



18  
21

Universidad Nacional Autónoma de México

---

---

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

“ ESTUDIO COMPARATIVO DEL GRABADO ÁCIDO  
DEL ESMALTE TALLADO Y NO TALLADO EN  
MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO ”

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

ANA LUCY LANAYA ROLDÁN

Director: Dr. Manuel D. Plata Orozco



México, D.F., Diciembre 1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

269342.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# **D I O S**

**Es Aquél que con esperanza cierta, cultiva con optimismo la verdad.**

**Es Aquél que con fe sincera, siembra con positividad el camino.**

**Es Aquél que con Amor franco, cosecha con entusiasmo la vida.**

**Es calor que despierta a los corazones dormidos.**

**Es luz que desvanece a su paso la oscuridad.**

**Es conciencia que conduce al bien.**

**Es Amor que concibe la realidad.**

**Es vida que reanima a lo inerte.**

**Es razón que revela la verdad.**

**Es todo y todo en cada uno.**

**Gracias Señor por darme la VIDA.**

## A Mis Padres

### Gregorio y María:

Gracias por que me han enseñado ha ser persona. Me han enseñado que ante todos los problemas y adversidades teniéndolo todo para perder, el darse por vencido nunca es la solución.

Me han enseñado a arriesgar lo poco que se tiene en pos de conseguir algo mejor, dándome ejemplo de no pecar de soberbia si triunfo, y educando mi capacidad de afrontar frustraciones y derrotas sin quejas ni ira al ser vencido.

Me han enseñado que el ser humilde, es ir a darle la cara a una persona que acaba de humillarme y no devolverle el insulto, sino perdonarlo y dejarle las puertas abiertas.

Me han enseñado que en esta vida triunfa el que trasciende, fracase o no. Aquel que logra avanzar poco a poco, pero sin aportar nada a los demás es un derrotado.

Me han enseñado y corregido inteligentemente en mis momento de desorientación, me han servido cuando quien debe servir soy yo.

Han estado presentes cuando los he necesitado, en los momentos de felicidad para alentarme y en los momentos de tristeza para consolarme y aconsejarme.

Me han legado una personalidad de servicio y entrega.

Me han enseñado a tener sangre fría en los momentos de crisis y cautela y honor en los momentos grandes. Han respetado mi individualidad y me han enseñado a tratar de no cometer errores.

Pero más que todo me han enseñado a ser persona fiel, dedicada, responsable y justa.

Que suerte tengo, y doy gracias a Dios por tener unos padres como ustedes, unos amigos, los mejores de todos.

A.L.A.R.

## **A mis Hermanos:**

**Vero y Gregorio**

**Recuerden:**

**Pueden ser mejor que ayer, pueden ser más generosos.**

**Empiecen una nueva vida, tomen conciencia de cuanto poseen; Familia, Paz, Alegría.**

**Comiencen a olvidar errores pasados, no digan si hubieran hecho.**

**No teman al futuro, combatan su egoísmo.**

**No piensen en cosas solamente, escuchen con atención a quien los rodean.**

**Conscientemente hagan feliz a alguien, planeen su día y hagan todo con alegría.**

**Pongan entusiasmo en todo lo que hagan. Disfruten de todo lo que les rodea.**

**Perdonen a los que los han ofendido, y perdónense sus fallas.**

**Empiecen a vivir mejor, no se quejen de nada.**

**Amen la vida, piensen positivamente.**

**Tengan paciencia a las personas que les rodean.**

**Sean una personas mejores que ayer, y algo más,**

**Recuerden que DIOS les ha dado muchos dones, pero el más valioso es la Libertad, disfrútenla y aprovéchenla.**

**Gracias .**

**A.L.A.R.**

" Un amigo es a quien siempre se encuentra.  
Quien te hace enfrentar la verdad.  
Quien sufre cuando se enfrenta a los golpes de la vida.  
Quien no espera nada a cambio de su amistad.  
Quien se acuerda de ti, cuando tú no lo hagas.  
Quien se acerca a tu vida, tanto en las buenas como en las malas.  
Es el que ayuda en el momento preciso.  
Quien ayuda a subir cuando vas resbalando.  
Quien te defenderá cuando hablen mal de ti.  
Quien haga todo esto sin esperar nada a cambio.  
Es quien enseña la faceta del amor. "

Gracias a todos las personas que me ayudaron en la elaboración de esta  
tesina, y a todos y cada uno de mis **AMIGOS y FAMILIARES.**

Muchas Gracias.

A.L.A.R.

**Al Dr. Manuel Plata Orozco.**

**Mi Asesor.**

**A todos los profesores que han formado parte de mi educación.**

**El maestro es un profeta, por cuanto que pone los cimientos del mañana.**

**Es un artista, por cuanto que la arcilla con que trabaja es el material  
precioso de la personalidad humana.**

**Es un amigo, por que su corazón responde a la fe y a la confianza que en él  
han depositado sus alumnos.**

**Es un ciudadano, ya que su obra estriba en mejorar la sociedad con su  
enseñanza y ejemplo.**

**Es un creyente, todos sus actos se refieren a la fe en el mejoramiento  
constante de la mente, las facultades y la capacidad de la raza humana.**

**Gracias.**

**A.L.A.R.**

**“ ESTUDIO COMPARATIVO DEL  
GRABADO ÁCIDO DEL ESMALTE  
TALLADO Y NO TALLADO EN  
MICROSCOPIO ESTEREOSCÓPICO ”**

# ÍNDICE

	Página
<b>Introducción.</b>	
<b>Capítulo I</b>	
Antecedentes	
Grabado ácido	1
Esmalte como medio de Unión	2
Efecto desmineralizador del ácido	4
Pasos técnica de Grabado	6
<b>Capítulo II</b>	
Histología del Esmalte	
Desarrollo del Esmalte	8
Ciclo vital de los Ameloblastos	10
Amelogénesis	12
Composición del Esmalte	14
Propiedades Físicas	14
Propiedades Químicas	16

Estructuras del Esmalte	
Prismas	17
Estrías	19
Cutícula de Nasmith	19
Laminillas del Esmalte	20
Penachos	20

### **Capítulo III**

#### **Generalidades de Adhesión**

Adhesión	22
Cohesión	22
Adhesión Química	24
Tipos de enlaces	24
Adhesión mecánica	26

### **Capítulo IV**

#### **Grabado ácido del Esmalte**

Ventajas de Odontología Estética	27
Estudios por Silverstone	29
Tipos de Grabado del Esmalte	32
Pasos para la Técnica de Grabado	35
Investigaciones	36

## **Capítulo V**

**Estudio Comparativo**

**Materiales y Métodos**

Hipótesis	41
Objetivo	41
Materiales y Métodos	42
Procedimientos	44
Resultados	46

**Conclusiones** 47

**Bibliografía y Hemerografía**

# INTRODUCCIÓN

Actualmente como en otras ciencias han tenido grandes avances tecnológicos, también la Odontología ha avanzado bastante, para conseguir o devolverle la salud al paciente, por medio de métodos más cómodos para el operador, así como nuevas técnicas y materiales, evitando surgir la interrogante, del saber el “ ¿ Por qué ? , en algunas restauraciones, su comportamiento o éxito es deficiente, o en su defecto, no son los requeridos ni por el paciente, ni por el Cirujano Dentista, y el cambio más significativo que ha tenido la Odontología, es el de tener la alternativa de poder rehabilitar al paciente por medios **ESTÉTICOS**. (1)

Para que él profesional pueda ofrecer un buen tratamiento, debe conocer las propiedades de cada material, así como las condiciones o requisitos que deban tener, tales como:

- \* Insolubles en el medio oral,
- \* Inestabilidad ante la diferencia de la fuerza de masticación.
- \* Estabilidad dimensional: ausencia de cambios volumétricos .
- \* Adhesión y sellado
- \* Estética
- \* Biocompatibilidad
- \* Efecto anticariogénico
- \* Resistencia al desgaste y abrasión.

Todas éstas características , se pueden integrar en tres grupos:

1. Propiedades Físicas adecuadas.
2. Factor ESTÉTICO.
3. Biocompatibilidad.

La investigación para la odontología Estética, surge por los cambios y Defectos en los materiales de restauración convencionales, tales como amalgamas e incrustaciones metálicas. (2)

Hoy en día, existe un sin número en la variedad de los materiales estéticos, la mayoría son un tipo de resinas o bien llamados Composites, los cuales para su colocación, es necesario seguir los pasos convencionales, esto es grabar el esmalte, colocar el adhesivo, y finalmente colocar nuestra restauración. Principalmente, es bien sabido que para que un material de restauración tenga éxito, se debe seguir al máximo las instrucciones del fabricante para no tener algún tipo de alteración, así como una buena preparación del diente, y además tener un buen diagnóstico y un buen plan de tratamiento.

Sea cual sea el procedimiento para la adhesión de la restauración estética, es muy importante tener un buen grabado del esmalte, por lo que en ésta investigación, sabremos si existe alguna diferencia en el grabado de un esmalte tallado y un esmalte no tallado, así como cuál de los 2 posee mejores condiciones para la adhesión, y por consiguiente el éxito de ésta.

# **CAPÍTULO**

**I**

# **ANTECEDENTES**

## **Grabado ácido.**

Para comenzar, es necesario primero definir ¿qué es el ácido ortofosfórico (  $\text{PO}_4\text{H}_3$  ) ?. Este se prepara industrialmente, tratando el fosfato natural o bien huesos calcinados con ácido sulfúrico, sufriendo un proceso muy complicado. Dentro de sus propiedades se puede cristalizar, y comercialmente se expande en solución compuesta de diversos hidratos. (3)

En 1955, MICHAEL BUONOCORE, reportó por primera vez, que el periodo de retención de una resina acrílica podía prolongarse significativamente si el esmalte era sometido a un proceso de grabado. Este efecto se atribuye a un incremento en la superficie de contacto, a la remoción del esmalte viejo, enteramente reactivo, y a la eliminación del esmalte orgánico. Con todos estos nuevos descubrimientos y/o conceptos, así como sus observaciones, crean un gran avance y una nueva era en la odontología. (6)

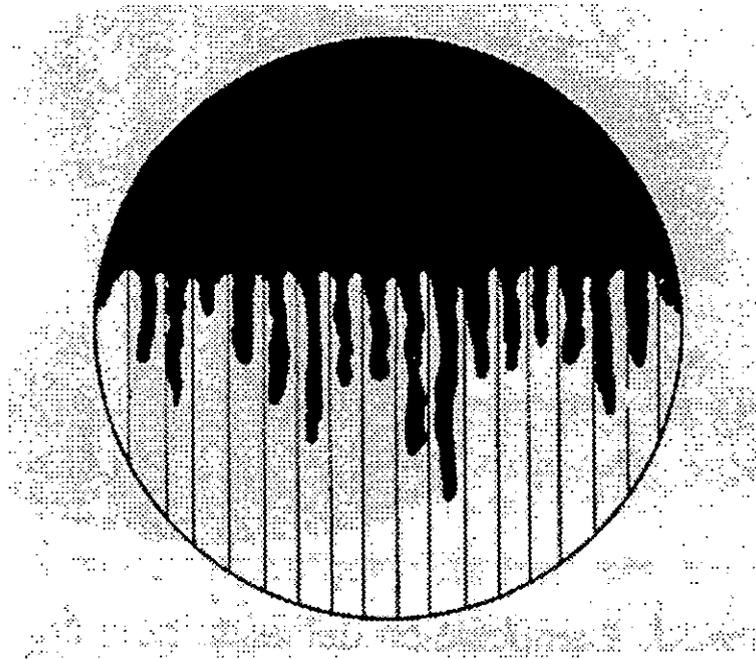
La creación de la técnica del grabado ácido, ha tenido un efecto profundo sobre muchas fases de la odontología clínica. La labor pionera de Buonocore, en la publicación de su trabajo titulado : “ Un método simple para aumentar la adhesión de los materiales de restauraciones acrílicas a las superficies adamantinas ”. Empezó el desarrollo del “ Bonding ” ( anclado, sujeción, trabazón, adhesión física ), comúnmente la técnica de grabado ácido.

Durante años se ha utilizado el empleo del ácido fosfórico para obtener mejor adhesión de la pintura y la resina al metal. En la industria se utiliza el ácido a una concentración del 85%, Buonocore lo utilizó a la misma concentración. Demostró que la resina acrílica puede adherirse al esmalte grabado frente al No grabado de la superficie de éste durante 30" al 85%.(5)

Para que la adhesión sea buena, es necesario saber y conocer las técnicas para poder llevarla a cabo. Solo la presencia de enlaces químicos o físicos constituye la adhesión, por lo que una sustancia puede carecer de las propiedades adhesivas y sin embargo ser retenida por medios mecánicos.

## **Esmalte como medio de unión.**

Se tiene que hablar del esmalte como medio de unión para las restauraciones, por lo que según Lee y Swartz; otros investigadores, dan ciertos requisitos para la adhesión, en donde la superficie del esmalte, debe estar libre de contaminación, ser uniforme y lisa, así como tener un área representativa del volumen total del substrato basal, por lo que se determina que el esmalte es un substrato para la adhesión, y que la superficie de éste cuando esta intacta es relativamente de baja energía.



Penetración de la resina en la microporosidad provocada por el grabado ácido

El esmalte está cubierto por integumentos orgánicos, de los cuales, el principal es la película o también llamada telilla, la cuál está compuesta por proteínas salivales adsorventes, esto no es en toda la superficie, solo en algunas partes. La película puede formarse además de la cutícula propia del esmalte o en ausencia de la misma. (6)

Buonocore, describió un método sencillo para incrementar la durabilidad de la unión consistiendo en el empleo de ácido fosfórico para modificar las propiedades físicas y químicas del esmalte, lo que comúnmente se conoce como técnica de grabado ácido, la cual se realiza con el ácido como gel o líquido, con o sin amortiguador. El resultado de esto, produce ciertos cambios, entre los cuales se encuentra un aumento significativo en el área superficial del esmalte.

La pérdida significativa de tejido, produce una variedad de patrones prismáticos, que incluyen la eliminación preferencial de materia orgánica e inorgánica, de los centros de los prismas y de su periferia.

Aunque parece más común, la pérdida de los centros que de la superficie, las demostraciones microscópicas han demostrado considerable variación de un diente a otro, así como de un sitio a otro de la misma superficie dental. No es posible predecir clínicamente los patrones específicos, ya que el tipo de ácido usado, el tiempo de aplicación, la morfología intrínseca del diente y las variaciones en la química tisular influyen significativamente en el patrón. (6)

Los patrones de grabado, resultan de la exhibición de los prismas del esmalte en sección transversal, cuando alcanzan la superficie del diente.

El acondicionamiento con ácido a prismas expuestos por fractura, genera porosidad con una distribución diferente a la anterior, en donde los prismas quedan expuestos longitudinalmente. Los poros del esmalte que existen en forma natural, son demasiado pequeños para acomodar moléculas grandes, y estos poros son ensanchados por el acondicionamiento del ácido para facilitar la penetración de las moléculas relativamente grandes de la resina.<sup>(4)</sup>

Se dice que fragmentos o porciones " grandes " de resina penetran en el esmalte excediendo frecuentemente los 50<sub>um</sub> de longitud, así mismo Silverstone, informó que la longitud de las prolongaciones depende de la concentración del ácido, observando los fragmentos más largos en concentraciones de 20 y 30%.

La geometría de las prolongaciones imita a menudo al patrón selectivo de grabado, en el cuál la penetración de los centros y periferia de los prismas porosos parece como un diseño cónico Tubular respectivamente.<sup>(6)</sup>

## **Efecto desmineralizador del ácido.**

El esmalte sufre este efecto, producido por grabadores suaves, que se recomiendan para usos clínicos con procedimientos adhesivos, contrasta con las lesiones de descalcificación observadas junto a bandas de ortodoncia en paciente con un alto consumo de bebidas de cola, que contengan ácido

cítrico o bien los chupadores de limón. Estas últimas lesiones pueden ser tan extensas que excedan la capacidad natural de remineralización de la saliva y soluciones calcificantes y produzcan un progresivo deterioro en el esmalte. Los grabadores suaves no tienen un efecto devastador según Buonocore, en la zona tratada de toda la superficie del esmalte aparecería de nuevo normal, con la excepción de una pérdida ligera del brillo sobre la zona del tratamiento.(4)

Las técnicas del grabado ácido para modificar el esmalte son muy importantes en la actualidad. Los ácidos fosfórico y cítrico, a concentración apropiada, pueden en 1 o 2 min. eliminar aproximadamente  $5_{\mu m}$  de esmalte superficial y descalcificar selectivamente el esmalte hasta una profundidad de 15 a  $120_{\mu m}$ . Los ácidos más fuertes no producen una descalcificación selectiva, y los ácidos más débiles reaccionan demasiado despacio con el esmalte.(7)

Los grabadores ácidos disponibles son; normalmente soluciones de ácido fosfórico del 30 al 50%, algunos conteniendo un 7% de óxido de zinc.

El grabado ácido ayuda a la unión de la resina con el esmalte porque:

- ❖ Elimina los detritus de la superficie.
- ❖ Produce poros artificiales o mejor dicho superficiales, en cuyo interior penetra la resina para formar extensiones apendiculares que proporcionan retención mecánica.

- ❖ Aumenta la energía superficial libre del esmalte ( tensión superficial crítica ), que así, excede la tensión superficial de la dentina. En consecuencia produce humectación.
- ❖ Hace que quede expuesta al material un área mayor del esmalte.

Principalmente, el ácido cítrico antes mencionado, se utiliza como, limpiador de la cavidad, lo cuál contribuye a mejorar la unión a la dentina.(7)

## **Pasos de la técnica de grabado ácido.**

Por lo que respecta a la técnica del grabado ácido, se encuentran entre varias formas de realizarla, la descrita por autores que prosiguieron a Buonocore; Miura, Nakagawa e Ishizaki, quienes recomiendan lo siguiente:

1. Realizar una profilaxis con lechada de piedra pómez fina y agua sin flúor, con copa de hule. ( no cepillo )
2. Aplicación del ácido con un cepillo fino, teniendo aislado al diente con dique de hule o bien rodillos de algodón.
3. Enjuagar al diente con agua a chorro durante 15 min.

Otros autores, Seotopo y Col, sugieren lavar durante 1 min. lo que incrementa la resistencia de los enlaces. Si no hay lavado, o bien es un poco cuidadoso, deja productos, los cuales ocluyen las porosidades del esmalte.

Es importante lavar bien, ya que el ácido en forma de gel, tiene un compuesto de tipo celulósico de hidrometilo, lo que ocasiona la presencia del ácido sobre los poros del esmalte.

Así mismo, es recomendable, grabar por segunda vez cuando existe contaminación con saliva, y ahora el grabado solo será por 10 ", debido a que es muy importante mantener el esmalte seco, ya que depende de esto el logro y éxito de la adhesión, y por consiguiente de la restauración.

Buonocore describió, que el ácido ortofosfórico entre un 30 y 40% aplicando durante 1 min. lavar y secar, es el tiempo para verdaderamente grabar al esmalte, y en que dientes primarios y en personas que viven zonas donde el agua es fluorada, requieren un mayor periodo de exposición al ácido. (6)

Se concluye de la técnica de grabado ácido lo siguiente; que es un auxiliar para procedimientos terapéuticos en la odontología restauradora, que es el único método para aplicar materiales adherentes al esmalte, debido a que ha eliminado la necesidad de una preparación extensa de la cavidad y la consiguiente destrucción de tejido, esto proporciona una superficie de tejido dental sin cortar, en donde los materiales restauradores se adhieren y por lo tanto quedan retenidos, logrando la disminución de la recidiva de caries secundaria y mayor estética.

# **CAPÍTULO**

**II**

# **HISTOLOGÍA DEL ESMALTE**

El esmalte dental es un tejido altamente mineralizado, producido antes de la erupción de los dientes por células derivadas del ectodermo llamadas *ameloblastos*. Persiste durante toda la vida como un material acelular quebradizo y extremadamente duro.<sup>(8)</sup>

Para comenzar a describir la histología del esmalte, es necesario conocer cómo es el inicio del desarrollo dental.

El desarrollo del diente consta de tres periodos:

1. Periodo de Brote
2. Periodo de Casquete
3. Periodo de Campana

Los periodos que más importantes para el desarrollo del esmalte son; el periodo de casquete y el periodo de campana, ya que es en éstos, donde comienza la diferenciación del esmalte.<sup>(9)</sup>

## **Desarrollo del Esmalte**

El órgano del esmalte, que se origina en el epitelio estratificado de la cavidad bucal primitiva, está formada por cuatro capas definidas; Epitelio Externo, Retículo Estrellado, Estrato Intermedio y el Epitelio Interno.

❖ **Epitelio Externo del esmalte:**

El epitelio externo del esmalte está constituido por una sola capa de células cúbicas, separadas del tejido conectivo del saco dentario que las rodea por una delgada y delicada membrana basal.

❖ **Retículo Estrellado:**

En el retículo, que es el que forma la parte media del órgano del esmalte, las células adyacentes están separadas por espacios muy anchos, los cuales son intercelulares, ocupados por una gran cantidad de sustancia intercelular. La estructura del retículo estrellado, lo vuelve resistente y elástico, por lo que parece que actúa como amortiguador contra las fuerzas físicas, las cuales podrían distorsionar o deformar la unión amelodentinaria en desarrollo.

❖ **Estrato Intermedio:**

Aquí las células se encuentran situadas entre el retículo estrellado y el epitelio interno del esmalte, son de forma plana a cúbica y se organizan de una a tres capas. Se encuentran conectadas entre sí y con las células adyacentes del retículo estrellado y del epitelio interno del esmalte por medio de desmosomas.

❖ **Epitelio Interno del Esmalte:**

Las células de este epitelio derivan de la capa de células basales del epitelio oral. Antes de que comience la formación del esmalte, las células adoptan una forma cilíndrica y se diferencian en ameloblastos que producen la matriz del esmalte.

*Ciclo Vital de los Ameloblastos.*

El ciclo vital de los ameloblastos, se puede dividir en seis periodos; 1.- morfogénico, 2.- organización, 3.- formativo, 4.- de maduración, 5.- de protección y 6.- desmóltico.

La diferenciación de los ameloblastos está más avanzada en la región de borde incisal, o bien en las puntas de las cúspides y por lo tanto, menos en la región del asa cervical.

El asa cervical, está conformada por capas epiteliales externa e interna del esmalte, las cuales tienen continuidad, y aquí en esta zona de transición entre los epitelios, las células cúbicas gradualmente adquieren más longitud.

1. **Morfogénico:** Antes de que el ameloblasto se diferencia, las células son cortas, cilíndricas con grandes núcleos ovalados, y antes de que produzcan esmalte, interactúan con las células mesenquimáticas adyacentes determinando la forma de la unión amelodentinaria.

2. **Periodo de Organización:** En este periodo de desarrollo, el epitelio del esmalte interactúa con las células del tejido conectivo adyacentes, las cuales se diferencian en odontoblastos.
3. **Periodo Formativo:** Aquí los ameloblastos comienzan a formar la *matriz del esmalte*, esto ayudados una vez que se ha formado la primera capa de dentina, la cuál es al parecer necesaria para la formación de la matriz del esmalte.
4. **Periodo de maduración:** Corresponde a la mineralización total del esmalte, la cuál se produce después que se ha formado la mayor parte de la matriz del esmalte en el área oclusal o incisal. Durante la maduración del esmalte los ameloblastos, están íntimamente adheridos a la matriz del esmalte, y durante éste periodo los ameloblastos desliegan microvellosidades en sus extremos distales.
5. **Periodo de Protección:** El esmalte se encuentra totalmente calcificado, los ameloblastos dejan de estar organizados en una capa bien definida y no pueden diferenciarse de las células del epitelio o estrato intermedio del epitelio externo del esmalte, y éstas capas celulares forman el llamado epitelio reducido del esmalte, cuya función es la de proteger al esmalte maduro separándolo del tejido conectivo hasta la erupción dental.
6. **Periodo Desmolítico:** El epitelio reducido del esmalte prolifera y parece inducir la atrofia del tejido conectivo separándolo del epitelio bucal, de manera que se pueda producir la fusión de los dos epitelios.

## Amelogénesis

Para que se realice el proceso de amelogénesis, se involucran dos procesos; la formación de la matriz orgánica y la mineralización .

### a) Formación de la Matriz del Esmalte:

Los ameloblastos comienzan su actividad secretora cuando se ha depositado una pequeña cantidad de dentina. Los ameloblastos pierden las prolongaciones que habían penetrado en la lámina basal separándolos de la predentina. Conforme avanza la proliferación del esmalte, se forma una capa delgada y continua del esmalte a lo largo de la dentina, a la cual se le denomina " membrana amelodentinaria " (9). Los ameloblastos pueden encontrarse en la periferia de un diente que no ha hecho erupción . Son células largas, de forma columnar, con una punta alargada denominadas " prolongaciones o fibras de Tomes " (8).

El desarrollo de estas fibras de TOMES, están dadas por las pequeñas superficies del esmalte que se enfrentan a los ameloblastos, y existe una interdigitación a las células y los prismas del esmalte que producen.(9).

Las barras terminales distales, aparecen cuando comienzan a formarse los procesos o fibras de Tomes, estas barras aparecen en los extremos distales de los ameloblastos.

**b) Mineralización y maduración de la matriz del esmalte:**

La maduración y mineralización de la matriz, se lleva a cabo en dos fases:

- ❖ Se produce una mineralización parcial inmediata en los segmentos de la matriz y en la sustancia interprismática, a medida que son depositadas.
- ❖ Se conoce también como " maduración ", y se completa gradualmente la mineralización, y la maduración se inicia en la parte más superior de la corona y avanza cervicalmente, y en cada nivel, la maduración parece comenzar en el extremo dentinario de los prismas. La maduración, comienza antes de que la matriz haya alcanzado su espesor total.<sup>(9)</sup>

Los ameloblastos degeneran cuando el diente hace erupción, no quedando ninguno en la vida posterior para reparar esmalte, si éste fuera dañado. Debido a que no hay posibilidad de que se forme esmalte nuevo, por lo que si es desgastado o roto, tendrá que repararse artificialmente.<sup>(8)</sup>

Cuando existe una deficiencia en la formación del esmalte, se suele clasificar en :

- ❖ General o sistémica.
- ❖ Local o genética.

Por lo que respecta a las influencias sistémicas, se encuentran las nutricionales, endocrinopatías, enfermedades febriles, y algunas intoxicaciones tóxicas o bien químicas, entre las que se encuentran la

ingesta excesiva de flúor o fluoruros en el agua.

Se habla de *hipoplasia del esmalte*, cuando afecta la matriz del esmalte, y si la maduración es escasa o incompleta se habla de una *hipocalcificación del esmalte*, y en este caso, se encuentra una deficiencia del contenido mineral del esmalte,

Tanto la hipoplasia como la hipocalcificación, pueden ser ocasionadas por factores sistémicos, locales o hereditarios.

## **Composición del Esmalte.**

Como es bien sabido, se debe de conocer la composición del esmalte, para obtener éxito en las restauraciones que se realicen a los dientes; debido a que éste es un tejido en donde se llevan a cabo diferentes preparaciones cortes o desgastes. Más aún, enfocado a esta investigación sobre la diferencia del grabado que existe en un esmalte tallado y no tallado, por lo que es de importancia el saber como está conformado el esmalte.

### **Propiedades Físicas**

En general, el esmalte forma una cubierta protectora de grosor variable sobre la superficie completa de la corona del diente. Su espesor máximo es de 2 a 2.5 mm, adelgazándose en filo de cuchillo hacia la zona cervical o nivel de cuello.

Debido a su elevado contenido de sales minerales su organización cristalina, el esmalte es el tejido de mayor calcificación, o bien de mayor dureza en todo el cuerpo humano. Su función, es la de formar una cubierta resistente a todos los dientes, adaptándose a ellos de manera conveniente para la masticación.

Se sugiere, que el color del diente, estaría determinado por diferencias de translucidez del esmalte; los dientes blanco amarillentos poseen un esmalte muy delgado, translúcido a través del cual puede verse el color amarillo de la dentina y que los dientes grisáceos tendrían un esmalte grueso o más opaco. Se puede atribuir la transparencia del esmalte a ciertas variaciones del grado de calcificación, y su conformidad u homogeneidad.

No en todo el diente se aprecia la misma tonalidad de color, y que en los bordes cervicales se tornan un poco más " amarillos ", debido a que el esmalte es mínimo en esta zona, lo que permite que la luz llegue a la dentina subyacente, así también, los bordes incisales pueden tener una tonalidad azulada, donde el borde es delgado y consiste en dos capas de esmalte.

El esmalte tiene una densidad de 2.8. lo que lo torna quebradizo, y esto es cuando el esmalte pierde su base de la dentina, además se torna permeable, actuando en cierto sentido como una membrana semipermeable, permitiendo el paso total o parcial de ciertas moléculas.(9)

## **Propiedades Químicas**

La composición del esmalte, consta de un **96%** de material inorgánico o mineral, y una muy pequeña porción de material orgánico, la cual consta de un **4%**.

La fase mineral esta formada por *hidroxiapatita* [  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  ] La que se presenta en un aspecto de agujas pequeñas y se ven en sección transversal en forma hexagonal. También son llamados cristales los cuales se agrupan en estructuras prismáticas.

Un prisma contiene 150 cristales en sección transversal y su diámetro es mayor a  $6_{\mu\text{m}}(8)$

La mineralización de la matriz del esmalte, comienza después de ser secretada. Durante el desarrollo, las reacciones histológicas de coloración del esmalte o de la matriz de éste, se asemejan a la epidermis en su queratinización.

Se han hecho estudios, en los cuales indican, que en un esmalte maduro existen aminoácidos. Otros sugieren que las células formadoras de esmalte contienen un complejo polisácarido-proteína, y que un mucopolisácarido ácido entra en el esmalte en el momento propio de la calcificación.

## **Estructura del Esmalte**

Para la estructura se describen varios componentes, entre los que destacan los siguientes:

### **PRISMAS**

También son llamados varillas, su número se considera en una estimación de 5 millones para los incisivos inferiores laterales, y de hasta 12 millones para primeros molares superiores. Desde la unión amelodentinaria, los prismas siguen su curso relativamente ondulado hacia la superficie del diente. El tamaño de la mayor parte de los prismas es mayor a la del espesor del esmalte, debido a la orientación oblicua y la trayectoria ondulada de los prismas. Los prismas que se encuentran en las cúspides, ocupan o dan la apariencia de mayor grosor del esmalte, y son más largos que los que se encuentran en la áreas cervicales.

Aproximadamente el diámetro de los prismas oscila entre  $4\mu\text{m}$ , ya que la superficie externa del esmalte es mayor a la de la dentina donde se originan los prismas. Se cree, que el diámetro de los prismas, aumenta desde la unión amelodentinaria, hacia la superficie del esmalte en proporción 2:1.

Los prismas son los que tienen la apariencia cristalina, por lo que se debe a ellos la translucidez del esmalte, lo que permite el paso a la luz.

Según la estructura submicroscópica, se observa que, los prismas están rodeados por vainas separado por sustancia interprismática, dando un

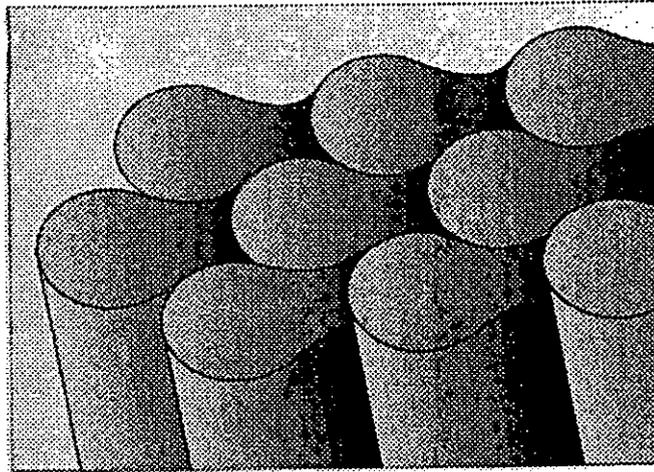
modelo que comúnmente el prisma da la apariencia de ojo de cerradura o en forma de remo. En cortes longitudinales que pasan a través del cuerpo o de las cabezas, existen colas, lo que les da un aspecto de que están separados por sustancia interprismática. En esta forma de los prismas pueden agruparse de manera muy compacta, midiendo  $5\mu\text{m}$  de diámetro, y  $9\mu\text{m}$  de longitud.

Generalmente, los cuerpos de los prismas se encuentran más a la superficie oclusal e incisal, y las colas se disponen en dirección cervical, los cristales de hidroxiapatita, están dispuestos casi paralelos al eje longitudinal del diente, o bien a los prismas.

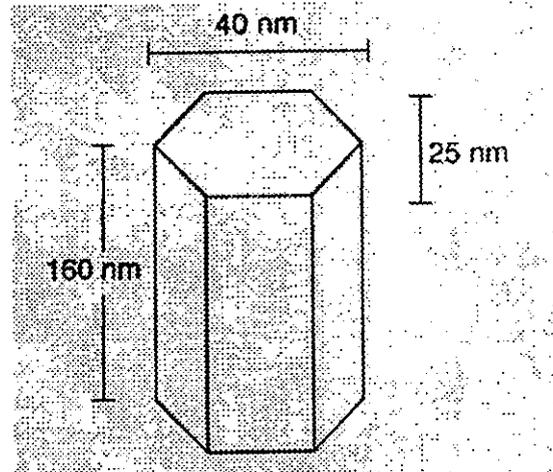
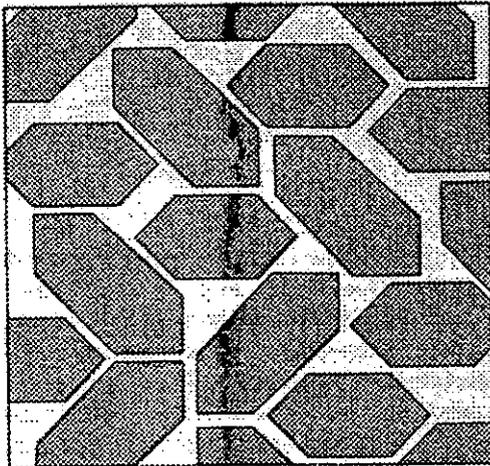
Los prismas se orientan en ángulo recto hacia la dentina, cerca del borde incisal cambian de dirección cada vez más oblicua, hasta que en las cúspides cambian en sentido vertical. Muy rara vez los prismas se disponen en una trayectoria ondulada desde la dentina hasta la superficie del esmalte.

Existen unas bandas llamadas, Bandas de HUNTER-SCHREGER, las cuales son oscuras y claras, alternadas en varios anchos. Se crean para resistir las cargas masticatorias, y con esto evitar la segmentación del esmalte. Se originan en la línea amelodentinaria, y de ahí se dirigen hacia afuera, terminando a cierta distancia externa del esmalte.

Con el tiempo, hay una aposición del esmalte, sucesiva a la formación de la corona, y van en sentido oclusal, y a éstas líneas se les llaman Líneas Incrementales DE RETZIUS, que en un corte transversal se ven como círculos concéntricos. Se les dice incrementales, por designar estructuras que se reflejan, ya sea mineralización o por el contrario hipomineralización, producidas por el crecimiento del esmalte.



La estructura prismática del esmalte



Estructura y acomodo de los cristales del esmalte

### **Estrias:**

Cada prisma del esmalte, esta compuesto por segmentos separados por líneas oscuras, dándole un aspecto estriado, éstas estrias se observan más por un accidente de grabado suave, se marcan cuando el esmalte está insuficientemente calcificado.

Existe una capa aproximadamente de 30<sub>um</sub> de espesor, se dice que está menos estructurado este esmalte, debido a que los prismas y los cristales de apatita se encuentran perpendiculares a las líneas de Retzius, y este es en zonas cervicales y cúspides.

Los periquimatos, son rodetes transversales, los que se cree que son extensiones o manifestaciones externas de las estrias de Retzius, que se continúan alrededor del diente y por lo general son paralelas entre sí y van con respecto a la unión cementoadamantina.

### **Cutícula de Nasmith:**

Es una delicada membrana, o bien membrana primaria del esmalte, la cuál cubre toda la superficie o corona del diente recién erupcionado, y que con la masticación probablemente se pierde. Al parecer ésta lámina, es secretada por los ameloblastos cuando se completa la formación del esmalte. Aparentemente ésta cutícula es secretada después de que el órgano epitelial del esmalte se retrae de la región cervical durante el desarrollo del diente.

### **Laminillas del Esmalte:**

Son estructuras que se parecen a hojas, las cuales se extienden desde la superficie del esmalte hacia la unión amelodentinaria, en ocasiones pueden penetrar a la dentina, están compuestas por material orgánico.

Existen tres tipos de laminillas o bien llamadas fisuras:

- ❖ Tipo A: están formadas por segmentos prismas poco calcificados.
- ❖ Tipo B: son las que están formadas por células degeneradas.
- ❖ Tipo C: están originadas en dientes erupcionados donde las rajaduras han sido ocupadas por material inorgánico, presuntamente proviene de la saliva.

Las laminillas se extienden en dirección longitudinal y radial al diente, desde la cúspide de la corona hasta la región cervical.

### **Penachos del Esmalte:**

Son llamados así por la similitud que presentan con los penachos, surgen de la unión amelodentinaria, y recorren al esmalte en una tercera parte del espesor de éste. Están constituidos por prismas del esmalte, los cuales se encuentran hipocalcificados, y la sustancia interprismática al igual que las laminillas se extienden en sentido coronal y longitudinalmente.

Los procesos de odontoblastos y husos adamantinos, pasan a través del límite amelodentinario hacia el esmalte. La dirección de los odontoblastos y husos del esmalte corresponde a la dirección original de los ameloblastos, lo que indica que es un ángulo recto hacia la superficie de la dentina.

La superficie de la dentina, en la unión con el esmalte, da una apariencia de que está "picada", es decir que tiene depresiones poco profundas, donde se ajusta rodeando las prolongaciones del esmalte con la dentina, y se ve, no como una línea recta, sino festoneada, donde las convexidades están dirigidas a la dentina.<sup>(9)</sup>

Los cambios que existen en esmalte, generalmente son fisiológicos, entre los que se encuentran; atrición, desgaste por puntos de contacto o interferencias oclusales. Otro tipo de alteración, pero que es más severa, es el bruxismo, donde las causas son el stress principalmente, en consecuencia se pierde la dimensión vertical.

# **CAPÍTULO**

## **III**

# **GENERALIDADES DE ADHESIÓN**

Para poder desarrollar una buena técnica de adhesión, es necesario primero, el saber el significado exacto de la palabra adhesión, la cuál generalmente se confunde.

❖ **ADHESIÓN:** Unión íntima entre dos superficies DIFERENTES, por fuerzas inter-faciales.

Otra palabra importante, es la de cohesión, ya que tiene relevancia en ésta área, o por lo menos tiene relación con la adhesión y se puede confundir con ella si no se sabe el significado.

❖ **COHESIÓN:** Unión íntima entre dos superficies de la MISMA NATURALEZA por fuerzas inter-faciales.

Se menciona esto, para evitar el utilizar ambas palabras como sinónimos.(2)

Para que un material de restauración sea excelente, debe cumplir con ciertos requisitos; ser biocompatibles, estabilidad de color, etc. Por lo que para prótesis son primordiales los requerimientos de la adhesión, debido a la gran demanda que existe en estética.

La unión íntima óptima, que debe existir entre el tejido dentario y el material restaurador, o bien cementante, permitirá que se forme un solo cuerpo, el cuál no tendrá defecto en la interfase, dando como resultado; que no exista percolación o infiltración marginal, y ni mucho menos la posibilidad de que exista irritación dentinopulpar.

Un punto importante en esto, es la recurrencia de caries .

Al adhesivo se le considera como una sustancia capaz de mantener unidos a dos materiales por atracción superficial.

Para promover la adhesión, se tiene que estudiar, tanto la superficie a la cuál se va a realizar la adhesión ( diente ),y algunos factores que puedan afectar al tipo de adhesivo que se utilizará.

Los factores que se necesitan para la superficie adherente son los siguientes:

- a) **Energía superficial alta:** La energía superficial del cuerpo debe ser alta y atractivos, donde los átomos, deben estar equilibrados internamente unos con otros, y los átomos superficiales, deben estar equilibrados parcialmente para ofrecer un campo de energía, donde están aflorando sin compensación.
- b) **Composición Homogénea:** Los cuerpos deben tener una estructura molecular homogénea, en lo posible del menor número de elementos, lo que permite una mejor reacción adhesiva.
- c) **Superficie Lisa y Tersa:** Deben encontrarse estas condiciones, ya que debido a esto, permite la aproximación de otra superficie, y la distancia inter-facial no debe ser mayor de 2 Amstroms.(2).
- d) **Superficie limpia y libre de Humedad:** Esta superficie, debe estar libre de impurezas y de humedad, tomando en cuenta la composición del esmalte, para ayudar a tener mejor adhesión.

Dentro de las propiedades que debe tener un adhesivo, son las siguientes:

- 1.- Tensión superficial baja.
- 2.- Capacidad humectante.
- 3.- Capilaridad.
- 4.- Ángulo de contacto bajo, cercano a cero.

La tensión superficial baja de un fluido, permitirá que se esparza bien y fácilmente sobre la superficie de otro cuerpo, mojándolo y adosándose a éste con un ángulo de contacto cercano a cero, y entre menor sea el ángulo de contacto, mejor será la capacidad de humectación y por consiguiente la capacidad de adhesión.<sup>(2)</sup>

Es de suma importancia, el conocer los tipos de adhesión que existen.

### **Adhesión Química**

La adhesión química, generalmente es conocida como el *cementado*, la cuál ha sido de gran batalla para la odontología.

Debido a que algunos cementos de hoy en día, no alcanzan a cumplir con las expectativas de adhesión, nos lleva a diseñar o preparar mejor nuestro diente a tratar, esto es creando una superficie de retención apta para la restauración.<sup>(11)</sup>

Existen enlaces, de un grupo llamado inter-atómicos, los cuales son de naturaleza química o electrostática, y derivan por fuerzas de valencia. La atracción inter-atómica se define como mutua atracción que existe entre los diversos átomos que mantienen la cohesión entre las moléculas y por lo

tanto cohesión de la materia, y entre este tipos de enlaces tenemos a:

- ❖ Enlace Iónico: atracción electrostática, con cargas de diferente polaridad, se da por transferencia de un electrón, o electrones de un átomo a otro.
- ❖ Enlace Covalente: los elementos comparten sus pares de valencias, este enlace es el característico de las resinas.
- ❖ Enlaces Metálicos: Aquí la capa de electrones o nube de electrones es removida, y deja un núcleo, actuando como un ion positivo, con una carga de atracción positiva.

Existen otro tipo de enlaces, los cuales son llamados secundarios, ya que son relativamente débiles; sin embargo, no por esto se les resta importancia química. A estas valencias secundarias se les denomina Enlaces Intermoleculares , o mejor conocidos como Fuerzas de Van der Waals, en las que se comprenden la interacción de dipolos inducidos y puente de hidrógeno.

El puente de hidrógeno, es el resultado de atracción del núcleo de hidrógeno expuesto a los electrones del oxígeno, no compartidos. La fuerzas de dispersión se producen por la ocurrencia de una polarización momentánea por movimiento de electrones, y la quelación, corresponde a una reacción química, que permite la adhesión.(2)

Por lo que los cementos siempre se tratan de aplicar en una o varias capas finas, por lo que tiene o suelen tener más fuerza adhesiva que cohesiva.(11)

### **Adhesión Mecánica:**

Otro tipo de adhesión, es el de traba mecánica, el cuál esta mal empleado el término. Aquí se explica los fenómenos de dificultad de desplazamiento o bien de retención entre dos componentes o estructuras.<sup>(2)</sup> Esta técnica de adhesión micromecánica, cambió apenas por la descripción de Buonocore, al aplicar ácido fosfórico al esmalte, creando microretenciones.<sup>(11)</sup>

### **Adhesión Combinada:**

Es aquella la que une a los dos tipos de adhesión; la química y la micromecánica. Ambas adhesiones, no son compatibles, pero sí se puede potenciar una a la otra.

La retención química depende directamente de la superficie totalmente, por lo tanto entre más grande sea la superficie, mayor podrá ser la fuerza de adhesión. Con la retención micromecánica, se puede decir que entre más profunda, mayor retención tendrá. Combinándolas, se potencian y se obtiene un mejor resultado.<sup>(11)</sup>

Cuando no existe una buena adhesión, surgen fracasos, tales como; la presencia de líquido entre el diente y la restauración, llamándole a este proceso: Percolación Marginal, y se define como el infiltrado de fluidos y microorganismos. Este proceso se da por el coeficiente de expansión térmica, cambios dimensionales y el proceso de endurecimiento del material en la cavidad.<sup>(2)</sup>

**CAPÍTULO**

**IV**

**GRABADO ÁCIDO  
DEL  
ESMALTE**

El desarrollo de la odontología adhesiva, ha tenido un gran avance, así como ventajas, entre las cuales destacan:

- ❖ ESTÉTICA
- ❖ CONSERVACIÓN DEL TEJIDO DENTAL
- ❖ REDUCCION DEL DAÑO O SENSIBILIDAD PULPAR

La utilización de los sistemas adhesivos se han incrementado últimamente, debido a la gran demanda de estética requerida por el paciente y por el propio profesional.

Esta odontología adhesiva cumple satisfactoriamente con algunos requerimientos para el operador, tales como:

- 1.- Proveen adhesión al esmalte y a dentina
- 2.- Durabilidad
- 3.- Prevención en el ingreso de bacterias( No percolación ni microfiltración )
- 4.- Fácil de usar.( 12 )

En 1983, se descubrieron agentes lesivos que funcionaban, bien aplicados sobre el esmalte grabado. El primero consistía en la utilización de ésteres de fosfato de BIS- GMA. Se supone que la unión del agente lesivo y el esmalte se daba gracias a la unión de fosfatos de calcio. Con exactitud aún no se conoce este mecanismo, pero en algunos estudios se observó, un aumento en la fuerza adhesiva del 86%, cuando se trataba de un esmalte grabado con agente adhesivo antes de cubrirlo con una resina de composite.

Para poder comprender el proceso de adhesión, es necesario analizar que sucede en el diente.

Al aplicar un ácido suave a la superficie de un diente, la superficie debido a las características morfológicas del esmalte, se vuelve más áspero y crea pequeñas depresiones. Como se sabe el esmalte se compone de haces de prismas o bastoncillos, que van irradiando en dirección centro-periferia, y a éstos prismas los rodea una sustancia interprismática, que funciona como mezcla.<sup>(11)</sup>

La resistencia incrementada por la adhesión de la resina acrílica al esmalte grabado, frente al No grabado, fue atribuida por Buonocore por varios factores:

- 1.- Un gran aumento en la superficie del esmalte disponible para la interacción con la resina como resultado del propio grabado.
- 2.- La exposición de la trama orgánica del esmalte, que entonces sirve de trama para la adhesión.
- 3.- Una remoción de la estructura adamantina superficial, inerte con exposición de una superficie reaccionante fresca.
- 4.- La presencia en el esmalte de una capa intensamente absorbida por grupos fosfato altamente polares, derivados del ácido.<sup>(5)</sup>

El acondicionamiento con ácido crea y aumenta la porosidad existente en el esmalte. La porosidad en que se verifican los cambios dependen del tipo de ácido y su concentración de éste.<sup>(6)</sup>

El esmalte adulto, siempre contiene prismas hexagonales de hidroxiapatita, también la dentina está compuesta por hidroxiapatita, ambos la contienen, solo que en menor cantidad la dentina, también varía la cantidad y calidad de hidroxiapatita en cada diente y en cada persona, así como la presencia de ciertos elementos como el flúor y factores genéticos.(4)

El grabado ácido, aumenta a una mayor profundidad en el esmalte, conforme se reduce la potencia del ácido fosfórico. El esmalte viejo totalmente inerte es eliminado, sí como el tegumento orgánico, por lo que es importante remover la placa dentobacteriana y otras excrecencias microscópicas.(6)

Los estudios realizados sobre el esmalte bovino y humano en 1974 por Silverstone, fueron decisivos para los fabricantes sobre la selección del ácido y su potencia recomendable para el sistema de resinas.

Silverstone probó el ácido a una concentración de 20,30, 40, 50, 60, y 70%, a tiempos de exposición variados, entre 1 y 15 min. Observó 2 tipos de ataque al esmalte por el ácido. Cuadro 1

- a) Pérdida del contorno superficial
- b) Creación de una región porosa subsuperficial

Consideró que la región subsuperficial porosa, es la clave de la retención de las resinas, concluyó que una solución de ácido grabador fosfórico al 30% era el más eficaz.(5)

Profundidad del Efecto Ácido en Esmalte Grabado por 60 "						
Con ácido Fosfórico Varias concentraciones						
	Concentraciones de ácido fosfórico					
	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Profundidad de grabado (micrones )	14	10	9	7	2	2
Profundidad de cambio histológico ( micrones )	20	20	15	12	4	2
Profundidad total del esmalte afectado ( micrones )	34	30	24	19	6	2

Cuadro 1

Un efecto antagónico al utilizar altas concentraciones de ácido fosfórico por encima del 40%, ocasiona una gran disolución superficial, con formación abundante de fosfatos de calcio ( reaccionando la hidroxiapatita con el ácido fosfórico ). Estos fosfatos contaminando y cerrando los microporos recién formados, además de hacer más difícil la remoción de esta capa contaminante.(2)

Una concentración de 30 % de ácido fosfórico, produce una pérdida de 10 micrones de contorno y 20 micrones de profundidad. Cuánto más débil sea el ácido, mayor es el grado de ionización conducente a una mayor difusión del tejido.(5)

El grabado ácido se produce a un ph muy bajo (0,2), durante un tiempo de aplicación corto, comprendido entre 30 seg. y 2 min. Con duración media de 60 seg., lo que determina los efectos favorables, ya que elimina una capa superficial de 3 a 5<sub>um</sub>. La capa subyacente presenta una estructura heterogénea porosa, y dentillada después del ataque inicial, por parte del ácido, el cuál destruye su centro.(10)

Algunos de los múltiples problemas con los que se enfrenta, el profesional para lograr la adhesión al tejido dentario:

- 1.- Un medio oral permanentemente húmedo, por la presencia de saliva fluida serosa y muy visco-mucosa, la cuál baña constantemente los dientes.
- 2.- La composición heterogénea del tejido dentario, particularmente sobre dentina y cemento.
- 3.- Cambios constantes en la temperatura oral.
- 4.- Cambios del pH en el medio oral.
- 5.- Fuerzas aplicadas.

Cuando erupciona el diente posee una cutícula, que con el tiempo va desapareciendo por abrasión o por la propia masticación, y la nueva película formada ahora es de saliva y proteínas, la cuál ayuda a la formación de placa dentobacteriana.

La presencia de ésta película contaminada, hacen que el esmalte sea poco reactivo y baja la energía, por lo tanto es poco apto para la adhesión. Hasta no modificar esta situación, no habrá la posibilidad de lograr una unión por medio de la adhesión.

Silverstone y colaboradores clasifican de la siguiente manera el efecto del grabado ácido, en la estructura del esmalte en tres tipos diferentes, siendo el más frecuente el tipo I. (2).

TIPO I	TIPO II	TIPO III
El efecto desmineralizador con remoción de sales calcio, se efectúa en el centro de cada prisma, dejando la periferia intacta.	El efecto del ácido, tiene predilección en los contornos del prisma adamantino.	Es un efecto combinado de los tipo I y II.

Otros autores describen a los tipos de grabado de la siguiente manera: (10)

TIPO I	TIPO II	TIPO III
Es llamado nido de abejas, por que corresponde a la destrucción del esmalte intraprisimático.	Este tipo es menos frecuente, y se determina por la destrucción de las zonas Interprismáticas, el núcleo queda inerte.	La coexistencia de los dos tipos. Hay ausencia de la fusión uniforme de los cristales.

Este autor describe el grabado de diferente manera pero muy similar al anterior: (5)

TIPO I	TIPO II	TIPO III
Eliminación del núcleo de los prismas del esmalte, quedando en pie la periferia de los prismas. " abertura de cráteres "	Los prismas quedan relativamente intactos en su núcleo y las periferias son eliminadas " bosque de árboles " vista por arriba	Se ven entremezclados ambos tipos.

Clinicamente el esmalte queda de un aspecto blanco escarchado, y existen variaciones según edad, y zona del diente, siendo el relieve menor en individuos jóvenes y más en zonas cervicales debido a la presencia de estructura orgánica.

Cabe mencionar que existe otro tipo de clasificación sobre el grabado del esmalte, esta clasificación abarca cuatro tipos de grabado.( 11 ), según el autor.

**TIPO I:**

- Se produce cuando el prisma ofrece menor resistencia al ácido que el esmalte interprismático.
- Presenta una serie de " agujeros " o poros, relativamente simétricos en el esmalte, que llegan a tener 20<sub>um</sub> de profundidad. El ancho de los cráteres de este grabado tienen aproximadamente 5 micras.

**TIPO II:**

- El grabado se produce cuando la sustancia interprismática se erosionan más que los prismas del esmalte.
- Tiene un aspecto de copa de árboles vistos desde la altura. Las invaginaciones que se graban en el esmalte son más estrechas que los de tipo I.

**TIPO III:**

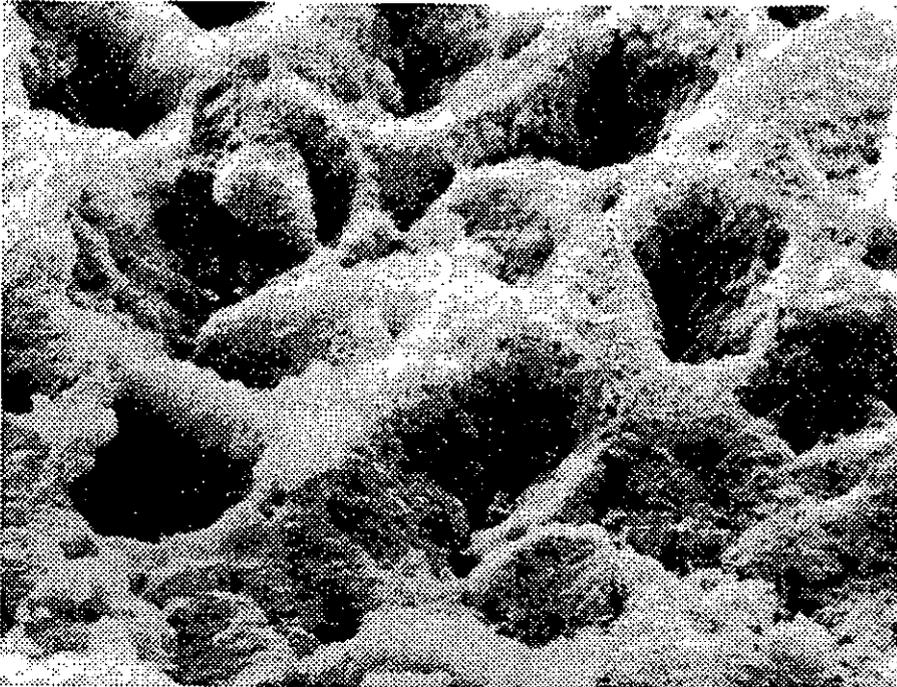
- Se presenta cuando el I y II se combinan en zonas adyacentes del mismo diente, o incluso en prismas adyacentes y este tipo de grabado No presenta Retención Mecánica, mientras que solos si la presentan.
- No hay distinción de los bastoncillos , ya que el esmalte consiste en una masa homogénea y no en una clásica estructura de bastoncillos y esmalte interprismático.

**TIPO IV:**

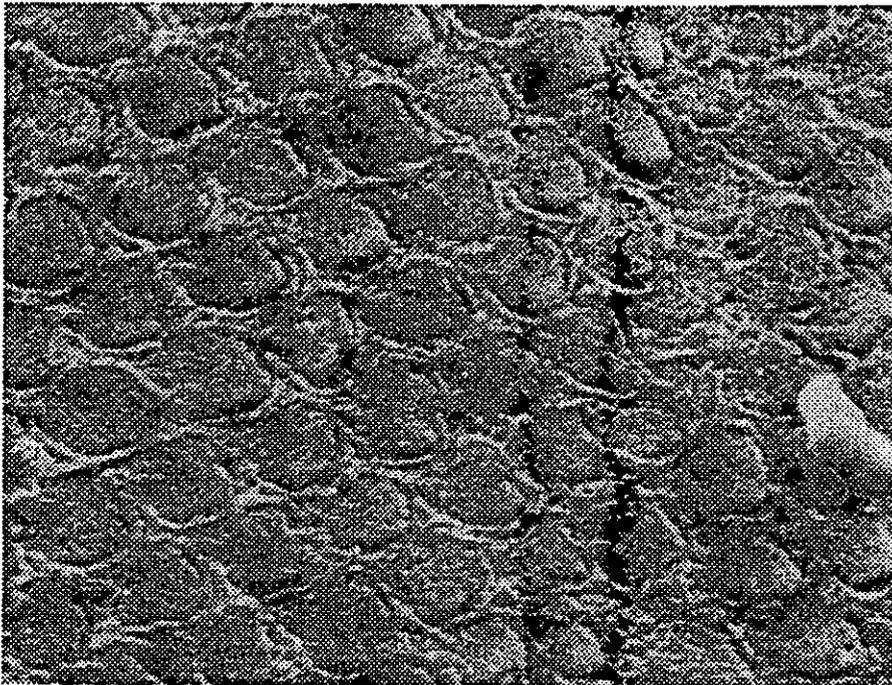
- Es una franca combinación de los tipos I y II.
- Muestran una irregularidad de la superficie del esmalte.

Se agregan imágenes de los tipos de grabado.

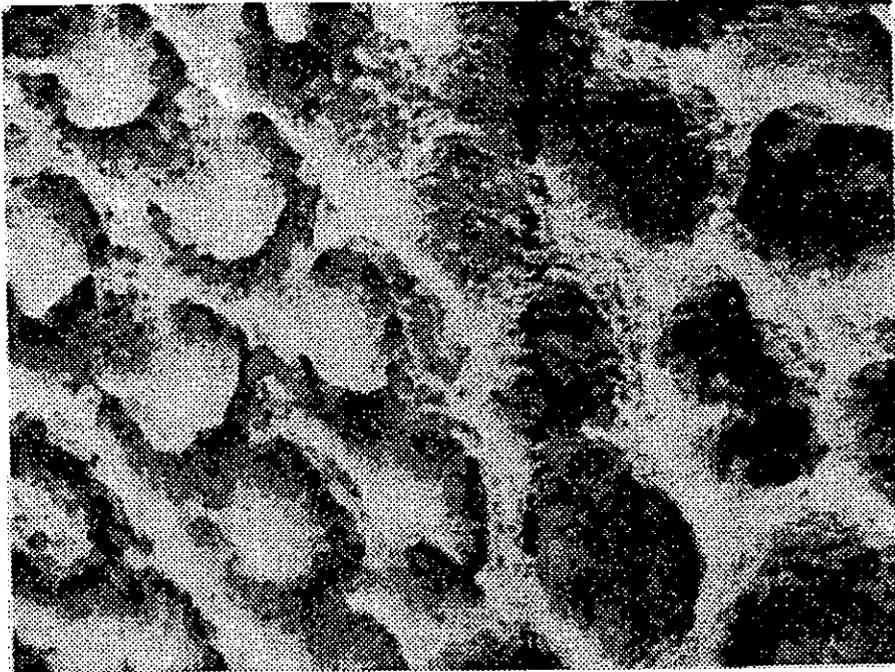
Imágenes histológicas de los tipos de grabado ácido



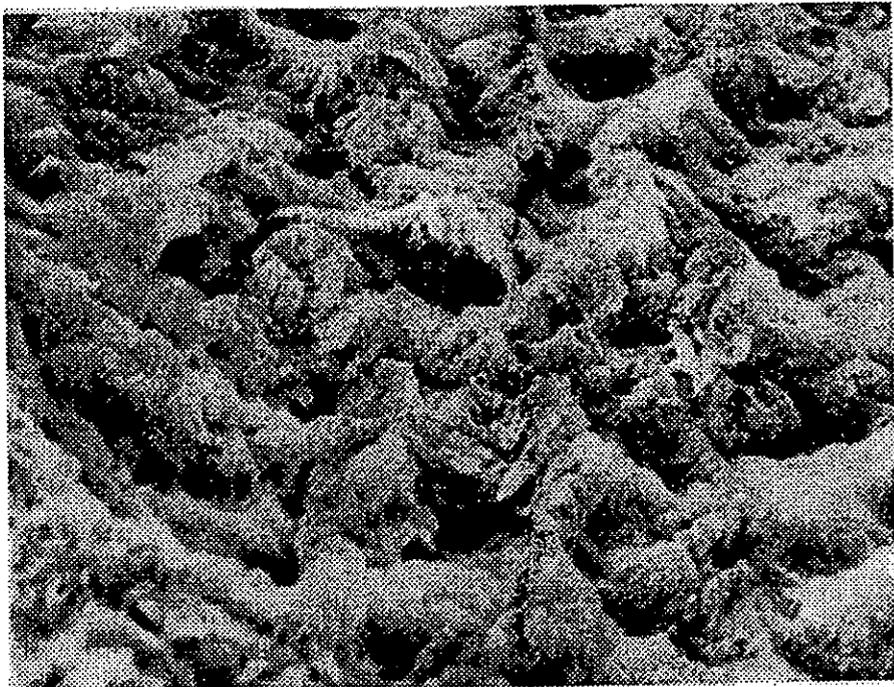
Tipo I



Tipo II



Tipo III



Tipo IV

En el grabado tipo III, se menciona, que los dientes de la primera dentición, presentan este tipo de grabado debido a que presentan en la capa externa un estrato de esmalte homogéneo, por esto, al aplicar ácido, lo que se consigue únicamente es reducir el esmalte, por lo tanto la retención es mínima o casi nula.

Para que verdaderamente se obtenga este resultado del grabado del esmalte se debe de realizar los siguientes pasos:

- Se elimina la superficie del esmalte, con polvo o pasta pómez, combinando con agua, no se recomienda el uso de pastas de profilaxis, debido a que tienen compuestos no compatibles con el agua.
- Colocar el ácido grabador encima de la superficie del esmalte con bolitas de algodón, durante 60".
- La superficie grabada debe de limpiarse con agua por lo menos durante 15".
- Secar la superficie, cuidando que el aire no esté contaminado, ya sea con agua o aceite.
- El grabado aumenta la energía superficial libre del esmalte, y esto aumenta su humectabilidad, es decir, no contaminar, ya que perdería el grabado y por lo tanto no existiría una buena adhesión.
- El esmalte grabado, tiene una apariencia característica de un blanco deslustrado.

A manera de recordatorio este último punto, se mencionan los pasos a seguir:

Limpiar, Grabar, Lavar con agua, Secar, Colocar el ADHESIVO.

Algo muy importante que cabe señalar, es que los dientes con un alto contenido de flúor, no resisten el grabado. (7)

El ácido fosfórico se encuentra comercialmente para grabar, en varias concentraciones variando del 35 a 50%. Se puede utilizar en forma de gel o líquido, sin embargo si se utiliza en forma líquida, se tiene que aplicar diferente; ya que se tiene que remover continuamente sobre la superficie, sin hacer presión, ya que podría perder fuerza para adherirse.

Para tener un mayor conocimiento sobre los efectos del ácido sobre el esmalte; se revisaron algunos artículos realizados anteriormente, entre los que varían en la utilización de diferentes ácidos. Algunos se dedicaron a estudiar la retención del material de restauración al esmalte grabado, y otros al propio efecto que tiene el ácido sobre el esmalte.

La técnica del grabado del esmalte, da un resultado permanente, ya que se pierde parte de éste. Los ácidos utilizados en este estudio fueron el fosfórico y el maleico, varió la duración del grabado.

El resultado de estos estudios, fue que el ácido con mayor éxito es el fosfórico, ya que removió significativamente más esmalte que el ácido maleico, sin embargo, ambos ácidos tienen un efecto similar en el esmalte, esto es producen microretenciones, solo que el ácido maleico es un poco "menos efectivo" (13)

Otro estudio se abocó a la investigación de los efectos que tiene la saliva como contaminante en la técnica del grabado ácido, utilizando el ácido en forma de gel y en líquido. Se grabaron los dientes, se lavaron y se secaron, y a algunos dientes se les contaminó con saliva, lo que dio un resultado menos eficiente que si no se contamina el esmalte.

El resultado obtenido de un esmalte grabado, pero contaminado es deficiente, ya que el efecto que tiene el ácido sobre el esmalte es menor, debido a que la saliva interviene para la efectividad del ácido, y en la disminución de la tensión superficial, por lo que no se logra el efecto deseado. Se tiene que volver a regrabar para obtener el efecto deseado sobre el esmalte, y así obtener mejor retención del material restaurador . ( 14 )

Otro estudio realizado fue el que se llevó a cabo sobre dientes extraídos, principalmente molares, todos humanos. Se colocaron en solución salina, y se les realizaron preparaciones, para colocarles restauraciones y principalmente estudiar el ángulo de contacto. Las soluciones de diferentes sistemas adhesivos reúnen a: ácido Fosfórico al 37%, ácido Cítrico al 4.3.%, solución de sales de aluminio al 2.6% y ácido Maleico al 10%.

El efecto producido por estos ácidos sobre el esmalte fue observado en microscopio electrónico, este análisis reveló que; se elimina la superficie del esmalte con ácido fosfórico, y específicamente elimina las " cabezas " de los prismas del esmalte. Tanto el ácido maleico como el fosfórico remueven la periferia y remueven los cristales de apatita de los prismas, y también toman en cuenta los patrones descritos por Silverstone.( 15 )

Los efectos del tiempo de grabado, la fuerza de adhesión y la solución grabadora relacionados con la morfología del esmalte se evaluaron. Principalmente se evaluó la fuerza de tensión del Bond hacia la superficie del esmalte. Sin embargo no fue significativa la fuerza de tensión, ya que la viscosidad del ácido utilizado fue diferente; un ácido espeso, un gel delgado y un ácido en forma de líquido.

Microscópicamente revelaron que el gel delgado y el ácido en forma líquida, producían un patrón de grabado similar, mientras que el gel espeso era diferente. (16)

Durante un estudio piloto, se trató de determinar la variedad de concentración del ácido láctico en los efectos de grabado del esmalte, así como de la dentina. Las micrografías demostraron que el ácido láctico, removi6 al igual que otros grabadores al esmalte. Una concentración de 20% del ácido láctico, se aplic6 durante 10 seg. Aunque la desmineralización del esmalte con este ácido es mínimo, para la dentina es necesario una concentración del 30%, para proveer un " grabado en los t6bulos dentinarios. (17)

Sobre los sistemas de adhesi6n " Bonding ", se realiz6 un estudio in vitro, y su prop6sito fue comparar la fuerza de adhesi6n lograda despu6s de un grabado del esmalte, esto con 4 acondicionadores, tales como; ácido maleico, cítrico, oxílico, nítrico, adem6s del fosf6rico. Para este estudio se utilizaron 12 dientes de borregos, divididos en 9 grupos, procediendo a grabar y a adherir las resinas composites, siguiendo las instrucciones del fabricante. Todos los composites se mantuvieron a una temperatura de 21°C., a una humedad de 60%. Los resultados demostraron que el ácido fosf6rico, tiene una mayor penetraci6n en los prismas del esmalte, por lo que la mayoría de los fabricantes lo utilizan en los estuches de los composites. (18)

La restauración con materiales adhesivos, crean una superficie en el esmalte de " microdureza " , con la técnica de grabado ácido, por lo que la pérdida del esmalte, lograda con la utilización del ácido fosfórico al 37% en gel, puede de alguna forma " dañar " al esmalte, ya que lo deja desmineralizado, además se tratan de observar como es que quedan las indentaciones del esmalte listo para recibir al adhesivo. ( 19 )

La penetración de los agentes grabadores y la influencia que tienen en las fisuras, fue otro estudio realizado, en el que se designó; la habilidad confiable y comercial del laboratorio para lograr la penetración del ácido sobre las fisuras, la adición del surfactante en la penetración del grabado así como el ángulo de contacto del esmalte. El surfactante contenido ayuda a obtener un patrón retentivo sobre el esmalte, lo que ayuda al mejoramiento del acondicionamiento del esmalte.( 20 )

Todos los estudios realizados sobre la técnica de grabado ácido, tratan de comparar si existe otro ácido que mejore las condiciones del esmalte, para poder recibir el material adhesivo, ya que es de gran importancia para la odontología adhesiva el mejoramiento de las técnicas y resultados y aún más el perfeccionamiento de las restauraciones estéticas, logrando con esto mejores restauraciones y satisfacción profesional y del paciente.

# **CAPÍTULO**

**V**

## **Estudio Comparativo MATERIALES Y MÉTODOS**

El propósito de este estudio, es el saber si existe alguna diferencia del grabado ácido del esmalte, si éste se encuentra tallado o no tallado.

Histológicamente, el esmalte está compuesto por prismas, y éstos a su vez están formados por cristales de hidroxapatita. Estos prismas tienen su origen en la línea amelodentinaria, y desde ahí prosiguen con su curso sinuoso hacia la periferia; es decir hacia la cúspide o bordes incisales, por lo que se dice que las cabezas de los prismas están en esta zona y las " colas " se encuentran en la línea amelodentinaria.

Es bien sabido que existen 3 tipos de grabado en el esmalte, o por lo menos son los más comunes, consistiendo en el ataque ácido al núcleo de los prismas tipo I, el ataque a la sustancia interprismática tipo II y el tipo III donde es una combinación franca entre los tipos I y II.

Según el patrón de grabado del esmalte, se observa que parte de la estructura de éste se encuentra afectada por el ácido. Al grabar se remueve la capa superficial del esmalte o bien se remueve el esmalte viejo. Al remover el esmalte con el ácido, este queda acondicionado, listo para recibir el adhesivo.

Cuando se coloca el ácido sobre la superficie del esmalte, éste pierde por si solo parte de su estructura, sin embargo si se remueve mecánicamente por medio del desgaste, también se pierde parte de su estructura, la cual es ahora removida por medios mecánicos y no por medios químicos. Se infiere que al combinar ambas técnicas se aumenta la adhesión por la retención obtenida en el esmalte al ser grabado y desgastado.

La suposición que al ser removida la superficie del esmalte mecánicamente al realizar el corte, quedan expuestos los prismas en su cuerpo, además de no solo cortar a los prismas, si no también la sustancia interprismática, se supone que el desgaste es “ parejo ” en toda la superficie del esmalte, además que con el desgaste se remueve toda la tensión superficial que existe con el medio oral y el esmalte viejo.

Desde otro punto de vista, el esmalte propiamente su superficie no es totalmente liso, debido a que la estructura de los prismas no es regular, por lo que con el grabado del ácido tiende a grabar a una o a otra estructura del esmalte, y por consiguiente crea la retención en éste.

La hipótesis, consta referido a lo anterior, que un esmalte limpio y con un mínimo de desgaste se graba mejor, ya que al exponer más la superficie “ irregular del esmalte ”, se dejan zonas más amplias para acondicionarlo, y se obtiene un mejor grabado en cuanto extensión, como en profundidad, dando mejores condiciones para una excelente adhesión.

El objetivo es determinar, si el grabado de un esmalte tallado o sin tallar proporciona mejores condiciones para la adhesión.

## **Materiales y Métodos**

Para la realización de este estudio se necesitaron los siguientes materiales:

- \* Dientes extraídos
- \* Pasta profiláctica
- \*Ácido grabador
- \* Microscopio Estereoscópico
- \*Piezas de alta y baja velocidad
- \* Cepillos de profilaxis
- \* Aplicador del ácido
- \* Contrángulo

Se utilizaron 10 dientes permanentes humanos extraídos , manteniéndolos en suero fisiológico. La variación entre estos dientes, fue que eran desde caninos, siendo éstos 2, 6 centrales y 2 premolares. No se utilizaron molares debido a que este estudio se enfoca a la estética, por lo que no son tan importantes para ésta.

También se ubicó y trató con dientes libres de restauraciones en la cara vestibular así como mínima o nula presencia de caries y con la mayor cantidad de tejido en la corona.

La pasta que se utilizó para realizar la limpieza de los dientes, fue la pasta profiláctica de Oral B brain gruesa. La cuál es libre de contenidos de flúor, esto para evitar la reacción de este ion con los iones libres de hidroxiapatita y con ésta combinación haya fracaso del grabado con el ácido.

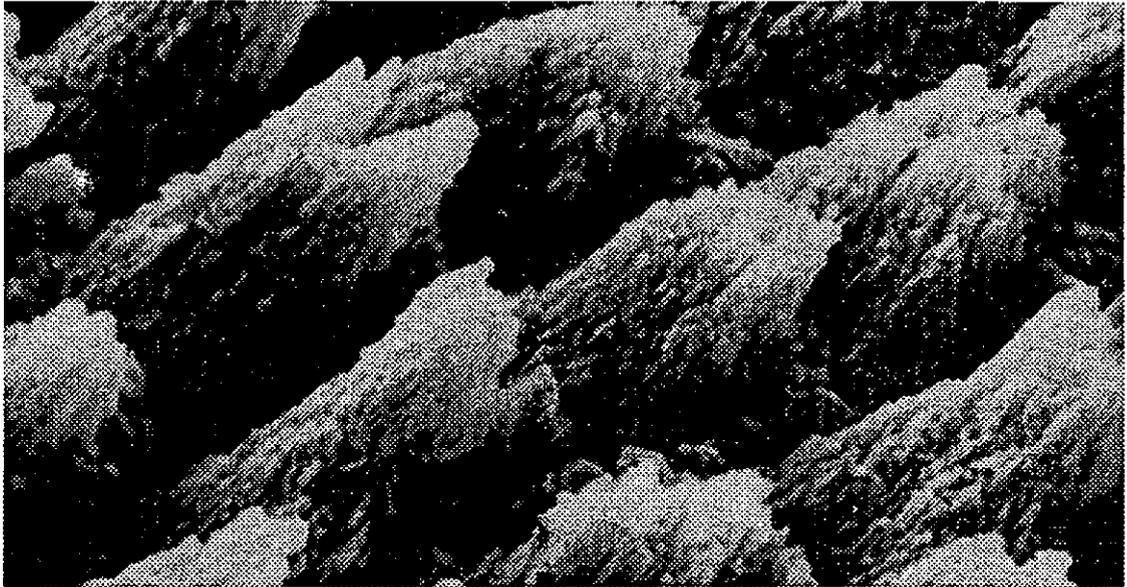
Las piezas de alta y baja velocidad, se mantuvieron libres de contener algún resto de aceite por el mantenimiento de las mismas. La fresa utilizada para el desgaste fue una fresa nueva de diamante de grano fino.

El ácido grabador que se usó, fue el de la casa IVOCLAR VIVADENT a una concentración del 37 %.

El microscopio utilizado en esta investigación; fue el microscopio estereoscópico ( 21 ). El cuál funciona al igual que un microscopio óptico que comúnmente se utiliza. Este microscopio consta de un objetivo, y en el interior del microscopio se encuentra un lente; del cual no se sabe la graduación, y va adaptado a una cámara fija al microscopio.

También tiene integrado un regulador de intensidad de la luz que ilumina a los objetos vistos al microscopio, la luz se orienta por medio de dos brazos móviles, los cuales tienen integrados un foco cada uno. Para observar en el microscopio, se puede ajustar por los oculares o lentes propios del microscopio, o bien enfocar por medio del lente integrado a la cámara. Para disparar la foto, la cámara tiene un aditamento que va desde la cámara hacia abajo y éste es móvil.

La ventaja de este microscopio, es el poder observar objetos o especímenes " grandes ", pero solo en su superficie. Para lograr una imagen histológica es necesario primero realizar un corte y posteriormente fijarlo para poder observarlo. Una opción para lograr ver el efecto del grabado del esmalte en su superficie en un plano horizontal, es necesario un microscopio de barrido electrónico. ( SEM ).



Superficie del esmalte grabada con ácido fosfórico al 35% durante 4 seg.  
Visto en el sistema SEM.

### **Procedimientos:**

Para iniciar el estudio primero se realizó una profilaxis a los dientes, posteriormente se realizó un mínimo desgaste en la mitad de la cara vestibular del diente. Para no confundirse sobre que mitad de la corona se realiza el desgaste, se determinó colocar al diente con la corona en una posición hacia abajo ( caudal ), y la raíz en posición hacia arriba ( cefálica ), ya teniendo esta posición, se desgastó la mitad izquierda, dejando a la mitad derecha intacta.

El desgaste se realizó con alta velocidad y con la presencia de agua, sin realizar guías de profundidad, ya que el desgaste sólo es para eliminar la capa superficial del esmalte, y en todo caso podría eliminarse 1<sub>mm</sub> de esmalte como máximo. Este desgaste de un milímetro es el óptimo que corresponde para realizar la preparación de carillas de porcelana.

Después de haber realizado el desgaste a los dientes, se tomó un diente para tenerlo como testigo, y ser observado al microscopio. Los 9 dientes restantes se dividieron en dos grupos; uno de 4 dientes, y otro de 5 dientes. Al grupo de 5 dientes, se les volvió a realizar una profilaxis y posteriormente se les grabó. El grupo de 4 dientes solo se les grabó inmediatamente después de realizarles el desgaste.

El tiempo que duró el grabado fue de 60", el ácido se colocó en toda la superficie de la cara vestibular, no importando si estaba o no desgastada. Cuando se concluyó el tiempo de grabado, se procedió a lavar con agua abundante y a secar con aire a presión, tratando que éste fuera limpio de impurezas ( aceite ).

El paso siguiente fue llevarlos al microscopio, primero se observó el diente testigo, luego a él grupo de 5 dientes y posteriormente al grupo de 4. Todos se observaron a un aumento de 10x , y con un tiempo de exposición para la cámara de 3seg. Fue un poco difícil el lograr una nitidez del esmalte, ya que la propia estructura de éste lo impide.

## **Resultados:**

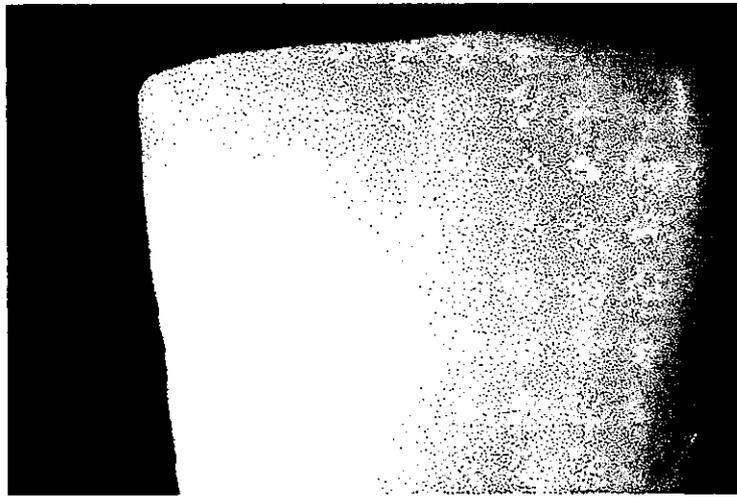
El diente testigo, daba una apariencia como si estuviera " rayado ", en la parte desgastada, mientras que la superficie no tallado se veía bien, es decir sin ningún defecto.

Clínicamente, entre los dientes a los que se les volvió a realizar la profilaxis y a los que no, no presentaron ninguna diferencia.

Se encontró un mayor grabado en los dientes que se volvieron a limpiar y específicamente en la mitad desgastada, debido a que se notaba una mínima diferencia en la tonalidad del blanco deslustrado. La mitad no tallada también se grabó solo que con un " menor " efecto, y se notó una menor tonalidad con respecto a la superficie desgastada.

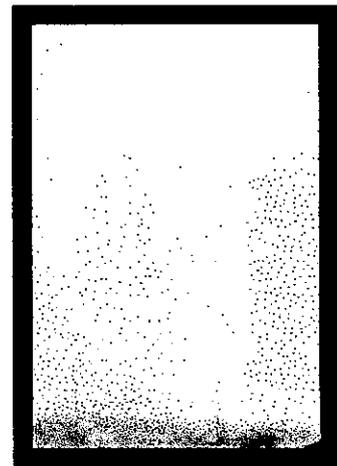
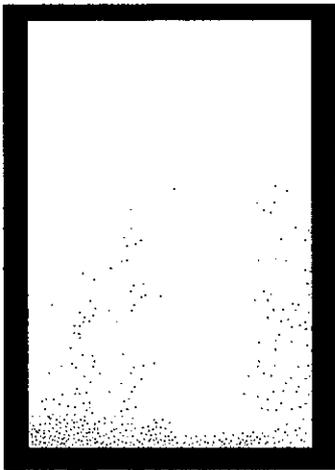
A él grupo que no se les volvió a realizar la profilaxis, también se grabaron, pero se halló una mínima diferencia entre las superficies, ya que la superficie desgastada presentó mejor o " mayor " grabado, que la superficie no desgastada.

Con estos resultados, se infirió que, al realizar el desgaste se remueve el esmalte, pero también que si se vuelve a realizar una profilaxis, se graba mejor, ya que se elimina la poca tensión existente por medio de la pasta y sus contenidos abrasivos, por lo que da una superficie más " limpia " de impurezas obteniendo un mejor grabado.



**Esmalte tallado sin grabar**

**Imágenes de esmalte grabado**



Después del estudio realizado se concluye que:

- \* Es necesario realizar una profilaxis al esmalte antes de grabarlo para lograr un excelente acondicionamiento, o mejor grabado de éste y por consiguiente una mejor adhesión.
  
- \* Se obtendrán mejores microretenciones al grabar el esmalte, cuando a éste se le pueda realizar un mínimo desgaste entre 1 o 2<sub>u</sub> ( como mínimo ). Se habla de éste desgaste mínimo cuando NO se sugiere un tipo de preparación, o bien para la colocación de carillas en las que según el operador decida o no desgastar al diente.
  
- \* Antes de grabar al esmalte, es necesario mantenerlo libre de excedentes de agua o bien de restos de la pasta profiláctica para evitar el " taponamiento " de los prismas, y con éste obtener un deficiente grabado.
  
- \* Algo importante y que no se debe de olvidar, es el seguir las instrucciones del fabricante para el grabado del esmalte, ya que si se disminuye o se excede el tiempo de grabado se puede alterar la calidad de éste.

\* Para finalizar con estas conclusiones, cabe mencionar que si se emplea un desgaste del esmalte, seguido de una profilaxis aumentará la retención de la restauración, debido a que se deja más expuesta la superficie del esmalte y con esto se consigue el éxito del grabado y finalmente de la adhesión, logrando un mejor resultado y avance en la odontología adhesiva y la estética, que fue lo que nos llevó al desarrollo de éste estudio.

# BIBLIOGRAFÍA Y HEMEROGRAFÍA

- ( 1 ) MEZZOMO/et al. Elio  
Rehabilitación Oral para el Clínico  
Ed. Santos 1ª Edición 1997, Caracas Venezuela. pags.561.
- ( 2 ) GUZMAN Baéz, Humberto José  
Materiales Odontológicos de uso Clínico  
Ed. Cat. 1ª Edición 1990 ,Colombia. pags. 284.
- ( 3 ) Enciclopedia Metódica Larousse Tomo 6  
Ed. Larousse. 3era edición, México 1990. pags. 2182.
- ( 4 ) IBSEN, Robert L. Kris Neville  
Odontología Restauradora Adhesiva  
Ed. Panamericana 1ª Edición 1997, Argentina. pags 229.
- ( 5 ) SIMONSEN Richard. THOMPSON, Van. BARRACK Gerald.  
Técnica de Grabado ácido en Prótesis de puentes .“ Puente de Marylan”  
Ed. Panamericana 1ª Edición 1990, Argentina. pags. 167.
- ( 6 ) REISBICK M.H.  
Materiales Dentales en Odontología Clínica  
Ed. El Manual Moderno 1ª Edición 1985, México. pags. 338
- ( 7 ) COMBE E.C.  
Materiales Dentales  
Ed. Labor 1ª. Edición 1990, España. Pags. 378.
- ( 8 ) CORMACK David H.  
Fundamentos de Histología  
Ed. Harla 1ª Edición 1986 México. pags. 549.
- ( 9 ) BHASKAR S.N.  
Histología y Embriología Bucal de ORBAN  
Ed. Prado 11ª Edición 1991, México. pags. 470.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- ( 10 ) ROTH F.  
Los Composites  
Ed. Masson 1ª Edición 1994, Barcelona. Pags. 244.
- ( 11 ) FREEDMAN George A., Mc. Laughlin Gerald L.  
Atlas a color de Facetas de Porcelana  
Ed. Espaxs publicaciones médicas 1ª Edición 1991, Barcelona.
- ( 12 ) NOORT Richard Van.  
Introduction to Dental Materials  
Ed. Mosby 1994. Spain. Pags. 236.
- ( 13 ) R.J.Hermesen, M.M.A. Vrijhoef. Loss of enamel due to etching with phosphoric or maleic acid.  
Dent Mater 9:332-336, September, 1983.
- ( 14 ) J.A.O'Brien III, D.H. Retief, E.L. Bradley, F.R. Denys. Effects of saliva contamination and phosphoric acid composition on bond strength.  
Dent Mater 1987: 3:296-302.
- ( 15 ) Franchi Marco / Breschi Lorenzo. Effects of acid-etching solutions on human enamel and dentin.  
Quintessence Int 1995; 26:431-435.
- ( 16 ) C.J. Guba, M.A. Cochran, M.L.Swartz. The effects of varied etching time and etching solution viscosity on bond strength and enamel morphology.  
Oper Dent. 1994; 19:4,146-153.
- ( 17 ) Mohammed F. Ayad, BDS, MSD, Stephen F. Rosenstiel, BDS, MSD, and Ali M. Farag, BDS,MSD, PhD.  
The journal Prosthetic Dentistry 1996; September 76:3:254-259.
- ( 18 ) P.E. Reifes, M.A. Cochran, B.K. Moore. An in vitro shear bond strength study of enamel/dentin bonding systems on enamel.  
Oper Dent.1995 Sep-Oct.: 20:5: 174-179.

( 19 ) K. Collys, D. Slop, R. Cleymaet, D.Coomans,Y,Michotte. Load dependency and reability of microhardness measurements on acid-etched enamel surfaces.

Dent Mater 8:332-335, September, 1992.

( 20 ) Peter Bottenberg, Hnas-Geor Gräber, Friedrich Lampert. Penetration of etching agents and its influence on sealer penetration into fissures in vitro.

Dent Mater 12:96-102, March, 1996.

( 21 ) Dr. HERNÁNDEZ Guerrero, Juan Carlos

Jefe del Departamento de Inmunología

División de Estudios Posgrado y de Investigación de la  
Facultad de Odontología, UNAM.