odontología Contemporánea 1999. Pg. 126

¹⁸HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. 2003 pag: 80

- **Fosas y Fisuras del Esmalte:** la zona más profunda entre dos elevaciones constituye una fosa, la que normalmente se continúa con una fisura. Estas no son fallas del esmalte, sino parte de su conformación natural. Las fosas y fisuras son en su mayoría profundas y finas, generando un ancho de solo algunos micrones entre ambas superficies. Existen restos de alimentos microscópicos y bacterias (que miden 0,1 o 0,2 micrones) capaces de penetrar por estas fisuras, por lo que constituyen siempre puntos iniciales de caries. Agreguemos además que este sitio está ajeno al roce de los dientes y al del cepillo. Dada la disposición del esmalte, la caries se va a propagar entre sus líneas, siendo la abertura de esa caries del tamaño de las fosas y fisuras; este proceso llega a la dentina, se extiende más rápido hacia los lados, originando puntos de esmalte que no están apoyados en dentina, los que finalmente se rompen¹⁹.

¹⁹GLADWIN, Marcia. Aspectos clínicos de los materiales en odontología. 2001 pag: 48

E. Propiedades Físicas

1. Dureza

Registrada con el número 5 de la escala de Mohs, es la mayor que se observa en la estructura humana y deriva de su composición química, siendo la dureza mínima a nivel de la unión dentina – esmalte.

2. Elasticidad

Es muy escasa, depende de la cantidad de agua y de sustancias orgánicas que posee; por ello, es un tejido frágil con tendencia a las macro y micro fracturas.

3. Color y Transparencia

El esmalte es traslucido, 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, especialmente el de la dentina. En las zonas de mayor espesor tiene tonalidad grisácea (cúspides) y de donde es más delgado (cervical) presenta un color blando amarillento.

4. Permeabilidad

El esmalte es una estructura muy dura y densa pero es permeable a diferentes iones y moléculas, y permite una penetración parcial y completa. Al parecer, la penetración se produce a través de unidades estructurales hipomineralizadas y ricas en componentes

orgánicos como las vanas de los bastoncillos, las grietas del esmalte y otros defectos.

Se ha sugerido que existen varias penetraciones submicroscópicas de transporte molecular; el agua actúa como agente transportador de iones en la matriz adamantina. La permeabilidad del esmalte va disminuyendo con la edad debido a cambios en la matriz del esmalte. Los iones flúor sustituyen los grupos hidroxilos del cristal de apatita y la tornan menos saludable a los ácidos.

Otras investigaciones aportan que el esmalte posee la propiedad de una captación continua de ciertos iones o de moléculas existentes en la saliva; esto solo ocurre en un pequeño espesor de la superficie (30 μ m) mecanismo conocido como mineralización.

3.1.2 ADHESIÓN

A. Generalidades

La adhesión del latín "adhesio, adhaesionis", puede ser definida como la fuerza que mantiene unidos dos substratos de diferentes composiciones, desde que sus moléculas estén en íntimo contacto (distancia máxima de 0,0007 μ m). Entre los mecanismos que permiten este fenómeno, la interacción mecánica es la más defendida en la odontología adhesiva. Este medio de interacción entre substratos y sustancias resulta del entrelazado de un adhesivo solidificado en las irregularidades del substrato, el cual debe estar extremadamente limpio. La

adhesión parece depender de la presencia de irregularidades en el sustrato, del potencial de los monómeros en penetrar esas rugosidades, de la posibilidad de escape del aire presente en los poros mientras el material penetra, y de la capacidad de polimerización en esa región. De esta forma, es establecida la llamada unión micromecánica, donde los poros creados son llenados por los monómeros.

Tres factores son considerados fundamentales para el establecimiento de un íntimo contacto entre el adhesivo (sustancia) y la estructura dental (sustrato) y la consecuente adhesión micromecánica: potencial de humectancia o difusión del adhesivo, viscosidad del adhesivo y rugosidad superficial del sustrato²⁰.

B. Propiedades de Adhesión

1. Humectancia

Capacidad que el adhesivo tiene de recubrir totalmente el sustrato, sin incorporar burbujas de aire entre ellos.

La humectancia ideal ocurre cuando la energía superficial del sólido, que refleja “su deseo” de establecer interacciones intermoleculares con otros compuestos, es mayor que la tensión superficial de un líquido (o sea “la voluntad” del líquido en no interactuar con otro sustrato).

²⁰REIS, Alessandra. Materiales dentales directos. 2012 pag: 181, 182

2. Viscosidad

El adhesivo es efectivo cuando además de estar en contacto íntimo con el sustrato, este se distribuye fácil y rápidamente sobre el sustrato. Generalmente, el ángulo de contacto es directamente proporcional a la viscosidad del líquido. Parece claro que el adhesivo más espeso tendrá: 1) mayor dificultad de recubrir rápidamente el sólido por causa de su consistencia (pegajosa) y no por tener menor capacidad de humectancia. 2) mayor chance de capturar aire, pues tiende a existir una capa de aire recubriendo los picos de las irregularidades, que puede impedir que el adhesivo se difunda en profundidad, proporcionando su humectancia de pico a pico²¹.

3. Rugosidad Superficial

Amplía el potencial para la adhesión; el aumento del área eleva la capacidad adhesiva, pues hay mayor número de sitios para retener el adherente que penetró (Van Noort, 1994).

C. Mecanismos de Adhesión

La adhesión se realiza por:

- Uniones físicas micro mecánicas.
- Uniones químicas primarias, iónicas, covalente, metálicas, secundarias.
- Ambas físicas y químicas.

²¹REIS, Alessandra. Materiales dentales directos. 2012 pag: 182, 183

1. Teoría Mecánica:

Consiste en el trato adecuado de la superficie de la estructura dentaria para obtener irregularidades, de tipo micromecánicas, realizadas en la superficie dentaria mediante grabado ácido, sistemas de arenado, grabado con láser de dióxido de carbono, laser infrarrojo, etc²²²³. Básicamente, es la penetración de un material en las irregularidades que presenta la superficie de otro material.

2. Teoría Química:

Se divide en uniones interatómicas primarias y secundarias.

Las uniones primarias son muy fuertes y dan como resultado uniones muy resistentes que se dividen en:

- **Uniones Iónicas:** Resultan de la atracción de cargas positivas y negativas²⁴.
- **Uniones Covalentes:** Se produce cuando los compuestos químicos comparten electrones bivalentes. Su importancia está dada por ser la más común en los compuestos orgánicos.
- **Uniones Metálicas:** Se producen entre los átomos de los metales. Se forman entre un núcleo positivo y los electrones libres.

²²HOWARD, William. Atlas de operatoria dental. 1986 pag: 211

²³LEE, Henry. Compuestos adhesivos reparaciones dentales. 1973 pag: 2

²⁴VEGA DEL BARRIO, Jose María. Materiales en odontología. 1996 pag: 37

- **Las Uniones Interatómicas Secundarias:** Se caracterizan por fuerzas físicas. Se denominan “fuerzas de Van der Waals”, dan cohesión a una estructura. Son más débiles que las uniones primarias, presentan una naturaleza más física que química, estas fuerzas se explican por la atracción bipolar.
- **Fuerzas de Keesom y Debye (Interacción Dipolo-Dipolo):** Producidas por la interacción directa de dipolos permanentes en las moléculas vecinas, de uno o más compuestos polares, en los cuales los dipolos se orientan para disminuir su energía interna y de esta manera logran una atracción máxima.
- **Fuerzas de Dispersión de London:** Se basa en el principio en el que los electrones se encuentran en continuo movimiento aleatorio dentro de límites bien definidos. Este movimiento origina desplazamientos instantáneos de la posición teórica y de esta forma produce un dipolo instantáneo en cualquier molécula aunque no sea polar.
- **Puente de Hidrógeno:** Fuerza de atracción que existe entre moléculas, cada una de las cuales está constituida por un átomo o un grupo altamente electronegativo y uno o más átomos de hidrógeno.

3. Teoría de la Difusión

Propone que la adhesión es el resultado de ligar dos moléculas móviles. Los polímeros de cada lado de una interfase pueden cruzar sobre ella y reaccionar con moléculas del otro lado.

Eventualmente la interfase desaparecerá y las dos partes se volverán una.

4. Teoría Electrostática

Postula que una doble capa eléctrica formada en la interfase entre metal y polímero, hace una contribución reconocida pero no del todo estudiada en la fuerza adhesiva.

3.1.3 EVOLUCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS POLIMÉRICOS

A. Generalidades

A lo largo de las décadas, la odontología mantuvo la remoción de dentina sana, como procedimiento para crear áreas retentivas mediante la profundización de cavidades con la finalidad de mantener las restauraciones en posición.

Hoy en día, los adhesivos son materiales indispensables en la mayoría de los procedimientos restauradores, como por ejemplo:

- Restauraciones directas de resinas compuestas.

- Cementaciones adhesivas de incrustaciones inlays, onlays, overlays, coronas o prótesis fija; tanto estéticas como las metálicas.
- Los adhesivos también se indican para impermeabilizar superficies dentarias sensibles, no solo por su exposición por erosión y/o abrasión del esmalte; sino, también por la preparación para procedimientos indirectos (sean adhesivos o no).

Al referirnos a la adhesión, es preciso conocer la magnitud de la resistencia adhesiva requerida para soportar las fuerzas que actúan sobre la restauración adherida. La primera fuerza corresponde a la concentración de la polimerización de la resina compuesta, que genera en la interfaz adhesiva una tensión de cerca de 13MPa. La segunda fuerza en acción, es la fuerza masticatoria, cuya magnitud es muy difícil de calcular, pues varía en función de la región de la boca, la fuerza muscular del paciente, el área de contacto, y diversas variables que son imposibles de medir con precisión (aquí es preciso adoptar el esquema consistente en trabajar con grandes márgenes de seguridad).

Toda resina compuesta está formada por una gran cantidad de partículas inorgánicas asociadas por moléculas orgánicas pequeñas o monómeros, que se unen durante la polimerización para formar moléculas grandes denominadas polímeros. Es precisamente esta unión que implica una aproximación de moléculas las que ocasionan como consecuencia una contracción de polimerización.

Debido a la contracción, la resina tiende a separarse de las paredes cavitarias, produciendo como primera consecuencia, sensibilidad postoperatoria; ya que los túbulos dentinarios a través del espacio creado quedaran en contacto con el medio bucal. Eso permitirá un libre movimiento de los fluidos allí existentes, generando una presión en el plexo subodontoblastico, con la consecuente sensación de dolor.

A pesar de parecer simple, el proceso de adhesión es complejo e incluye numerosos pasos, cuyo descuido en tan solo uno de ellos, dará como resultado el fracaso del procedimiento.

B. Evolución de las Técnicas Adhesivas

La odontología estética utiliza materiales hidrófugos, ya que no poseen afinidad con los líquidos que contienen sustancias colorantes, tales como: el café, té, vino, bebidas gaseosas; impidiendo así la alteración de color de la restauración estética. En realidad, la necesidad de ser hidrófugo no se limita solo al material restaurador, sino también al adhesivo que se encuentra presente en los límites de la restauración, como una delgada capa, y que así mismo debe ser resistente a la absorción de líquidos que contienen colorantes.

Estos adhesivos se comportan muy bien en lo referente a su unión con el esmalte, ya que este después de volverse poroso por el previo acondicionamiento ácido,

se lava y seca en su totalidad; lo cual hace visible la adecuada penetración del adhesivo hidrófugo.

Desde el principio se logró tanto éxito en el proceso de unión al esmalte, que luego se pretendió extender el acondicionamiento ácido a la dentina pero sin obtener el éxito esperado. Esto se debe a que al retirar la capa de barro dentinario y aumentar el diámetro de los túbulos dentinarios, el ácido produce en la superficie de la dentina un nivel de humedad incompatible con las características hidrófugas de los adhesivos utilizados. La investigación consistió en dividir el "adhesivo" en dos componentes: el primero, llamado Primer (más fluido e hidrófilo), con la función de penetrar en las irregularidades húmedas de la dentina desmineralizada; el segundo, llamado Bond que corresponde al adhesivo en sí, es una resina fluido hidrófuga, que tiene por objeto recubrir al primero y unirlo con la resina compuesta. El único componente que es hidrófilo penetra en la dentina y el esmalte, quedando totalmente recubierto por los hidrófugos, no pudiendo por lo tanto marcharse. Ese fue el comienzo de la era de los adhesivos que emplean el "acontecimiento ácido total."

Los primers son monómeros disueltos en un solvente del tipo acetona, alcohol o agua. Las moléculas de los primers presentan dos terminaciones, una hidrófila con radicales $-OH$ y $-COOH$, que gracias a su afinidad por el agua facilitan la penetración en la dentina húmeda; y la otra hidrófuga, con terminaciones del tipo $-HC=CH_2$, cuyo doble enlace (al romperse) permite la unión con otro doble enlace existente en el segundo componente

del adhesivo, el "Bond". Las resinas fluidas, o bonds, son monómeros hidrófugos como el Bis-GMA, los cuales pudiendo tener monómeros hidrófilos en menor cantidad, actuaran como intermediarios entre el primer y el material restaurador. Resumiendo, el proceso de adhesión paso a realizarse en tres etapas:

- a) El acondicionamiento ácido que actúa preparando el sustrato dental para la adhesión.
- b) La aplicación del primer que es la parte del sistema adhesivo compatible con la dentina húmeda.
- c) La parte hidrófuga o bond, compatible con la resina compuesta.

Estos sistemas adhesivos se consideran como el punto de partida para todos los adhesivos modernos.

Los fabricantes siempre persiguen la simplificación; y en el caso de los adhesivos, estos se obtuvieron disminuyendo etapas. La primera simplificación consistió en unir en un solo frasco el primer y el bond, y por eso quedó la denominación de "Adhesivos de Frasco Único." Las técnicas que se utilizaban hasta entonces realizaban como primer paso el acondicionamiento ácido del esmalte y de la dentina.

Como consecuencia de la disolución de los cristales de hidroxiapatita, en la dentina intertubular queda una capa de un espesor de cerca de 5 micrómetros integrada por fibras colágenas que se encuentran separadas unas de las otras por el agua utilizada para lavar el ácido. Por lo tanto, es necesario poner atención a los siguientes dos aspectos:

- Si el agua que separa las fibrillas colágenas fuese retirada por el secado de la zona, tales fibrillas quedarán tan próximas entre sí que obstaculizaran la penetración del adhesivo.
- Aun cuando se mantenga la humedad; para facilitar la penetración del adhesivo; este ingresará tan solo cerca de tres micrómetros, dejando así alrededor de dos micrómetros de fibras colágenas sin proteger y consiguientemente expuestas a un proceso de hidrólisis.

En la dentina peri tubular, que es más mineralizada, la disolución ácida amplía la entrada de los túbulos dentinarios. Si por una deficiencia en la técnica, el adhesivo no hubiese podido penetrar en los túbulos que fueron abiertos, se presenta la posibilidad de un cuadro de sensibilidad post operatoria.

La mejor forma de evitar estos problemas, fue lograr que el primer fuese capaz de promover adicionalmente el acondicionamiento ácido. En el inicio de la década de los 90 surgieron los "Adhesivos Autoacondicionantes", cuyo primer consiste en una molécula ácida y polimerizable, de manera que ácido y adhesivo penetren juntos.

Siguiendo la tendencia de simplificación, aparecieron luego los adhesivos de etapa única, los cuales aplican de una sola vez primer autoacondicionante y bond.

En lo que respecta a técnica de utilización, la gran ventaja de los adhesivos autoacondicionadores consiste en prescindir del acondicionamiento con ácido fosfórico.

Con ello se elimina, así mismo la fase de lavado del ácido el cabio de los rollos de algodón y el secado, manteniendo la dentina húmeda²⁵.

3.1.4 ADHESIÓN DE LAS RESINAS AL ESMALTE

A. Definición

El esmalte humano es el único tejido hipermineralizado derivado del ectodermo que recubre y protege a los tejidos conectivos subyacentes integrados en el sistema dentino-pulpar. Todos los demás tejidos relacionados y mineralizados como el hueso, el cemento y la dentina y no mineralizados como la pulpa dentaria, derivan del mesodermo.

B. Sustrato Estructural y Adhesivo

El esmalte maduro está compuesto en un 96% por cristales inorgánicos de hidroxiapatita que constituyen la ultra estructura del tejido, agua en un 3% y matriz orgánica en un 1% de peso.

Es un tejido microcristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de alta mineralización y de extrema dureza, que presenta como característica fundamental su única y particular forma de reaccionar ante cualquier cosa física, química o biológica, que es con pérdida de sustancia, cuya magnitud está en relación directa con la intensidad del agente causal.

²⁵MACCHI, Ricardo Luis. Adhesión a los tejidos dentarios. 2007 pag: 191

Estas propiedades determina que el esmalte no pose poder regenerativo, siendo afectado por la desmineralización acida (caries, erosiones y acodicionamiento acido), por el stress oclusal (abrasiones), por la acción de pastas y sustancias abrasivas (abrasiones) y por traumatismos (fracturas), pudiendo producirse en el fenómeno de remineralización, pero nunca de reconstitución como sucede en otros tejidos ectodérmicos del organismo.

La dureza extrema del esmalte semejante al acero, lo hace frágil y propenso a micro y macro fracturas cuando: no cuenta con el apoyo dentinario normal; aumenta su carga mineral por esclerosis o maduración constante del tejido en el medio bucal; las tensiones originadas por el ciclaje mecánico o stress oclusal y el ciclaje térmico sobrepasan su resistencia física.

La estructura y las propiedades físicas del esmalte son características que ofrece el tejido que deben respetarse mediante tratamientos adecuados, destinados a preservar las estructura internas y externas del diente y optimizar la retención y adhesión de los materiales de restauración. La dureza del tejido, las limitaciones en la preparación de las muestras y las técnicas microscópicas utilizadas, determinaron durante mucho tiempo imágenes estructurales falseadas, originadas por la superposición de planos microscópicos cuando el tejido se procesaba por desgaste o cuando se utilizaba esmalte embrionario o inmaduro que facilitaba su corte con los micrótomos a cuchilla de la época.

El perfeccionamiento de la técnicas microscópicas ha posibilitado a los investigadores descubrir nuevos aspectos de la microestructura adamantina, a través de modernas Técnicas de Replicas Microscópicas (TRM); Fotovideomicroscopía con analizador de imágenes Metamorph (FVM); Fotovideomicroscopía de contraste de fase por interferencia diferencial, Normasky (FVM-CID); Microscopia electrónica de transmisión (MET); Microscopia electrónica de barrido (MEB) y Confocal laser scanning microscope (CLSM).

La unidad estructural adamantina fue descrita durante mucho tiempo con la clásica forma prismática hexagonal, presente en el esmalte humano únicamente en estado embrionario.

En el esmalte mineralizado la estructura adopta un aspecto que recuerda a una arcada, con una cabeza ensanchada en forma de cúpula esférica orientada hacia la unión amelodentinaria, un cuello estrecho y una cola con terminación irregular, cuando son observadas en un cote transversal a la corona del diente y en forma lineal en cortes longitudinales, extendiéndose a través del tejido desde la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. Estas imágenes microscópicas conducen a denominar a la unidad estructural del esmalte: Varilla o Bastón Adamantino.

La embriología indica que durante la amelogénesis, los preameloblastos son diferenciados en ameloblastos secretorios cuando son polarizados por el cambio que genera la dentinogénesis recién iniciada, esta secuencia

hace que la dentina y el esmalte estén perfectamente imbricados durante toda la vida.

La matriz del esmalte comienza a ser depositada por la secreción celular que se excreta a nivel del proceso celular apical o proceso de Tomes. Llama la atención que durante la etapa de secreción de la matriz el movimiento ameloblástico desde la unión amelodentinaria hacia el exterior del diente se aproxima a la perpendicularidad y que el prisma adamantino es secretado por el polo apical en un ángulo aproximado a 45° sexagesimales respecto del eje celular.

Estos conocimientos plantearon interrogantes respecto al concepto clásico de la perpendicularidad de las varillas adamantinas con la superficie externa del esmalte, que no concuerda con la disposición que adopta en el momento de su formación embriológica.

Procesos enzimáticos hidrolíticos y proteolíticos llevarán posteriormente a la mineralización del tejido, degradando la matriz de amelogeninas y enamelinas y posibilitando la reducción del contenido orgánico y la incorporación de hidroxiapatita, lo que da origen a la etapa de modelado friccional interprismático adamantino, donde el esmalte adquiere su estructura histológica definitiva.

Es posible observar estas estructuras en forma tridimensional: a. En un corte transversal se puede examinar la estructura varillar en forma de arcada o cúpula; b. En un corte longitudinal buco-lingual se visualizan estructuras lineales en forma de líneas gruesas que corresponden a la cabeza y líneas finas que coinciden con

el extremo de la varilla adamantina contigua; c. En un corte longitudinal mesio-distal se observan estructuras lineales en forma de líneas anchas, que corresponden al corte longitudinal del cuerpo, y delgadas que indican la unión de la cabeza con el extremo caudal de la varilla adyacente.

Siempre se ha considerado que las varillas adamantinas seguían una dirección perpendicular a la superficie externa del diente y esta afirmación es posible de observar en todos los dibujos y esquemas de cortes transversales y longitudinales de los tallados cavitarios. Sin embargo, OSBORN 1985, BOYDE 1976, TE CATE 1986, observaron que en la zona cervical de los dientes permanentes no siempre terminan en 90° con la superficie, sino que pueden adoptar una dirección aproximadamente horizontal.

PRIOTTOY Col. 1983, estudio la dirección de las varillas adamantinas y su incidencia en las preparaciones cavitarias de premolares y molares. Determinando que: a. Las varillas adamantinas forman ángulos agudos hacia la profundidad de los surcos y fosas de las caras oclusales de molares y premolares o ángulos obtusos hacia oclusal, en su terminación con la superficie externa de las vertientes cuspídeas correspondientes, con un promedio de 60.33° sexagesimales; b. Las varillas adamantinas forman ángulos obtusos hacia oclusal u agudos hacia apical, cuando terminan en la superficie externa del esmalte correspondiente al tercio cervical y medio de las caras de contorno con un promedio de 96.25° sexagesimales; c. Las varillas adamantinas forman ángulos de 90° sexagesimales siendo perpendiculares a la superficie externa del esmalte a

nivel de los vértices cúspides y en la profundidad de los surcos oclusales.

Esta estructura aportara un sustrato adamantino adhesivo diferente según la sección o dirección de las paredes cavitarias y la necesidad o no de efectuar un bisel de unión o de protección para lograr mecanismos de adhesión.

C. Tratamiento Adhesivo del Sustrato Adamantino

La adhesión a esmalte requiere de una superficie:

1. Biselada o coincidente con la dirección de las varillas adamantinas.
2. Activa y de alta energía superficial.
3. Humectable o imprimable y compatible.

D. Superficie Biselada o Coincidente con la Dirección de las Varillas Adamantinas

Se debe considerar la dirección de las varillas adamantinas y el espesor de paredes de la preparación cavitaria para obtener microretención en los elementos dentarios, como paso previo a la aplicación de los sistemas adhesivos:

- a) En preparaciones cavitarias que involucran las caras libres y proximales, se debe efectuar un bisel plano, cóncavo o convexo, o un decorticado de la superficie adamantina que reduzca la contracción de la polimerización al terminar el sistema resinoso de obturación en gradiente o pico de flauta, que otorga una mejor transferencia lumínica, disminuyendo la

filtración y la pigmentación marginal, con reducción del riesgo de caries secundarias y de microfracturas o cracs de esmalte.

- b)** En preparaciones que involucren las caras oclusales: el espesor del esmalte en las paredes cavitarias y la dirección de las varillas adamantinas posibilitarían que una preparación ligeramente convergente hacia oclusal sea suficiente para el logro de una adhesión adecuada y que los biseles queden limitados a aquellas cavidades que sobrepasen los vértices cuspídeos donde el esmalte es minusválido por su terminación perpendicular con la superficie. En preparaciones para la técnica de mínima invasión y en las ameloplastías donde no existe una planimetría definida, el sustrato adamantino sería suficiente para obtener una adhesión adecuada. (DEGRANGE y ROULET 1997).

GARONE NETO y GARONE FILMO 1976, determinaron que la eficiencia de las soluciones acidas sobre el tejido adamantino fracturado y desgastado es inferior cuando las varillas del esmalte son acondicionadas longitudinalmente y superior cuando las varillas son atacadas transversalmente.

SPADILIERO DE LUTRI y col., 2001a, estudiaron la influencia de la dirección de las paredes cavitarias en la formación de cracks adamantinos, determinando que: a) la técnica incremental oblicua desarrolló menor cantidad de cracks que la técnica en block, cualquiera sea la dirección de las paredes cavitarias. b) las preparaciones con paredes convergentes y divergentes mostraron la menor cantidad de

cracks, c) las preparaciones con paredes paralelas con y sin bisel adamantino evidenciaron la mayor cantidad de cracks.

SHIMADA y TAGAMI 2003 estudiaron el micro-resistencia adhesivo sobre secciones adamantinas; concluyeron que: El efecto de la orientación de las varillas del esmalte tuvo una influencia menor en la micro-resistencia cuando se utilizaron self-etchingprimers (autoacondicionadores), que cuando se emplearon sistemas adhesivos de una sola botella. Las imágenes registradas con MEB y CLSM indicaron que los self-etching primers (autoacondicionadores) modificarían el smearlayer adamantino, sin presentar un efecto destructivo sobre el tejido.

E. Activación del Sustrato Adamantino y Superficie de Alta Energía

BUONOCORE en 1955, comunica que las soluciones de ácido fosfórico al 85% aplicada al esmalte aumentaban considerablemente la retención de las resinas acrílicas al tejido adamantino. Es a partir de esta publicación cuando se comienzan a solucionar los fracasos clínicos que presentaban las resinas acrílicas simples y las primeras resinas compuestas.

La activación de la superficie del sustrato se puede lograr eficientemente a través del acondicionamiento adamantino con ácido fosfórico al 15, 32, 35, 37 y 40% que aplicado sobre la superficie del esmalte desmineraliza y disuelve la

matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas dando lugar a la formación de microporos y microsurcos.

Estos ácidos cambian la superficie del esmalte intacto que es de baja energía superficial; puesto que se presenta con distintos grados de impurezas, glicoproteínas salivales y biofilms; en un área, activa, limpia, desmineralizada y de alta energía superficial.

De la misma forma actúan sobre el tejido adamantino tallado con distintos tipos de instrumentos rotatorios como fresas y/o piedras, donde el esmalte se encuentra recubierto por una capa de tejido distorsionada, constituida por restos inorgánicos de la estructura, varillas, cristales de hidroxiapatita y biofilm.

La acción fundamental de un ácido débil o fuerte (donante de protones) aplicado sobre una base (aceptante de protones) como es el esmalte sería: a) activar la superficie del tejido para transformar estas áreas de baja energía superficial en una de alta energía superficial; b) desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de las varillas adamantinas, creando microporos y microsurcos que transforman al tejido en un sólido cristalino y microporoso, fenómeno este conocido como efecto geométrico.

Una técnica adecuada de acondicionamiento adamantino proporciona: mayor adaptación de los sistemas resinosos a las paredes de las preparaciones cavitarias, disminución de la filtración y percolación marginal, disminución de la pigmentación superficial, eliminación de la retención por socavado y disminución del riesgo de caries secundaria, a)

Tiempo de acondicionamiento adamantino: La desmineralización producida por los ácidos débiles o fuertes en alta concentración, genera un ataque a las estructuras inorgánicas del esmalte a través de una reacción ácido-base con la hidroxiapatita y la formación de sales solubles de fosfato de calcio que posteriormente son eliminadas por el agua de lavado, determinando la formación de los Tipos o Patrones de Acondicionamiento Adamantino.

Cuando el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la cabeza o el cuerpo de la varilla adamantina se obtiene el patrón de acondicionamiento de Tipo I; cuando el ácido actúa sobre los cristales de hidroxiapatita del cuello o del extremo caudal se produce un patrón de acondicionamiento de Tipo II.

Los patrones de desmineralización de Tipo I y II, generan en el tejido adamantino microporos y microsurcos capilares que miden entre 10 a 25um de profundidad con una amplitud de 1.5 a 3.5um.

Ambos patrones de acondicionamiento pueden estar presentes en un mismo diente y en una misma zona, ya sea separadamente o en conjunción, siendo este fenómeno clínicamente arbitrario y no dependiendo de la forma en que el operador aplique el agente acondicionador, sino debido a las características de mineralización o esclerosis de la estructura adamantina y al área estructural y subestructural de las varillas adamantinas involucradas en el acondicionamiento.

Cuando el tiempo de acondicionamiento es mayor a los 15 segundos se produce un patrón de acondicionamiento de

Tipo III, caracterizado por una mayor pérdida de tejido superficial producida porque el ácido continúa eliminando sustancia en superficie, disminuyendo la profundidad y aumentando la amplitud de los microporos.

Este tipo de acondicionamiento no tendría suficiente capacidad para retener micro-mecánicamente en forma efectiva a los sistemas adhesivos basados en monómeros hidrófugos, por lo que el aumento del tiempo de acondicionamiento es uno de los fenómenos más negativos.

Sin embargo, actualmente con el advenimiento de los primers y adhesivos autoacondicionadores con monómeros hidrófilos-hidrófugos se minimiza la problemática generada por el acondicionamiento de tipo III, ya que no necesitan de la retención micromecánica en profundidad.

Lapsos superiores a los 60 segundos provocan en el esmalte grandes pérdidas de sustancia superficial y ampliación de los defectos estructurales, generando microcracks que comunican la periferia del tejido con la dentina.

URIBE-ECHEVARRÍA 1990, acondicionando esmalte humano in vivo, unido a dientes de acrílico de una prótesis removible a extremos libres e inserto en la cavidad bucal, pudo determinar que el esmalte desmineralizado por un ácido no se remineraliza totalmente aún después de 180 días de exposición a la acción de la saliva o de soluciones fluoradas de APF o Fluoruro Fosfato Acidulado al 1.23%. Estas determinaciones permitirían inferir que la contaminación salival y las posibles implicancias de una

remineralización inmediata no afectarían el accionar de los agentes adhesivos.

En un diente de la primera edad el color es blanco opaco tenue; en un diente de la segunda edad tendrá una opacidad más intensa, que se acentúa en uno de la tercera edad. El parámetro para determinar los patrones de acondicionamiento adamantino depende de la concentración del ácido utilizado y del tiempo de aplicación y no de la coloración u opacidad que presenta el diente tratado.

La tendencia actual es utilizar gel tixotrópico o semigel de ácido fosfórico con colores contrastantes, azul, verde, violeta, rojo o amarillo. La alta tensión superficial del agente acondicionador, al presentar mínimos fenómenos de capilaridad, permite posicionar el ácido solamente en las áreas que así lo requieran, impidiendo su accionar en zonas no deseadas.

Cuando el esmalte fue acondicionado con ácido fosfórico en alta concentración y posteriormente se aplican los adhesivos autoacondicionadores (AA), self-etch adhesivos (SEA), primers de función múltiple (PFM), self-priming etchant (SPE) o self-etching primers (SEP), que contienen ácidos débiles en baja concentración y monómeros ácidos, que impriman los microporos y a su vez desmineralizan el esmalte al originar sales por reacción ácido-base que quedan incorporadas al tejido, (los adhesivos autoacondicionadores no se lavan), el tiempo de acondicionamiento debe ser disminuido.

SHONO y col., 1997, determinaron los efectos del contorno cavitario sobre la resistencia adhesiva de la unión esmalte-resina, utilizando Scotchbond Multipurpose Plus, que emplea como agente acondicionador al ácido fosfórico y Clearfil Liner Bond 2 que contiene un primer autoacondicionadores, sobre superficies de esmalte de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y S.Omm². Los resultados indicaron que la resistencia adhesiva en áreas reducidas que no superaban los 1.5mm² no presentó diferencias estadísticamente significativas entre el acondicionamiento con ácido fosfórico y el obtenido por los adhesivos autoacondicionadores.

BRESCHI y col., 1999, compararon las superficies de esmalte tratadas con ácido fosfórico y con adhesivos autoacondicionadores (Prompt L-Pop), determinando que los patrones de acondicionamiento adamantino eran semejantes.

- a)** Aspiración del ácido acondicionador: La aspiración de los ácidos en alta concentración como paso previo al lavado, es de fundamental importancia porque posibilita la eliminación rápida y eficaz del agente acondicionador. Este procedimiento se efectúa con una cánula de 8mm de diámetro conectada con una fuente de aspiración de alta succión.
- b)** Tiempo de lavado adamantino: Tiene por objetivo eliminar los precipitados o sales de fosfato de calcio en forma de cristales, generados por el accionar de los ácidos acondicionadores en alta concentración y obtener una superficie de alta energía superficial. Un lavado incorrecto permitiría que el ácido pueda continuar actuando en de terminadas zonas del

esmalte, generando patrones de acondicionamiento de tipo III, que dificultarían los fenómenos de adhesión.

Cuando se aplicaba ácido fosfórico en gel o semigel un tiempo de lavado de 15 segundos, utilizando agua presurizada era considerado suficiente para eliminar totalmente el ácido y bloquear su acción.

Con el advenimiento de los adhesivos auto-acondicionadores, que actúan sobre el esmalte posteriormente al acondicionamiento con ácidos en alta concentración, el tiempo de lavado adamantino se disminuyó a sólo 5 segundos.

- c) Tiempo de secado adamantino: El esmalte acondicionado y lavado debe ser secado durante 3 a 5 segundos, con aire presurizado, deshumidificado, frío y filtrado. Esta disminución del tiempo de secado se debe a los cambios fundamentales que se manifiestan en los mecanismos de adhesión que pasaron de utilizar monómeros hidrófugos a monómeros hidrófilos-hidrófugos, por lo que es necesario mantener al esmalte ligeramente húmedo, para que la adhesión sea eficaz.

F. Humectación-Imprimación y Compatibilidad

El esmalte acondicionado permite la humectación por imprimación dentro de los microporos de un monómero resinoso, que una vez polimerizado conformará los microtags de retención micromecánica con la obtención de un híbrido resina-esmalte llamado hibridación adamantina.

La imprimación y la compatibilidad físico-química se logran cuando el adhesivo es de baja tensión superficial, característica molecular de los líquidos/ el sustrato tiene alta energía superficial, característica molecular de los sólidos. La imprimación es óptima cuando la superficie del sustrato está limpia, activa y con alta energía superficial, efecto logrado por el acondicionamiento o autoacondicionamiento adamantino, el adhesivo es de baja tensión superficial y ambos presentan compatibilidad físico-química. El grado de imprimación ideal ocurre cuando los valores de tensión superficial del líquido adhesivo son ligeramente menores que los valores de energía superficial del sustrato sólido.

El cambio registrado a nivel de la formulación de los adhesivos a esmalte, caracterizados históricamente por • monómeros hidrófugos bonds, a partir del advenimiento de los sistemas de adhesión a esmalte y dentina basados en monómeros hidrófilos-hidrófugos y sistemas de autoacondicionamiento, hacen que la adhesión a este tejido sea más adecuada y con posibilidades de unión a zonas como la capa avarillar o aprismática.²⁶

²⁶ LANATA, Eduardo. Ob. Cit. 2003 p;102

3.1.5 ADHESIVOS

A. Definición

Es el conjunto de materiales que sirven para realizar todos los pasos de la adhesión de materiales restauradores con las preparaciones dentales²⁷.

La aplicación del primer adhesivo o primer y adhesivo debe de efectuarse adecuadamente para obtener una adhesión ideal y constituye uno de los pasos más importantes de esta tecnología²⁸:

- a) Se ha encontrado que el esmalte levemente húmedo es compatible con la adhesión hidrófita-hidrófuga.
- b) Generalmente se debe de aplicar dos o más capas de primer o primer adhesivo que pueden ser insufladas o aspiradas entre cada capa, pero nunca humedecidas o lavadas.
- c) El tiempo de acción de los primeros es variable de acuerdo con los criterios fijados por los fabricantes y está fijado por el contenido de solventes orgánicos volátiles o de agua.
- d) Transcurrido el tiempo de aplicación del imprimador se requiere eliminar los solventes o el agua contenida volatilizándolo o aspirando el solvente del agente adhesivo.

²⁷ VEGA del BARRIO, José María. Ob. Cit. 1996 p: 315

²⁸ LANATA, Eduardo. Ob. Cit. 2003 p;115

- e) En los agentes de tres frascos, se debe efectuar la aplicación del primer, del adhesivo y de la resina de enlace o bond y recién fotopolimerizar.
- f) En los agentes de dos frascos se aplica el primer, el adhesivo y posteriormente se polimeriza.
- g) En los agentes de un solo frasco la fotopolimerización se realiza después de la aplicación de cada capa de primer-adhesivo: Sin embargo, algunos sistemas adhesivos como single bond indican fotopolimerizar posteriormente a la aplicación de las dos capas.
- h) Aunque las palabras adhesivos simplificados, de un paso, indicarían la presencia de una única botella con un solo paso de aplicación, en realidad todos los adhesivos actuales requieren por lo menos de dos o más capas.
- i) Los imprimadores que contienen solventes volátiles como la acetona y el alcohol, necesitan envases herméticos que impidan la evaporación de los solventes, no debiendo efectuar la apertura de los frascos hasta el momento de la utilización.
- j) El operador debe de controlar en los frascos la fecha de expiración de los agentes adhesivos dentinarios y la evaporación de los solventes que producen un aumento de la viscosidad y disminución de la fuerza adhesiva.

B. Clasificación

Los adhesivos actuales ya lograron un grado de confiabilidad bastante aceptable, lo cual volvió bastante previsible el proceso de adhesión. A pesar de que casi todos ellos presentan valores bastante semejantes en cuanto a la magnitud de la adhesión, existen particularidades inherentes a ciertas marcas comerciales. Así están, por ejemplo, los que tienen relleno, los que tienen flúor, los que son fotopolimerizados, los que tienen polimerización dual, los que obvian la utilización previa del acondicionamiento ácido, los que usan como solvente la acetona, los que usan el alcohol y así sucesivamente. Los adhesivos actuales de no ser debidamente clasificados, podrían generar dudas y llevamos a posibles errores, no solo en cuanto a la indicación más apropiada, si no también respecto a la técnica de utilización²⁹.

No utilizaremos la ya conocida clasificación por "generaciones", pues no contribuye en nada y además sólo se le asocia al "marketing", en cuya estrategia el fabricante pretende demostrar que su adhesivo pertenece a una generación más avanzada que los productos de sus competidores.

²⁹ HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. 2003 p:127.

1. Por el Acondicionamiento Ácido

Este tipo de adhesivos tienen básicamente de tres componentes: el ácido, el primer y el bond. La mayoría de los adhesivos actuales pertenecen al grupo de los que emplean un acondicionamiento ácido previo, y sus resultados son homogéneos y previsibles y, por lo tanto, bastante aceptados por la profesión odontológica.

En general, el ácido es un gel de ácido fosfórico en concentraciones entre 30 y 37%, que se aplica al esmalte y a la dentina durante 15 segundos. El único inconveniente reside en que el ácido y el adhesivo se aplican en etapas diferentes, lo cual puede producir una desmineralización cuya profundidad puede llegar más allá de la zona de difusión e impregnación del adhesivo.

Tratando de eliminar este posible inconveniente se desarrollaron los adhesivos autoacondicionadores basándose en sustancias que no se lavan y son capaces de actuar simultáneamente como acondicionadores del esmalte y la dentina y además como primers, evitando así la posibilidad de una capa desmineralizada que no ha sido penetrada por el adhesivo, ya que la desmineralización de la dentina y su infiltración por parte de adhesivo se dan al mismo tiempo. Como no hay una fase de lavado, tanto el barro dentinario como la hidroxiapatita disuelta por la acción del adhesivo autoacondicionador quedan incorporados en el mismo.

Con menos etapas en un procedimiento clínico no solo se economiza tiempo, sino también se reduce la posibilidad de cometer errores, lo cual representa una ventaja indiscutible. Cuando se utiliza un adhesivo autoacondicionador, por lo tanto, se suprime la etapa del grabado ácido, en realidad se elimina cuatro pasos: el dispensado del ácido, su aplicación, el lavado, y la eliminación del agua excedente.

Las citadas moléculas reactivas son esteres de algún alcohol bivalente con ácido metacrílico o fosfórico. La molécula activa de Clearfil Liner Bond 2V es denominada "Fenil-P". Estas moléculas son capaces de copolimerizarse con otros monómeros, como por ejemplo el HEMA. El producto Touch & Bond logra producir acondicionamiento debido a su monómero ácido el 4 META. La compañía Vivadent patentó su adhesivo Adhe SE basado en éter acrilato de ácido fosfórico bastante resistente a la hidrólisis.

Los primeros ácidos tienen un pH 2, mientras que el ácido fosfórico tiene un pH 0,6 por eso los Prímers autoacondicionadores son incapaces de acondicionar correctamente el esmalte sin biselar y la dentina esclerosada. En realidad, no todos los adhesivos autoacondicionadores tienen el mismo valor de pH. Unos son menos ácidos, como el Clearfil Liner Bond 2V y el Clearfil SE Bond; otros poseen una acidez intermedia, como el Non-Rinse Conditioner y el Adper Prompt L-Pop. Y por último los nuevos adhesivos autoacondicionadores, surgidos a partir de 2002, por

presentar un pH por debajo de 1,0 son casi tan ácidos como el ácido fosfórico.

Como ejemplo de adhesivos más ácidos tenemos el Xeno III, el Simplicity y un primer denominado Tyrian SPE.

El serio inconveniente de los adhesivos autoacondicionadores de no conseguir una unión satisfactoria al esmalte íntegro, ha sido superado por el uso de primers más ácidos.

En cuanto las nuevas investigaciones empiecen a confirmar los primeros resultados favorables obtenidos con los nuevos adhesivos autoacondicionadores más ácidos, la era del ácido fosfórico habrá terminado.

2. Por el Sistema de Activación

Actualmente los adhesivos pueden ser: fotoactivados, de doble activación (dual) o activados químicamente.

En los materiales fotoactivados la polimerización ocurre sólo cuando así lo decidimos; o sea, cuando aplicamos la fuente de luz que activará el inicio de la polimerización. Esta es la gran ventaja de las resinas compuestas fotopolimerizables sobre las pioneras que eran activadas por una reacción química. En el caso de los adhesivos esta ventaja es mínima.

La gran ventaja es que la fotopolimerización se da sin la formación de compuestos químicos que con el

tiempo puedan ocasionar cambios de color. Así las restauraciones obtenidas con resinas compuestas y adhesivos fotopolimerizables son más estables respecto a las alteraciones de color.

Otra ventaja de los adhesivos fotopolimerizables es que se suministran en menos frascos, a diferencia de los de polimerización dual o polimerización química que requieren dos frascos por cada etapa, pues sólo así las gotas dispensadas de cada uno podrán mezclarse para que la reacción química se pueda iniciar.

El principal cuidado que debe tenerse es respecto a una posible incompatibilidad entre los productos de diferente activación. Así, los adhesivos fotopolimerizables no son compatibles con las resinas compuestas activadas químicamente y los adhesivos de activación química no son compatibles con las resinas compuestas. Los de polimerización dual no presentan incompatibilidades de este tipo. Actualmente los adhesivos de activación química están casi en desuso, pues todos los problemas de adhesión se pueden resolver con los adhesivos fotopolimerizables y los de polimerización dual.

3. Por la Técnica de Utilización

Esta es la manera más práctica de clasificar a los adhesivos, ya que cada grupo tiene una indicación precisa de uso y requiere de una forma de empleo semejante. Los dos aspectos más importantes en la técnica de utilización son la forma de activación (foto o dual) y la forma cómo se trata la superficie dentaria para la adhesión (acondicionamiento ácido previo o adhesivos auto-acondicionadores).

- **Adhesivos fotoactivados que usan acondicionamiento ácido:** Estos adhesivos se indican básicamente para restauraciones directas, y pueden ser de 3 etapas (o sea ácido, primer y bond aplicados separadamente), o bien de 2 etapas (el ácido independiente del primerbond que están juntos en un frasco único).
- **Adhesivos fotoactivados que son autoacondicionadores:** Para algunos profesionales el uso de ácido fosfórico es un problema no sólo por la necesidad de lavarlo sino, principalmente, por el cuidado que debe observarse en la eliminación del exceso de agua. En ese sentido, los adhesivos autoacondicionadores son mucho más fáciles de usar; por otra parte, los resultados que se obtienen son más uniformes, ya que la desmineralización y la penetración se dan simultáneamente. El primer ácido es neutralizado en el esmalte y dentina.

- **Adhesivos de Activación Dual que Usan el Acondicionamiento Ácido:** Son los más versátiles. Y por eso son considerados adhesivos del tipo multipropósito, ya que pueden usarse en prácticamente todas las situaciones. Se puede ver el Scotchbond Multipropósito Plus, que es un adhesivo cuya aplicación sigue 4 etapas distintas: ácido, primer A, primer B y finalmente bond A y B mezclados. En la misma figura se tiene el Dentasílic All Purpose DAS, que se aplica en 3 etapas: ácido, primer A y B mezclados y bond A y B mezclados. Jlbib o Adhesivos de activación dual que son autoacondicionadores: Son nuestros preferidos, para cementación de postes radiculares, pues siendo de activación dual tenemos la seguridad de una eficiente polimerización a las partes profundas del conducto donde sería difícil llegar con la luz de la lámpara fotopolimerizadora. En el caso de un conducto radicular, el uso de un adhesivo autoacondicionador tiene dos ventajas. La primera es que evitamos la dificultad de retirar el gel de ácido fosfórico de dentro del conducto; y la segunda es obviar el riesgo de que el ácido fosfórico penetre por los conductos accesorios hasta llegar al ligamento periodontal, con el consiguiente peligro de ocasionar reabsorción radicular.

3.1.6 ADHESIVOS AUTOACONDICIONANTES

A. Definición

Los adhesivos dentales son sustancias químicas (monómeros) los cuales contienen una cadena química hidrofílica (que se disuelve en el agua) y otra hidrofóbica (capaz de unirse con la resina), que pueden penetrar en la dentina tratada con grabado ácido y fotopolimerizarse.

Los adhesivos dentales son materiales que fueron desarrollados para mejorar la adhesión entre los compuestos restaurativos a base de resina y la dentinadental por lo que se consideran el medio de unión entre el tejido dentario remanente y la resina o composite.

La aplicación primer-adhesivo o primera y adhesiva debe de efectuarse adecuadamente para obtener una adhesión ideal y constituye uno de los pasos más importantes en esta tecnología.³⁰

- a) Se debe de evitar la deshidratación del esmalte porque los sistemas adhesivos hidrófilos funcionan mejor cuando el esmalte está ligeramente húmedo; esmalte humedecido no significa esmalte empapado; se ha encontrado que el esmalte levemente húmedo es compatible con la adhesión hidrófila-hidrófuga.

³⁰LANATA, Eduardo. Ob. Cit. 2003. Pag: 115

- b)** Los adhesivos autoacondicionadores, no reducen la fuerza de unión al esmalte acondicionado con ácidos en alta concentración, sino que posibilitan la adhesión en las áreas avarillares del esmalte.
- c)** La solución adhesiva debe cubrir totalmente las superficies adamantinas y dentinarias cuando es aplicable en las preparaciones posibilitando que difunda, se integre y logre su reacción adhesiva³¹.
- d)** Generalmente se debe de aplicar dos o más capas de primer o primer-adhesivo que pueden ser insufladas o aspiradas entre cada capa, pero nunca humedecidas o lavadas.
- e)** El tiempo de acción de los primers es variable de acuerdo con los criterios fijados por los fabricantes y está fijado por el contenido de solventes orgánicos volátiles o de agua. Para que los fenómenos adhesivos sean efectivos; la imprimación de un primer en esmalte debe demorar por lo menos 20 a 40 segundos antes de su polimerización.
- f)** Transcurrido el tiempo de aplicación del imprimador se requiere eliminar los solventes del agua contenida volatilizándolo o aspirando el solvente del agente adhesivo.

³¹ Macchi RL. Materiales dentales; Cuarta edición. Editorial Panamericana; 2001.

- g)** La superficie del esmalte se debe observar brillante, lo que significa que el agente adhesivo ha sellado los microporos del esmalte, imprimando y reaccionando con el esmalte.
- h)** En los agentes de tres frascos, se debe efectuar la aplicación del primer, el adhesivo y de la resina de enlace o bond y recién fotopolimerizar.
- i)** En los agentes de dos frascos se aplica el primer, el adhesivo y se polimeriza.
- j)** En los agentes de un solo frasco la fotopolimerización se realiza después de la aplicación de cada capa de primer-adhesivo; sin embargo, algunos sistemas adhesivos como single bond indican fotopolimerizar posteriormente a la aplicación de las dos capas.
- k)** Aunque las palabras adhesivos simplificados, de un paso, indicarían la presencia de una única botella con un solo paso de aplicación, en realidad todos los adhesivos actuales requieren por lo menos de dos o más capas.
- l)** Los imprimidores que contienen solventes volátiles como la acetona y el alcohol, necesitan embaces herméticos que impidan la evaporación de los

solventes, no debiendo efectuar la apertura de los frascos hasta el momento de la utilización.

m) El operador debe de controlar en los frascos la fecha de expiración de los agentes adhesivos y la evaporación de los solventes que producen un aumento de la viscosidad y disminución de la fuerza adhesiva.

B. Clasificación.³²

Los adhesivos actuales ya lograron un grado de confiabilidad bastante aceptable, lo cual volvió bastante previsible el proceso de adhesión. A pesar de que casi todos ellos presentan valores bastante semejantes en cuanto a la magnitud de la adhesión, existen particularidades inherentes a ciertas marcas comerciales. Así están, por ejemplo, los que tienen relleno, los que tienen flúor, los que son fotopolimerizados, los que tienen polimerización dual, los que obvian la utilización previa del acondicionamiento ácido, los que usan como solvente la acetona, los que usan el alcohol y así sucesivamente. Los adhesivos actuales de no ser debidamente clasificados, podrían generar duda y llevarnos a posibles errores, no solo en cuanto a la indicación más apropiada, sino también respecto a la técnica de utilización.

³²HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. 2003. Pag: 127

C. Clasificación de Sistemas Autoacondicionantes³³:

De acuerdo con el potencial ácido, los primers pueden ser clasificados en leves ($\text{pH} > 2$), moderados ($1.1 < \text{pH} < 2$) y agresivos ($\text{pH} < 1$).

Como se dijo anteriormente, el smear layer no es eliminado con estos sistemas auto acondicionantes. En función de esto, su espesor en el desempeño de los sistemas auto acondicionantes pasó a ser cuestionado. Se sabe que durante los procedimientos operatorios su espesor puede variar entre 0,9 y 2,6 μm en función del instrumento rotatorio utilizado y del sustrato preparado³⁴. Otro aspecto observado es que instrumentos diamantados producen una smearlayer más compacta que la producida por los instrumentos de acero. Esta capa podría neutralizar la acidez de los primers auto acondicionantes y reducir su capacidad de penetrar hasta la dentina subyacente³⁵.

1. Papel del Agua en Estos Sistemas

Los sistemas auto acondicionantes también tienen agua en su composición. La función del agua es ionizar los monómeros ácidos que, a su vez, se tornan aptos para desmineralizar la smearlayer y la dentina subyacente para formar una capa híbrida verdadera.³⁶

³³REIS, Alessandra. Materiales dentales directos. 2012. Pag: 204, 205

³⁴FINGER WJ, Tany C. Effect of smear layer thickness. 2002. Pag: 283

³⁵ALANGUIA FERNANDEZ, Sebastian. Principios básicos de adhesión. 2008.

³⁶BARRANCOS MOONEY, Julio. Operatoria Dental. 2006. Pag: 778

2. Sistemas Adhesivos con Relleno

Entre los adhesivos que preconizan el acondicionamiento ácido previo y los auto acondicionantes, hay representantes que incorporan partículas de relleno de sílice con tamaño nanométrico en su composición. El desarrollo de estos sistemas forma una interfaz de unión resistente a las tensiones generadas por la contracción de polimerización de la resina restauradora. Teóricamente estos adhesivos tienen dos ventajas:

- Debido al tamaño nanométrico, las partículas de relleno podrían penetrar por los espacios interfibrilares y aumentar las propiedades mecánicas de la capa híbrida, que pasarán de esta forma, a ser más resistentes a las tensiones generadas por la contracción de polimerización.
- La segunda ventaja es que, por aumentar la viscosidad del material, la inclusión de partículas de relleno puede llevar a la formación de capas de adhesivo más gruesas. Esta capa más gruesa, por poseer un módulo de elasticidad intermedio entre la resina compuesta y la dentina desmineralizada, funciona como una “capa elástica” resiliente, capaz de absorber parte de las tensiones masticatorias y evitar la concentración de tensiones en la interfaz adhesiva³⁷.

³⁷LAMBRECHTS P, Labella. Polymerizationshrinakge and elasticity.1999. Pag:128

D. Indicaciones

1. Todas las clases de restauraciones directas con composites (clases I, II, III, IV y V) además cementos ionoméricos fotocurables.
2. Cementación adhesiva (en conjunto con cemento resinoso) de piezas protéticas (postes intrarradiculares/núcleos, coronas, onlays/inlays, carillas, etc.) En fibra de vidrio, cerámica, resina y metales.
3. Reparaciones adhesivas en cerámica y composites³⁸³⁹.

3.1.7 CONDICIONES NECESARIAS PARA LA ADHESIÓN

Para que se produzca adhesión, como ya se mencionó es necesaria la adaptación de las dos partes que deben entrar en contacto. Conviene, para ello, que la superficie del sólido tenga elevada energía superficial, pero para que ésta se manifieste no debe estar contaminada. Basta una capa contaminante de material orgánico o incluso de humedad para impedir que la energía superficial se manifieste y pueda lograrse la adhesión, especialmente si se la busca por medios químicos. También la presencia o no de rugosidades modifica las condiciones para la búsqueda de adhesión.

³⁸Miyashita E.; Salazar A. Odontología Estética: el estado del arte. Sao Paulo; Editora Artes Médicas Ltda; 2005.

³⁹PERDIGAO, J. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion 2002.pag: 236- 267

Una superficie lisa facilita que un adhesivo corra sobre ella en forma continua y sin que su marcha se vea alterada por la dificultad de desplazar el aire presente en las rugosidades. No obstante, algunas rugosidades son deseables si lo que se busca es adhesión mecánica.

No siempre las superficies involucradas son satisfactorias y es común, por ello, preparadas mecánica o químicamente para que se eleve su energía superficial y/o para que se produzcan en ellas irregularidades que posibiliten la adhesión mecánica.

No debe olvidarse, sin embargo, que una adecuada superficie debe complementarse con el uso de un adhesivo sobre ella. Así como se han considerado diversos aspectos que debe reunir la superficie, no son menos importantes distintos aspectos que debe reunir el material.

Si en la superficie es importante la energía superficial, también lo es en el material que debe adaptarse sobre ella. En este caso, si se prefiere, se puede hablar de tensión superficial del material en estado líquido. Esta debe ser baja para que el material sea atraído con facilidad hacia la superficie y debe complementarse con una baja viscosidad, que le permita fluir libremente sobre ella y lograr la necesaria adaptación.

Pero esa adaptación debe conservarse durante y después de la transformación del adhesivo a estado sólido. De no ser así se malogrará cualquier adhesión mecánica o química que se hubiera logrado. Para que esto no suceda, el adhesivo debe endurecer con nula o escasa contracción o sería incluso de desear una ligera expansión que asegure aún más la adaptación alcanzada. Esta meta es difícil de alcanzar, ya que casi la

totalidad de los adhesivos endurecen por mecanismos que se acompañan de una contracción producida por el acercamiento de moléculas al reaccionar entre sí.

Es importante que si se desea mantener la adhesión lograda, el sistema no experimente elevados cambios dimensionales térmicos. Esto puede no ser importante para el adhesivo en sí mismo, si éste constituye una capa delgada, en la cual los cambios dimensionales serían reducidos en valor real. Pero sí lo es en el conjunto, ya que si una de las partes se contrae mucho al disminuir la temperatura puede generar suficientes tensiones en la interfase con el adhesivo o entre éste y la otra parte como para romper la adhesión.

Las propiedades mecánicas son también de importancia, ya que las deformaciones bajo cargas en las partes pueden ser también motivo de pérdida de adhesión si no son acompañadas por el adhesivo y/o por la otra parte. En ocasiones, el uso de un adhesivo flexible sirve para compensar diferencias mecánicas entre las partes al acompañar a estas deformaciones.⁴⁰

⁴⁰MACCHI. Materiales Dentales. 2004. pag: 40, 41

3.1.8 HIPOCLORITO DE SODIO

El hipoclorito de sodio o hipoclorito de sodio, (conocido popularmente como lejía, cloro, agua lavandina o agua de Javel) es un compuesto químico, además de un fuerte oxidante químico cuya fórmula es NaClO_2 .

Contiene el cloro en estado de oxidación +1 y por lo tanto es un oxidante fuerte y económico. Debido a esta característica destruye muchos colorantes por lo que se utiliza como blanqueante. Además se aprovechan sus propiedades desinfectantes.

En disolución acuosa sólo es estable a pH básico. Al acidular en presencia de cloruro libera cloro elemental. Por esto debe almacenarse alejado de cualquier ácido.

A. Síntesis

El hipoclorito de sodio es un producto también usado en hogares y comúnmente denominado cloro.

El uso industrial de la "lejía" va unido al uso del cloro como blanqueador. DERRY (1977:783) afirma que el uso del cloro como blanqueador fue utilizado primero por Claude Louis Berthollet (1785), cuya agua de Javel se obtenía haciendo pasar cloro a través de potasa (sin embargo, Carl Wilhelm Scheele, descubridor del cloro, ya había notado estas propiedades). Posteriormente, Charles Tennant (1799) utilizaría el cloro que se obtenía como subproducto en la fabricación de sosa; el producto de Tennant era un hipoclorito de calcio en polvo.

Desde finales del siglo XVIII, además, se fueron encontrando usos al hipoclorito como desinfectante; los pioneros fueron el médico francés Pierre-Francois Percy (1793; la reducción de mortalidad sería de alrededor del 50%¹) y el farmacéutico Antoine Genmain Labarraque (1825), a quien se atribuye la sustitución del potasio por sodio.

En México, el Dr. Francisco Montes de Oca, hacia 1860 inició la escuela entre los cirujanos militares de: lavar los campos quirúrgicos y camas de los heridos de guerra, lavar las manos antes, durante la cirugía y al concluir las amputaciones, lavar las heridas con el licor de

Labarraque (Con un sistema que usaría Alexis Carrel en la 1/a Guerra Mundial), por lo que fue el iniciador empírico de la antisepsia, esto demostrado por las múltiples tesis de la Facultad de Medicina de la UNAM y los trabajos de Quijano ²), Soriano ³), quienes reafirman esta primacía y extenso uso del referido licor desde 1860 hasta 1900.

B. Forma

El hipoclorito sódico existe en sólido en forma de la sal pentahidratada $\text{NaOCl} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ y con 2,5 moléculas de agua de hidratación por molécula: $\text{NaOCl} \cdot 2,5 \text{H}_2\text{O}$. La primera forma es la más conocida. A 0°C se disuelven 29,3 g de la sal en 100 g de agua y a 23 °C ya son 94,2 g/100 g.

C. Reacción

El hipoclorito se dismuta a temperaturas elevadas para dar clorato y cloruro:



A veces se aprovecha esta reacción para la síntesis del clorato. Con aminas se forman las cloraminas. Estos compuestos suelen ser tóxicos y pueden ser explosivos. No es inflamable, pero con el fuego reacciona.

D. Otros usos

El hipoclorito sódico se usa mucho como oxidante en el proceso de potabilización del agua, a dosis ligeramente superiores al punto crítico (punto en que empieza a aparecer cloro residual libre).

Se utiliza también como desinfectante en piscinas, ya sea por aplicación directa en forma de líquido, pastillas concentradas o en polvo, o a través de un aparato de electrólisis salina por el que se hace circular el agua de la piscina. Para que la electrólisis tenga lugar se debe salar ligeramente la piscina (necesitaremos 4gr de sal por litro de agua). El aparato de electrólisis, mediante descargas eléctricas transforma la Sal (NaCl) en Hipoclorito Sódico consiguiendo desinfectar el agua.

También se usa en el proceso de identificación de especies de los distintos filos de animales que poseen espículas o escleritos, como poríferos o equinodermos (holoturoideos).

El hipoclorito de sodio disuelve la materia orgánica dejando al descubierto estas estructuras (únicas en cada especie), que son de carbonato calcico (calcáreas) o dióxido de silicio (silíceas) y, por tanto, no se disuelven.

Este químico se puede también utilizar como blanqueador para las fibras textiles, así como para desinfectar los lavabos gracias a su poder fungicida y bactericida.

En parasitología puede ser utilizado para la esporulación invitro de quistes de protozoos del phylum apicomplexa en el método denominado de Cawthom.

3.1.9 FUERZA DE TRACCIÓN

A. Definición

La resistencia de tracción es la que por unidad de área se necesita para romper la unión de dos cuerpos, donde la falla generalmente ocurre cerca de la inferiase. La unidad internacional que se utiliza para medir la resistencia de tracción es el mega pascal (MPa).

La fórmula para obtener este valor de adhesión es:

$$\text{Tensión} = \text{Fuerza} / \text{área}$$

$$\text{Tensión} = \text{N} / \text{mm}^2$$

Es bastante difícil desarrollar condiciones de laboratorio que puedan evaluar la longevidad de la adhesión debida a los numerosos factores envueltos en la degradación de la

adhesión ya que el desarrollo oral es dinámico y biológicamente complejo.

B. Medición de la Resistencia de Tracción.

La evaluación de la eficiencia de los adhesivos dentinarios se basa en la medición de la fuerza adhesiva. Existen dos métodos para medirla, una prueba para resistencia de tracción cortante o cizallamiento y otra para resistencia de tracción en tensión o micro tracción de una muestra de adhesivo hasta que esta se fracture, según el ángulo en que se aplican las fuerzas en forma paralela o perpendicular a la estructura adhesiva respectivamente.

Este tipo de prueba puede ser indicativo de cómo puede actuar el adhesivo in vivo. No hay un acuerdo unánime en la fuerza adhesiva mínima que debe existir para que haya una adhesión exitosa, aunque se ha propuesto un valor de 20 MPa o más como razonable.

La fuerza producida en los sistemas adhesivos dentinarios se ha evaluado tradicionalmente usando el test de resistencia al cizallamiento o shearbondstrength, el cual, resulta útil para probar materiales que fallan ante valores comprendidos entre 18-20 MPa, o menos.

Sin embargo, en valores que exceden la citada cifra, a menudo no permiten diferenciar entre la fuerza del adhesivo y la fuerza cohesiva del composite o la dentina.

C. Microtensión.⁴¹

El test de microtensión fue introducido por Sano en 1994, esta prueba se ha propuesto para la evaluación de áreas (interfase adhesiva) que oscilan alrededor de 0.5 a 1 mm, de esta manera se obtienen datos de las fallas exclusivamente adhesivas, permitiendo un análisis real de la resistencia de unión entre el material y la estructura dental. Se trata de una técnica muy laboriosa, pero presenta múltiples ventajas:

1. Con ella se pueden medir grandes fuerzas de adhesión, incluso cuando se emplean a propósito fuerzas altas como 30 MPa o más, el fallo sucede casi siempre en la interfase adhesiva.
2. Permite testar la adhesión en áreas muy pequeñas y en diferentes regiones.
3. Es capaz de obtener de una sola pieza múltiples especímenes.

⁴¹ <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/ORLANDOOLCESELAVADO.pdf>

4. INTERROGANTES

- ¿Cuál será la fuerza de adhesión del adhesivo autoacondicionante en premolares permanentes, con la utilización del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%?
- ¿Cuál será la fuerza de adhesión del adhesivo autoacondicionante en premolares permanentes, sin la aplicación del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%?
- ¿Cuál de los dos métodos tendrá una mayor fuerza de adhesión en esmalte?



5. OBJETIVOS

- Determinar las fuerzas de adhesión de las muestras con la aplicación de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.
- Determinar las fuerzas de adhesión de las muestras sin la aplicación de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.
- Determinar cuál de los dos métodos tiene mayor fuerza de adhesión en esmalte.



6. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

A. TÍTULO: "Evaluación al microscopio electrónico de barrido, de la influencia del NaOCl sobre la superficie de esmalte como procedimiento previo a la aplicación de dos diferentes tratamientos adhesivos".

AUTOR: María José Donoso M.

Universidad San Francisco de Quito, 2011

La búsqueda por establecer los mejores procedimientos capaces de lograr una efectiva y confiable adhesión de los materiales restauradores a la superficie dentaria constituye un objetivo constante de la Odontología actual.

A partir del grabado ácido descrito por Buonocore en 1955, se han sugerido distintos tratamientos en la superficie del esmalte previo a la aplicación de sistemas adhesivos. Este estudio pretendió a través de observaciones al MEB, determinar las características topográficas y modificación de la superficie del esmalte tras la desprotección por medio de la aplicación de Hipoclorito de Sodio al 5.25% durante 60 segundos comparándolo a la aplicación convencional de ácido fosfórico por 15 segundos. De igual manera, la relación entre Hipoclorito de Sodio previamente a la aplicación de dos sistemas adhesivos; uno con solvente a base de acetona y otro ausente de primer. Los resultados tras un análisis estadístico del área que muestra una topografía de patrón de acondicionamiento tipo I, II o ausencia de este, revelaron que las superficies tratadas con hipoclorito de sodio previo al grabado ácido, presentaron mayores áreas de superficie con patrón de acondicionamiento al compararlo con las superficies únicamente tratadas con ácido fosfórico. En

cuanto al sistema adhesivo, un análisis subjetivo reveló mayor integración y penetración del sistema con solvente en las irregularidades del esmalte que aquel sistema sin solvente. Concluyendo que la acción del Hipoclorito sobre la superficie asegura una mejor acción del ácido fosfórico en cuanto a modificación de la superficie dental haciéndola más favorable desde el punto de vista adhesivo, sin embargo cuando combinada esta técnica con sistemas adhesivos, el tipo de solvente así como su presencia o ausencia puede repercutir favorable o desfavorablemente.



B. TITULO: "Evaluación del grado de adhesión al esmalte de dos tipos de adhesivos de uso clínico actual. (2011)"

AUTOR: Dra. Silvia Monsalves Bravo.

Dr. Cristian Astorga Meneses.

Dr. Marcelo BaderMattar.

Revista dental de Chile.

El presente estudio evaluó el grado de resistencia adhesiva en esmalte bajo cargas de cizallamiento, alcanzado en restauraciones de Resinas Compuestas confeccionadas con un sistema adhesivo de grabado y lavado de amplio uso clínico actual y un nuevo sistema adhesivo autograbante, utilizando para aquella medición el test de resistencia al cizallamiento.

Se utilizaron 24 molares recientemente extraídos, los cuales fueron seccionados longitudinalmente para obtener en cada uno de ellos, dos trozos similares de Dentina. En una de estas mitades se les adhirió un cilindro de resina compuesta de 6 mm. de diámetro y de 3 mm. de grosor, utilizando la técnica adhesiva de grabado y lavado, mientras que en la otra mitad se aplicó la técnica autograbante.

Los cuerpos de prueba, fueron mantenidos durante 48 hrs. en una estufa a 37°C y 100% de humedad relativa, luego de lo cual fueron testeados en una máquina de ensayos universales Tinius Olsen, aplicando una fuerza de cizallamiento de 200 kg. y a una velocidad de cabezal de 0,2 cm./min.

El valor promedio, expresado en Megapascals, de la resistencia adhesiva al cizallamiento para el adhesivo convencional de grabado

y lavado fue de 15,21 MPa mientras que el nuevo sistema adhesivo autograbante registró un valor promedio de 12,84 MPa.

Los resultados fueron analizados mediante el T-Test de Student no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudio.

En conclusión, se puede afirmar que de acuerdo a la metodología utilizada en este estudio, si bien el sistema convencional de grabado y lavado obtuvo un mayor valor nominal de resistencia adhesiva en dentina, no es significativamente superior al nuevo sistema de autograbado.



C. TITULO: "Adhesión de composite a dentina y esmalte utilizando adhesivos auto-grabadores. (2010)"

AUTOR: Dr. Mark A. Latta.

Dr. William T. Naughton.

Dr. Charles F. Scalón.

Para determinar la fuerza adhesiva a dentina y esmalte de 10 adhesivos auto-grabadores, se realizaron preparaciones planas en 216 molares humanos extraídos, utilizando papel de carburo de silicio de 600 granos para exponer la dentina o el esmalte. Tras la aplicación de cada sistema adhesivo, se prepararon montajes de **Spectrum TPH** utilizando como matriz una cápsula de gelatina (n=24). Después de 24 horas de almacenamiento en agua a 37°C, se despegaron 12 especímenes de cada grupo de esmalte y dentina. Esto fue seguido de 6.000 termociclos entre baños de agua a 5°C y 55°C, con un periodo de permanencia de 20 segundos en cada baño. Los especímenes se cargaron en una máquina de tracción con una velocidad de travesaño de 5mm/minuto. El análisis estadístico incluye ANOVA de un solo factor y análisis de comparación (post hoc test) de diferencia de mínimos cuadrados. Se encontraron diferencias significativas en la fuerza adhesiva para esmalte y dentina entre los materiales testados ($p < 0,05$)

7. HIPÓTESIS

Dado que: El gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% tiene la propiedad de desproteinizar el esmalte.

Es probable que: Este nuevo gel permita una mejor adhesión de la resina al esmalte, teniendo esta una mejor penetración.





CAPITULO II

PLANEAMIENTO

OPERACIONAL

I. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1 Técnicas

Variable Investigativa	Indicadores	Técnica	Instrumento
Fuerza de Tracción	-Resistencia a la tracción de muestras con la aplicación del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%. -Resistencia a la tracción de muestras sin la aplicación del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.	Observación Laboratorial	Ficha de Observación

1.2 Secuencia y Procedimiento de la Técnica

Se dividieron los premolares en dos grupos iguales, cada grupo fue tratado mediante un adhesivo autoacondicionado y la modificada con el aumento de la desproteínización.

El trabajo se realizó de la siguiente manera:

a) Gelificación del Hipoclorito de Sodio

1. Materiales:

- Hipoclorito de Sodio al 7.8%
- Natrosol
- Polietilenglicol 8000
- Agua

2. Calculo:

- Deseamos 100ml de Hipoclorito de Sodio al 5.25%
- Tenemos Hipoclorito de Sodio a una concentración de 7.8%

$$v1 \ c1 = v2 \ c2$$

$$100(5.25) = X(7.8)$$

$$(100 \times 5.25) / 7.8 = X$$

$$67.3 \text{ ml} = X \text{ de Hipoclorito}$$

$$100 - 67.3 = 32.7$$

3. Procedimiento:

- Primero, se pesa en la balanza 1.5g de Natrosol, 1.2g de Polietilenglicol 8000.
- Segundo, se colocan 30ml de agua destilada, y se mezcla llevando este recipiente a una cocina eléctrica y haciendo que hierva a fuego bajo.
- Tercero, se verifica que esta mezcla tenga la consistencia de gelatina.

- Cuarto, una vez que la mezcla tenga la consistencia de gelatina, añadir 67.3ml de Hipoclorito de Sodio y mezclar.
- Finalmente, al mezclar todo estos componentes tendremos como resultado el Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

b) Recolección de las Unidades Experimentales (40 primeros y segundos premolares permanentes)

Se utilizaron 40 premolares permanentes humanos con una antigüedad no mayor a 4 meses, los cuales fueron almacenados en agua destilada. Los pacientes de los cuales se obtuvieron los molares fluctúan entre los 15 y 25 años de edad.

c) Preparación de las Muestras

La porción radicular de las piezas dentarias, fue colocada en un molde de forma cubica, y vaciado con acrílico de curado rápido; en el cual se le coloco un alambre de ortodoncia #8 de 8 cm de largo en la base del cubo; actuando este como asa en la maquina universal de ensayos.

Luego, a cada pieza se le realizó una preparación cavitaria clase I (según Black) para dejar al descubierto el esmalte sobre el cual se trabajó con los métodos de adhesión de un adhesivo autoacodicionado con y sin el gel del Hipoclorito de Sodio al 5.25% (desproteínización).

D. Preparación de las Muestras sin la Aplicación del Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% (Desprotección)

Luego de que la pieza fue colocada en la base de acrílico de curado rápido, se siguieron estos pasos:

1. **Secado:** Posterior a la preparación cavitaria, se procedió a enjuagar por 15 segundos con abundante agua, eliminando los restos dentarios, para luego secar con torundas de algodón y aire, proporcionando así una adecuada humedad.
2. **Colocación del Adhesivo:** Luego se procede a colocar el adhesivo autoacondicionado Single Bond Universal 3M con un microbrush, frotando cuidadosamente las superficies para que queden totalmente cubiertas con el adhesivo.
3. **Fotopolimerización:** Una vez bien colocado el adhesivo, se procede a foto curar las muestras por un tiempo de 20 segundos según especificaciones del fabricante.
4. **Colocación de la Resina:** Al terminar este procedimiento, se colocó resina por capas delgadas hasta cumplir los requerimientos necesarios para luego fotopolimerizar según indicaciones del fabricante; colocando entre ellas el alambre de ortodoncia #8, para posteriormente servir como instrumento de tracción en los ganchos de acero de la maquina universal de ensayos.

E. Preparación de las Muestras con la Aplicación del Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% (Desproteínización)

Luego de que la pieza fue colocada en la base de acrílico de curado rápido, se siguieron estos pasos:

- 1. Secado:** Posterior a la preparación cavitaria, se procedió a enjuagar por 15 segundos con abundante agua, eliminando los restos dentarios, para luego secar con torundas de algodón y aire, proporcionando así una adecuada humedad.
- 2. Desproteínización:** Después del secado de la cavidad, se procede a colocar el gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% en toda la superficie del esmalte, mediante la ayuda de un microbrush; este debidamente empapado pudiendo así obtener una capa acuosa sobre el esmalte; dejándolo por un tiempo de 1 minuto.
- 3. Secado:** Posterior a la preparación cavitaria, se procedió a enjuagar por 15 segundos con abundante agua, eliminando los restos dentarios, para luego secar con torundas de algodón y aire, proporcionando así una adecuada humedad.
- 4. Colocación del Adhesivo:** Luego de la desproteínización del esmalte, se procede a colocar el adhesivo autoacondicionado Single Bond Universal 3M con un microbrush; frotando la superficie profusamente como lo indican anteriores

investigaciones; se determinaron mayores valores de adhesión mediante de una frotación rigurosa cuidando así obtener valores altos de adhesión.

5. Fotopolimerización: Una vez bien colocado el adhesivo, se procede a fotopolimerizar las muestras por un tiempo de 20 segundos según especificaciones del fabricante.

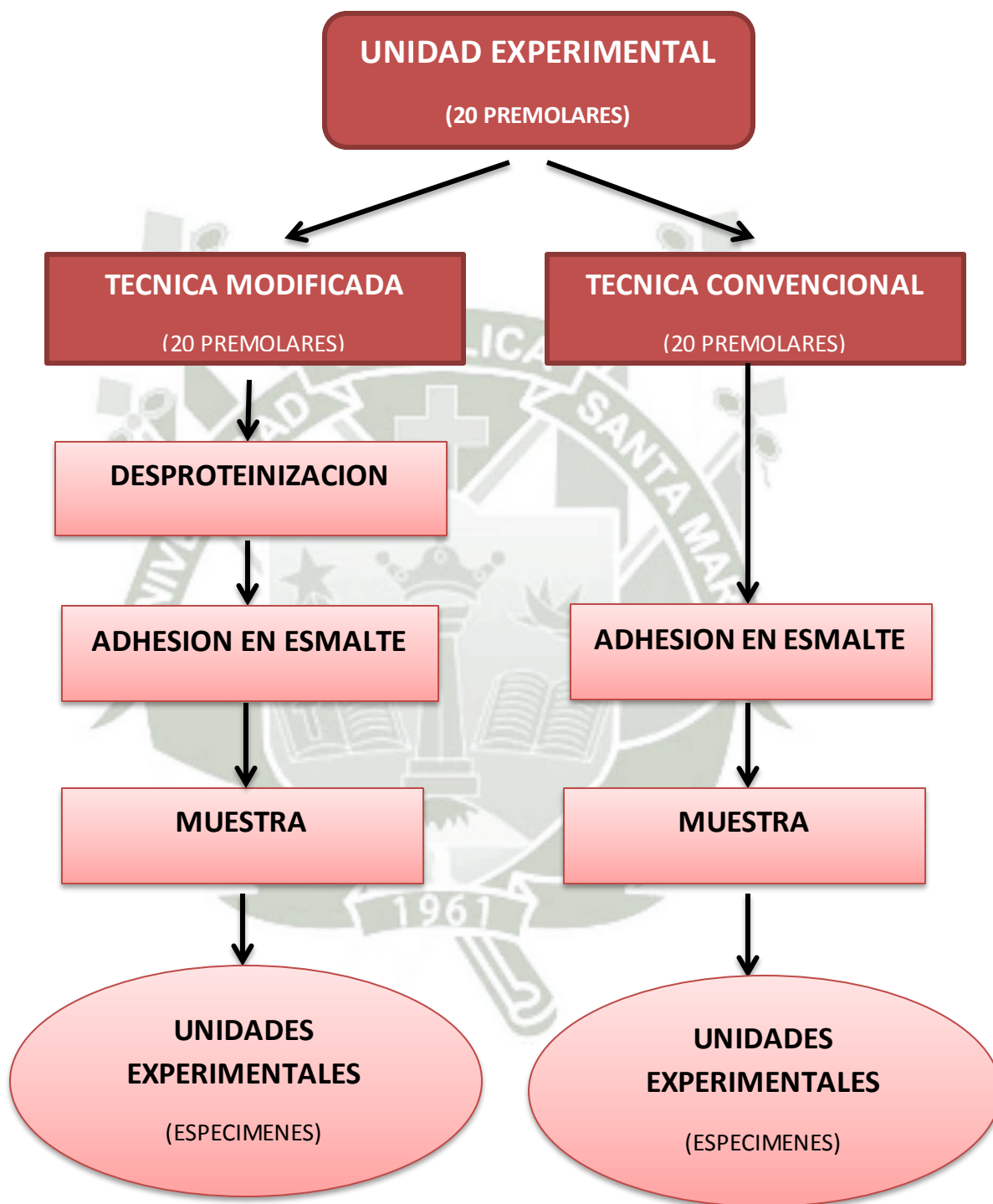
6. Colocación de la Resina: Al terminar este procedimiento, se colocó resina por capas delgadas hasta cumplir los requerimientos necesarios para luego fotopolimerizar según indicaciones del fabricante; colocando entre ellas el alambre de ortodoncia #8, para posteriormente servir como instrumento de tracción en los ganchos de acero de la maquina universal de ensayos.

d) Medición de la Resistencia a la Tracción

La resistencia a la tracción fue medida con un aparato llamado “MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS” el cual está diseñado para medir muestras de 2 x 4 cm aproximadamente. La fuerza que aplica este aparato es de 45 lb, 20 kg o 200Newtons a una velocidad de 10mm/minuto.

Cada muestra fue colocada en la máquina universal de ensayos en conjunto con unas placas de acero, las cuales servían de soporte para las mordazas de la máquina. Luego de verificar que las muestras están bien colocadas

en la máquina, se procedió a programar la máquina y se realizó la prueba de tracción.



1.3 Instrumentos

1.3.1 Instrumentos Documentales

Para la recolección de datos se utilizó una ficha de observación laboratorial escrita, luego los datos fueron procesados en una ficha en el programa Excel, el cual nos dará los datos de adhesión en kilonewtons.

1.3.2 Instrumentos mecánicos

- Máquina Universal de Ensayos.
- Lámpara LED.
- Pieza de mano de alta velocidad.
- Micromotor.
- Congeladora.
- Cámara de fotos digital.

1.4 Materiales

1.4.1 Para la Recolección de Muestras

- Frascos de vidrio.
- Agua destilada.
- Pinzas.
- Guantes.

1.4.2 Para el Almacenaje de las Muestras

- Frascos de recolección de muestras de laboratorio.
- Agua destilada.
- Guantes.
- Pinzas.

1.4.3 Para la Preparación de los Dientes

- Guantes
- Campo.
- Micromotor.
- Pieza de mano de alta velocidad.
- Discos de diamante.
- Discos de diamante biactivos.
- Discos Soflex.
- Piedras y fresas de alta velocidad.
- Piedras de baja velocidad.
- Pinzas.
- Espátula de resina.
- Alambre de Ortodoncia #8
- Alicates de Ortodoncia.
- Acrílico de curado rápido
- Vaso Dapen.
- Agua destilada.
- Torundas de algodón.

1.4.4 Para el Proceso de Grabado y Desprotección

- Guantes
- Agua.
- Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%
- Microbrush.
- Torundas de algodón.
- Jeringa triple.

1.4.5 Para la Aplicación de Adhesivos y Resina

- Guantes.
- Jeringa Triple.
- Microbrush
- Adhesivo Autoacondicionante.
- Lámpara LED.
- Espátula de resina.
- Resina.

1.4.6 Para la Medición de las Fuerzas de Tracción

- Guantes.
- Pinzas.
- Maquina universal de ensayos.
- Ganchos de acero.
- Placas de acero.

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1 Ubicación Espacial

Ámbito de la Universidad Católica de Santa María y específicamente en el laboratorio de la facultad Ingeniería Mecánica.

2.2 Ubicación Temporal

La planificación de la investigación se realizó a partir del mes de Octubre del 2013 con una duración aproximada de cuatro meses. El tipo de investigación fue longitudinal (la evolución del fenómeno estudiado se realizó en tiempo continuo).

2.3 Unidades de Estudio

a) Identificación de los Grupos

Para esta investigación se utilizaron sesenta (40) premolares permanentes. Los premolares permanentes fueron divididos en dos grupos de investigación. El primero fue tratado sin el gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%, y el segundo grupo con el gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% con la finalidad de obtener los resultados de resistencia a la tracción.

b) Control e Igualación de los Grupos

Criterios de Inclusión:

- Piezas dentales permanentes sin fracturas (premolares).
- Piezas dentales extraídas con una antigüedad no mayor a cuatro meses.
- Premolares permanentes.
- Edad de los pacientes entre 15 a 25 años.
- Premolares humanos.

Criterios de exclusión:

- Piezas dentales con fracturas.
- Piezas dentales con antigüedad mayor a cuatro meses.
- Piezas dentales cariadas.
- Pacientes con edad mayor o fuera del rango de 15 a 25 años.
- Premolares humanos con deformidades.

3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1 Organización

- Aprobación del plan de tesis para el inicio de la investigación y recolección de datos.
- Solicitar la autorización para el uso de los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María (Arequipa).

3.2 Recursos

3.2.1 Recursos Humanos

- **Investigadora:** María Pía Carpio Escobar.
- **Asesor:** Dr. Marco Zevallos.

3.2.2 Recursos Físicos

- Laboratorio de la Universidad Católica de Santa María.
- Clínica Odontológica de la Universidad Católica de Santa María.
- Biblioteca de la Universidad Católica de Santa María.
- Campus virtual (páginas de internet).

3.2.3 Recursos Económicos

- Propios del investigador.

3.2.4 Recursos Institucionales.

- Universidad Católica de Santa María.

3.3 Validación del Instrumento

Para realizar la investigación se hizo una prueba piloto con 8 muestras, probando el gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% generación para garantizar la validez y nivel de confianza de los datos obtenidos.

De acuerdo al grado de variación de la variable respuesta se obtuvo un tamaño de muestra de 40 unidades experimentales. El tamaño de la muestra nos dará una confiabilidad del 95%.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación desarrollado, según las características del problema es descriptivo-comparativo.

4.2 Información

La bibliografía utilizada para el presente trabajo fueron libros de texto especializados, Journals (revistas de investigación internacionales) y páginas de internet.

4.3 Metodología Estadística

- a) **Población:** Constituida por premolares permanentes de pacientes cuyas edades oscilan entre 15 y 25 años.
- b) **Muestra:** Para realizar la experimentación, primero se hizo una prueba piloto utilizando el gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%. De acuerdo al grado de variación de la variable

respuesta, se obtuvo un tamaño de muestra de 40 unidades experimentales a un nivel de confianza de 95%.

c) Métodos Estadísticos: Para responder a los objetivos e hipótesis de la investigación se han utilizado los siguientes métodos estadísticos: gráficos, medidas descriptivas, media aritmética, pruebas de U MANN WHITNEY, CHI CUADRADO, TUKEY Y ANOVA, intervalos de confianza.

FÓRMULAS DE LAS MEDIDAS DESCRIPTIVAS

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

Media Aritmética Muestral:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Varianza Muestral:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Desviación Estándar Muestral:

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa.

- **H0=** La proporción de unidades experimentales de los dos grupos de estudio es igual. Esta hipótesis se ha desarrollado para cada clasificación de la resistencia a la tracción como: muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno.
- **H1=** Las proporciones son diferentes para cada uno de los grupos de estudio.

Asignar el nivel de significación. $\alpha = 0.05$

d) Procesamiento Estadístico y Cómputo: Para procesar los datos de la experimentación, se utilizó el programa Excel y el paquete de datos (software) EPI. Los resultados se muestran en los cuadros y gráficos que van en los resultados y anexos.

4.4 Criterios Para el Manejo de Resultados.

a. En el ámbito de sistematización

- Clasificación.
- Recuento.
- Análisis de datos.
- Tabulación.

b. En el Ámbito de Estudio de Datos

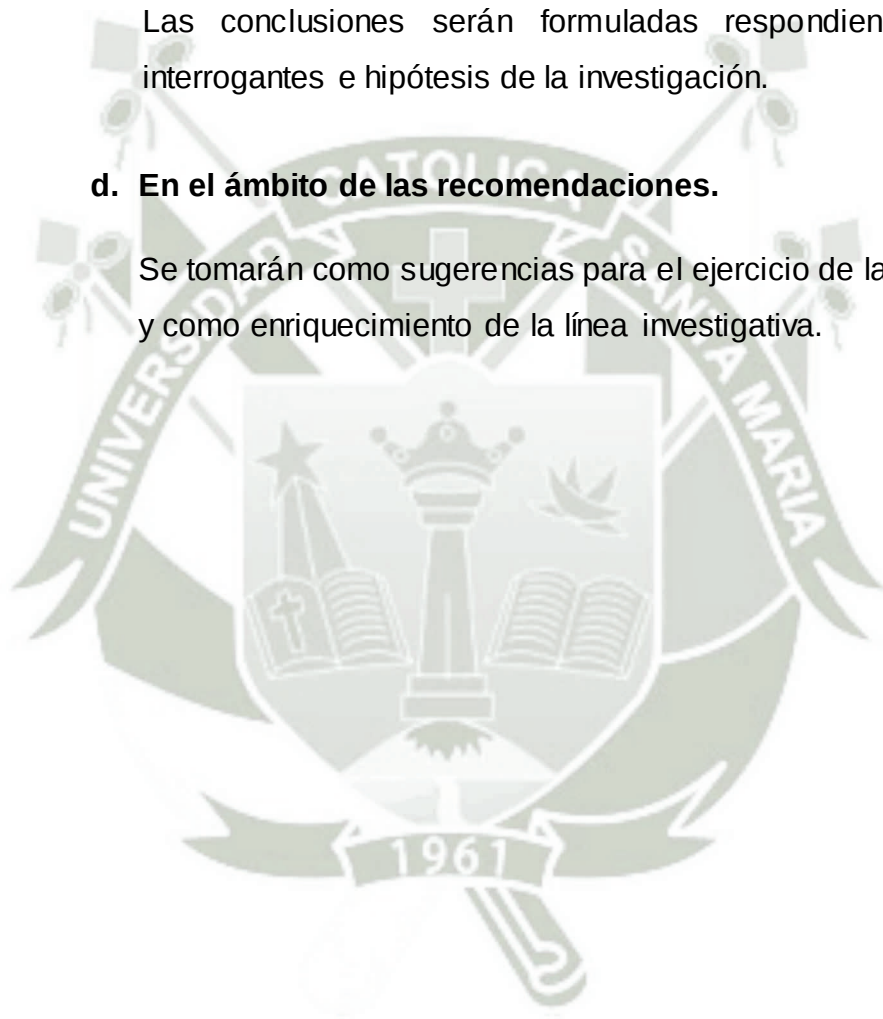
- Comparación de datos.
- Interpretación de datos.
- Operaciones para la interpretación de datos.

c. En el Ámbito de Conclusiones.

Las conclusiones serán formuladas respondiendo a las interrogantes e hipótesis de la investigación.

d. En el ámbito de las recomendaciones.

Se tomarán como sugerencias para el ejercicio de la profesión y como enriquecimiento de la línea investigativa.





CAPÍTULO III

RESULTADOS

“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE TRACCIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS AUTOACONDICIONANTES O AUTOGRAVADORES, CON Y SIN LA APLICACIÓN DE UN GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5,25 % EN ESMALTE DE PREMOLARES PERMANENTES IN VITRO, AREQUIPA 2013”

CUADRO NO 1

Unidades Experimentales Expuestas al Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%

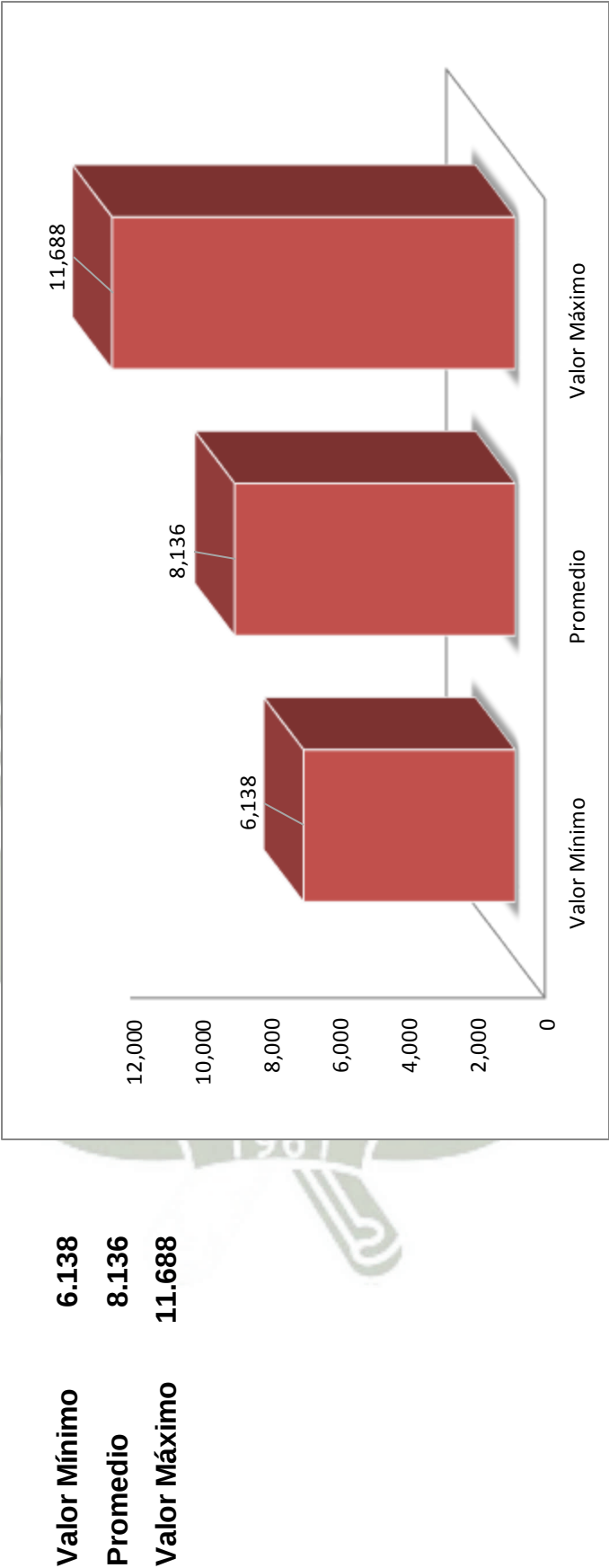
Con Hipoclorito	Valores Estadísticos
Media Aritmética	8,136
Mediana	7,434
Desviación Estándar	1,750
Valor Mínimo	6,138
Valor Máximo	11,688
Total	20

Unidades experimentales de las muestras expuestas al gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% según la fuerza de tracción; aquí se puede observar que el valor mínimo es 6.138 knw y el valor máximo es de 11.688 knw.

Fuente: Matriz de registro de datos.

GRÁFICO NO 1

Unidades Experimentales Expuestas al Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%



Fuente: Matriz de registro de datos.
Elaboración: Propia.

CUADRO NO 2

Unidades Experimentales No Expuestas al Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

Sin Hipoclorito	Valores Estadísticos
Media Aritmética	3,161
Mediana	3,140
Desviación Estándar	0,049
Valor Mínimo	3,076
Valor Máximo	3,232
Total	20

Fuente: Matriz de registro de datos.

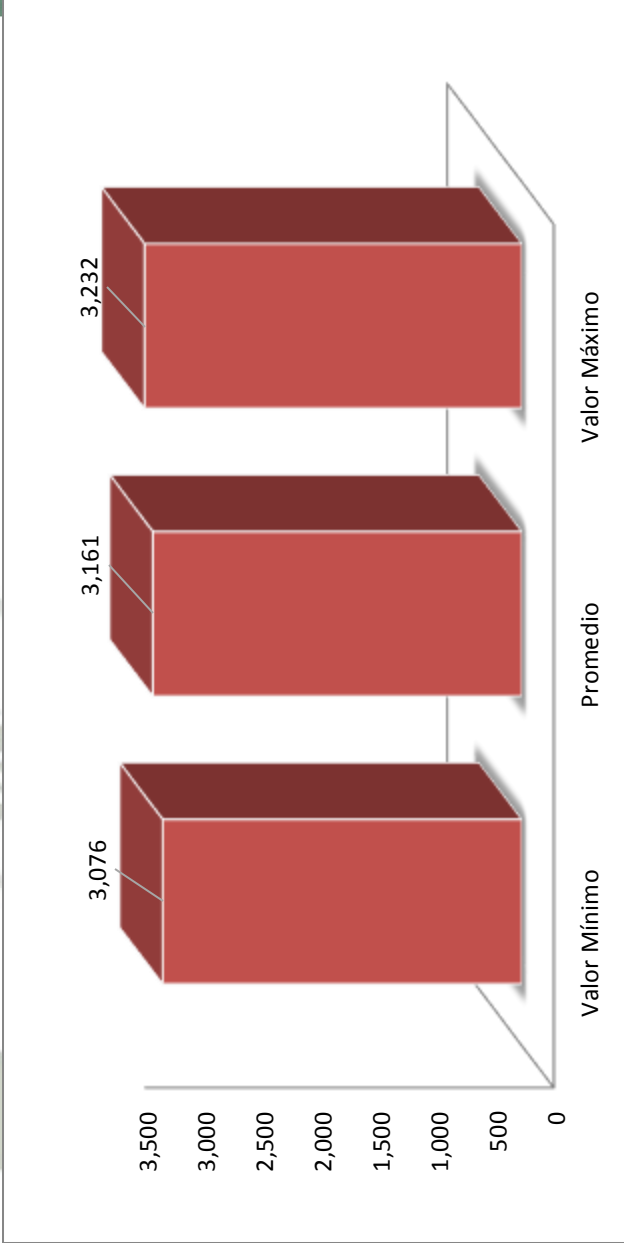
Unidades experimentales de las muestras no expuestas al gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% según la fuerza de tracción; aquí se puede observar que el valor mínimo es 3.076 knw y el valor máximo es de 3.232 knw.

GRÁFICO NO 2

Unidades Experimentales No Expuestas al Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

Valor Mínimo
Promedio
Valor Máximo

3.076
3.161
3.232



Fuente: Matriz de registro de datos.
Elaboración: Propia.

CUADRO NO 3

**Cuadro de Comparación de Muestras Expuestas y No Expuestas
a un Gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.**

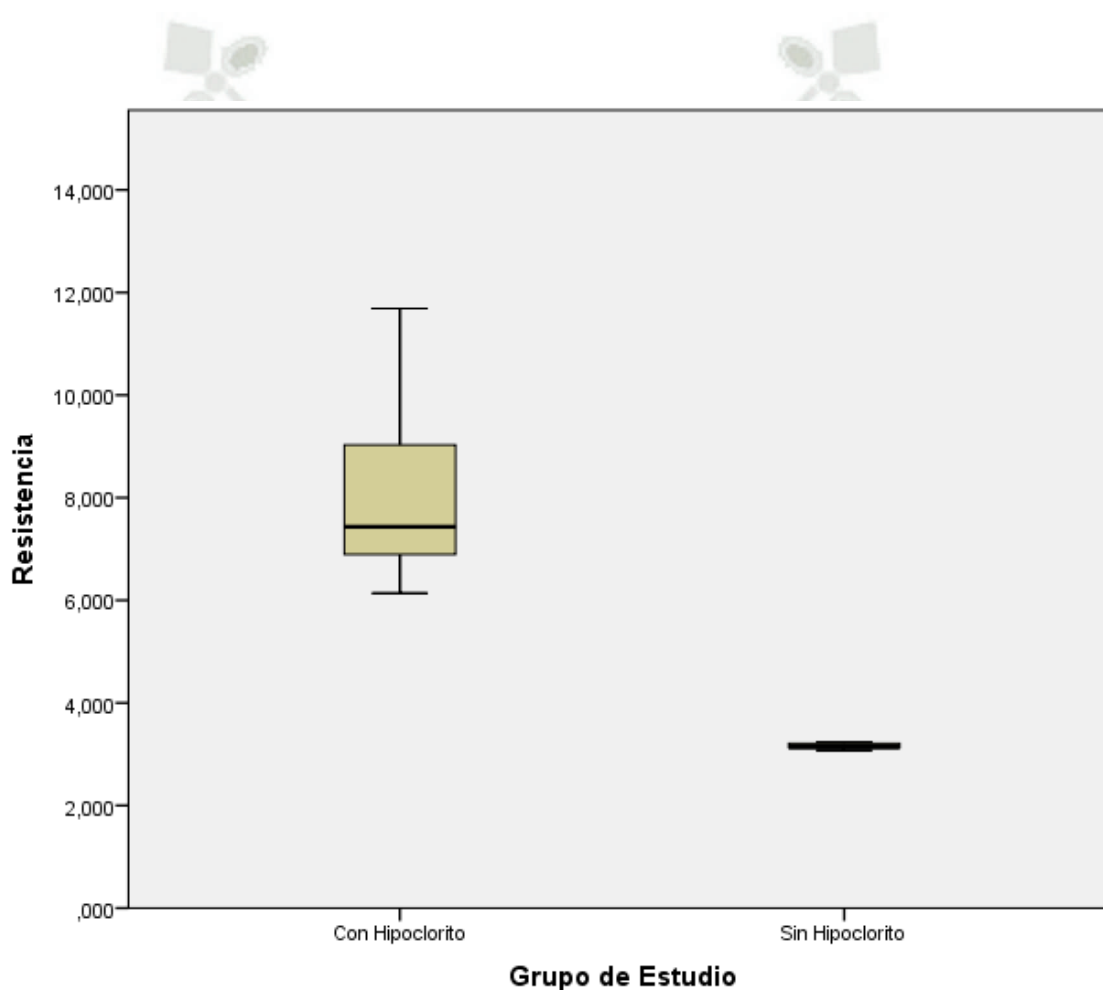
Resistencia	Grupo de Estudio	
	Con Hipoclorito	Sin Hipoclorito
Media Aritmética	8,136	3,161
Desviación Estándar	1,750	0,049
Valor Mínimo	6,138	3,076
Valor Máximo	11,688	3,232
Total	20	20

Fuente: Matriz de registro de datos.

Aquí se puede observar, las variaciones de los valores máximos y mínimos de tanto las muestras expuestas al gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% como las No expuestas al gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

CUADRO NO 4

CUADRO DE CAJAS COMPARANDO LOS VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE AMBOS GRUPOS DE MUESTRAS, CON APLICACIÓN Y SIN APLICACIÓN DE UN GEL DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25%.



Fuente: Matriz de registro de datos.

Elaboración: Propia.

CONCLUSIONES

Primero: La fuerza de adhesión del gel de Hipoclorito de Sodio presenta un grado de adhesión de muy bueno a bueno, en esmalte.

Segundo: La fuerza de adhesión de la técnica convencional utilizando un adhesivo autoacondicionante sin la aplicación del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% presenta un grado de adhesión de bueno a regular, en esmalte.

Tercero: La utilización de un adhesivo autoacondicionante al momento de aplicar el gel de Hipoclorito de Sodio es necesaria.

Cuarto: El grupo al que se le aplicó el gel de Hipoclorito de Sodio tiene mayor resistencia a la fuerza de tracción que el grupo al que no se le aplicó del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

Quinto: La hipótesis planteada es aceptada.

RECOMENDACIONES

Primero: A nivel investigativo se recomienda seguir con estudios que amplíen el presente trabajo de investigación.

Segundo: A nivel del ejercicio profesional se recomienda el uso del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25%.

Tercero: A nivel del ejercicio profesional se recomienda también, el uso del gel de Hipoclorito de Sodio en conjunto con un adhesivo autoacondicionante.

Cuarto: A los investigadores, se recomienda continuar la investigación del gel de Hipoclorito de Sodio al 5.25% y elaborar compuestos del mismo en los cuales mejore su presentación y manipulación.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRANCOS MOONEY, Julio. **OPERATORIA DENTAL**. Cuarta edición. Editorial médica panamericana 2006.
- BOTTINO, Marco Antonio. **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA**. Editorial Artes Médicas Ltda. Sao Paulo 2008.
- GUZMAN, Humberto José. **BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS DE USO CLÍNICO**. Tercera edición. Editorial Prisma Asociados Ltda. Colombia 2003.
- BARATIERI, Luis Narciso. **ESTÉTICA**. Segunda Edición. Editorial Santos, Sao Paulo Brasil 2004.
- LANATA, Eduardo Julio. **OPERATORIA DENTAL ESTÉTICA Y ADHESIÓN**. Grupo Guía S.A. 2003.
- HENOSTROZA, H.B. **ADHESIÓN EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**. Editora Maio, Curitiba Brasil 2003.
- REIS, Alessandra. **MATERIALES DENTALES DIRECTOS**. Editora Santos. 2012.
- FIGUN, Mario. **ANATOMIA ODONTOLOGICA FUNCIONAL Y APLICADA**. Segunda edición. Librería editorial El Ateneo. Argentina 2007.
- MACCHI, RL. **MATERIALES DENTALES**. Cuarta edición. Editorial Panamericana; 2001.

- MIYASHITA, E.; SALAZAR, A. **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA: EL ESTADO DEL ARTE**. Sao Paulo; Editora Artes Médicas Ltda; 2005.
- GLADWIN, MARCIA – BAGBY, MICHAEL. **ASPECTOS CLÍNICOS DE LOS MATERIALES EN ODONTOLOGÍA**. Primera edición, editorial El manual moderno 2001.
- LEE, HENRY. **COMPUESTOS ADHESIVOS PARA RESTAURACIONES DENTALES**. Editado por farmacéuticas LEE. 1973.
- RAMOS, JOSÉ ANTONIO. **BIOQUÍMICA BUCODENTAL**. Editorial Síntesis España. 2008.
- VEGA, JOSE MARÍA. **MATERIALES EN ODONTOLOGÍA**. Primera edición, ediciones medico dentales Madrid España 1998.
- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res. 2005; 84:118–132.

INTERNET

- FGM productos.

<http://www.fgm.ind.br/site/produtos.php?prd=23&lng=es>

- Mark A. Latta. William T. Naughton. **“Adhesion de composite a dentina y esmalte utilizando adhesivos auto grabadores”.**

<http://www.dentsply.es/Noticias/clinica4404.htm>

- C.D. Omar J. Neyra Colchado. **“Adhesivos dentales autograbadores: (VI) Más que un solo paso”.**

http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2004_v1n1/kiru2004v1n1art5.pdf

- Prof. Robert A. Ramirez Molina. **“Adhesión”**

<http://webdelprofesor.ula.ve/odontologia/robertramirez/PDF/13>

- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

<https://skydrive.live.com/?cid=3df75b08418342ed&id=3DF75B08418342ED%21798&sc=documents>

- Publimed.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

- Freedman, George- Leinfelder, Karl. **“Adhesivos de septima generación”**revisión bibliográfica 2008.

<http://www.sdpt.net/OPCH.htm>

- Mg. C.D. Hans Rudolf Morgenstern Orezzaoli. **“Técnicas de secado y resistencia a la tracción de los materiales adhesivos dentinarios”**.

http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2005_v2n1/kiru2005v2n1art5.pdf

- Self-etching primer, conventional adhesive systems.

<http://www.revistadentaldechile.cl/temas%20agosto%202001/PDF%20AGOST%202001/Sistemas%20Adhesivos%20de%20Autograbado.pdf>

- Paz Pumpido, Francisco. **“Biocompatibilidad de los adhesivos dentinarios”**

<http://dialnet.unirioja.es>

- Dr. Jorge Rengifo Bernardi. **“Principios básicos de adhesión”**.

<http://www.jorgerengifob.com/articulos-detalle.php?idNews=34>

- Universidad Nacional de Colombia.

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2004480/capitulos/capitulo5/adhesion_estructura_dentaria.html

ANEXOS

CUADRO No 1

Valores de Deformación del Alambre y Resistencia a la Tracción en Muestras
sin la Aplicación de Hipoclorito de Sodio al 5.25%

GRUPO	NUMERO DE MUESTRA	DEFORMACION DEL ALAMBRE (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION (KN)
ADHESION SIN HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25%	1	0.3122	0.3131
	2	0.3219	0.3232
	3	0.3124	0.3136
	4	0.320	0.323
	5	0.3133	0.3141
	6	0.3124	0.3131
	7	0.3122	0.3135
	8	0.3118	0.3132
	9	0.3092	0.314
	10	0.3057	0.3131
	11	0.3216	0.3224
	12	0.3127	0.3145
	13	0.3055	0.3076
	14	0.3142	0.3171
	15	0.3163	0.3204
	16	0.3069	0.3135
	17	0.318	0.323
	18	0.3201	0.3213
	19	0.3048	0.3077
	20	0.3164	0.3211

CUADRO No 2

**Valores de Deformación del Alambre y Resistencia a la Tracción en Muestras
con la Aplicación de Hipoclorito de Sodio al 5.25%**

GRUPO	NUMERO DE MUESTRA	DEFORMACION DEL ALAMBRE (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION (KN)
ADHESION CON HIPOCLORITO DE SODIO AL 5.25%	1	0.6907	0.6939
	2	0.6129	0.6158
	3	1.1664	1.1688
	4	0.6831	0.6862
	5	0.7116	0.7139
	6	0.8203	0.8229
	7	0.7018	0.7043
	8	0.6105	0.6138
	9	0.7611	0.7634
	10	0.6134	0.6158
	11	0.7209	0.7235
	12	0.9017	0.9048
	13	0.6902	0.6921
	14	0.6823	0.6865
	15	1.0672	1.0691
	16	1.1004	1.1027
	17	1.0751	1.0864
	18	0.8295	0.8309
	19	0.8991	0.9007
	20	0.8664	0.8781

REGISTRO FOTOGRAFICO

