



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

INNOVACIONES EN LA APLICACIÓN DE LOS  
SELLADORES DE FISURAS

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A

GABRIELA RAMIREZ ELIZALDE

DIRECTOR MTRO FERNANDO TAKIGUCHI ÁLVAREZ



MÉXICO

2002



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.

*Para Alan  
mi corazón chiquito*

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

<b>A. Caries dental</b>	<b>1</b>
1. Concepto de caries dental	1
2. Etiología de la caries dental	1
2.1. Factores secundarios de la caries	2
3. Epidemiología de la caries	3
3.1. Caries en dientes temporales	4
3.2. Caries en dentición mixta	5
3.3. Caries en dentición permanente en jóvenes	5
4. Características Clínicas	5
<b>B. Histopatología de la Caries</b>	<b>6</b>
1. Progresión de la caries de fosetas y fisuras	6
2. Microbiología de la caries en el esmalte.	7
3. Microbiología de la caries en dentina	8
<b>C. Estructura del diente</b>	<b>8</b>
1. Estructura del esmalte	9
2. Estructura de la dentina	10
3. Morfología de las superficies con fisuras	11
3.1. Fisuras superficiales	12
3.1.1. Fisuras en U	12
3.2. Fisuras profundas	12
3.2.1. Fisuras en forma de IK	13
3.2.2. Fisuras en forma de Y invertida	13

D. Sistemas de Adhesión	14
1. Grabado ácido	14
2. Adhesión al esmalte	16
E. Selladores de fisuras	21
1. Marco histórico de los selladores de fisuras	21
2. Características de los selladores de fisuras	22
2.1. Composición de los selladores	24
2.1.1 Selladores de Tecnología Avanzada	24
2.1.1.1. Selladores que liberan fluoruro	26
2.1.1.2. Selladores fotosensibles	26
2.1.2. Composites fluidos	27
2.1.3. Ionómero de vidrio	29
2.2. Indicaciones y contraindicaciones en el uso de selladores de fisuras	32
2.3. Clasificación de los selladores	34
3 Opciones de tratamiento para la colocación de selladores de fisuras	35
3.1. Procedimientos no invasivos	35
3.1.1. Barniz fluorado	35
3.1.2. Adhesivos	36
3.1.3. Selladores de fisuras	38
3.1.4. Selladores de tecnología avanzada	39
3.2. Procedimientos invasivos	40
3.2.1. Restauraciones preventivas con resina	41
3.2.2. Restauraciones preventivas de resina con ionómero de vidrio	

3.2.3 Restauraciones preventivas con ionómero de vidrio	42
3.2.4 Restauraciones preventivas de sellador con amalgama	42
3.2.5 Restauraciones preventivas de composites fluidos	42

F. Conclusiones	44
-----------------	----

## BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la realización de esta tesina es retomar la importancia del uso de los Selladores de Fisuras, durante muchos años, importantes investigadores se han tomado la tarea de buscar técnicas que faciliten la práctica odontológica con un especial interés en el área preventiva ya que es considerada la llave del éxito en los tratamientos dentales. Debido a todos estos esfuerzos es un requisito en la práctica de hoy en día, ir siempre a la vanguardia en el uso y aplicación de la gama de materiales que están a nuestro alcance y que nos ofrecen la oportunidad de llevar a cabo tratamientos cada vez más conservadores con materiales de fácil manipulación y de excelente calidad.

En nuestro caso se exponen las características de la nueva tecnología en Selladores de Fisuras, que hace apenas un par de años no se pensaba todavía en las ventajas que estos materiales nos ofrecerían para facilitar nuestro trabajo con resultados favorables.

Posiblemente en varias ocasiones el clínico considere tratamientos como otra opción al uso de Selladores de Fisuras por lo que también se han tomado en cuenta materiales que de alguna forma junto con los selladores mejorarían los resultados e inclusive podrían hasta sustituirlos, con resultados igualmente valiosos.

Por estos motivos es necesario actualizar nuestros conocimientos ir a la par de la tecnología que siempre avanza de forma acelerada pero que en su mayoría proporciona información en nuestro beneficio y de nuestros pacientes.

## A. Caries dental

### 1. Concepto de caries dental

La caries dental es "la destrucción localizada de los tejidos duros del diente por la acción bacteriana".<sup>1</sup> Algunos otros autores la definen como "la descomposición molecular de los tejidos duros del diente que involucra un proceso histoquímico y bacteriano, el cual termina con descalcificación y disolución progresiva de los materiales inorgánicos y desintegración de su matriz orgánica".<sup>2</sup>

El desarrollo de la caries comienza con pequeñas áreas de desmineralización en la superficie del esmalte, avanzando progresivamente hacia la dentina hasta llegar a la pulpa, la desmineralización es causada principalmente por ácido láctico el cual se produce por la fermentación de carbohidratos de la dieta en conjunción con microorganismos bucales los cuales remueven los iones de calcio y fósforo causando la disolución del esmalte. En un inicio las lesiones son consideradas reversibles y de fácil remineralización gracias a la presencia de fluoruros.

En realidad es considerada una de las principales enfermedades infecciosas a nivel mundial.<sup>3</sup>

### 2. Etiología de la caries dental

La caries dental es una enfermedad multifactorial donde interactúan el huésped, las bacterias, la dieta y el tiempo. En innumerables estudios se ha

<sup>1</sup> Marsh P, Martin M. En Seif p. 44

<sup>2</sup> Seif R, Tomas J. Carología, Prevención, Diagnóstico y Tratamiento contemporáneo de la caries dental, 1<sup>er</sup> ed. Ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A. Venezuela, 1997, p. 44

<sup>3</sup> Ib. p. 44

podido comprobar que la placa bacteriana también es imprescindible para la iniciación de la caries dental, el grado de cariogenicidad dependerá de otros factores como son: la localización específica en el diente de microorganismos como es en la superficie oclusal donde se encuentran las fisuras y fosetas ya que estas son de difícil acceso para su autolimpieza, la producción de ácidos que pueden ser capaces de disolver las sales cálcicas del diente así como la consistencia de la placa que retiene los compuestos que la forman <sup>4</sup>

## 2.1. Factores secundarios de la caries

En realidad un factor importante es la anatomía dental, los dientes permanentes son más susceptibles a padecerla sobre todo durante los dos primeros años después de su erupción, durante este tiempo la calcificación del esmalte todavía está completándose al estar expuesto al contacto salival. Los primeros molares inferiores permanentes presentan fisuras que permiten la retención de la placa dental por lo que son más vulnerables al rápido desarrollo de la caries.

Otros factores no menos importantes son la malposición dentaria ya que cuando presenta apiñamiento es difícil el acceso para su limpieza así como los factores hereditarios ya que los niños adquieren los hábitos alimenticios de los padres así como la morfología de los dientes, los cuales siguen un patrón hereditario condicionado por la genética <sup>5</sup>

Black (1897)<sup>6</sup> decía que las fosetas y fisuras no son en realidad *per se* desencadenantes de la caries ya que solo son un "caldo de cultivo" para el

<sup>4</sup> Seif Op p 45

<sup>5</sup> McDonald Ralph E, Avery David R, Odontología Pediátrica y del Adolescente, 6ª ed Ed Mosby/Doyma Libros, Madrid España 1995 p 213-214

<sup>6</sup> Black en Ronald p 349

desarrollo de los agentes responsables de la enfermedad, pues es bien sabido que el desarrollo de la caries es multifactorial, en donde intervienen; la flora oral, la dieta y su influencia a lo largo del tiempo, así como la anatomía dentaria, por mencionar algunos de los factores más relevantes. dentro de estos últimos consideramos a las fisuras, las cuales favorecen la acumulación de microorganismos que resultan difíciles de limpiar tanto para el paciente como para el odontólogo. Los substratos fermentables de la ingesta habitual se acumulan en estas zonas donde los microorganismos acidógenos los degradan originando ácidos orgánicos capaces de desmineralizar los tejidos dentarios.<sup>7</sup>

Para Paynter y Grainger<sup>8</sup>, los surcos y hendiduras estrechos con alimentos y microorganismos son el "rasgo anatómico más importante que indica una posible aparición de caries oclusal"<sup>9</sup>

### 3. Epidemiología de la caries

Debido a que la superficie oclusal es la más susceptible a la caries dental se han hecho diversos estudios sobre el porcentaje del padecimiento, en la actualidad aproximadamente el 90% de una comunidad fluorada presentan lesiones cariogénicas en la zona de fisuras de los primeros molares permanentes.

Estudios longitudinales recientes sobre el desarrollo de caries en superficies oclusales de molares permanentes indican que en niños de 8 a 9 años hay un índice de 15% y 10% respectivamente de desarrollo de caries en superficies sanas. en niños de 10 a 15 años siguió presentandose un índice de 4.3% a 6.8%, esto nos demuestra que a pesar de que la mayor parte de las caries se presentan

Ronakl E Jordan. Grabado compuesto estetico, Técnicas y materiales, 2ª ed. Ed Mosby/Doyma Libros Madrid 1996 p 349

Paynter KJ Grainger RM en McDonald p 369

McDonald Op p 369

dentro de los primeros 4 años después de la erupción, continúa desarrollándose durante la adolescencia y la madurez.<sup>10</sup>

### 3.1 Caries de los dientes temporales

En los dientes temporales se aprecia un patrón de ataque, primero aparece en molares inferiores, molares superiores y dientes anteriores superiores por último, con excepción de caries fulminante y caries causada por biberón. En relación a los molares, es más común el desarrollo de esta lesión en los segundos molares que en los primeros, esto se debe principalmente a la morfología oclusal de los segundos molares, ya que sus fisuras son más profundas

En las zonas interproximales no se presenta hasta que hay un punto de contacto proximal, sin embargo evoluciona más rápidamente este tipo de caries que las oclusales.<sup>11</sup>

En un estudio que realizaron Greenwell et al<sup>12</sup>, donde se observó en un tiempo de entre 7 y 8 años de consultas a 317 niños, que el 84% de los niños que no presentaron caries durante la dentición temporal, seguían sin padecerla en la dentición mixta. Los niños que presentaron caries en fisuras estaban predispuestos a presentar caries en las superficies lisas de estos dientes y el 57% de los niños con lesiones proximales en los primeros molares temporales presentaron el mismo tipo de lesión en los mismos dientes de la dentición mixta. Con estos resultados se pudo comprobar que la susceptibilidad a la caries sigue ciertos patrones determinados: sin caries, caries en fosetas y fisuras y caries molar proximal.<sup>13</sup>

<sup>10</sup> Pinkham J.R. Odontología Pediátrica, 2ª ed. Ed. Interamericana McGraw-Hill, 1994, p. 463

<sup>11</sup> McDonald Op. p. 212

<sup>12</sup> Greenwell et al. McDonald p. 212

<sup>13</sup> McDonald Op. p. 212

### 3.2 Caries en dentición mixta

En Gran Bretaña Gray, Marchement y Anderson<sup>14</sup>, realizaron estudios longitudinales en 565 niños de 5 a 7 años de edad donde se comprobó que el mejor índice predictivo de caries en los primeros molares permanentes a los 7 años era en aquel niño que se había detectado caries en tres o más molares temporales a los 5 años.

De acuerdo a las observaciones de Blayney y Hill<sup>15</sup>, se pudo constatar que la caries aparece primero en los primeros molares permanentes inferiores, presentando mayor incidencia que en los molares permanentes superiores<sup>16</sup>

### 3.3 Caries en dentición permanente en jóvenes

En esta etapa se puede observar que los segundos molares permanentes inferiores son los más afectados que los superiores en la superficie oclusal<sup>17</sup>

## 4. Características clínicas de la caries dental en fisuras

Inicialmente esta lesión se aprecia como una coloración blanca u oscura en las fisuras, en esta etapa todavía no es considerable la pérdida de esmalte por lo que la exploración debe hacerse cuidadosamente con una leve presión,

<sup>14</sup> Gray MM, Marchment MD, Anderson RJ, en McDonald p. 212

<sup>15</sup> Blayney JR, Hill IN, McDonald p 212

<sup>16</sup> McDonald Op p 213

<sup>17</sup> Ib p 213

posteriormente la coloración se torna grisácea y se extiende lateralmente en dirección de la fisura y ya es fácilmente detectable<sup>18</sup>

## B. Histopatología de la caries

La histopatología de la caries dental es el estudio de los cambios morfológicos que ocurren en los tejidos dentarios a causa de esta y observables mediante técnicas microscópicas

### 1. Progresión de la caries en fisuras

Con el paso del tiempo diversas investigaciones han arrojado información muy interesante sobre la base de la formación de caries en fisuras. desde el aspecto histológico la caries se origina en las paredes laterales de la fisura y se aprecian como dos lesiones bilaterales en el esmalte de las vertientes cuspideas y comienza a desmineralizar el esmalte en dirección de sus prismas dispersándose lateralmente a lo largo del esmalte adyacente y acercándose poco a poco a la unión amelo-dentinaria (Fig. A) <sup>19</sup> Posteriormente reacciona la dentina y debido a que esta es mas densa que el esmalte trae como consecuencia pérdida de soporte mineral y estructural del esmalte y dentina adyacente lo cual produce una lesión detectable clinicamente (Fig. B) <sup>20</sup> sin embargo en este caso no es conveniente utilizar la punta del explorador ya que puede causar fracturas en la superficie porosa debilitada del esmalte y así provocar la propagación de la lesión cariosa

<sup>18</sup> Koch Goran, Modeer Thomas, Poulsen Sven, Rasmussen Per. Odontopediatría, enfoque clínico. Ed. Medica Panamericana Argentina 1994 p 76

<sup>19</sup> Seif Op p 60

<sup>20</sup> Pinkham Op p 466

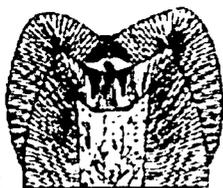


Fig A

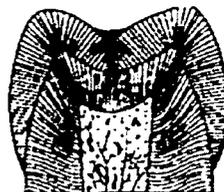


Fig B

En este caso es importante recurrir a la observación, secando en un principio cuidadosamente la superficie y entonces observar las decoloraciones y opacidades del esmalte

Es muy posible que en un principio sea casi imposible detectar las caries en las paredes laterales desde la superficie oclusal sobre todo por la remineralización del esmalte debido a la existencia de flúor en la saliva (Fig C), cuando la lesión es más extensa es "sencillo" detectar la lesión (Fig D) <sup>21</sup>

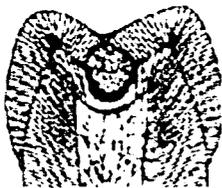


Fig C

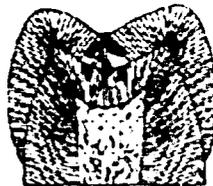


Fig D

## 2. Microbiología de caries del esmalte

Se ha podido observar que los *Streptococcus mutans* son responsables de la desmineralización temprana o superficial del esmalte mientras que los *A. viscosus* y *Lactobacillus* comienzan a prevalecer en los procesos tardíos de la formación de la lesión cariosa. En las fisuras predominan principalmente los *S. mutans*. S

sonmas *S. sanguis* y *Lactobacillus* en la superficie del esmalte de  
especies *Actinomyces* y otras *Streptococcus* y *Actinomyces*  
interdentales predominan también en *Streptococcus* y *Actinomyces*  
*Lactobacillus*.

### B Microbiología de la caries en dentina

En la dentina existen diversas bacterias anaerobias pertenecientes a géneros  
*Actinomyces*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*.

De acuerdo a diversos estudios realizados se han identificado que los  
*Streptococcus mutans* son las principales bacterias que predominan en la dentina  
cuando provienen de caries de fisuras y fosetas o de superficies lisas también se  
encontraron indicios de *S. sanguis* entre otros.<sup>21</sup>

### C Estructura del diente

Es muy importante comprender el desarrollo y ataque de la caries para poder  
entonces llegar a elaborar un diagnóstico y plan de tratamiento exitoso, sin  
embargo, no es posible entender todos estos cambios y alteraciones que  
producen las caries sin conocer perfectamente la estructura básica de los distintos  
tejidos que conforman al diente, en este caso es importante enfocarse a la  
estructura del esmalte y dentina.

<sup>21</sup> Sel Op p 60

<sup>22</sup> Sel Op p 49

<sup>23</sup> Ib p 49

*sobrinus*, *S. sanguis* y *Lactobacillus*, en las superficies lisas predominan las especies *Actinomyces* y otras especies *Streptococcus*, en las zonas interproximales predominan también los *Streptococcus mutans* y las *Lactobacillus*.<sup>22</sup>

### 3. Microbiología de la caries en dentina

En la dentina existen diversas bacterias anaerobias pertenecientes al género *Actinomyces*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus* y *Propionibacterium*.

De acuerdo a diversos estudios realizados, se han identificado que los *Streptococcus mutans* son las principales bacterias que predominan en la dentina cuando provienen de caries de fisuras y fosetas o de superficies lisas, también se encontraron indicios de *S. sanguis* entre otros.<sup>23</sup>

### C. Estructura del diente

Es muy importante comprender el desarrollo y ataque de la caries para poder entonces llegar a elaborar un diagnóstico y plan de tratamiento exitosos, sin embargo, no es posible entender todos estos cambios y alteraciones que producen las caries sin conocer perfectamente la estructura básica de los distintos tejidos que conforman al diente en este caso es importante enfocarse a la estructura del esmalte y dentina

<sup>21</sup> Seif Op p 60

<sup>22</sup> Seif Op p 49

<sup>23</sup> Ib p 49

## 1. Estructura del esmalte

Es un tejido de origen ectodérmico por lo que no posee colágeno su estructura.

Su contenido orgánico se conforma principalmente de proteínas de alto peso molecular, enamelinas y agua que en conjunto solo representan el 4% del peso total del esmalte, debido a esto la mayor parte del esmalte es tejido mineral donde casi toda la totalidad del peso restante está representado por los cristales de hidroxiapatita. Debido a su localización, en la superficie del diente, se mantiene siempre en contacto con el medio bucal con el que establece un intercambio iónico.<sup>24</sup>

Básicamente está estructurado por prismas que corren en dirección perpendicular, desde el límite amelo-dentinario hasta la superficie externa, estos prismas a su vez están formados a partir de la disposición regular de cristales de hidroxiapatita. La formación de estos cristales es producto de la secreción de un ameloblasto durante el proceso de mineralización y de maduración dando como resultado cristales de forma geométrica con base hexagonal en sí resultan de la sobresaturación de iones de calcio y de fosfato que provienen de la sangre que durante el desarrollo del esmalte confluyen hacia las zonas donde ocurrió la aposición de matriz orgánica por parte de los ameloblastos y el medio se ha alcalinizado por la acción enzimática celular en el órgano del esmalte.<sup>25</sup> En estos momentos los procesos de Tome's son la porción más apical de los ameloblastos, organizan y disponen los cristales en el interior de los prismas que van a determinar las vainas correspondientes a la interfase de los prismas vecinos, sin embargo la disposición de las vainas va cambiando con el fin de dejar pequeños espacios para que sean ocupados por la matriz orgánica que es el agua y las proteínas.<sup>26</sup>

<sup>24</sup> Seif Op p 64-65

<sup>25</sup> Ib p 68

Haciendo mención al agrupamiento de los cristales de apatita que van a formar prismas cerca de la unión amelodentinaria, es importante observar el efecto que se produce cuando estos van extendiéndose hacia la superficie del diente, ya que no todos llegan a la superficie del diente por lo que formarán esmalte aprismático, esta característica es muy común en los dientes temporales en la región de fisuras y en el área cervical de los dientes permanentes <sup>27</sup>

Es importante conocer a detalle la conformación del esmalte ya que durante el proceso infeccioso se va a observar la disolución cristalina del mineral por la caries dental.

El desarrollo de las fisuras comienza entre la unión de los centros de formación del esmalte de las cúspides dentales, de acuerdo a la posición de estos centros en el momento del desarrollo del esmalte se forman invaginaciones las cuales se deben a la estrangulación de los ameloblastos <sup>28</sup> Al formarse la hendidura y su base, los ameloblastos que se encuentran en las paredes de las cúspides continúan formando esmalte aproximándose poco a poco entre si para dar lugar a la formación de las fisuras, algunas más profundas que otras <sup>29</sup>

## 2. Estructura de la dentina

A diferencia del esmalte la dentina está constituida por tejido vivo de origen mesodérmico el cual contiene colágeno que es la proteína que conforma al tejido conjuntivo. En este caso lo odontoblastos (células que corresponden al ectomesenquima de la papila dentaria) por medio de un proceso continuo de

<sup>27</sup> Sell Op p 66-67

<sup>28</sup> Marcelo C. Chaim, Luis Narciso Baratien, Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes postergres, 1<sup>a</sup> ed. Artes Médicas Latinoamérica, 2001, p. 29

<sup>29</sup> Peter Riethel, Atlas de Profilaxis de la caries y tratamiento conservador, Salvat 1990, p. 50

<sup>30</sup> Ib

aposisión alternado con periodos de descanso, seguido de mineralización, a medida que van formando la dentina se van retirando hacia el centro de la papila (pulpa) y van dejando prolongaciones odontoblásticas alrededor de las cuales la mineralización crea una multitud de tubulillos [ ] que son los canaliculos o tubulillos dentinarios".<sup>30</sup>

Durante su desarrollo, la dentina atraviesa por varias etapas, la primera de ellas es la dentina primaria la cual va incrementando su tamaño conforme disminuye la dimensión de la pulpa y posee mayor número de canaliculos, comprende desde el inicio del desarrollo dentario hasta que el diente erupciona y hace contacto con el antagonista. La dentina secundaria inicia en la etapa funcional del diente a lo largo de toda la vida. Por último, la dentina terciaria o reparadora se forma en zonas específicas como respuesta a estímulos patológicos externos, como caries, abrasión, atrición y erosión.<sup>31</sup>

### 3. Morfología de las superficies con fisuras

Desde un principio la superficie oclusal se ha distinguido por la presencia de fosetas y fisuras estas se han clasificado de varias formas, uno de los primeros en clasificarlas de acuerdo a su morfología fue Nagano en 1961, sin embargo se ha comprobado que su estructura es aún más compleja y actualmente se considera la siguiente clasificación

<sup>30</sup> Chain Op p 68

<sup>31</sup> Serf Op. p 68-69

### 3.1. Fisuras superficiales o en forma de V

Estas son angostas en su profundidad y generalmente son resistentes a la caries y presentan autoclisis, en este tipo de fisuras el porcentaje de incidencia de caries es de 34%<sup>32</sup> por lo que son las fisuras que representan mayor riesgo.



#### 3.1.1. Fisuras en forma de U

Estas fisuras presentan el mismo diámetro en la parte más profunda que en la superficie lo que le permite resistir al ataque de la caries, sin embargo el porcentaje de incidencia de caries es de 14%<sup>33</sup>



### 3.2. Fisuras profundas o estrechas o en forma de I

Estas fisuras generalmente presentan una abertura muy pequeña con una base larga que llega hacia la unión amelo-dentinaria en si es una prolongación orgánica esta compuesta de epitelio reducido del esmalte. microorganismos que forman una placa dental y residuos bucales este tipo de fisuras son de alto riesgo por el hecho de que la profundidad de la fisura esta en

<sup>32</sup> Seif Op p 72

<sup>33</sup> Ib

proximidad con la unión dentinoesmalte de la dentina subyacente, a pesar de que presentan un 19% de incidencia de caries.<sup>34</sup>



### 3.2.1. Fisura en forma de IK

Esta fisura es estrecha en la superficie y se ensancha en lo profundo con forma de ampolla, se puede considerar una derivación de la fisura en forma de I, y es junto con las fisuras en V las más susceptibles ya que tiene un índice del 26% de incidencia de caries.<sup>35</sup>



### 3.2.2. Fisura en Y invertida

Esta fisura se encuentra bifurcada en la profundidad con 2 o más prolongaciones lo que la hace parecer una de las más susceptibles a la presencia de caries, sin embargo solamente representa el 7% de incidencia de caries.<sup>36</sup>



<sup>34</sup> Seif Op p 72

<sup>35</sup> Ib p 73

<sup>36</sup> Ib

En un solo molar es posible encontrar uno o varios tipos de fisuras, sin embargo casi todas las superficies oclusales son similares, un premolar comúnmente tiene una fisura primaria prominente con tres o cuatro fosetas, el molar llega a tener hasta 10 fosetas aparte de las fisuras primarias, secundarias y complementarias.<sup>37</sup>

## D. Sistemas de Adhesión

### 1. Grabado ácido

Los procesos de adhesión al esmalte siempre han sido muy complejos y con poco éxito debido a la película orgánica que recubre a esta estructura en el medio oral a la cual se le conoce como slim layer, y consiste de proteínas degradadas de tejidos dentales junto con partículas inorgánicas que se distribuyen por toda la superficie, lo que permite la fácil interacción entre el esmalte y el material de restauración.<sup>38</sup>

Para poder aumentar la adhesión del esmalte hacia cualquier material de restauración es necesario realizar un acondicionamiento ácido del esmalte con agentes de grabado ácido, con el fin de remover 20 nm de superficie, disolviendo selectivamente las terminaciones de los prismas del esmalte (es decir el compuesto inorgánico del esmalte) para obtener una superficie porosa, aumentando así la reactividad superficial del sustrato, facilitando la interacción de este tejido dentario con materiales de restauración.<sup>39</sup>

<sup>37</sup> Hicks MJ, Flatz CM en Pinkham p 466

<sup>38</sup> Chain Op p 29-31

<sup>39</sup> Ib p 32-34

Las técnicas de grabado con ácido fosfórico para lograr la adhesión micromecánica al esmalte se ha venido realizando desde hace 25 años, con un alto índice de éxito en sus resultados.<sup>40</sup> en el ámbito comercial se pueden encontrar en consistencia líquida y de gel, su finalidad es el grabado del esmalte y acondicionamiento de la dentina, su composición es de ácido fosfórico (37% en peso en agua) dióxido de silicio y pigmentos. Sus usos se basan en la técnica adhesiva para obturaciones en restauraciones directas de composites y fijaciones adhesivas en composites.<sup>41</sup> Es importante considerar ciertos factores para poder así lograr los resultados deseados.

Método. Es posible hacer la colocación del grabador con un pincel o se puede inyectar con la ayuda de las cánulas que algunas presentaciones incluyen cuando se trata de un gel viscoso. La ventaja del pincel es que se coloca únicamente la cantidad necesaria sobre una superficie limitada de esmalte.<sup>42</sup>

Tiempo, con el avance de los materiales dentales ya no es necesario hacer grabados de 60 seg ya que está comprobado que no por grabar mayor tiempo dará una mejor adhesión, por lo que es recomendable colocar únicamente de 15 a 20 segundos<sup>43</sup>, 10 s en esmalte y 5 s en dentina. Es posible colocar hasta por un minuto el ácido solo en el caso de tratarse de esmalte fluorado o decíduo.

Tipo de ácido, hay de dos principales consistencias, soluciones acuosas de fácil manipulación pero difícil control por su fluidez, y los grabadores de gel de ácido fosfórico que son más fáciles de controlar como son Caulk Gel Etchant, Total Etch (Ivoclar Vivadent) o Ultradent Etchig Gel.<sup>44</sup>

<sup>40</sup> Ronald Op 174

<sup>41</sup> Folleto informativo de Ivoclar Vivadent Total Etch

<sup>42</sup> Ronald Op p 38

<sup>43</sup> Barkmeier, Shaffer y Gwinnet, 1986. En Ronald p 38

<sup>44</sup> Ronald Op p 38

Limpieza posgrabado es importante lavar perfectamente retirando los residuos contaminantes (sales cálcicas solubles) los cuales al no ser retirados de la superficie grabada pueden evitar una buena retención de los materiales adhesivos

Secado de la superficie grabada es importante hacer notar que el uso de jeringa doble para el secado no es conveniente ya que produce una notable microcontaminación de la superficie del esmalte con microgotas de agua, por lo que es recomendable secar perfectamente y con mucha precaución la superficie grabada. en caso de tener duda sobre la contaminación de la zona grabada, es necesario volver a realizar el procedimiento de grabado.<sup>45</sup>

En esmalte existen valores de unión relativamente altos que se han comparado con selladores de fisuras líquidos como son los selladores de fisuras, un ejemplo es Helioseal f = 20 Mpa <sup>46</sup>

## 2. Adhesivos

La adhesión dentinaria es muy diferente y sobre todo más difícil de lograr que la adhesión al esmalte

En los años 50's Buonocore realizó los primeros experimentos con relación a la union dentinaria consiguiendo valores de unión significativos (3 0 Mpa a 8 0 Mpa) con adhesivos de 2<sup>a</sup> generación como Dentin Adhesit estos adhesivos presentaban como mecanismo de retención la leve disolución del barro dentinario smear layer que quedaba después de la preparación de la cavidad La

<sup>45</sup> Ronald Op p 38

<sup>46</sup> Rumphorst A. Gianasmdis A. Examen de la formulación de un nuevo sistema adhesivo monocomponente. Signature Internacional. 1999. 4 (2). 1-3

composición de estos adhesivos se basaba en grupos ésteres fosfato o isocianatos para generar la unión química.<sup>47</sup>

Tras diversos estudios surgieron los adhesivos de 3° generación los cuales se consideran la base de los tratamientos restauradores de la odontología actual.

Este proceso permite eliminar completamente el barro dentinario con el grabado de ácido fosfórico, el cual puede ser al 35% manteniendo los túbulos de la dentina expuestos, posteriormente se aplican dichos adhesivos; primero se aplica un *primer* el cual es hidrófilo, después se coloca un agente de unión completamente hidrófobo, la unión de estos dos forma una capa híbrida con ramificaciones retentivas en los túbulos, de manera que incrementa los valores de unión a 20 Mpa o más a comparación de la 2° generación de adhesivos<sup>48</sup>

Sin embargo, como la mayoría de los materiales utilizados en odontología, los adhesivos de 3° generación tienen ciertas desventajas de acuerdo al criterio de algunos profesionales de área, los materiales vienen contenidos en varios frascos, 3 generalmente, que se utilizan siguiendo determinado orden para su aplicación por lo que es un poco laborioso y tardado este procedimiento<sup>49</sup>

Fue hasta que comenzó a utilizarse el adhesivo 4-META<sup>50</sup> como agente acondicionador cuando se logró un gran avance en la tecnología de los adhesivos ya que este forma una capa híbrida insoluble en ácidos y resistente a la penetración de bacterias. Esta nueva generación se conforma de un 10% de ácido cítrico que desmineraliza los cristales de hidroxiapatita y de un 3% de cloruro ferrico que desnaturaliza las fibras de colágeno después actúa un monómero resinoso que se infiltra a las fibras colágenas expuestas y las encapsula lo que

<sup>47</sup> Ib p 1

<sup>48</sup> Rumphorst Op p 1

<sup>49</sup> Ib

<sup>50</sup> 4-META es la abreviación de 4 Metacriloxietil metacrilato

forma la capa híbrida. Comercialmente esta serie de adhesivos se conocen con el nombre de Super Bond D Liner / Kuraray o Amalgabond / Parkell.<sup>51</sup>

Esta última generación de adhesivos se colocan después del ácido grabador, ya sea fosfórico o maléico, después se aplica un primer que junto con la resina líquida forman un composite colagenoso, lo que proporciona una fuerte conexión dentina-resina<sup>52</sup>

El hecho más novedoso dentro del desarrollo de los adhesivos es el contener la menor cantidad de componentes con el fin de simplificar su uso y son conocidos como adhesivos de 5<sup>o</sup> generación o también conocidos como adhesivos monocomponentes. Estos "nuevos" adhesivos actúan después de eliminar el barro dentinario con el grabado ácido y posteriormente actúa con un componente promotor de adhesión ácido fosfórico y metacrilato.<sup>53</sup>

Componentes básicos de los sistemas adhesivos  
monocomponentes

- Reactivo promotor de la adhesión
- Monómeros de entrecruzamiento (cross-linking) basados en dimetacrilatos
- Solventes
- Iniciadores para la fotopolimerización y estabilizadores
- Rellenos inorgánicos

Dependiendo de cada producto las sustancias que lo componen pueden variar diferenciado una patente de otra sin embargo todos tienen una característica en común [ ] todos tienen un grupo de entrecruzamiento de monómeros (cross-

<sup>51</sup> Chain Op p 37

<sup>52</sup> Chain Op p 38

<sup>53</sup> Rumphorst Op p 2

linking) y un grupo ácido en la molécula<sup>54</sup>, esto provoca una unión química entre el composite y la región desmineralizada de la dentina donde se une al colágeno y a la hidroxiapatita. Esta unión está dada principalmente por los grupos carboxilato y éster fosfato<sup>55</sup>.

Los adhesivos monocomponentes contienen grupos metacrilato los cuales contribuyen a la polimerización, es decir que forman una delgada película de matriz polimerizada al ser expuestos a la luz. Después de este momento entran en acción los agentes de entrecruzamiento (cross-linking) penetrando en la dentina desmineralizada y en los túbulos (tags) contribuyendo a la formación de una capa híbrida<sup>56</sup>.

#### Metacrilatos en los adhesivos monocomponentes

- Monómeros de entrecruzamiento (cross-linking) basados en dimetacrilatos
- BIS-GMA
- Dimetacrilato de uretano
- Dimetacrilato de polietilén glicol
- HEMA (hidroxietil metacrilato)

La funcionalidad del adhesivo está dada por el buen equilibrio de los agentes de entrecruzamiento. Estos pueden ser hidrofílico o hidrofóbico, de un peso molecular alto o bajo y la presencia de un cierto grado de humedad de la dentina. Lo que favorecerá la humectación de la dentina y el composite.

<sup>54</sup> Ib  
<sup>55</sup> Rumphorst Op P 2  
<sup>56</sup> Ib

Dentro de la conformación de los adhesivos están los disolventes, que son la acetona, agua o etanol, dependiendo de cada adhesivo es el contenido de disolventes, cada uno tiene sus ventajas y desventajas

La acetona, es altamente volátil, por lo que la cantidad de este disolvente contenido en su frasco puede variar con cada uso, además de que es necesario que la dentina este húmeda al aplicar estos adhesivos, ya que de estar seca la superficie, los valores de adhesión se verán reducidos.

El agua, es un disolvente difícil de eliminar al aplicar aire, por lo que pueden quedar "heterogeneidades" durante la formación de la película.

El etanol, es más volátil que el agua pero menos sensible que la acetona, por que los adhesivos que contienen etanol humectan adecuadamente tanto la dentina como el esmalte, y puede utilizarse tanto en superficies húmedas, humedecidas o secas sin reducir así su eficacia.

Los adhesivos también se conforman por rellenos inorgánicos que varían de acuerdo al tamaño de su partícula, sin embargo es más recomendable el uso de los adhesivos con rellenos de tamaño nanométrico, ya que estos no influyen en el espesor de la capa de adhesivo y además que le es más fácil penetrar al interior de los tubulos dentinarios.

En el aspecto comercial uno de los adhesivos monocomponentes de mayor demanda es el Excite, el cual además de caracterizarse por la adecuada combinación de sus componentes, posee un promotor de adhesión conocido como MA 154, el cual combina una única molécula estable, la acidez del éster del ácido fosfórico (afín a la hidroxiapatita) y la función del metacrilato, provocando así una unión termodinámicamente estable y que no puede romperse mediante hidrólisis.

Este adhesivo también tiene una mezcla equilibrada de agentes de entrecruzamiento con monómeros largos y cortos, cada uno con funciones propias como HEMA; dimetacrilato de glicerina y BIS-GMA, el cual penetra en los túbulos dentinarios formando tags retentivos para formar una capa híbrida en la superficie y sellando la dentina con una capa de polímero, esto puede ayudar a prevenir la sensibilidad postoperatoria. Los monómeros hidrófilos que contiene mojan la dentina y los hidrófobos mojan al composite.<sup>57</sup> El disolvente que posee es etanol en concentraciones relativamente bajas.

Estos adhesivos de 5ª generación son utilizados de manera alternativa como desensibilizantes de superficies dentales externas y para adherir amalgama al diente, algunos otros adhesivos que se conocen son Prime and Bond de Dentsplay, Scotch Bond C multipropósitos de 3M, Vitrebond de 3m Y All Bond 2 de BISCO.

## E. Selladores de fisuras

### 1. Marco histórico

Desde principios del siglo pasado comenzaron a desarrollarse restauraciones profilácticas con el fin de reducir la extensión y gravedad de caries en fisuras.

En 1924, Thaddeus Hyatt<sup>58</sup>, preparaba cavidades conservadoras clase I donde incluía fosetas y fisuras susceptibles a la caries y colocaba amalgama

<sup>57</sup> lb P 3

<sup>58</sup> Hyatt TP, en Pinkham p. 467

En 1929, Bodecker<sup>59</sup>, limpiaba las fisuras con explorador y colocaba una mezcla delgada de cemento de oxifosfato, también utilizaba métodos alternativos, como erradicar de manera mecánica las fisuras y fosetas retentivas con el fin de formar un área de fácil limpieza.

El uso de selladores como tal se inició con el descubrimiento del grabado ácido con ácido fosfórico, el cual aumenta la retención de los materiales restaurativos de resina, a demás de mejorar la integridad marginal del material

A mediados de 1960 se utilizó como primer material sellador el cianocrilato, el cual requería grabado ácido, sin embargo con el paso del tiempo presenta degradación bacteriana en boca, por lo que su uso comenzó a disminuir hasta que se retiró del mercado, después de innumerables investigaciones se encontró un material que al reaccionar disfenol A con glicidilmetacrilato daba como resultado lo que actualmente se conoce como Bis-GMA<sup>60</sup>

## 2. Características de los selladores

### 2.1 Composición de los selladores de fisuras

En la actualidad se utilizan selladores compuestos apartir de Bis-GMA el cual es un monomero epoxico hibrido tipo resina en donde los grupos epoxicos se sustituyen con otros metracrilatos estos últimos proporcionan rápida polimerización y mínima contracción debido a que no necesita mejorar su resistencia la mayor parte de los selladores son resinas Bis-GMA sin relleno o con pocas partículas no mas del 50% de ellas con el fin de mejorar su resistencia al

<sup>59</sup> Bodecker CF. en Pinkham p. 467

<sup>60</sup> Pinkham p. 467-468

delegante<sup>11</sup> Los selladores sin teflón son materiales opacos o transparentes. Los que contienen teflón son opacos, ya sea de una tonalidad similar al diente o blanca.<sup>12</sup>

Los selladores opacos y pigmentados son resinas fácilmente detectables para el odontólogo como para los padres y hasta el propio niño, por lo que es más fácil el control de estos. Los selladores transparentes se encuentran en tonalidades claras, rosado o blanco<sup>13</sup>, se localizan por exploración táctil lo que hace más difícil su vigilancia. Sin embargo no hay diferencias entre ellos en cuanto a los índices de retención y prevención de caries.<sup>14</sup>

En sí todos los selladores tienen baja viscosidad con el fin de que fluyan fácilmente hacia al fondo de las fisuras, además de mantener humectado al diente.

Los adelantos tecnológicos han alentado al engrandecimiento del uso de materiales como selladores de fisuras. Existen 2 sistemas innovadores como UltraSeal de Ultradent y Dexton de Dentsply los cuales renovaron los sistemas tradicionales introduciendo el uso de jeringa lo cual resulto fácil de manipular.<sup>15</sup>

Otro producto que innovo su presentación fue EcuSeal de Zenith/DMG Corporation, cuyo contenedor se presenta en forma de pluma el cual facilita su uso y permite colocar el material después del grabado ácido sin necesidad de tener que realizar ningún ajuste oclusal ya que la capa de material colocada es muy fina y únicamente en los sitios indicados. Además el material contiene un

<sup>11</sup> Pinkham Op. p. 468

<sup>12</sup> Ralph W. Phillips, La ciencia de los materiales dentales de Skinner, 9ª ed. Interamericana McGraw-Hill USA, 1991 p. 250

<sup>13</sup> McDonald Op. p. 370

<sup>14</sup> Pinkham Op. p. 473

<sup>15</sup> Steven Duke 'Pit and fissure sealant materials' Compend Cont Educ Dent, 2001, Jul, 22(7), p. 594

antimicrobiano adicional con el fin de ayudar a disminuir la formación de caries en los márgenes del sellador.<sup>66</sup>

## 2.1.1. Selladores de fisuras de tecnología avanzada

### 2.1.1.1. Selladores liberadores de fluoruro

En la actualidad, con la evolución de los materiales dentales se han incorporado al mercado selladores que liberan flúor, es decir son resinas con intercambio de iones. El contenido de fluoruro es alto y se intercambia por iones hidroxilo y cloruro que hay en el medio bucal y de acuerdo a estudios realizados liberan de 5 a 10 ppm/ día en un periodo de más de dos años.<sup>67</sup>

Un ejemplo de estos selladores es Heliobond F (Ivoclar Vivadent), el cual, además de estar constituido en un 12% por Bis-GMA, contiene 46% de dimetacrilato de uretano y 20% de vidrio de silicato de fluoruro principalmente. Este último permite la liberación de iones de fluoruro de 7 ng/cm<sup>2</sup>/d a una temperatura de 37°C en agua, así como dióxido de titanio que es el que va a dar la tonalidad blanco opaco al sellador.<sup>68</sup>

Este tipo de selladores requiere un grabado previo de la superficie del esmalte ya que de esta manera incrementan la capacidad de adhesión que es aproximadamente de 20.6 Mpa.

El sellador no solamente previene la formación de caries, también detiene el progreso de lesiones que van iniciando y a que al penetrar en la fisura no permite

<sup>66</sup> Duke Op p 594

<sup>67</sup> Pinkham Op p 485

<sup>68</sup> Información científica de Heliobond F Ivoclar - Vivadent Clinical

que las bacterias que se alojan en ella produzcan suficientes ácidos, disminuyendo la pérdida de minerales.

La fluoración es la principal característica de estos selladores y las ventajas que ofrecen son:<sup>69</sup>

- Incremento de la resistencia del esmalte, promoviendo la remineralización e inhibiendo la desmineralización
- Reduce incremento de la actividad de la placa bacteriana
- Tiene un efecto bacteriostático, lo que aminora el riesgo de desarrollo de caries.

Mediante diversos estudios se ha podido demostrar que la liberación de fluoruro es constante ya que después de aplicar el sellador durante la primera semana, ocurre una pronta descarga de fluoruros y después de este periodo hay una liberación constante de niveles bajos durante los 12 meses subsecuentes, lo que mejora el grado de resistencia a la caries.<sup>70</sup>

Otra característica importante es la baja viscosidad del material por lo que no se forman burbujas al aplicarlo y asegura una buena penetración en el interior de la fisura

El dióxido de titanio que contiene no es de grandes proporciones tan solo constituye el 0.6% del contenido del sellador por lo que no significa ningún riesgo de toxicidad, el único fin de este compuesto es el dar la tonalidad blanco opaco que permite dar seguimiento al tratamiento del paciente.<sup>71</sup>

<sup>69</sup> Información científica de Heliobond F Ivoclar Vivadent Clinical  
<sup>70</sup> Pinkham Op p 485  
<sup>71</sup> Información científica de Heliobond F Ivoclar Vivadent Clinical

### 2.1.1.2. Selladores fotosensibles

En los últimos años han surgido materiales con características singulares como es el caso de los selladores fotosensibles. un ejemplo de ello es el Helioseal Clear Chroma (Ivoclar) este está compuesto de Bis-GMA y dimetacrilato de trietilenoglicol, así como catalizadores, estabilizadores y pigmentos.

Este sellador es transparente y fotopolimerizable, presenta cambio reversible de color temporal que es un tinte sensible a la luz. Debido a la gran sensibilidad de este material a la luz es conveniente no colocarlo en zonas visibles ya que puede provocar el cambio de color.<sup>73</sup>

La finalidad de Helioseal Clear Chroma es poder localizarlo, después de que se colocó en cada cita a la que el paciente asista cuando se lleva continuidad al tratamiento preventivo, en el momento de la evaluación de los selladores colocados se dirige la luz visible de la lámpara de fotopolimerización directamente a las superficies de los dientes tratados y el material de nuevo toma la tonalidad verde olivo, posteriormente vuelve a su tonalidad inicial.<sup>73</sup>

El sellador 3M Climpro es otro sellador fotosensible, a demás de ser uno de los más buscados por odontopediatras, es una resina hidrofílica de baja viscosidad contenida en una jeringa, es de color rosa antes de aplicarse y después del fotocurado toma la coloración blanquecina, tratando de semejarse a la tonalidad del diente, el cambio de coloración tiene como finalidad localizar el material antes y después de su colocación, otra característica de este material es que pueden ser

<sup>73</sup> Folleto informativo de Helioseal Clear Chroma Ivoclar Vivadent Clinical Duke Op p. 594



removidos los excedentes aún después del proceso de fotocurado. Contiene fluoruro el cual es benéfico para la remineralización de áreas desmineralizadas.<sup>74</sup>

### 2.1.2. Ionómero de Vidrio

Existe también el uso de ionómero de vidrio como sellador de fisuras, este material además de adherirse al esmalte y a la dentina por acción de grupos carboxílicos de poliacrílico con el calcio del esmalte y la hidroxiapatita y colágeno de la dentina cuando es colocado después de un acondicionamiento con ácido poliacrílico, tiene propiedades anticariogénicas, pues es capaz de liberar fluoruro, el cual al actuar en esmalte y dentina adyacentes mejora la resistencia a la caries y remineraliza zonas cariadas en estas estructuras, así mismo altera la composición bacteriana y productos finales metabólicos de la placa.<sup>75</sup> El ionómero es el resultado de la reacción del aluminosilicato de calcio con ácido poliacrílico en presencia de fluido de fluoruro, dando por resultado un material con un 19% de fluoruro por peso, este fluoruro se intercambia por iones hidroxil y cloruro en el esmalte y dentina adyacentes.<sup>76</sup>

Los ionómeros de vidrio se subdividen de acuerdo a su uso en 5 tipos, en este caso nos competen los cementos para bases en diversas consistencias, también son llamados liners o base, estos ionómeros son los utilizados como selladores de fisuras y se encuentran con nombres comerciales con sufijo bond, line o tipo III. Como el Ketacbond, Fujionomer Tipe III y también ionómeros fotopolimerizables como el Vitrebond.

Duke Op. p. 594

Hicks col. en Pinkham p. 473

Pinkham Op. p. 473

Sandra Balderas Quintanilla, anteproyecto de investigación "Resistencia tensional de adhesivos empleados en odontología", San Luis Potosí, 1997, p. 14

Dentro de las principales ventajas de estos materiales están:<sup>78</sup>

- Adhesión físico-química: tienen un grado de adhesión específica al esmalte y dentina, para que esta unión sea satisfactoria es importante el estado de fluidez en el que se encuentre para formar enlaces químicos y entonces proporcionar la adecuada humectación de los tejidos del diente. Esta característica puede aumentar por el acondicionamiento con ácido poliacrílico al 12% sobre tejido dentinario durante 15 s incrementando las fuerzas de adhesión.
- Expansión y conductividad térmica: la primera es relativamente similar a la sustancia dura del diente y su conductividad térmica es escasa.
- Conductividad eléctrica: los cementos ya fraguados son aislantes eléctricos que se oponen al paso de la corriente eléctrica.
- Liberación de flúor: tiene efecto cariostático por la liberación de este elemento.
- Estabilidad al margen: presentan buena estabilidad marginal. sin embargo el sellado se presenta mejor en el esmalte que en la dentina.

Desventajas <sup>79</sup>

- Estos cementos erosionan más deprisa que los composites.
- Estéticamente son opacos.
- La mayoría de las presentaciones de los cementos de ionómero de vidrio son en polvo y líquido. de esta manera se puede alterar la proporción ideal al hacer la mezcla y así perder las propiedades del material. sin embargo es una gran ventaja que actualmente el ionómero de vidrio se encuentre en cápsulas predosificadas.

\* Balderas Op p 15

ib p 16

Las innovaciones de estos materiales son como ya habia sido mencionado los Cementos de Ionómero de vidrio (CIV) fotopolimerizables como el Vitrebond, estos ionómeros contienen principalmente monómeros como HEMA<sup>62</sup> sin afectar así la acción del ácido poliacrílico. Este tipo de materiales se indican en concreto como materiales selladores, se adhieren químicamente a la sustancia dura del diente así que no es necesario grabar el esmalte como se indica para la aplicación de los selladores de resina. Este material permite trabajar sobre una superficie relativamente seca además de proporcionar fluor al esmalte adyacente como efecto cariostático adicional.<sup>63</sup>

### 2.1.3. Composites fluidos

Los avances tecnológicos dentales han impulsado el uso de nuevos materiales en diversas áreas de la odontología, se han desarrollado materiales con características incomparables, tal es el caso de los composites y resinas fluidas como Tetric flow (Ivoclar Vivadent) el cual a demás de ser un material radiopaco de baja viscosidad logra una buena humectación del diente y es fotopolimerizable con luz de longitud de onda de 400 a 500 Nm.<sup>64</sup>

Se compone por una matriz de monómero Bis-GMA, dimetacrilato de uretano y dimetacrilato de trietilenglicol.

El relleno orgánico se conforma de vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, vidrio de fluorsilicato, dióxido de silicio, a demás de contener catalizadores, estabilizadores y pigmentos. El tamaño de sus partículas es de 0.04 a 3.0 Mn.

<sup>62</sup> HEMA también es el principal monómero que contienen los adhesivos de 5ª generación.  
<sup>63</sup> Balderas Op. p. 17

Está indicado para ser utilizado en:

- Obturaciones en dientes anteriores, clase V preferentemente.
- Pequeñas obturaciones en dientes posteriores.
- Restauraciones de erosiones radiculares
- Fijación adhesiva de restauraciones de cerámica o composite.
- Como sellador de fisuras amplias en molares y premolares

Su viscosidad y consistencia hacen a los materiales fluidos sumamente atractivos para el clínico. La naturaleza de este material crea una íntima unión con las micro y macro estructuras del diente. Es sin embargo física y químicamente semejante a los composites convencionales con la gran diferencia en cuanto a su fluidez y su viscosidad. Inclusive en algunas de estas resinas se han incorporado fluoruros para ser liberados constantemente en pequeñas porciones.<sup>63</sup>

Son materiales ideales cuando se utiliza la tecnología de aire abrasivo. Este sistema consiste en el uso de partículas de aluminio y aire con el fin de ampliar zonas estrechas que se encuentran en la superficie de la estructura del diente, como es el caso de las caries en fisuras.<sup>64</sup>

Ha sido realmente difícil hallar información acerca de los materiales fluidos a pesar de su auge. Sin embargo se han utilizado con diferentes fines. El aspecto que nos atrae es su uso dentro del campo de la odontopediatría preventiva.

Durante muchos años se han utilizado los selladores de fisuras como medida profiláctica en dentición mixta y primordialmente en dientes permanentes molares y premolares. Hoy en día se le ha dado también la merecida importancia a la prevención en dientes primarios. En muchas ocasiones es muy común

<sup>63</sup> Folleto informativo de Tetric flow Ivoclar Vivadent Clinical

<sup>64</sup> Robert E. Rada. "The versatility of flowable composites." Dentistry Today. Apr. 1998 (1) p. 78

<sup>64</sup> Rada Op. p. 80

encontrar en niños de edad preescolar indicios de caries en superficies oclusales que no precisamente puedan tratarse únicamente con selladores de fisuras ya que requieren de tratamientos preventivos invasivos causados por la extensión de la caries.

Se han utilizado con mucho éxito resinas, ionómeros y amalgamas junto con selladores en restauraciones preventivas, sin embargo debe considerarse el tiempo que lleva realizar todo este procedimiento relativamente sencillo en un niño pequeño, a demás de tenerse en cuenta el estado fisiológico de la dentición temporal, la cual sufre un desgaste continuo hasta su exfoliación, por lo que es necesario emplear en estos casos materiales con un coeficiente de desgaste similar al de los dientes primarios y con un fácil manejo para pacientes pediátricos <sup>65</sup>.

¿Qué es lo que realmente se trata de proponer?, la propuesta es dar a conocer los atributos de los composites fluidos para ser utilizados a futuro en restauraciones preventivas en primera dentición ya que el desgaste de los materiales fluidos es mayor al de los composites convencionales siendo favorable para el desgaste fisiológico de los dientes primarios la liberación de fluoruro permite la disminución de la propagación y desarrollo de caries y placa en la superficie del diente

Otra característica favorable es el uso de adhesivo antes de la colocación del composite fluido, lo que permite mayor adhesión así como la penetración de este material a las estructuras del diente facilitando la colocación del composite fluido y disminuyendo los tiempos de trabajo

<sup>65</sup> Referencia cruzada, Dr Marcelo Chain

Debido a la variedad de colores de este material pueden realizarse restauraciones estéticas o quizá pueden emplearse tonalidades que resalten en el diente con el fin de facilitar su localización durante las citas subsecuentes

Comercialmente pueden adquirirse composites fluidos bajo los nombres de: Aeliteflo (BISCO), FloRestore (Den-Mat), Flow-it (Jenenc Petron), Revolution (Kerr) y Tetric Flow (Ivoclar Vivadent).<sup>86</sup>

## 2.2. Indicaciones y contraindicaciones para la colocación de selladores de fisuras

Existen varios tratamientos opcionales para el uso de los selladores.<sup>87</sup>

- Observación.
- Aplicación de selladores.
- Restauraciones preventivas con resinas
- Restauraciones preventivas con ionómero y resina

Indicaciones para el uso de selladores de fisuras:<sup>88</sup>

- Fisuras profundas retentivas
- Fisuras pigmentadas con mínima descalcificación u opacidad
- Fisuras con caries o restauraciones
- Uso de aplicación sistémica de fluoruro para inhibir la formación de caries interproximales
- Dientes que erupcionaron hace menos de cuatro años

\* Rada Op. p 78

\* Pinkham Op p 472

## Contraindicaciones en el uso de selladores.<sup>89</sup>

- Fisuras con autolimpieza.
- Caries interproximales por restaurar.
- Dientes parcialmente erupcionados.
- Superficies de fisuras libres de caries por cuatro años o más.
- Sin embargo deben considerarse algunas contraindicaciones para la colocación de los selladores como es cuando se observa desarrollo de caries fulminante o cuando se aprecia una extensa zona cariosa en la superficie oclusal.<sup>90</sup>

Existen varios temores con relación a la falta de detección de algunas zonas cariosas antes de colocar el sellador. Sin embargo se realizaron investigaciones en donde se pudo controlar durante un periodo de tiempo las obturaciones que se colocaron sobre puntos de caries. El resultado que se obtuvo fue que las lesiones cariosas no aumentan ni de tamaño, ni de extensión y en algunos casos se pudo encontrar un cierto grado de remineralización. Todo esto es mientras se coloquen selladores constantemente.<sup>91</sup>

Estudios clínicos realizados de acuerdo a la eficacia de los selladores han demostrado que en la medida que pasa el tiempo el sellador en boca el éxito de este dependerá de su retención. En cuanto a los inconvenientes de los selladores se ha visto que a lo largo de la aplicación exitosa de estos se han observado muy bajos recuentos de bacterias después de varios años después de haberlos colocado.<sup>92</sup>

<sup>89</sup> Pinkham Op p 472

<sup>90</sup> Ib p 473

<sup>91</sup> Ib p 470-472

<sup>92</sup> Ronald Op p 358

<sup>93</sup> McDonald Op p 375

### 2.3. Clasificación de los selladores

En cuanto al tiempo de polimerización hay dos variantes o sistemas:

- a. Autopolimerizables (curado químico): donde después de la mezcla de una resina base y un catalizador se produce una reacción exotérmica para que el material endurezca.<sup>93</sup>
- b. Fotopolimerizables (curado por luz): estas resinas contienen un inductor de dicetona y un agente reductor como amina terciaria para activar la polimerización, haciendo al material susceptible a la región azul del espectro de luz visible, con una actividad de inducción máxima del orden de 480 Nm de longitud de onda.<sup>94</sup>

Las ventajas que se pueden encontrar en los selladores fotopolimerizables

- El sellador endurece en 10 o 20 segundos
- No presenta burbujas de aire ya que no hay necesidad de mezclar resinas
- La viscosidad del material es constante durante la aplicación, lo que le permite infiltrarse en los poros del esmalte hasta que el endurecimiento se activa con luz

Se ha fomentado también el uso de rayo láser para el curado de los selladores.<sup>95</sup> El láser de argón produce un rayo de luz visible azul-verde con longitud de onda monocromática similar a la fuente de luz utilizada en el fotocurado tradicional. Presenta algunas ventajas como

<sup>93</sup> Pinkham Op p 467

<sup>94</sup> Ib p 467-468

<sup>95</sup> Blankenau RJ, Kelsey WP, Powell GL, et al. en Pinkham p 467

- Tiempo de polimerización menor.
- Hay control sobre la energía de radiación específica, la longitud de onda y el área de exposición.

Disminuye la cantidad de resina no polimerizada, aumentado la tensión y adhesión de la resina, así mismo aumenta la resistencia a los cambios cariogénicos por parte del esmalte expuesto.<sup>96</sup>

### 3. Opciones de tratamiento para la colocación de selladores de fisuras

#### 3.1. Procedimientos no invasivos

##### 3.1.1. Barniz fluorado

Como tratamientos alternativos a la colocación de los tradicionales selladores de fisuras se han utilizado los barnices fluorados los cuales se aplican principalmente tras la erupción de los molares permanentes con el fin de prevenir la aparición de caries sobre todo en la superficie oclusal en las fisuras angostas, ya que por su consistencia es de fácil acceso a este tipo de fisuras. Se han utilizado en lugar del sellador por que es un procedimiento que no se ve afectado tan fácilmente por la presencia de saliva como sucede con los selladores además de que ha demostrado que produce una reducción de caries del 30% al 75% en las superficies oclusales de los molares permanentes.<sup>97</sup>

- El procedimiento para la colocación de los barnices fluorados consiste en limpiar y secar la superficie oclusal de los molares permanentes.<sup>98</sup>

<sup>97</sup> Pinkham Op p 469

erupcionados”, es necesario retirar todos los residuos que se alojan en la profundidad de las fisuras, se recomienda utilizar en estos casos la punta de un explorador.

- Con el extremo romo del explorador este mismo instrumento puede aplicarse el barniz sobre la superficie del esmalte a través de la fisura.
- Se vierten unas gotas de agua sobre el barniz que se colocó para provocar su rápido endurecimiento

Dentro de las indicaciones hacia los padres y el niño, se les hace hincapié en que el niño no deberá comer alimentos duros, ni deberá cepillarse los dientes durante el día posterior a la aplicación del barniz, es necesario repetir la operación en intervalos de 6 meses, durante una o dos ocasiones

En el mercado el barniz fluorado más utilizado es el Duraphat de Woelm ICN Pharmaceutical, Alemania <sup>56</sup>

### 3.1.2. Adhesivos

Durante los últimos 25 años aparentemente la tecnología preventiva no ha demostrado grandes cambios en cuanto al desarrollo de selladores de fisuras, quizá se pueda atribuir este hecho a la falta de difusión de la información sobre los estudios clínicos que se han realizado al respecto. En el ámbito de la investigación se han obtenido resultados muy interesantes que podrían llevarse a la práctica

Hotta y colaboradores tratando de obtener en sus estudios algún progreso en cuanto al aumento del coeficiente de retención de los selladores demostraron que el primer de los monómeros de los adhesivos de la 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> generación son

<sup>56</sup> Kotch Op p 130  
<sup>57</sup> Ib

más efectivos para penetrar en las superficies del esmalte grabado que los propios selladores de fisuras. Ellos explican, que posiblemente se deba al extremadamente alto coeficiente de difusión de los monómeros, ya que pueden penetrar fácilmente en los espacios interprismáticos del esmalte grabado.<sup>99</sup>

Se han realizado a la par estudios con relación al uso de adhesivos en la Universidad de Sao Paulo Brasil, donde muestran el alto coeficiente de retención de los selladores de fisuras cuando se coloca antes de estos un agente adhesivo sobre la superficie grabada del esmalte. Se ha considerado la baja viscosidad de los monómeros, lo que les permite penetrar en todos los pequeños defectos de la superficie del diente<sup>100</sup> y se aplican de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Se graba la superficie del esmalte con ácido fosfórico al 30 a 37% durante 15 s aproximadamente
- Se limpia la superficie con aplicaciones alternadas de agua-aire por no más de 2 s, para evitar el secado excesivo de la superficie
- Después de 2 aplicaciones del primer o monómero se coloca el sellador de fisuras de la manera convencional

Es bien sabido que el coeficiente de retención de los selladores en dientes primarios es tan solo del 50% a comparación de los dientes permanentes, esto se debe a que en los dientes temporales los prismas del esmalte no siempre se encuentran dispuestos en un ángulo perpendicular con relación a la superficie del diente, esta situación no permite la óptima retención del sellador, por lo que al colocar el adhesivo antes que el sellador, se ha observado excelente difusión de

<sup>99</sup> Karl F. Liefelder, Ask the expert "¿Anything new in pit and fissure sealants?" J. Am. Assoc. 1999 Apr; 130 (4): 533

<sup>100</sup> La viscosidad de los selladores de fisuras es relativamente mas alta que la viscosidad de los adhesivos

este en los espacios interprismáticos logrando una mejor retención del sellador en los dientes temporales.<sup>103</sup>

### 3.1.3 Selladores de Fisuras

#### Indicaciones para la colocación de Selladores de fisuras

- Se aisla el diente con dique de hule o rollos de algodón para evitar el paso de saliva al área operatoria.<sup>102</sup>
- Después se limpia la superficie de este con piedra pómez y agua o con una pasta libre de fluoruro sin aceite para evitar que queden restos orgánicos dentro de los surcos y fisuras se elimina todo residuo con un explorador se lava y se seca el diente. En los adolescentes se recomienda lavar la superficie con una mezcla de peróxido de hidrógeno agua oxigenada a 3% y se cepilla la superficie de diente para eliminar cualquier residuo.<sup>103</sup>
- Se graba la superficie oclusal con ácido fosfórico en concentraciones a 30% se coloca en las vertientes de las cuspidas ya que las regiones más profundas de las fisuras estrechas no se ven afectadas. La acción de grabado es aumentar el tamaño y volumen de los poros y canales de esmalte unos 20 a 30 Mm, crear un espacio amplio donde se introducirán las moléculas del sellador. Se recomienda colocar no más de 15 segundos en consistencia líquida, se retira lavando bien la superficie eliminando cualquier resto orgánico.<sup>104</sup>

<sup>102</sup> Leinfelder Op. p 533  
<sup>103</sup> Ib p 478  
<sup>104</sup> McDonald Op. p 372  
<sup>105</sup> Self Op. p 116

- Es importante evitar que la saliva tenga contacto con la zona a tratar ya que puede alterar físicamente la superficie del esmalte y reduce la fuerza adhesiva.<sup>105</sup>
- Se coloca el sellador elegido por el odontólogo, sobre toda la superficie y se deja que fluya, si se coloca en dientes inferiores, se deja que el material fluya de mesial a distal y en dientes superiores de distal a mesial, con el fin de evitar la formación de burbujas.



- Se explora la superficie restaurada con el fin de corregir puntos prematuros de contacto y eliminación del material excedente.<sup>106</sup>

#### 3.1.4. Selladores de tecnología avanzada

Los selladores de fisuras con liberación de flúor no requieren de una técnica compleja ya que el método de colocación es el mismo que se realiza para la colocación de los selladores convencionales

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<sup>105</sup> Ronald Op p 355  
<sup>106</sup> Pinkham Op p 478

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE  
PUERTO RICO

La nueva tecnología son los Selladores de fisuras Heliobond Clear Chroma se coloca después de realizar el grabado ácido. se aplica fácilmente con la jeringa de precisión que contiene al sellador, el color del material es transparente con una tonalidad amarilla - verdosa<sup>107</sup>, después de polimerizarlo durante 20 s toma una tonalidad verde olivo gracias a un efecto fotocromático. al paso de un tiempo corto. la tonalidad olivo vuelve a la transparencia que desde el principio presentaba el material<sup>108</sup>

Es muy importante la protección que ofrecen los selladores contra la caries al hacer una sola aplicación de estos, por que aunque aparentemente con el paso del tiempo parezca parcial o totalmente perdido. estará presente en el fondo de las fisuras proporcionando como siempre la misma protección. en algunas ocasiones el odontólogo decidirá colocar nuevamente selladores en dientes ya sellados con el fin de lograr mayor reducción de caries

### 3.2. Procedimientos invasivos

Anteriormente se tenía la idea de que la presencia mínima de caries en la superficie oclusal era sinónimo de aplicación de la operatoria con amalgamas o procedimientos mas complicados. actualmente se sabe que la sola presencia de caries aislada puede ser simplemente una restauración preventiva. En varias ocasiones se encuentran caries aisladas en una superficie oclusal. esta técnica consiste en ampliar las fisuras eliminando de manera "conservadora" el tejido afectado por la caries. dependiendo de su extensión será el material que se utiliza para su sellado

<sup>107</sup> La tonalidad es muy semejante a A3/universal  
<sup>108</sup> Duke Op p 595

Al paso del tiempo han evolucionado las técnicas para elaborar este tipo de restauraciones, las cuales ya se utilizan en la práctica diaria como por ejemplo:

### 3.2.1. Restauraciones Preventivas de Resina

Esta técnica se indica que:

- Después de haber limpiado la superficie oclusal del diente se hace un acceso a la parte profunda de la lesión con una fresa piriforme no. 329.
- A demás se eliminan los restos de caries con una fresa redonda no. 0 ½. Posteriormente se graba la cavidad
- Una vez que se ha limpiado y secando el área grabada. se coloca un agente adhesivo. ya sea una de tercera generación o un adhesivo monocomponente
- Finalmente se obtura la cavidad con la resina la cual se polimeriza y se coloca el sellador en la superficie <sup>109</sup> es recomendable el uso de selladores que liberen flúor ya que puede dar como resultado 100% de éxito según los brasileños Do Rego y Araujo <sup>110</sup>

### 3.2.2. Restauraciones preventivas con resina y ionómero de vidrio

- En este tipo de restauraciones se elimina los puntos de caries de la superficie oclusal
- Después de limpiar la preparación se coloca ionómero en la superficie más profunda de la cavidad
- Se utiliza una resina compuesta para obturar el resto de la porción superficial

... McDonald Op p 376  
... Seif Op p 117

- Finalmente se coloca el sellador sobre la restauración y sobre las fisuras que se encuentren libres de caries <sup>111</sup>

### 3.2.3. Restauraciones preventivas con ionómero de vidrio

- Se coloca en el piso de la cavidad en recubrimiento de ionómero de vidrio
- El resto de la cavidad se obtura con ionómero de vidrio convencional o ionómero de vidrio con plata (CERMET)
- Por último se coloca el sellador en la cavidad obturada y el resto de fisuras que se encuentren en la superficie <sup>112</sup>

### 3.2.4. Restauraciones preventivas con sellador y amalgama

- Se realiza colocando un recubrimiento de ionómero de vidrio en el piso de la cavidad
- Se obtura el resto de la cavidad con amalgama
- Para terminarla se coloca el sellador sobre la restauración y las fisuras adyacentes libres de caries <sup>113</sup>

### 3.2.5. Restauraciones preventivas de Composites fluidos

- Para la colocación de estos materiales es necesario aislar el diente a tratar y lavar perfectamente la superficie del diente

<sup>111</sup> Pinkham Op p 473

<sup>112</sup> Ib p 472-473

<sup>113</sup> Ib p 473

- La preparación de la cavidad se realiza de manera muy conservadora, ya sea por medios mecánicos con pieza de alta velocidad y fresa de bola del 0 ½ o por medio del sistema de aire abrasivo, hasta dejar las fisuras oclusales libres de caries
- Una vez realizado este proceso se elimina el barro dentinario que se forma con agua y aire, se coloca el ácido fosfórico a 30% o 35 % durante aproximadamente 15 s , se retira el grabador con suficiente agua y aspersiones intermitentes de aire
- Se aplica el adhesivo ya sea de 3°, 4° o 5° generación, en el caso de estos últimos se coloca una capa de adhesivo monocomponente pincelando durante 10 s y se fotopolimeriza durante 20 s con el fin de formar la delgada capa híbrida
- Se coloca de una sola intención el composite fluido, esto se debe a que las cavidades no son tan extensas como para fotopolimerizar el material por capas, el tiempo de exposición a la luz es de 40 s
- Por último se examinan los puntos prematuros de contacto y se pule perfectamente el material con el fin de no dejar zonas retentivas en la superficie de la restauración además de que nos permite adosar perfectamente el material a los márgenes de la cavidad

Es conveniente realizar un seguimiento puntal del paciente cada 6 meses después de haber realizado el tratamiento preventivo

## F. CONCLUSIONES

En las últimas décadas la comunidad odontológica se ha enfocado hacia la prevención de la caries dental, de la cual la más estudiada es la caries en superficies oclusales. Este enfoque ha traído innumerables ventajas principalmente la disminución de este padecimiento tan común.

Se han recurrido a diversos tratamientos intentando captar la atención tanto de padres, pacientes y odontólogos hacia el área de prevención.

En la actualidad se ha intentado utilizar otros materiales con el fin de evitar la proliferación de las caries conocidos como Selladores de Fisuras los cuales en un principio se utilizaban en superficies libres de caries en molares sucedáneos, últimamente se han incorporado los selladores de tecnología avanzada con características particulares como la liberación de fluoruro y fotosensibilidad, proporcionando grandes ventajas para el odontólogo y beneficios para el paciente, sin embargo se ha demostrado que también se pueden tratar dientes con caries aisladas realizando restauraciones preventivas donde se trata de ser lo más conservador posible evitando eliminar tejido sano pero al mismo tiempo protegiéndolo a manera de crear una barrera contra el ataque de la caries. Entre otras innovaciones se ha permitido el uso de Selladores en dientes deciduos con las mismas indicaciones que los dientes permanentes así como tratamientos preventivos donde el uso de materiales fluidos es una recomendable opción, por su fácil aplicación y rapidez en su manipulación.

El objetivo es informar sobre las más recientes investigaciones que se han realizado basándose en los usos y aplicaciones de los selladores dando como resultado nuevos materiales y nuevos métodos para utilizarlos con el fin de mejorar el estado bucal del paciente así como ofrecer al odontólogo nuevas

posibilidades tan efectivas como las que se han manejado durante estos últimos años, ampliando así la visión en el tratamiento preventivo del manejo de Selladores de fisuras.

## G. Bibliografía

- Balderas Quintanilla Sandra, Anteproyecto de investigación "Resistencia tensional de adhesivos empleados en odontología", San Luis Potosí, Mayo 1997, 23 pp.
- Chaín Marcelo C., Narciso Baratieri Luis, Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores, 1° ed. Editorial Artes Médicas Latinoamericana. Sao Paulo, Brasil, 2001, 176 pp.
- Duke Steven, "Pit an fissure sealant materials", Compend Conti Educ. Dent., 2001, Jul, 22(7), 594-596 pp
- Folleto informativo de Helioseal Clear Chroma. Ivoclar Vivadent Clinical, Schaan/Liechtenstein
- Folleto informativo de Total Etch Ivoclar Vivadent Clinical. Schaan /Liechtenstein.
- Folleto informativo de Tetric Flow. Ivoclar Vivadent Clinical. Schaan/Liechtenstein
- Jordan Ronald E. Grabado compuesto estético. Técnicas y materiales, 2° ed. Ed Mosby/Doyma Libros Madrid 1996. 371 pp
- Koch Goran, Modeér Thomas, Poulsen Sven, Rasmussen Per Odontopediatría, enfoque clínico, Ed. Medica Panamericana Argentina 1994 288 pp
- Leinfelder Karl F. Ask the expert "Anything new in pit and fissure sealants?" Journal America Dental Association 1999, Apr 130(4) 533-534

Manual de información científica de Helioclar F, Ivoclar Vivadent Clinical,  
Shaan/Liechtenstein.

McDonald Ralph E. Avery, David R. Odontología Pediátrica y del Adolescente, 6°  
ed., Ed. Mosby/Doyma Libros, Madrid España, 1995. 858 pp

Phillips Ralph W., La ciencia de los materiales dentales de Skinner, 9° ed,  
Interamericana McGraw-Hill, 1993, USA, 615 pp

Pinkham J.R., Odontología Pediátrica, 2° ed, Ed. Interamericana McGraw-Hill, s.l.,  
1994, XVII + 667 pp

Rada Robert E., "The versatility of flowable composites", Dentistry today, Apr.  
1998 (1) 78 – 83 pp

Riethe Peter. Atlas de profilaxis de la caries y tratamiento conservador, Salvat  
editores Alemania - España, 1990. 262 pp

Rumphorst André, Gianasmidis Alexandros. "Examen de la formulación de un  
nuevo sistema adhesivo monocomponente" Signature Internacional, 1999,  
Vol 4(2). 1-3

Seif R Tomas J. Cariología, Prevención, Diagnóstico y Tratamiento  
contemporáneo de la caries dental, 1° ed Ed Actualidades Médico  
Odontológicas Latinoamérica. C A Venezuela, 1997. 350 pp