



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**IONÓMEROS Y FLUORUROS QUE INTERVIENEN EN LA  
REMINERALIZACIÓN DEL ESMALTE.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

**MARÍA CHANEL SALDAÑA OSUNA**

**TUTOR: C. D. CLAUDIA NAGUHELI TOCHIJARA CORONA**



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.

## **Mamá:**

Gracias por siempre estar cerca de mi mano y tener mil abrazos y besos para ayudarme a seguir adelante. Por tener la palabra indicada para hacerme sentir bien, por amarme tanto como yo a ti. Gracias por permitirme disfrutar, verte sonreír y saberte feliz al lado de nuestra familia. Gracias por cada instante que no olvido, por estar presente en mi con tu ejemplo. Gracias por seguir hoy a mi lado disfrutando un logro más.

## **Papá:**

*“Los planes son del hombre, la palabra final la tiene el señor”* Aquí estamos juntos cerrando un ciclo más. Gracias por siempre ser paciente, por apoyarme, comprenderme, aceptar y respetar todas mis decisiones; hoy existimos dos corazones que te amamos con toda el alma y te admiramos.

## **Fer:**

Yo también recuerdo cuando tomábamos chocomilk al lado de la mesita del teléfono blanco, y a punto de irnos a la escuela soñábamos con ser grandes y siempre estar juntos... hoy somos un poco más grandes y ¡aquí estamos! Haber crecido a tu lado ha sido un honor, no imagino mi vida sin ti y sin todas tus ocurrencias. Gracias por tu inocencia y optimismo que siempre me han ayudado a verle lo bueno a lo no tan bueno. ¡Te amo siempre!

## **Ernesto:**

Desde siempre has demostrado ser fuerte en todos los sentidos, pero tu fuerza por vivir es algo que admiro de ti, gracias por luchar y venir a esta vida a enseñarme que los sueños se logran trabajando duro y luchando, ¡te amo!

## **Miguel:**

Agradecer no es suficiente cuando en ti encuentro todo lo que siempre desee con todas mis fuerzas. Cada día eres mi compañero de vida, de sueños, de risas... y vernos en ella es el mejor regalo. Gracias por ser mi destino e inspirarme a dar todo para vivir junto a ti, ya empezamos, y seguiremos por siempre juntos ¡Te amo!

## **Ana Paula:**

A veces no logro comprender cómo siendo tan pequeñita me inspiras a hacer todo por ti, eres capaz de sonreír y hacer que todo valga la pena, de transformar todo el cansancio en ganas de vivir despierta solo para disfrutar. Cada momento especial que me has regalado lo atesoro porque eres mi vida entera, ¡te amo mi niña!

**Ely, Olimpia, Iván, Isaac, Dante, Francisco, Isma, Ivette, Jos, Ráfa y Páu:**

Sin ustedes esto hubiera sido un suplicio; cada salón, laboratorio, clínica, jardinera, banca, tiene nuestra historia y nuestras risas, gracias por su amistad y por permitirme entrar en sus vidas.

**Paz, Rosa y Miguel:**

Siempre estuvieron en mis pensamientos, todo esto empezó desde hace mucho gracias a ustedes... ¡me dieron a los mejores papás del mundo! Nos veremos...

**Dr. Alejandro Hinojosa:**

Muchas gracias por su paciencia, por sus consejos y por ser tan accesible conmigo, gracias por regalarme parte de su tiempo y conocimientos.

**Dra. Claudia Tochijara:**

Quién iba a pensar que después de dos años de habernos conocido hoy íbamos a estar trabajando juntas para cerrar este ciclo. Gracias por el tiempo dedicado y por motivarme cuando estaba a punto de ya no querer más.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
1. ESMALTE	8
1.1. Composición química	8
1.1.1. Matriz orgánica	9
1.1.2. Matriz inorgánica	10
1.2. Histología	10
1.2.1. Unidad estructural básica	10
1.2.1.1. Esmalte prismático	10
1.2.1.2. Esmalte aprismático	11
1.2.2. Unidades estructurales secundarias	12
1.3. Propiedades físicas	12
2. CARIES	14
2.1. Etiopatogenia	14
2.1.1. Microorganismos presentes en la caries	15
2.2. Caries de esmalte	16
2.2.1. Características macroscópicas de la lesión	16
2.2.2. Características microscópicas de la lesión	18
3. REMINERALIZACIÓN	20
3.1. Antecedentes	20

3.2. Mineralización biológica	20
3.2.1. Saliva	22
3.3. Fenómeno desmineralización- remineralización	25
3.4. Fenómeno desmineralización- remineralización de la caries dental	26
3.5. Remineralización	27
3.5.1. Iones que intervienen en la remineralización	28
4. IONÓMERO DE VIDRIO	29
4.1. Antecedentes	29
4.2. Composición	29
4.3. Propiedades	32
4.4. Clasificación	33
4.5. Indicaciones y contraindicaciones	35
4.6. Ionómeros de vidrio modificados con resina	35
4.7. Vitremer <sup>®</sup>	36
5. FLUORURO	38
5.1. Generalidades	38
5.2. Características de los fluoruros	38
5.3. Intervención del fluoruro en el proceso de desmineralización y remineralización	40

5.4. Papel del fluoruro en la prevención de la caries dental	41
5.4.1. Medios de uso del fluoruro en la prevención de la caries dental	43
5.4.1.1. Medios profesionales de aplicación de fluoruro	43
5.4.1.2. Duraphat®	45
5.5. Toxicidad del fluoruro	49
CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52



---

## INTRODUCCIÓN

Los tratamientos y materiales dentales han ido evolucionando a la par de las necesidades de los pacientes. Actualmente la odontología tiene como principio la prevención, y para lograrla es necesario contar con los materiales indicados, como es el caso de los ionómeros de vidrio y fluoruros los cuales intervienen en la remineralización del esmalte.

Los defectos en el esmalte pueden ocurrir por numerosos factores, entre ellos la desmineralización por caries dental, situación que por medio de la utilización de materiales dentales puede ser detenida o incluso revertida.

La remineralización es una interacción de diversos eventos físico- químicos que ocurren entre el esmalte, la saliva y la placa dental por las diferentes condiciones de equilibrio mineral entre ellos.

Los ionómeros de vidrio y los fluoruros son materiales que promueven la remineralización activando un proceso de precipitar iones como el calcio y el flúor para tratar de reparar las lesiones de mancha blanca y evitar que esta sea irreversible.





## 1. ESMALTE

La superficie externa del diente está revestida por una capa de esmalte que se forma antes de la erupción del diente por células epiteliales especializadas llamadas ameloblastos. Una vez que ha brotado el diente no se forma más esmalte.<sup>1</sup>

El esmalte forma una cubierta protectora, de espesor variable, sobre toda la superficie de la corona. Sobre las cúspides de los molares y premolares alcanza un espesor máximo de 2 a 2.5 mm., aproximadamente, adelgazándose hacia abajo hasta casi como filo de navaja a nivel del cuello del diente. La forma y contorno de las cúspides reciben su modelado final en el esmalte.<sup>2</sup>

Debido a su elevado contenido en sales minerales y su disposición cristalina es el tejido calcificado más duro del cuerpo humano. Su función es formar una cubierta resistente para los dientes, haciéndolos adecuados para la masticación.<sup>3</sup>

### 1.1. Composición química

El esmalte dental es una matriz extracelular altamente mineralizada que se forma por aposición debido a la síntesis y secreción de los ameloblastos, los cuales desaparecen cuando el diente hace su erupción en la cavidad bucal, deriva del ectodermo y su matriz orgánica es de naturaleza no colágena.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Nicolás Silvente, Ana Isabel. Estudio *in vitro* del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets Murcia, 2010. Pág. 5  
[http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UM/AVAILABLE/TDR-0629110-102417/NicolasSilventeAnalsabel.pdf](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UM/AVAILABLE/TDR-0629110-102417/NicolasSilventeAnalsabel.pdf)

<sup>2</sup> Esmalte. En: Orban. Histología y embriología bucales. 1ª ed. México: Fournier; 1978. Pág. 39.

<sup>3</sup> Ib.

<sup>4</sup> Art. cit. Estudio *in vitro* del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets



El esmalte consiste principalmente de 96% de material inorgánico y solo una pequeña cantidad orgánica y agua correspondiente al 4%.<sup>5</sup>

### 1.1.1. Matriz orgánica

La matriz orgánica es de naturaleza proteica, en ella encontramos proteínas específicas, proteínas séricas, enzimas y lípidos. Entre las proteínas específicas encontramos las siguientes:

- Amelogeninas. Moléculas hidrofóbicas, fosforiladas y glicolisadas, cuando inicia la amelogénesis son las más abundantes y van disminuyendo paulatinamente a medida que va madurando el esmalte.
- Enamelinas. Moléculas hidrofílicas glicolisadas. Localizadas en la periferia de los cristales formando las proteínas de cubierta principalmente. Representan entre 2- 3% de la matriz orgánica y se ha sugerido que son el resultado de la degradación de las amelogeninas.
- Ameloblastinas o amelinas. Se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales. Representan el 5% del componente orgánico.
- Tuftelinas o esmalteinas. Se localizan en la unión amelodentinaria al inicio del proceso de formación del esmalte, y representan 1- 2% del componente orgánico.
- Parvalbúminas. Se encuentran en el polo distal del proceso de Tomes del ameloblasto secretor. Su función está asociada al transporte de calcio del espacio intracelular al extracelular.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Histología y embriología bucales. Op. cit. p. 41

<sup>6</sup> Art. cit. Estudio *in vitro* del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets



### 1.1.2. Matriz inorgánica

La matriz inorgánica está constituida por sales minerales cálcicas como fosfato y potasio. Estas sales se depositan en la matriz del esmalte, dando origen a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita. Existen también otras sales minerales de calcio como carbonatos y sulfatos y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, etc. Los iones flúor son capaces de sustituir los grupos hidroxilo en el cristal de hidroxiapatita y convertirlo en un cristal de fluorhidroxiapatita, el cual es menos soluble en un ambiente ácido.<sup>7</sup>

## 1.2. Histología

### 1.2.1. Unidad estructural básica

La unidad estructural básica es el prisma del esmalte, compuesta por cristales de hidroxiapatita. El conjunto de prismas del esmalte forma el esmalte prismático, que constituye la mayor parte de la matriz extracelular mineralizada. En la periferia de la corona y en la unión amelodentinaria se encuentra el esmalte aprismático no contiene sustancia adamantina en sus prismas.<sup>8</sup>

#### 1.2.1.1. Esmalte prismático

Los prismas son estructuras longitudinales de 4µm de espesor que se dirigen desde la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. El número de prismas varía en relación al tamaño de la corona entre 5 y 12 millones, tienen una morfología en ojo de cerradura.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> lb. p. 7.

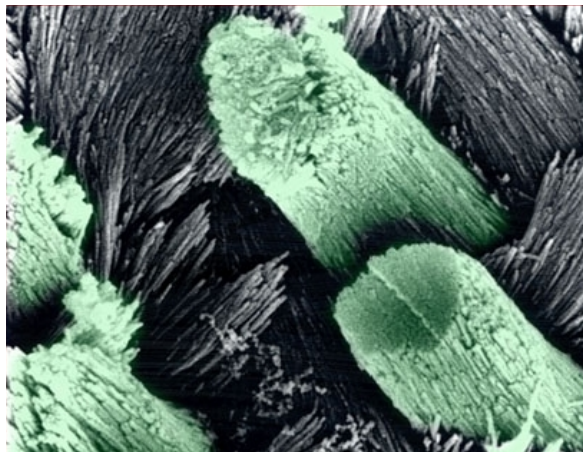
<sup>8</sup> lb. p. 8.

<sup>9</sup> lb

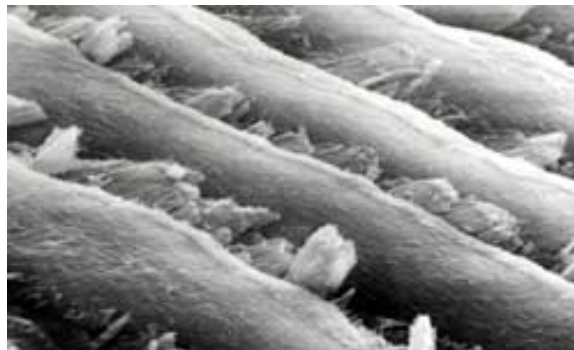
El material orgánico es muy escaso y se distribuye fundamentalmente en la periferia de los prismas rodeando la estructura del ojo de cerradura.<sup>10</sup>

#### 1.2.1.2. Esmalte aprismático

Es material adamantino carente de prismas. Se localiza en la superficie externa del esmalte prismático y posee un espesor de 30 a 100  $\mu\text{m}$ . Está presente en todos los dientes primarios y un 70% de los permanentes en las regiones cervicales y zonas de fisuras. Estos cristales se disponen paralelos entre sí y perpendiculares a la superficie externa.<sup>11</sup>



12



13

<sup>10</sup> lb

<sup>11</sup> lb. p. 10.

<sup>12</sup> Imagen disponible en:

<http://www.lookfordiagnosis.com/images.php?term=Amelog%C3%A9nesis&lang=2&from2=60>



### 1.2.2. Unidades estructurales secundarias

Además de los prismas, el esmalte está formado por unidades estructurales secundarias, las cuales se originan a partir de los prismas del esmalte como resultado de varios mecanismos.<sup>14</sup>

1. Por distinto grado de mineralización- estrías de Retzius y penachos de Linderer.
2. Por cambio en el recorrido de los prismas- bandas de Hunter-Schereger y esmalte nudoso.
3. Por la interrelación entre el esmalte y la dentina subyacente- husos adamantinos, periquimatas, líneas de imbricación de Pickerill y fisuras o surcos del esmalte.<sup>15</sup>

### 1.3. Propiedades físicas

El esmalte varía en dureza desde el de la apatita, que es la quinta en la escala de Mohs hasta el topacio, que ocupa el octavo lugar. La estructura específica y la dureza del esmalte lo vuelven quebradizo, hecho particularmente notable cuando pierde su cimiento de dentina sana. La gravedad específica del esmalte es de 2.8.<sup>16</sup>

Otra propiedad física del esmalte es su permeabilidad, Se ha descrito que el esmalte puede actuar en cierta forma como una membrana semipermeable, permitiendo el paso completo o parcial de ciertas moléculas.<sup>17</sup>

---

<sup>13</sup> Imagen disponible en:  
[http://www.dentistry.unc.edu/research/defects/pages/ai\\_2.htm](http://www.dentistry.unc.edu/research/defects/pages/ai_2.htm)

<sup>14</sup> Art. cit. Estudio *in vitro* del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets

<sup>15</sup> Ib. pp. 11- 20.

<sup>16</sup> Histología y embriología bucales. Op. cit. p. 39.

<sup>17</sup> Ib. p. 40.



---

El color del esmalte coronal varía desde blanco amarillento hasta blanco grisáceo. Se ha sugerido que el color está determinado por las diferencias en la translucidez del esmalte. La translucidez puede deberse a variaciones en el grado de calcificación y la homogeneidad del esmalte.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Ib. p. 41.



## 2. CARIES

La caries dental es una de las enfermedades más comunes que afectan a los seres humanos y la afección bucal de mayor prevalencia a nivel mundial.<sup>19</sup>

El término caries procede de la voz latina *caries*, que significa corrupción, putrefacción, y se refiere a la destrucción progresiva y localizada del diente.<sup>20</sup>

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la caries dental es un proceso localizado de origen multifactorial que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente y que evoluciona hasta la formación de una cavidad.<sup>21</sup>

El proceso que se produce es dinámico: desmineralización-rem mineralización, lo que implica que es posible controlar la progresión de la enfermedad y hacerla reversible en los primeros estadios.<sup>22</sup>

### 2. 1. Etiopatogenia

La caries es una enfermedad infecto- contagiosa de evolución crónica que ocasiona la descomposición molecular de los tejidos dentales e involucra un proceso histoquímico y bacteriano, el cual, progresivamente descalcifica los minerales inorgánicos y desintegra su matriz orgánica. A menos que este proceso sea detenido con una terapia específica, puede llevar a la pérdida total de la corona dentaria.<sup>23</sup>

---

<sup>19</sup> Irigoyen- Camacho María Esther. Caries dental en escolares del Distrito Federal. Salud Pública de México. 1997. Vol. 39, No. 2. 133- 36.

<http://redalyc.uaemex.mx>

<sup>20</sup> Ramos- Gómez Francisco, Jue Bonnie, Bonta Yolanda. Implementing an infant oral care program. Journal of the California Dental Association. 2002.

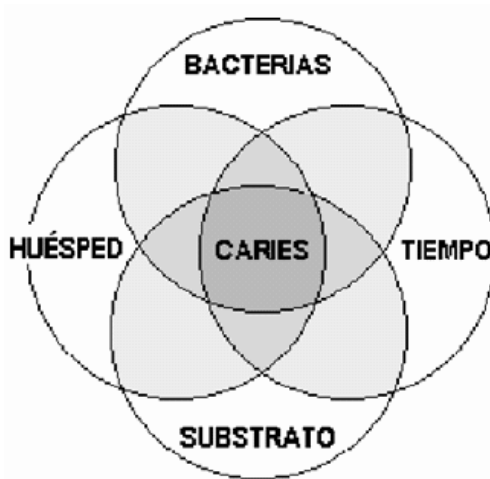
[http://www.cda.org/page/Library/cda\\_member/pubs/journal/jour1002/infant.html](http://www.cda.org/page/Library/cda_member/pubs/journal/jour1002/infant.html)

<sup>21</sup> Art. cit. Implementing an infant oral care program.

<sup>22</sup> Patology of caries lesions. En: Fejerskov Ole, Kidd Edwina, *et al.* Dental caries; the disease and its clinical management. 2<sup>a</sup> ed. Oxford: Blackwell Munksgaard Publishing Professional; 2008. p. 210

<sup>23</sup> Art. cit. Implementing an infant oral care program.

Resulta de la interacción de la microflora de la placa con el huésped, la dieta, una superficie sensible y el tiempo, siendo los lugares más susceptibles fosas, fisuras, puntos de contacto y zonas de difícil acceso. La caries dental se desarrolla en el lugar en el que los microorganismos se alojan para formar la biopelícula y que no es removida mecánicamente (autoclisis, atrición, abrasión, cepillado).<sup>24</sup>



25

### 2.1.1 Microorganismos presentes en la caries

La microbiota varía dependiendo del lugar del diente donde se produzca la lesión y la profundidad de la misma. Diversos estudios han demostrado que el *Streptococcus* del grupo mutans interviene en la desmineralización temprana, mientras que los *A. Viscosus* y *Lactobacillus* comienzan a hacerse prevalentes en los estadios tardíos de la formación de la lesión.<sup>26</sup>

<sup>24</sup> Fejerskov Ole, Kidd Edwina, *et al.* Op. cit. 164.

<sup>25</sup> Imagen disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos40/caries-dentales/caries-dentales2.shtml>

<sup>26</sup> Delgado Rafael. Histopatología de la caries dental. En: Seif R. Tomas. Cariología: prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries dental. 1ª ed. Caracas Venezuela: Actualidades médico odontológicas Latinoamericanas, C. A.; 1997. p. 48





La localización de dichos microorganismos depende también de la zona del diente que se encuentre afectada:

- Superficies lisas. *S. mutans* y *Actinomyces*.
- Fosas y fisuras. *S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. sanguis* y *Lactobacillus*.
- Superficies proximales. *S. mutans* y *Lactobacillus*.<sup>27</sup>

## 2. 2. Caries de esmalte

Siendo el esmalte un tejido altamente mineralizado y la caries dental una enfermedad que implica una disolución por ácidos que puede alternar con períodos de remineralización, los cambios siempre van a estar relacionados con la pérdida o ganancia de sales minerales las cuales se pueden obtener de los compuestos fluorados o de la saliva.<sup>28</sup>

Una vez colonizada la superficie dental, la caries inicia con pequeñas áreas de desmineralización en la superficie del esmalte, la cual es provocada por los ácidos resultantes de la fermentación de los carbohidratos, dando lugar a la disolución y remoción de iones calcio y fosfato.<sup>29</sup>

### 2. 2. 1. Características macroscópicas de la lesión

Las lesiones incipientes de la caries dental son una zona activa que clínicamente presenta una superficie porosa de aspecto “tizoso”. En esta etapa hay una pérdida de transparencia, así como una atenuación de las periquimatas, lo cual da como resultado la formación de una lesión microscópica que puede llegar a alcanzar dimensiones macroscópicas.<sup>30</sup>

---

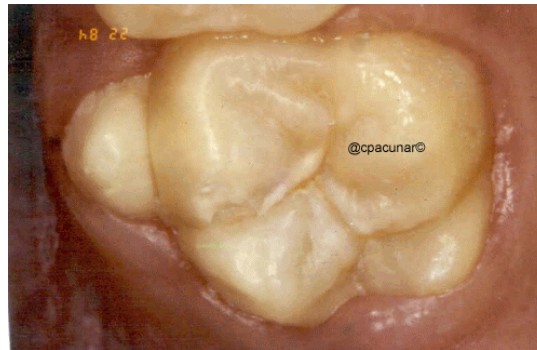
<sup>27</sup> Tanzer Jason M, Livingston Jill, Thompson Angela M. The microbiology of the dental caries in humans. Journal of Dental Education. 2001. Vol 65, No. 10. p. 1029.

<sup>28</sup> Cariología: prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries dental. Idem. p. 71.

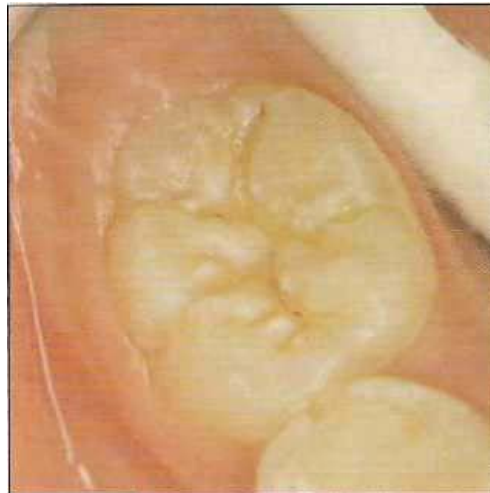
<sup>29</sup> Art. cit. The microbiology of the dental caries in humans.

<sup>30</sup> Art. cit. The microbiology of the dental caries in humans.

Estas lesiones son consecuencia de un proceso natural de desmineralización- remineralización, ya que al haber una disolución de los cristales de hidroxiapatita hay un aumento de los espacios intercristalinos y ensanchamiento de los espacios interprismáticos, lo cual indica que existe la intención de remineralización al estar los cristales aumentados dentro del espacio interprismático.<sup>31</sup>



32



33

<sup>31</sup> Art. cit. The microbiology of the dental caries in humans.

<sup>32</sup> Imagen disponible en:  
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2005197/capitulos/cap2/265.html>

<sup>33</sup> Imagen disponible en:  
<http://www.universodontologico.550m.com/practiquisimas/pracoper.htm>



### 2.2.2. Características microscópicas de la lesión

En esta etapa temprana de caries, según sus propiedades histopatológicas al microscopio óptico, se describen 5 zonas:

- Zona translúcida. Corresponde al frente de avance de la lesión donde el esmalte está menos estructurado y hay 1-2% de pérdida mineral. Es una zona desestructurada y transparente. Las principales diferencias con el esmalte normal son aumento en la concentración de flúor, disminución promedio de 12% en magnesio y una pérdida más variable de carbonato.
- Zona oscura. Es de espesor variable. Hay 6% de pérdida mineral debido a la disolución de cristales. Contiene microporos. Se presenta en el 95% de las lesiones y tiene un volumen de poro de 2 a 4%. Ésta es la zona en la que se puede remineralizar la lesión, y mientras más amplia sea ésta zona, significa que ha habido un mayor período de remineralización.
- Cuerpo de la lesión. Zona más amplia y de mayor desmineralización, hay 24% de pérdida mineral, incremento de materia orgánica y agua por la entrada de bacterias y saliva. Los prismas del esmalte aparecen estriados y las estrías de Retzius están incrementadas. Suele apreciarse clínicamente.
- Capa superficial. De aproximadamente 30  $\mu\text{m}$  de espesor. Hay 10% de pérdida mineral. Se ha sugerido que hay ruptura de la cutícula del esmalte e intersticios entre los túbulos del esmalte y estrías no selladas de Retzius.

- Defecto cavitario. Cuando la capa superficial del esmalte se fractura microscópicamente, se produce una cavitación; con diferente extensión, grosor y profundidad.<sup>34</sup>



35

<sup>34</sup> Monterde Coronel María Elena, Delgado Ruíz José M, Martínez Rico Martín Isidro, Guzmán Félix Cándido E, Espejel Mejía Maura. Desmineralización- remineralización del esmalte dental. Revista ADM. 2002. Vol 59, No. 6.

<sup>35</sup> Imagen disponible en:

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2005197/capitulos/cap2/26>

[5.html](#)



---

### 3. REMINERALIZACIÓN

#### 3. 1. Antecedentes

El concepto de remineralización se conoce desde hace más de 100 años, pero sólo en las recientes décadas se ha aceptado su rol terapéutico en el control de la caries dental. En cariología, la remineralización del esmalte es análoga a la curación de las heridas en los tejidos blandos del cuerpo. La remineralización constituye un proceso natural de reparación de las lesiones producidas por desequilibrio entre la pérdida de minerales y su posterior recuperación. Es el resultado de la detención o regresión de la lesión, al disminuir el ataque cariogénico, aumenta la resistencia de la superficie del diente o la combinación de ambos procesos.<sup>36 37</sup>

#### 3.2. Mineralización biológica

La mineralización biológica, también llamada calcificación es el proceso durante el cual ciertos tejidos acumulan grandes cantidades de minerales y forman cristales complejos haciendo que dichos tejidos adquieran rigidez.<sup>38</sup>

Las sales de los dientes están compuestas de hidroxapatita con carbonatos adsorbidos y diversos cationes unidos en una estructura cristalina dura. También se están depositando continuamente nuevas sales mientras se reabsorben sales antiguas. Este depósito y reabsorción mineral apenas se

---

<sup>36</sup> Gutierrez Mosquera Beatriz, Planells del Pozo Paloma. Actualización en odontología mínimamente invasiva: remineralización e infiltración de lesiones incipientes de caries. Cient. Dent. 2010. Vol 7, No. 3. 19- 27.

<sup>37</sup> Koulourides Theodore. Dinámica de la mineralización biológica aplicada a la caries dental. En: Menaker Lewis, Morhart Robert E, Navia Juan N. Bases biológicas de la caries dental. 1ª ed. México: Interamericana McGraw Hill; 1997. p. 447.

<sup>38</sup> Aparato digestivo. En: Ham Arthur W, Cormack David H. Tratado de histología. 8ª ed. México: Nueva editorial Interamericana; 1983. p. 731.



produce en el esmalte. La mayor parte de lo que ocurre en el esmalte obedece a un intercambio de minerales con la saliva por difusión.<sup>39</sup>

Para entender los diversos eventos que ocurren en el diente, es necesario conocer su estructura mineral, formada sobre todo por hidroxiapatita, cuya fórmula es  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Todo proceso de cambio entre este mineral y el medio bucal, ocurrirá de acuerdo con el equilibrio de la disolución del mineral en ambiente acuoso.<sup>40</sup>

La formación y disolución de cada sólido cristalino depende del equilibrio de dos fuerzas. En el caso de la hidroxiapatita, tal equilibrio es función de la concentración de iones de calcio, fosfato e hidroxilo en el líquido circundante. La actividad iónica en equilibrio, es decir, cuando no se forma ni se disuelve apatita, está en constante cambio. Cuando la concentración iónica de los líquidos circundantes esta en equilibrio, el intercambio de iones entre el sólido y la solución es igual en ambas direcciones, con cambio neto nulo. En la intercara entre el sólido y la solución, los iones del primero exhiben el movimiento térmico, cruzando constantemente el plano interfacial, con algunos iones que migran a la solución, mientras que un número igual los reemplazan, incorporándose al sólido. Este equilibrio dinámico entre los cristales y su ambiente líquido está afectado por varios factores, incluyendo el pH, la quelación y la concentración de todos los tipos de iones de la solución.<sup>41</sup>

Cada ciclo de mineralización comprende un período de sobresaturación de líquido cuando la fuerza conductora se aplica a la deposición de mineral. Un período de subsaturación ocasionará disolución mineral si la superficie del diente en ese punto es soluble en la solución a tal grado de

---

<sup>39</sup> Ib. p, 731.

<sup>40</sup> Andaló Tenuta Livia María, Cury Jaime A. Fluoruro: De la Ciencia a la práctica clínica. En: Bezerra da Silva Léa Assed. Tratado de odontopediatría, 1ª ed. México: AMOLCA; 2008. 412- 22

<sup>41</sup> Tratado de histología. Op. cit. p. 731.



subsaturación. Los minerales más solubles en el esmalte (calcio y carbonato de magnesio) son los primeros en disolverse durante el período de subsaturación, mientras que los más insolubles (fluorapatita) del líquido de la placa se depositarán preferencialmente durante el período de sobresaturación. Cada ciclo puede aumentar la resistencia de la superficie del diente en episodios sucesivos de disolución mineral. Cuando la resistencia del diente alcanza un nivel suficiente para resistir el potencial de disolución de los períodos de subsaturación, la superficie se hará inmune a la caries.<sup>42</sup>

Un estado de sobresaturación intenso, prolongado y frecuente producirá una lesión cariosa. Períodos menos intensos breves e infrecuentes de saturación, interrumpidos por otros de sobresaturación, no solo mantendrán intacta la superficie dental, sino que también pueden mejorar la resistencia de ésta a posteriores ataques cariosos, siempre que la composición del líquido generado sea favorable durante la fase de remineralización.<sup>43</sup>

Con una serie de ciclos de desmineralización- remineralización se puede producir un cambio en la composición del diente en las capas profundas del esmalte, algunas veces hasta la unión amelodentinaria.<sup>44</sup>

### 3.2.1. Saliva

La saliva es una secreción que deriva en su mayor parte de las glándulas parótidas, submandibulares y sublinguales. Es estéril cuando sale de las glándulas salivales, pero deja de serlo en cuanto entra en contacto con el

---

<sup>42</sup> lb

<sup>43</sup> lb

<sup>44</sup> lb



fluido crevicular, restos alimenticios, células descamadas de la mucosa oral y microorganismos.<sup>45</sup>

Las glándulas salivales están formadas por células acinares y ductales. Las parótidas elaboran un fluido seroso con electrolitos relativamente bajo en sustancias orgánicas, secretan la mayor cantidad de bicarbonato de sodio presente en la saliva, el cual es esencial para neutralizar los ácidos producidos por las bacterias cariogénicas, y en ella se sintetiza principalmente la alfa amilasa, la cual es la encargada de iniciar la digestión intraoral de los azúcares. Ésta glándula produce menos calcio que las submandibulares. Las glándulas salivales menores son esencialmente mucosas y son las encargadas de proporcionar a la cavidad oral el flúor que baña los dientes y favorece la resistencia al proceso carioso.<sup>46</sup>

El 99% de la saliva es agua, mientras que el 1% restante está constituido por moléculas orgánicas e inorgánicas.<sup>47</sup>

Si bien la cantidad de saliva es importante, también lo es la calidad de la misma, ya que cada uno de sus componentes desempeña una serie de funciones específicas, las cuales se describen a continuación:<sup>48</sup>

---

<sup>45</sup> Llena Puy Carmen. The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006. 11 E499-55.

<sup>46</sup> Art. cit. The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis.

<sup>47</sup> Art. cit. The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis.

<sup>48</sup> Art. cit. The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis.





FUNCIÓN	COMPONENTES
Lubricación	Mucina, glicoproteínas ricas en prolina y agua.
Antimicrobiana	Lisosima, lactoferrina, lactoperoxidasa, mucina, cistinas, histatinas, inmunoglobulinas, proteínas ricas en prolina, IgA.
Mantenimiento de la integridad de la mucosa	Mucinas, electrolitos y agua.
Limpieza	Agua
Capacidad buffer y remineralización	Bicarbonato, fosfato, calcio, proteínas aniónicas ricas en prolina, flúor.
Preparación de los alimentos para la deglución	Agua y mucinas.
Digestión	Amilasa, lipasa, ribonucleasas, proteasas, agua y mucinas.
Sabor	Agua y gustinas.
Fonación	Agua y mucinas.



A pesar de que la saliva juega un papel importante en la reducción de los ácidos de la placa, existen mecanismos buffer específicos como son los sistemas de bicarbonato, el fosfato y algunas proteínas, las cuales, además de éste efecto, proporcionan las condiciones idóneas para autoeliminar ciertos componentes bacterianos que necesitan un pH muy bajo para sobrevivir. El tampón ácido carbónico- fosfato ejerce su efecto sobre todo cuando aumenta el flujo salival estimulado. El tampón fosfato, juega un papel fundamental en situaciones de flujo salival bajo, por encima de un pH de 6 la saliva está sobresaturada de fosfato con respecto a la hidroxiapatita, cuando el pH se encuentra por debajo del pH crítico la hidroxiapatita comienza a disolverse y los fosfatos liberados tratan de establecer un equilibrio, lo que dependerá del contenido de iones fosfato y calcio del medio circundante. Algunas proteínas como las histatinas o la sialina, así como algunos productos alcalinos generados por la actividad metabólica de las bacterias sobre los aminoácidos, péptidos, proteínas y urea también son importantes en el control del pH salival. Por ejemplo, las histatinas tienen la capacidad de unirse a la hidroxiapatita inhibiendo la precipitación de calcio y fosfato de forma espontánea y manteniendo así la integridad del cristal.<sup>49</sup>

### 3.3. Fenómeno desmineralización- remineralización

El fenómeno de desmineralización- remineralización es un ciclo continuo pero variable, que se repite con la ingesta de los alimentos; específicamente los carbohidratos que al metabolizarse en la placa dental, forman ácidos que reaccionan en la superficie del esmalte. La cual cede iones calcio y fosfato que alteran la estructura cristalina de la hidroxiapatita, pero la vuelven más susceptible a ser remineralizada. Si no continúa la producción de ácidos después de 30 a 45 minutos, el pH sube y los minerales en forma iónica tienden a incorporarse a la estructura dentaria. La irreversibilidad se da cuando la cantidad de cristales removidos ocasiona el colapso de la matriz

<sup>49</sup> Art. cit. The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis.



de proteína estructural. Por ello se tiene que disminuir el incremento proporcional del ácido producido por las bacterias acumuladas en la placa dentobacteriana, evitar que se pierda la permeabilidad del esmalte para que agentes químicos como el fluoruro faciliten la insolubilidad del esmalte y estimular los mecanismos por el cual los minerales puedan precipitarse dentro de la lesión y pueda remineralizarse.<sup>50</sup>

### 3.4. Fenómeno desmineralización- remineralización de la caries dental.

La caries es considerada como un proceso inverso de la calcificación, es decir, la desmineralización del esmalte y dentina; y a la remineralización como una deposición de minerales después de una pérdida de ellos o de un ataque ácido. Dado que la caries dental es un desequilibrio entre las actividades de desmineralización y remineralización, el proceso de la enfermedad se puede corregir de varias formas según la conducta del paciente: reducción o eliminación de carbohidratos refinados, eliminación de la placa, enjuagues con fluoruros, son medidas que ayudan a consolidar las lesiones incipientes.<sup>51</sup>

La remineralización dental es la adaptación del tejido dental a la amenaza cariogena. Al surgir los dientes en la cavidad oral abandonan el ambiente homeostáticamente controlado del líquido hístico para encontrarse en el medio oral, el cual sufre continuos cambios y el diente se ve agredido con ellos gracias a factores como la intensidad y la frecuencia de las agresiones.<sup>52</sup>

La lesión cariosa se caracteriza por una lesión subsuperficial del esmalte cubierta por una capa bastante bien mineralizada, a diferencia de la erosión

---

<sup>50</sup> Art. cit. Actualización en odontología mínimamente invasiva: remineralización e infiltración de lesiones incipientes de caries.

<sup>51</sup> Bases biológicas de la caries dental. Op. cit. p. 459.

<sup>52</sup> Ib



dentaria de origen químico en la superficie externa del esmalte está desmineralizada.<sup>53</sup>

### 3.5. Remineralización

La remineralización es un proceso de precipitar calcio, fosfato y otros iones en la superficie o dentro del esmalte parcialmente desmineralizado. Los iones pueden proceder de la disolución del tejido desmineralizado, de una fuente externa o una combinación de ambos; proceso mediante el cual se depositan minerales en la estructura dentaria, la remineralización ocurre bajo un pH neutro, condición por la cual, los minerales presentes en los fluidos bucales se precipitan en los defectos del esmalte desmineralizado.<sup>54</sup>

En el mecanismo por el cual se depositan los minerales durante el proceso de remineralización, la deposición inicial de los minerales ocurre en o cerca de la capa externa de la lesión. El compuesto mineral que se deposita inicialmente es una forma soluble, al transcurrir el tiempo los minerales son transferidos dentro de la lesión y eventualmente depositados en forma de compuestos insolubles, en la parte más profunda del cuerpo de la lesión.<sup>55</sup>

La remineralización completa de la superficie, impide la formación de cristales en las microcavidades más profundas; dando como resultado una superficie hipermineralizada de esmalte, que retarda el efecto cariogénico transitorio y mantiene el potencial de remineralización de la unidad estructural.<sup>56</sup>

---

<sup>53</sup> Ib

<sup>54</sup> Ib. p. 449

<sup>55</sup> Ib

<sup>56</sup> Ib



### 3.5.1. Iones que intervienen en la remineralización

El calcio, así como otros iones metálicos como el estroncio y zinc, pueden transportarse hacia el cuerpo de la lesión en forma de complejos moleculares sin carga, utilizando al fosfato como vehículo acarreador. Existe un equilibrio entre hidroxiapatita y fluorapatita y la concentración de sus iones en el medio. Cuando esta concentración supera un cierto nivel, se produce una precipitación de sus iones en disolución. Por el contrario, la concentración de iones en los fluidos que rodean al esmalte disminuye, los compuestos apatíticos se disuelven y liberan al fluido para equilibrar nuevamente las concentraciones.<sup>57</sup>

La presencia de iones flúor en los fluidos bucales, aún en concentraciones bajas, es necesaria para obtener una protección contra la caries, una continua elevación y disminución en la concentración de dicho ión puede ser una ventaja en la capacidad anticariogénica del fluoruro.<sup>58</sup>

La consolidación de la lesión supone que se incorpora flúor, y posiblemente otros elementos dietarios extrínsecos que contribuyen a incrementar la resistencia del diente al ácido. Debido a la inclusión del material orgánico en la lesión, la superficie consolidada permanece más blanda que el esmalte original, aunque más resistente a una posterior disolución ácida. Estas zonas aparecen como puntos blancos, amarillos o marrones en los sitios de riesgo de iniciación de la caries. Estas áreas de remineralización no representan desventaja significativa en cuanto a estética se refiere, ya que, normalmente esas lesiones consolidadas no son visibles, a pesar de esto, las estructuras únicamente son reconstruidas, proceso al que Ten Cate denominó reparación no restitutiva.<sup>59</sup>

---

<sup>57</sup> Ib

<sup>58</sup> Ib. p. 450.

<sup>59</sup> Ib. p. 451.



## 4. IONÓMERO DE VIDRIO

### 4. 1. Antecedentes

El cemento de ionómero de vidrio fue descrito por primera vez por Wilson y Kent en Inglaterra en 1972, quienes investigaron la reacción de fraguado del vidrio alúmino silicato y el ácido poliacrílico. Posteriormente fueron desarrollados para su uso clínico por Mc Lean y Wilson en 1974.<sup>60</sup>

Es un material de restauración utilizado en odontología que pretendía ser una restauración estética de dientes anteriores indicada para cavidades clase III y V.<sup>61</sup>

Éste material representa una evolución de los materiales restauradores, pues presenta adhesión por medios físicos y químicos al esmalte y dentina, posibilitando un mejor sellado de la interfase diente/material restaurador. Además, proporcionan la liberación de iones flúor a la estructura dental adyacente a las restauraciones y poseen compatibilidad biológica. Estas propiedades son las que le permiten ser empleado en diversas situaciones clínicas, y hoy, es considerado un material con amplio empleo en la práctica odontológica, principalmente en salud pública.<sup>62</sup>

### 4.2. Composición

El polvo consiste en un vidrio de flúor alúmino silicato preparado con fundente a base de fluoruro, con partículas de 20 a 50  $\mu\text{m}$  de tamaño cuando el material se usa para obturaciones y menor de 25  $\mu\text{m}$  cuando se usa como cemento. Se obtiene fundiendo partículas de cuarzo, fluoruro de aluminio y

---

<sup>60</sup> Guenka Regina, Borsatto María Cristina, Ciccone Juliane. Dentística operatoria y restauradora. En: Bezerra da Silva Léa Assed. Tratado de odontopediatría, 1ª ed. México: AMOLCA; 2008. 412- 22.

<sup>61</sup> Shen Chiayi. Cementos dentales. En: Anusavice Kenneth. Phillips ciencia de los materiales dentales. 11ª ed. México: Elsevier; 2010. 443- 93.

<sup>62</sup> Tratado de odontopediatría. Op. cit. p. 412.



fosfatos metálicos y se enfría bruscamente obteniéndose un vidrio de color blanco lechoso. Debido a que su reacción de fraguado es ácido básica, algunos fabricantes agregan óxido de zinc como sustancia buffer para controlar dicha reacción. Elementos como óxido de lantano, estroncio bario y zinc son adicionados para conferirle al materias propiedades de radioopacidad.<sup>63 64</sup>

El líquido está formado por soluciones acuosas de homopolímeros y copolímeros del ácido acrílico. El ácido itacónico reduce la viscosidad del líquido y lo hace más resistente a la gelación. También puede contener sustancias quelantes de bajo peso molecular como el ácido tartárico, cuya función será modificar la concentración y reducir la viscosidad, actuar como endurecedor y acortar el tiempo de fraguado. Algunos líquidos también pueden contener ácido polimaléico para modificar la reacción reactiva del aluminio- silicato, el cual además le brinda translucidez y estética a la restauración. Presentan también ácido tartárico, el cual mejora sus características de manipulación, aumentando el tiempo de trabajo y disminuyendo el tiempo de fraguado.<sup>65</sup>

La adición de flúor en los cementos se consigue mediante la incorporación física de una sal soluble de flúor dentro del material o mediante rellenos de minerales fluorados casi insolubles. Otra alternativa para la liberación de flúor de forma química es el empleo de monómeros con flúor como radical que formarán parte de la matriz de la sustancia. Estos monómeros liberan iones flúor cuando los intercambian con grupos hidroxilo. La pérdida de flúor del material es motivo de gran preocupación con respecto a las propiedades del material a largo plazo. La adición de éste ión al

---

<sup>63</sup> Ib p. 413.

<sup>64</sup> Materiales dentales conocimientos básicos aplicados. Op. cit. p. 97.

<sup>65</sup> Tratado de odontopediatría. Op. cit. p. 413.



material, además de brindarle al cemento propiedades anticariogénicas, mejora las características de trabajo y aumenta su resistencia.<sup>66</sup>

La composición química del cemento de ionómero de vidrio ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. La necesidad de mejorar sus propiedades mecánicas llevó a que le incorporaran partículas de metal, o a que la parte del ácido poliacrílico fuera reemplazada por monómeros hidrofílicos por ejemplo.<sup>67</sup>

Cuando el polvo y el líquido se mezclan en una pasta, el ácido graba las superficies de las partículas de vidrio y se liberan iones calcio, aluminio, sodio y flúor al medio acuoso. Las cadenas del ácido poliacrílico se entrecruzan debido a que los iones de calcio se reemplazan por aluminio a lo largo de las primeras 24 horas. Algunos de los iones de sodio reemplazan los iones de hidrógeno de los grupos carboxílicos, mientras que otros iones remanentes se dispersan uniformemente en el cemento fraguado junto con los iones de flúor. En la fase de entrecruzamiento se produce la hidratación de estas cadenas con la misma agua con la que se ha producido la mezcla inicial. Este proceso se denomina maduración. La porción sin reaccionar de las partículas de vidrio está recubierta con el gel de sílice que se produce cuando se arrancan los cationes de la superficie de las partículas. Por ello, el fraguado del cemento consiste en la aglomeración de partículas de polvo que no han reaccionado rodeadas por un gel de sílice envuelto en una matriz compuesta por polisales hidratadas de aluminio y calcio.<sup>68</sup>

---

<sup>66</sup> Phillips ciencia de los materiales dentales. Op. cit. p.

<sup>67</sup> Ionómero de vidrio. En: Cova N José Luis. Biomateriales dentales. 2ª ed. México: AMOLCA; 2010. p. 226.

<sup>68</sup> Ib. p. 229.





El agua sirve como un medio de reacción para después hidratar las conexiones de la matriz, dando lugar a una estructura de gel más estable, confiriéndole estabilidad y menor susceptibilidad a la humedad.<sup>69</sup>

### 4.3. Propiedades

- Adhesividad. Gracias a la unión físico- química por la presencia de grupos carboxilos que forman uniones por puentes de hidrógeno entre el polímero y el sustrato. Estas uniones son transformadas progresivamente en uniones iónicas, a medida que el calcio, aluminio y otros metales desplazan al hidrógeno.
- Biocompatibilidad. Su alto peso molecular impide que se difunda por los túbulos dentinarios hacia la pulpa.
- Coeficiente de expansión térmico. Su capacidad de unirse químicamente al diente se debe a su coeficiente de expansión térmico lineal semejante a las estructuras dentarias.
- Liberación de fluoruro. La liberación de flúor ocurre con mayor intensidad en las primeras 48 horas y permanece en menor concentración por períodos prolongados. Esto se debe a la mayor movilidad iónica en la masa del material todavía en formación y a la falta de estabilidad de las uniones en la fase inicial. El flúor contenido en el cemento de ionómero de vidrio se libera en un medio acuoso, y de aquí parte su potencial anticariogénico, ya que dichos iones tienen la capacidad de inhibir la desmineralización.
- Estética. Tiene la capacidad de mimetizar el color del diente, pero el ionómero de vidrio modificado con resina, con el paso del tiempo presenta una alteración acentuada de color.<sup>70 71</sup>

<sup>69</sup> Tratado de odontopediatría. Op. cit. p. 415.

<sup>70</sup> Ib. pp. 416- 417.



Clínicamente son bastante resistentes a la disolución, pero hay que tener en cuenta que el material es capaz de absorber agua.<sup>72</sup>

La radioopacidad la confieren aditivos con lantano, estroncio, bario y óxido de zinc.<sup>73</sup>

#### 4.4 .Clasificación

Existen diferentes tipos de clasificación de éste material:

Según su naturaleza:

- Convencionales. Compuestos por partículas vítreas y ácidos poliacenónicos, presentando exclusivamente la reacción ácido base.
- Reforzados con metal. Constituidos de líquido semejante al de los ionómeros convencionales y polvo compuesto de una mezcla de polvo convencional con partículas de amalgama o plata y partículas de vidrio. Las únicas propiedades mejoradas en comparación con los convencionales son la resistencia al desgaste y la radioopacidad. Con la inclusión de partículas metálicas se inhibe la liberación de flúor y la adhesión a la estructura dental.<sup>16</sup>
- Modificados con resina. Parte del líquido del ácido poliacenónico es sustituido por hidroximetil metacrilato. Éstos materiales presentan dos o tres mecanismos de fraguado. La principal diferencia es la adición de componentes resinosos e iniciadores de polimerización, que además de mejorar algunas propiedades físicas del material, hacen posible el fraguado inmediato después de la polimerización, dando resistencia inmediata a la incorporación y pérdida de agua.<sup>74</sup>

---

<sup>71</sup> Biomateriales dentales. Op. cit. p. 229.

<sup>72</sup> Tratado de odontopediatría. Op. cit. 417

<sup>73</sup> |b

<sup>74</sup> Tratado de odontopediatría. Op. cit. p. 413.



Según sus indicaciones de acuerdo a Tay y Linch (1989):

- Tipo I. Indicados como agentes cementantes
- Tipo II. Son los materiales restauradores convencionales. Este grupo de cemento esta subdividido en otros dos grupos: aquellos que poseen refuerzo metálico, destinados a áreas que sufren un esfuerzo masticatorio intenso, y los que no poseen dicho refuerzo, utilizados en restauraciones estéticas localizadas en áreas que sufren poco esfuerzo masticatorio.
- Tipo III. También se subdividen en dos grupos: los indicados para el sellado de fosas y fisuras, debido a su capacidad de adhesión y liberación de flúor, y aquellos utilizados para protección pulpar activados químicamente. Esta indicación se debe a su biocompatibilidad y a la posibilidad de sufrir acondicionamiento ácido.
- Tipo IV. Son aquellos modificados con la adición de monómeros resinosos, como el HEMA o el Bis- GMA, y están subdivididos en protectores pulpares y restauradores. Fueron introducidos con el propósito de superar la sensibilidad a la humedad y las pocas propiedades mecánicas iniciales asociadas a los cementos de ionómero de vidrio convencionales. La polimerización se inicia con la activación de los componentes resinosos, seguida por la reacción de fraguado convencional ácido base que complementa el fraguado del cemento: Puede todavía ocurrir una polimerización química de la fase resinosa complementando así la fotopolimerización.<sup>75</sup>

---

<sup>75</sup> Ib. p. 415.



#### 4.5 Indicaciones y contraindicaciones<sup>76</sup>

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Adecuación del medio bucal.</li><li>• Sellado de fosetas y fisuras.</li><li>• Restauraciones clase I conservadoras.</li><li>• Restauraciones clase II tipo túnel y spot horizontal.</li><li>• Restauraciones clase II en dientes temporales.</li><li>• Restauraciones clase III y V.</li><li>• Restauraciones mixtas.</li><li>• Material de protección.</li><li>• Reconstrucción de muñón.</li><li>• Cementación de coronas parciales y totales.</li><li>• Cementación de bandas y accesorios ortodóncicos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Restauraciones clase II que involucran la cresta marginal en dientes permanentes.</li><li>• Restauraciones clase IV, con gran pérdida de esmalte vestibular.</li><li>• Restauraciones en áreas de cúspides.</li><li>• Restauraciones en áreas sometidas a gran carga masticatoria.</li></ul>

#### 4.6 Ionómeros de vidrio modificados con resina

Los ionómeros de vidrio modificados con resina presentan en su constitución una mezcla de agua/HEMA. En general se reporta que estos cementos tienen propiedades físicas de resistencia mejores que las de los convencionales. Inicialmente, la incorporación de componentes resinosos proporcionan una mejor combinación de colores y mayor translucidez, pero el

<sup>76</sup> Ib. p. 416.



material con monómero resinoso proporciona una menor liberación de flúor y una mayor contracción a la polimerización.<sup>77</sup>

Los cementos de ionómero de vidrio modificados por monómeros resinosos presentan ciertas ventajas en relación a los ionómeros convencionales, como mayor control del tiempo de trabajo, resistencia superior, que ocurre principalmente en los períodos iniciales luego de la mezcla, estética inicial superior y mayor adhesión a la estructura dental.<sup>78</sup>

Como todos los materiales en odontología, éste también tiene desventajas como la contracción que sufre a la polimerización y alteración de color a largo plazo, al contrario de los ionómeros de vidrio convencionales, cuyo color se mimetiza al color del diente.<sup>79</sup>

#### 4.7 Vitremer<sup>®</sup>

Es un avanzado sistema de ionómero de vidrio que ofrece tres formas de polimerización para cumplir con sus necesidades en la reconstrucción de muñones y aplicaciones restauradoras. Posee una alta liberación de flúor.<sup>80</sup>

Puede ser colocado en bloque gracias sus propiedades químicas de polimerizado en oscuro.<sup>81</sup>

Vitremer<sup>®</sup> combina un tiempo de trabajo prolongado con excelentes propiedades físicas, y se encuentra disponible en tonos A3, C2, C4 así como en tono pediátrico.<sup>82</sup>

---

<sup>77</sup> lb. p. 415.

<sup>78</sup> lb. p. 414.

<sup>79</sup> lb

<sup>80</sup> [www.denteq.com.ec](http://www.denteq.com.ec)

<sup>81</sup> <http://solutions.3mchile.cl>

<sup>82</sup> lb

Indicado en:

- Restauraciones clase III y V.
- Caries radicular.
- Restauraciones clase I ó II en dientes temporales.
- Base o forro cavitario.
- Restauraciones clase II con la técnica por capas.
- Reconstrucción de muñones.<sup>83</sup>

Ventajas:

- Fotocurado de 40 segundos ofreciendo un amplio tiempo de trabajo.
- Autocurado de 4 minutos, incluso donde la luz no llega.
- El curado del ionómero de vidrio tiene una reacción ácido base ofreciendo una liberación de flúor a largo plazo y una fuerte adhesión a la estructura dentaria.<sup>84</sup>

Presentación:

- Polvo x 5 grs. Primer x 2. 0 ml.
- Líquido x 2. 5 ml. Finishing 2 ml.<sup>85</sup>



86

---

<sup>83</sup> Ib

<sup>84</sup> <http://solutions.3mchile.cl>

<sup>85</sup> Ib

<sup>86</sup> Imagen disponible en:

<http://www.mdent.cl/tienda/?ficha=1200-3M.VITREMER.FOTOCURADO.KIT3303MP.A3..70201026088#>



## 5. FLUORURO

### 5.1. Generalidades

La utilización de fluoruros ha sido considerada la principal razón para la reducción de caries observada en todo el mundo durante los últimos treinta años.<sup>87</sup>

Su efecto en la prevención de caries fue descubierto al inicio del siglo pasado, cuando se percibió la presencia de dientes moteados en ciertas comunidades en donde se bebía agua con exceso de flúor natural. A pesar del compromiso estético, los individuos presentaban menor prevalencia de caries dental. Como resultado de ésta observación, se presumió que la disminución de los índices de caries en éstos individuos estaba relacionada con la incorporación del ión en los tejidos dentales durante la etapa de formación de los dientes.<sup>88</sup>

A pesar de que hoy se tiene presente un efecto preventivo del flúor esencialmente local, el conocimiento de su metabolismo continúa siendo importante, pues algunos métodos, como la fluoración del agua de abastecimiento público, utilizan la ingestión de flúor como una opción de mantener su presencia constante en la cavidad bucal. Anteriormente, el conocimiento sobre el metabolismo del flúor se usaba para garantizar que todo el flúor ingerido fuese absorbido e incorporado en el esmalte.<sup>89</sup>

### 5.2. Características de los fluoruros

El fluoruro es la forma iónica del elemento flúor con efecto preventivo contra la caries dental. Cuando está presente en la cavidad bucal en niveles bajos y constantes, el flúor interviene en los fenómenos de desmineralización y

---

<sup>87</sup> Bordoni Noemí, Escobar Rojas Alfonso, et. al. Odontología Pediátrica: La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. 1ª ed. México: Medica Panamericana; 2010. pp. 1142. p. 299.

<sup>88</sup> Ib

<sup>89</sup> Ib



remineralización del esmalte, disminuyendo drásticamente la pérdida mineral. El flúor puede surgir de sales como el fluoruro de sodio, el fluosilicato de sodio, del ácido fluorosilícico o del ión monofluorofosfato.<sup>90</sup>

La principal vía de absorción del flúor es el tubo digestivo. Cuando se ingiere, es rápidamente absorbido: el 90% del total se encuentra en la sangre después de 30 a 45 minutos. La absorción se produce principalmente en el estómago y en la primera porción del intestino, donde el pH es muy bajo. En bajo pH, el flúor gracias a la baja permeabilidad de la membrana celular de las células del tubo digestivo, se presenta en forma no disociada de ácido fluorhídrico.<sup>91</sup>

Existen factores que interfieren con la absorción gastrointestinal del flúor como lo son la presencia de cationes ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Al}^3$  y  $\text{Mg}^{++}$ ) debido a la formación de sales de baja solubilidad. Otro factor relevante es la presencia de bolo alimenticio, pues éste disminuye el acceso del flúor a la mucosa gástrica, limitando su absorción.<sup>92</sup>

Una vez absorbido, el flúor es distribuido sistémicamente a través de la sangre, en donde su concentración corresponde a 1:1 con la cantidad ingerida durante el día. Ya presente en el plasma se distribuye a todo el organismo, llega por ejemplo a las glándulas salivales y regresa a la cavidad bucal por la saliva, garantizando de ésta manera su permanencia constante en el medio bucal.<sup>93</sup>

La distribución del flúor es paralela tanto a los tejidos blandos como los mineralizados. Los huesos son los mayores responsables de la remoción del flúor de la sangre. Cerca del 99% de flúor presente en el organismo está asociado a tejido óseo. Esto ocurre debido a la afinidad del flúor por la

---

<sup>90</sup> Ib

<sup>91</sup> Ib. p. 300

<sup>92</sup> Ib

<sup>93</sup> Ib. p. 301





hidroxiapatita; dicho mineral puede tener sustituidos sus hidroxilos parcial o totalmente por flúor.<sup>94</sup>

### 5.3. Intervención del fluoruro en el proceso de desmineralización y remineralización

El diente cubierto por la saliva no sufre desmineralización. Por el contrario, la saliva que esta supersaturada de iones calcio y fosfato repone de manera constante minerales en la estructura dental expuesta, precipitando iones a la estructura desmineralizada.<sup>95</sup>

La disminución del pH en el ambiente oral y en el biofilm favorece la desmineralización dental de manera localizada. Cuando el biofilm dental se expone a un azúcar fermentable, habrá producción de ácidos y una consecuente disolución de los minerales del diente.<sup>96</sup>

Luego de la desmineralización, cuando el pH retorne a niveles mayores de 5.5, se reponen los minerales perdidos gracias a la precipitación hacia el sólido. Este fenómeno de remineralización se ve favorecido por la remoción y desorganización del biofilm dental y la exposición del esmalte a la saliva.<sup>97</sup>

Éste ciclo de desmineralización- remineralización ocurre constantemente en todos los individuos, siempre y cuando algún acumulo bacteriano esté presente sobre alguna región de los dientes y sea expuesto a un sustrato fermentable. El desarrollo de la lesión de caries ocurrirá por un desequilibrio iónico con preponderancia de episodios de desmineralización sobre los de remineralización cuando existe un consumo frecuente de sustratos fermentables. El tiempo en que el biofilm dental presenta un pH

---

<sup>94</sup> Ib

<sup>95</sup> Tratado de odontopediatría. Op. cit. p. 118.

<sup>96</sup> Ib

<sup>97</sup> Ib



más alto, que favorezca la remineralización es muy pequeño e insuficiente para reponer los minerales perdidos. Luego de semanas o meses de repetición de éste proceso la lesión de mancha blanca se hace evidente.<sup>98</sup>

#### 5.4. Papel de fluoruro en la prevención de la caries dental

Actualmente se sabe que el efecto del fluoruro incorporado al diente es secundario y que el presente en la cavidad bucal es el que interfiere en el proceso de desmineralización- remineralización del esmalte.

La capa más externa del esmalte es la más rica en fluoruro, la concentración llega como máximo a 3 000 ppm y va disminuyendo gradualmente en las capas más profundas.<sup>99</sup>

El fluoruro presente en el esmalte se encuentra incorporado a los cristales de hidroxiapatita en donde sustituye algunos hidroxilos del cristal, formando una fluorapatita, cuya fórmula química es  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$ . La concentración de fluoruro en el cristal por sí sola no es suficiente para garantizar al tejido duro menor solubilidad frente a los ataques ácidos.<sup>100</sup>

En presencia de flúor y un pH mayor de 4.5 se observa una tendencia a la precipitación de fluorapatita, es decir, al mismo tiempo que la hidroxiapatita es disuelta, la fluorapatita es formada, y por consiguiente, la pérdida mineral resultante será menor. Es importante señalar que no hay una nueva formación de cristales minerales, sino que los cristales ya desmineralizados son parcialmente rellenados con la fluorapatita que se precipita.<sup>101</sup>

---

<sup>98</sup> Odontología pediátrica. Op. cit. p. 307.

<sup>99</sup> Tratado de odontopediatría. Op. cit. p. 116.

<sup>100</sup> Ib. p. 118.

<sup>101</sup> Ib. p. 120.



La fluorapatita no es insoluble, sólo es menos soluble que la hidroxiapatita. Su solubilidad está en función del pH y de la concentración de flúor en el medio. La fluorapatita se disuelve en un pH menor de 4.5, y para evitar su disolución, la concentración de dicho ión tendría que ser muy grande, lo cual clínicamente es una condición irreal.<sup>102</sup>

La presencia de flúor en el medio bucal radica en que inhibe la desmineralización al mismo tiempo que activa la remineralización de los cristales disueltos de manera parcial. Esto ocurre porque en condiciones de supersaturación respecto a la hidroxiapatita, con flúor presente en el medio, el medio se tornará supersaturado con respecto a la fluorapatita, acelerando el proceso de precipitación.<sup>103</sup>

En presencia de flúor la protección será total, siempre y cuando la higiene bucal sea satisfactoria, esto indica una estrecha relación entre la higiene, la presencia de flúor y protección contra la caries.<sup>104</sup>

En el caso de la erosión, el principio de la disolución de minerales es semejante al involucrado en el desarrollo de la caries, pero sin presencia de biofilm dental. En el caso de la caries, los minerales son disueltos de inmediato y removidos a nivel local, y permanecen en el biofilm dental antes de ser diluidos en la saliva, permitiendo la remineralización cuando se alcanzan las condiciones de supersaturación por elevación del pH. En el caso de la erosión, los minerales son removidos en capas, permaneciendo por debajo del área involucrada una estructura reblandecida y menos mineralizada. Si no hay abrasión de la estructura reblandecida, ésta podrá ser remineralizada de manera parcial, sin embargo, si la porción más externa

---

<sup>102</sup> Ib. p. 121.

<sup>103</sup> Ib

<sup>104</sup> Ib. p. 122.



atacada por el ácido es mecánicamente removida, será imposible la reposición química del material.<sup>105</sup>

#### 5.4.1. Medios de uso del fluoruro en la prevención de la caries dental

Estos medios se pueden clasificar de acuerdo a su uso en:

- Medios comunitarios. Utilizados a escala comunitaria. Entre ellos están el agua, la sal y la leche fluorados.
- Medios individuales. Dentífricos y soluciones para enjuagues fluorados. Los dentífricos se destacan pues son utilizados por casi toda la población y se han considerado como uno de los factores responsables de la disminución de la caries a nivel mundial.
- Métodos profesionales. La justificación para indicar la aplicación profesional de fluoruro se basa en la necesidad de aumentar la cantidad de flúor presente en la cavidad bucal en los casos de pacientes con actividad de caries.<sup>106</sup>

##### 5.4.1.1. Medios profesionales de aplicación de fluoruro

La aplicación hecha por el profesional utiliza fluoruro en altas concentraciones, además de aumentar la concentración salival del fluoruro, dicho compuesto reaccionará con la estructura mineralizada de los dientes formando dos productos:

- Fluorapatita. Se deposita principalmente en la capa superficial del esmalte. Una vez formados estos cristales se depositan en cristales ya existentes aumentando la concentración de flúor en la apatita fluorada.
- Fluoruro de calcio. Se deposita en la superficie del diente íntegro formando glóbulos, los cuales son cubiertos por una capa de fosfato

---

<sup>105</sup> Ib

<sup>106</sup> Ib. pp. 123, 126, 132.



proveniente de la saliva, esto lo hace más estable. Tras una baja de pH, el fluoruro de calcio se solubiliza porque la capa de fosfatos se deteriora al liberar iones calcio y flúor, los cuales interfieren con el proceso de desmineralización. El aumento de pH paraliza este proceso de liberación conservando parte de los glóbulos para nuevos episodios de producción de ácidos. Así pues, el fluoruro de calcio es un reservorio de fluoruro que se libera cuando hay una baja de pH.<sup>107</sup>

Las diferentes opciones de aplicación tópica de fluoruro incluyen a las siguientes:

- Fosfato acidulado a 1. 23%. Se presenta en forma de gel y es el agente fluorado profesional más empleado. Presenta una concentración de 12. 300 ppm, tiene un pH ácido el cual promueve la formación de gran cantidad de fluoruro de calcio, lo que genera calcio en el mineral del diente para su reacción con el fluoruro. Una desventaja es que puede promover la erosión de restauraciones estéticas de resina composita o porcelana cuando se aplica con regularidad.
- Fluoruro de sodio neutral al 2%. Indicado cuando hay presencia de restauraciones estéticas. La concentración de fluoruro es de 9. 000 ppm. Es neutro, por tal motivo hay una menor formación de fluoruro de calcio.
- Barniz fluorado. Utilizado como alternativa del fluoruro en gel, es aplicado localmente en áreas con actividad de caries. Su efecto preventivo es de 30% para dientes temporales y 40% para permanentes. El barniz fluorado es una suspensión de fluoruro de sodio en solución alcohólica de resinas naturales. La concentración de fluoruro de sodio es del 5%, que corresponde a 22, 600 ppm de

---

<sup>107</sup> lb



---

fluoruro. A pesar de su alta concentración el pH del producto es neutro, lo que promueve la formación de menor cantidad de fluoruro de calcio en comparación con el fluoruro acidulado. A pesar de disminuir la liberación lenta del fluoruro, disminuyendo el riesgo de toxicidad aguda, la ingesta gradual del producto durante las horas que siguen a la aplicación, promoverá la exposición sistémica al fluoruro presente en el producto por la absorción que se lleva a cabo en el tracto digestivo.<sup>108</sup>

#### 5.4.1.2. Duraphat®

Los barnices fluorados fueron desarrollados en las décadas de los sesenta y setenta con la finalidad de que el material permaneciera más tiempo en contacto con la superficie de los dientes y así reforzar los resultados obtenidos con la aplicación tópica de geles.<sup>109</sup>

Desde la década de los ochenta estos barnices son utilizados en países europeos como Dinamarca por ejemplo, en donde se establecieron programas de prevención de la caries colocando barnices fluorados a pacientes mayores de 18 años. Esto, aunado a la fluoroterapia en gel demostró una reducción del índice de caries en muchos de los países europeos.<sup>110</sup>

Existen diversas marcas comerciales de barnices fluorados, uno de ellos es Duraphat®, el cual en 1994 fue el primer barniz fluorado aceptado por la FDA, quien lo indicó para su uso como protector cavitario y para dar tratamiento a la hipersensibilidad dental. Posteriormente en pruebas de

---

<sup>108</sup> Ib. pp. 133, 134.

<sup>109</sup> Fluoride varnishes: a review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety. V. 131: 2000, p. 589.

<sup>110</sup> Art cit. Fluoride varnishes: a review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety.

laboratorio se le sugirieron propiedades como el sellado de los túbulos dentinarios.<sup>111</sup>

Duraphat<sup>®</sup> es un barniz de fluoruro de sodio que contiene 22, 600 ppm de fluoruro en una base de resina, está indicado en la prevención y tratamiento de caries y/o hipersensibilidad dentaria. Cuando es usado para el tratamiento de hipersensibilidad se destaca la presencia de partículas globulares ricas en fluoruro que se acumulan en la superficie de los dientes y sellando los túbulos dentinarios.<sup>112</sup>



113

---

<sup>111</sup> Art. cit. Fluoride varnishes: a review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety.

<sup>112</sup> [www.colgateprofesional.com](http://www.colgateprofesional.com)

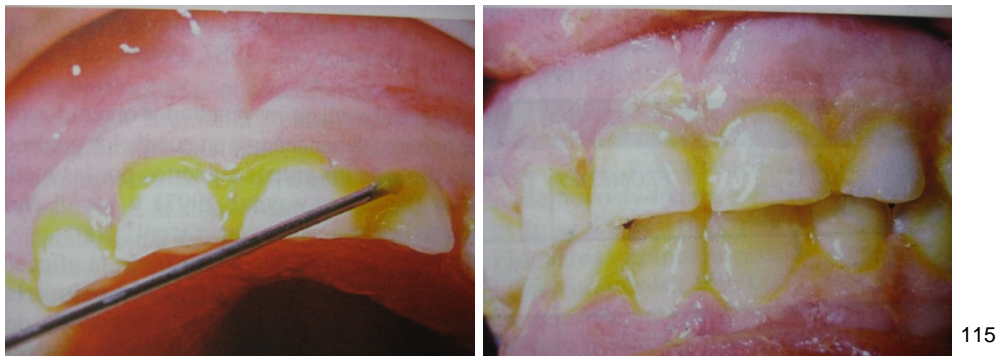
<sup>113</sup> lb

Las instrucciones de uso dadas por el fabricante son:

- Aislado relativo, retirar el exceso de humedad de los dientes y remover la placa dentobacteriana con una gasa o una profilaxis.



- Aplicar una capa del material de 0.3 a 0.5 mm de espesor con un pincel en el área de los dientes deseados; en el caso de las áreas interproximales, podemos auxiliarnos de con una seda dental para asegurarnos que el material alcance esa zona.



- Después de la aplicación, solicitar al paciente que se enjuague la boca y no se cepille los dientes o consuma alimentos duros por 3 a 4 horas.

<sup>114</sup> Odontología pediátrica. Op. cit. p. 324.

<sup>115</sup> lb





Para remover el barniz, indicar que se cepille los dientes y use seda dental.<sup>116</sup>

Las indicaciones dadas por el fabricante son:

- Prevención en el tratamiento de caries en niños adolescentes y adultos.
- Restauración de abrasiones o depresiones por cepillado y tratamiento de fisuras, grietas y desmineralización.
- Protección después del tratamiento, pulido y acondicionamiento ácido, aplicación de sellantes de fisuras y protección contra la caries secundaria y alrededor de las restauraciones.
- Protección después de la remoción de prótesis, bracketts y otros dispositivos.<sup>117</sup>

Peterson en 1975, estudió los patrones de adquisición de fluoruro analizando el contenido de fluoruro a diferentes profundidades del esmalte y demostró que ese contenido decrece progresivamente desde las capas adamantinas externas a las internas hasta alcanzar las 1, 700 ppm. El mismo autor en 1976 comparó diferentes formas de tratamiento tópico y encontró que la mayor adquisición de fluoruro se registró con Duraphat®.<sup>118</sup>

De Bruyn y col., (1987) encontraron que la desmineralización inducida por cambios cariogénicos se reduce entre 53 y 75% mediante los barnices fluorados. Otros hallazgos clínicos muestran que el incremento de caries se redujo entre 18 y 70% mediante la aplicación de barnices fluorados (De Bruyn y col., 1987; Petersson y cols., 1997).<sup>119</sup>

---

<sup>116</sup> Ib

<sup>117</sup> Ib

<sup>118</sup> Odontología pediátrica. Op. cit. p. 325.

<sup>119</sup> Ib. p. 324.



La mayor seguridad del barniz de flúor se basa en que su liberación de flúor e ingesta es lenta, no alcanzando valores altos de concentración plasmática. No obstante se debe tener en cuenta que al no removerse el fluoruro presente en el producto se ingerirá durante su solubilización, siendo más racional su aplicación apenas en las caras dentales necesarias y no en todos los dientes.<sup>120</sup>

### 5.5. Toxicidad del fluoruro

Este ión por sí solo es capaz de promover efectos tóxicos en el organismo siempre y cuando la cantidad utilizada sobrepase ciertos límites. Los efectos tóxicos observados se refieren a nivel sistémico, ya que hasta hoy, el uso local no ha generado riesgos. Sin embargo, muchos de los medios locales mal empleados pueden causar riesgos sistémicos por la ingesta durante su aplicación, ya sea voluntaria o inadvertida.<sup>121</sup>

La dosis letal varía de individuo a individuo, lo que llevó a determinar una dosis probablemente tóxica (DPT), la cual es de 5. 0 mg de fluoruro por Kg de peso; cifras mayores a ésta pueden ocasionar desde síntomas leves como náusea hasta la muerte del individuo.<sup>122</sup>

Existen dos efectos atribuidos al fluoruro, toxicidad aguda y crónica:

- Toxicidad aguda. Luego de la ingesta del fluoruro, éste es absorbido en el estómago y el 90% está presente en sangre al cabo de 30 a 45 minutos. Las medidas para evitar su absorción son la ingesta de leche o utilización de pastillas de hidróxido de aluminio, las cuales se enlazan al flúor disminuyendo su absorción. Su acción sistémica incluye irritación de la mucosa gástrica, disminución de la concentración de calcio en sangre y aumento de la concentración de

---

<sup>120</sup> Ib. p. 142.

<sup>121</sup> Ib. p. 139.

<sup>122</sup> Ib. p. 142.



---

potasio, disminución de la presión arterial, acidosis respiratoria, depresión respiratoria, arritmia cardíaca, coma y muerte.

- Toxicidad crónica. Muestra efecto ya en estructuras dentales en formación y se presenta como fluorosis dental. Es el resultado de todo el fluoruro ingerido, absorbido y distribuido por el organismo a través de la sangre, alojándose en la matriz del esmalte. La exposición debe ser de manera crónica para que la fluorosis sea clínicamente visible. El esmalte con fluorosis presenta mayor concentración de proteínas y es menos mineralizado que el esmalte normal. Como resultado de la exposición sistémica al fluoruro, la fluorosis ocurre en todos los dientes que se están formando en el período. Las manchas fluoróticas se distribuyen por toda la corona y en casos más leves solo se observan en la región incisal como líneas horizontales.<sup>123</sup>

---

<sup>123</sup> Ib. pp. 130, 143, 144.



---

## CONCLUSIONES

El proceso carioso se inicia con la desmineralización del esmalte como una zona con aspecto de mancha blanca, en la cual se puede intervenir con el uso de materiales que promueven la precipitación de iones como el flúor para equilibrar la concentración mineral.

La característica destacable de los ionómeros de vidrio es su capacidad de liberar iones flúor, los cuales son liberados paulatinamente, de esta forma la cavidad oral está por un período mayor de tiempo en contacto con dichos iones.

Los barnices fluorados ofrecen muchos beneficios tanto para el odontólogo, como para el paciente, ya que su forma de aplicación se puede limitar únicamente a las áreas afectadas, sin necesidad de exponer al paciente a la ingesta de mayores cantidades de fluoruro que las requeridas.

A pesar de que el uso de fluoruro ha mostrado una considerable reducción de los índices de caries, se sabe que únicamente el presente en la cavidad bucal es el que contribuye a reducir la presencia de lesiones cariosas, razón por la cual, los ionómeros de vidrio y fluoruros de aplicación tópica son los materiales de elección para lograr la remineralización del esmalte.



## BIBLIOGRAFÍA

- Anusavice Kenneth. Phillips ciencia de los materiales dentales. 11ª ed. México: Elsevier; 2010. 443- 93.
- Beltrán- Aguilar Eugenio, Goldstein Jonathan. Fluoride varnishes: a review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety. V. 131: 2000, p. 589.
- Bezerra da Silva Léa Assed. Tratado de odontopediatría, 1ª ed. México: AMOLCA; 2008. 412- 22.
- Bordoni Noemí, Escobar Rojas Alfonso, et. al. Odontología Pediátrica: La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. 1ª ed. México: Medica Panamericana; 2010. pp. 1142. p. 299.
- Cova N José Luis. Biomateriales dentales. 2ª ed. México: AMOLCA; 2010. p. 226.
- Fejerskov Ole, Kidd Edwina, et al. Dental caries; the disease and its clinical management. 2ª ed. Oxford: Blackwell Munksgaad Publishing Professional; 2008. p. 210
- Gutiérrez Mosquera Beatriz, Planells del Pozo Paloma. Actualización en odontología mínimamente invasiva: remineralización e infiltración de lesiones incipientes de caries. Cient. Dent. 2010. Vol 7, No. 3. 19- 27.
- Ham Arthur W, Cormack David H. Tratado de histología. 8ª ed. México: Nueva editorial Interamericana; 1983. p. 731.
- Irigoyen- Camacho María Esther. Caries dental en escolares del Distrito Federal. Salud Pública de México. 1997. Vol. 39, No. 2. 133- 36.
- Llena Puy Carmen. The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006. 11 E499-55.
- Menaker Lewis, Morhart Robert E, Navia Juan N. Bases biológicas de la caries dental. 1ª ed. México: Interamericana McGraw Hill; 1997. p. 447.
- Monterde Coronel María Elena, Delgado Ruíz José M, Martínez Rico Martín Isidro, Guzmán Félix Cándido E, Espejel Mejía Maura. Desmineralización- remineralización del esmalte dental. Revista ADM. 2002. Vol 59, No. 6.



---

Nicolás Silvente, Ana Isabel. Estudio *in vitro* del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets Murcia, 2010. Pág. 5

Orban. Histología y embriología bucales. 1ª ed. México: Fournier; 1978. Pág. 39.

Ramos- Gómez Francisco, Jue Bonnie, Bonta Yolanda. Implementing an infant oral care program. Journal of the California Dental Association. 2002.

Seif R. Tomas. Cariología: prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries dental. 1ª ed. Caracas Venezuela: Actualidades médico odontológicas Latinoamericanas, C. A.; 1997. p. 48

Tanzer Jason M, Livingston Jill, Thompson Angela M. The microbiology of the dental caries in humans. Journal of Dental Education. 2001. Vol 65, No. 10. p. 1029.

[http://www.dentistry.unc.edu/research/defects/pages/ai\\_2.htm](http://www.dentistry.unc.edu/research/defects/pages/ai_2.htm)

<http://www.monografias.com/trabajos40/caries-dentales/caries-dentales2.shtml>

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2005197/capitulos/cap2/265.html>

<http://www.universodontologico.550m.com/practiquisimas/pracoper.htm>

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/2005197/capitulos/cap2/265.html>

[www.denteq.com.ec](http://www.denteq.com.ec)

<http://solutions.3mchile.cl>

[www.colgateprofesional.com](http://www.colgateprofesional.com)

[www.mdent.cl/tienda/?ficha=12003M.VITREMER.FOTOCURADO.KIT3303M.P.A3..70201026088#](http://www.mdent.cl/tienda/?ficha=12003M.VITREMER.FOTOCURADO.KIT3303M.P.A3..70201026088#)