

# Membrana Filtrante del Esmalte.

*Enamel Membrane Filter.*

*Esmalte Filtro de Membrana.*

*Fecha de Recepción*

04 de julio de 2012

*Aceptado para su publicación*

16 de diciembre de 2012

## **María Alejandra Gili**

*Profesora Adjunta. Cátedra de  
Histología y Embriología.  
Facultad de Odontología. U.N.N.E.  
E-mail: magili@odn.unne.edu.ar*

## **Nathalie Enz**

*Jefe de Trabajos Prácticos. Cátedra de  
Histología y Embriología.  
Facultad de Odontología. U.N.N.E.  
E-mail: nenz@odn.unne.edu.ar*

## **Elena Paola Solís Arce**

*Becaria en Investigación.  
Cátedra de Histología y Embriología.  
Facultad de Odontología. U.N.N.E.  
E-mail: epsolis@odn.unne.edu.ar*

## **Melisa Raquel Lezcano**

*Becaria en Investigación.  
Cátedra de Histología y Embriología.  
Facultad de Odontología. U.N.N.E.  
E-mail: mlezcano@odn.unne.edu.ar*

## **Berta Valdovinos Zaputovich**

*Prof. Titular. Cátedra de Histología y Embriología.  
Facultad de Odontología. U.N.N.E.*

## **Resumen**

El concepto de membrana filtrante del esmalte se entiende como el conjunto de estructuras del esmalte que permite que en determinadas regiones se puedan establecer canales microscópicos de difusión de productos bacterianos desde la superficie externa del tejido. Clínicamente esta propiedad del esmalte es utilizada para llevar a cabo medidas preventivas, aprovechando el sistema submicroscópico de transporte molecular, el cual permite un intercambio iónico entre el esmalte y la saliva, así el ión flúor es incorporado contribuyendo de este modo a aumentar la resistencia de la superficie externa del esmalte al ataque de la caries.

Las investigaciones realizadas nos aportan que al ser el esmalte semipermeable permite el flujo lento de agua e iones con la saliva, de esta manera algunos elementos presentes en la saliva se pueden incorporar al esmalte con lo que posibilitamos la remineralización continua del tejido, lo cual favorece una menor incidencia de caries.

## **Palabras Claves**

Esmalte, membrana filtrante, permeabilidad, prisma, laminilla.

## **Summary**

The concept of filtering membrane of the enamel is understood as the whole structure of the enamel that allows in certain regions can be established microscopic channels of dissemination of bacterial products from the outer surface of the



tissue. Clinically, this property is used enamel to carry out preventive measures, taking advantage of the submicroscopic molecular transport system, which allows ion exchange between enamel and saliva and fluoride ion is incorporated thus contributing to increased resistance the outer surface of enamel to caries attack.

Research give us that as the semipermeable enamel allows the slow flow of water and ions of saliva, so some elements present in saliva can be incorporated into enamel remineralization which enables continuous tissue, which favors a lower incidence of caries.

### Key words

Enamel, membrane filter, permeability, prism, lamella.

### Resumo

O conceito de membrana filtrante do esmalte é entendida como toda a estrutura do esmalte que permite que em certas regiões pode ser estabelecida canais microscópicos de divulgação dos produtos bacteriana da superfície externa do tecido. Clinicamente, esta propriedade é usada esmalte para realizar medidas preventivas, aproveitando-se do sistema de transporte submicroscópicas molecular, que permite a troca iônica entre esmalte e saliva e íon fluoreto é incorporado contribuindo assim para o aumento da resistência a superfície externa do esmalte ao ataque da cárie.

Pesquisa dá-nos que, como o esmalte semipermeável permite que o fluxo lento de água e íons de saliva, portanto, alguns elementos presentes na saliva pode ser incorporado em esmalte remineralização que permite que o tecido contínuo, o que favorece uma menor incidência de cárie.

### Palabras claves

Esmalte, filtro de membrana, permeabilidade, prisma, foil.

### Introducción

El esmalte, llamado también tejido adamantino, es una capa translúcida, delgada, dura de sustancia calcificada que envuelve y protege la dentina de la corona del diente<sup>1</sup>.

Presenta características especiales que lo individualizan respecto a los demás tejidos del genoma.

Es el tejido más duro del organismo, frágil, debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados<sup>2</sup>. Embriológicamente deriva del órgano del esmalte, de naturaleza ectodérmica. Este tejido recubre a las coronas de las piezas dentarias protegiéndolas de la cavidad bucal. Está constituido por una fase inorgánica (cristales de hidroxiapatita), una fase orgánica (de naturaleza proteica) y una fase acuosa.

Las propiedades físicas del esmalte son:

Dureza: Está en relación con el grado de mineralización, 200 a 500 khn y de 5 a 6 en la escala de Mohs.

Elasticidad: Escasa, siendo un tejido frágil.

Color y transparencia: El esmalte es translúcido, el color varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo, dependiendo de la estructura subyacente (dentina), Su espesor modifica su transparencia.

Permeabilidad: Escasa, se considera que el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable.

Radioopacidad: Alta, por su alto grado de mineralización.

### Estructura básica de la sustancia adamantina

La estructura microscópica del esmalte mineralizado está dispuesta en su mayoría como unos elementos denominados prismas del esmalte: estructuras longitudinales, compuestas por cristales de hidroxiapatitas, de 4  $\mu$ m de espesor que se extienden desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa del esmalte, con un recorrido en forma rectilínea pero que describe ondulaciones que indican el cambio brusco de dirección.

En un corte transversal de un prisma la morfología observada es la imitación de ojo de cerradura de llave antigua. Cada prisma interdigita con sus vecinos, de manera que las cabezas de los prismas se encuentran siempre ubicadas entre las colas de los prismas suprayacentes y las colas de cada prisma ubicadas entre las cabezas de los prismas subyacentes.

Dentro del prisma, cada cristal esta separado del vecino por un minúsculo espacio intercrystalino, estos espacios no se encuentran vacíos, sino llenos de agua y material orgánico

### **Estructuras secundarias de la sustancia adamantina:**

Son estructuras que se originan a partir de las unidades estructurales primarias como resultado de varios mecanismos: El diferente grado de mineralización (estrías de Retzius, penachos de Linderer y laminillas A), el cambio en el recorrido de los prismas (bandas de Hunter-Schereger y esmalte nudoso), zonas sin esmalte (husos adamantinos y laminillas B, C) y la interrelación entre esmalte-dentina y con el medio subyacente (conexión amelodentinaria, periquematis, líneas de imbricación de Piquerill y fisuras o surcos del esmalte).

#### **Estrías de Retzius**

Marcan la sucesiva aposición de capas de tejido durante la formación de la corona. Aparecen en preparaciones por desgaste en forma de bandas color parduzco, son numerosas en la porción cervical, en cúspides y bordes incisales se extienden de conexión amelodentinaria a conexión amelodentinaria del lado opuesto describiendo una curva y en caras laterales posee un recorrido oblicuo desde la conexión amelodentinaria hacia la superficie externa.



**Imagen 1:** Estrías de Retzius. Cátedra de Histología y Embriología.

#### **Penachos adamantinos o de Linderer**

Son otro defecto en el esmalte relleno de material orgánico, 2 similares a microfisuras del esmalte. Se cree que los penachos de Linderer están formados por tejidos pocos mineralizados amorfos, rico en proteínas del esmalte (enamelinas).

Se observan en cortes longitudinales y transversales de la corona, mediante técnica de desgaste con microscopía óptica. Se extienden en el tercio interno del esmalte y se despliegan desde la conexión amelodentinaria en formas de arbustos.

#### **Bandas de Hunter Schereger**

Corresponden a un fenómeno óptico producido por la incidencia de la luz sobre los prismas. Se pueden observar en cortes longitudinales por desgastes como bandas claras y oscuras, denominadas parazonas y diaconas respectivamente, de anchura variable y límites imprecisos.

#### **Esmalte nudoso**

Se localiza en regiones de cúspides dentarias y bordes incisales, formada por el entrecruzamiento de los prismas, lo cual aumentaría la resistencia del esmalte en zonas expuestas a fuerzas masticatorias.

#### **Husos adamantinos**

Son prominencias con forma de clavos irregulares con fondo ciego. Se originan por los procesos odontoblásticos remanentes (extensiones de túbulos dentinarios que atraviesan la unión amelodentinaria) pero su mayoría solo contiene licor dentinario. Se originan en la unión amelodentinaria y se extienden hacia el interior del esmalte, se ubican en bordes incisales o cúspides y se los observa en cortes longitudinales. La función de los mismos se relaciona con la transmisión de estímulos.

Estos pequeños túbulos pueden contener una prolongación viva del odontoblasto, que posiblemente contribuye a la vitalidad de la unión amelodentinaria<sup>2</sup>.

#### **Laminillas o microfisuras del esmalte**

Son estructuras parecidas a fallas geológicas, como fisuras en la superficie del esmalte, muy delgada, perpendicular al espesor del esmalte, que se extienden desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie externa del esmalte pudiendo penetrar en la dentina. El espesor es variable no sobrepasa a los micrones. La fase mineral de estas estructuras es muy pequeña o está ausente.

A menudo se hallan bifurcadas o presentan finas conexiones o entrecruzamientos. En los cortes longitudinales por desgaste presentan un aspecto similar a rajaduras originadas al realizar la técnica.





**Imagen 2:** Husos adamantinos. Cátedra de Histología y Embriología.

Existen dos tipos de microfisuras: Las primarias producidas antes de la erupción del diente, están constituidas por matriz de esmalte no mineralizadas o por células que proceden del órgano del esmalte y las secundarias originadas una vez producida dicha erupción, son generadas por traumas y cambios rápidos de temperatura en ese lugar. La hendidura es ocupada por materia orgánica proveniente de la saliva.

Pueden clasificarse además en tres tipos denominados:

Tipo A: Zonas hipomineralizadas, circunscriptas al esmalte y que generalmente no sobrepasan el tercio medio. Son más numerosas en cervical.

Tipo B: Zonas sin esmalte ocupadas por células degeneradas, suelen atravesar la conexión amelodentinaria y son más profundas que las del tipo A. Sus paredes están formadas por esmalte de mineralización normal o levemente hipomineralizadas.

Tipo C: Se forman después de la erupción dentaria y pueden introducirse en la dentina. Son zonas sin esmalte ocupadas por restos orgánicos provenientes de la saliva.

Los espacios entre los grupos de prismas son ejemplo de laminillas y pueden estar causados por microfisuras de estrés que ocurren debido a impactos o a cambios de temperatura (tomar bebidas muy calientes o frías pueden provocar pequeñas grietas en el esmalte, especialmente en esmalte debilitado por caries subyacente)<sup>2</sup>.

### **Conexión amelodentinaria**

Es la zona de relación entre el esmalte y la dentina, constituida por concavidades orientadas hacia el esmalte que dan una imagen festoneada en cortes microscópicos. La nitidez de la misma se debe al diferente origen embrionario del esmalte y la dentina. Representa la interacción biológica entre el esmalte y la dentina y constituye además una importante frontera morfológica y funcional a la extensión y el progreso del proceso carioso. Es posible la interdigitación de los cristales de ambos tejidos. Este límite cumple la función de anclaje del esmalte.

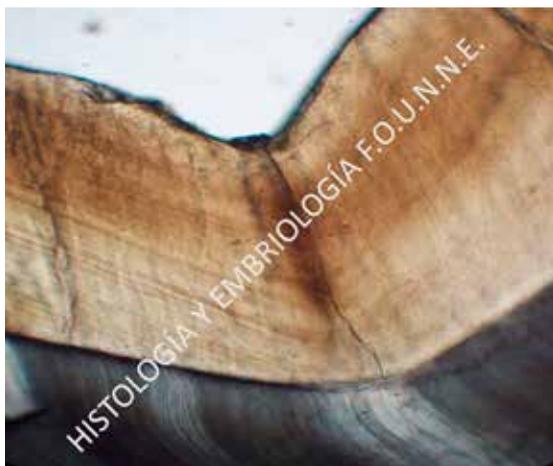
### **Periquematías y líneas de imbricación de Pickerill**

Las líneas de imbricación son surcos profundos que existen en la superficie del esmalte, generalmente en la porción cervical; no son más que estrías de Retzius observadas desde la superficie del esmalte.

Las periquematias son los rodetes o crestas bajas que se hallan entre las líneas de imbricación en la superficie del esmalte. Son más marcadas en dientes permanentes recién erupcionados, con tendencia a desaparecer con la edad como consecuencia del desgaste.

### **Fisuras y surcos del esmalte**

Son hendiduras o invaginaciones de morfología y profundidad variada que aparecen en las caras vestibulares, linguales y oclusales de los diente posteriores. Se originan debido a la coalescencia incompleta de los lóbulos cuspidados. Se des-



**Imagen 3:** Laminilla del esmalte. Cátedra de Histología y Embriología.

criben tres tipos morfológicos de fisuras: Tipo V: Caracterizada por una amplia entrada y un estrechamiento progresivo hasta la base. Tipo I: Posee una anchura constante a lo largo de toda la invaginación. Tipo Y: Muestra una tendencia al ensanchamiento desde la entrada, es la unión de los dos anteriores.

En el fondo de estas unidades estructurales secundarias la capa de esmalte es muy delgada y, en ocasiones, inexistente. El contenido de calcio de la paredes de la fisura es menor que el resto del esmalte.

Como hemos visto el esmalte presenta características histofisiológicas que lo distingue de los demás tejidos dentarios, el conocimiento de estas características estructurales, físicas y químicas es indispensable para poder comprender su comportamiento biológico, fundamentándose en la propiedad física (semipermeabilidad) del esmalte que actúa como una membrana filtrante, permitiendo un intercambio iónico entre el esmalte y la saliva del medio bucal. Teniéndolo en cuenta esto, es posible realizar una correcta reparación de los tejidos perdidos, prevenir y evitar que el mecanismo destructor de la caries se repita<sup>3</sup>.

### **Concepto de membrana filtrante del esmalte**

Es el conjunto de estructuras del esmalte, interrelacionados entre sí, que permite que en determinadas regiones del esmalte se puedan establecer verdaderos canales microscópicos de difusión o filtración de bacterias o sus productos (toxinas, ácidos), desde la superficie externa del esmalte. Este concepto rompe con la idea tradicional de que el esmalte normal es una estructura homogénea e impermeable<sup>4</sup>.

Tormo, Bolaños y Miranda analizaron al microscopio electrónico de rastreo, la estructura del esmalte dental en dientes humanos normales clínicamente sanos. Encontraron que el tejido adamantino posee una serie de estructuras normales en su anatomía microscópica junto a una gran variedad de imperfecciones e irregularidades en la superficie del mismo, cuyos tamaños varían desde el límite inferior de la resolución del ojo humano, hasta unos pocos micrómetros<sup>5</sup>.

La enorme cantidad de estructuras encontradas en la superficie adamantina que la hacen irregular, demuestran la importancia de la complejidad de esta superficie como factor contribuyente en la predisposición individual al ataque por la caries

dental.

Fonseca y colaboradores evidenciaron por medio de marcadores radiactivos que el esmalte dental puede actuar en cierto sentido como una membrana semipermeable, ya que permite el paso total o parcial de ciertas moléculas como: Urea marcada con C14, I. Este fenómeno ha sido demostrado utilizando diferentes colorantes.<sup>6</sup> Varios autores coinciden en que el esmalte no es un tejido impermeable, sino que está dotado de cierta porosidad y permeabilidad. Existe un gradiente de fluidos entre la pulpa y el medio oral en el que participa el esmalte. Además la permeabilidad es selectiva, permitiendo el paso de agua e iones pero excluyendo el paso de moléculas grandes. La semipermeabilidad, entendida como una propiedad del esmalte que permite el paso de algunas moléculas pero no de otras, es una característica de importancia clínica, debido al paso de líquidos, bacterias y productos bacterianos a través del mismo. Se sabe que la semipermeabilidad del esmalte se debe a varios factores por ejemplo filtraciones alrededor de restauraciones defectuosas, descomposición del diente por caries dental, pero también líquidos y pequeñas partículas pueden pasar a través del esmalte intacto por medio de sus estructuras: Laminillas, microfisuras, penachos y husos adamantinos. Todos ellos contribuyen a la microporosidad del esmalte. Los diminutos espacios entre o alrededor de los prismas del esmalte y a través de los espacios de los cristales dentro de los prismas son también importantes y se les denomina microlaminillas. Las diferencias en la orientación de los cristales pueden producir diminutos espacios en el esmalte. También las irregularidades de la superficie, que pueden encontrarse en las fisuras centrales y cerca de la región cervical, son importantes a favor de la permeabilidad.<sup>2</sup> Es de fundamental importancia tener en cuenta que esta propiedad se va reduciendo en los dientes viejos<sup>3</sup>. Este proceso de envejecimiento en el esmalte se relaciona con el desgaste progresivo que va sufriendo en el tiempo producido sobre todo por la acción masticatoria; también es sabido que va disminuyendo marcadamente con la edad el porcentaje de agua en el esmalte, componente importante ya que actúa como agente transportador de iones en la matriz adamantina.



## Conclusiones

Clínicamente la propiedad que tiene el esmalte de ser una membrana filtrante es aprovechada para llevar a cabo medidas preventivas sobre todo en niños y embarazadas, cuando se aplica un tratamiento con compuestos fluorados a través de topicaciones (geles o barnices), buches, comprimidos o pastas fluoradas; aprovechando el sistema submicroscópico de transporte molecular. Teniendo en cuenta esta propiedad física, el cual permite un intercambio iónico entre el esmalte y la saliva del medio bucal, así el ión flúor es incorporado formando fluorhidroxiapatita, contribuyendo de este modo a aumentar la resistencia de la superficie externa del esmalte al ataque de la caries.

Las estructuras más relacionadas con la progresión de lesiones cariosas o manchas blancas corresponden a las estrías de Retzius y a las vainas de los prismas, los cuales actúan como vías de difusión de toxinas de la placa o rutas de transferencia iónica, como ocurre con la pérdida mineral, debido al ataque del ácido<sup>7</sup>.

También estas investigaciones realizadas nos aportan que al ser el esmalte semipermeable permite el flujo lento de agua e iones con la saliva, de esta manera algunos elementos presentes en la saliva se pueden incorporar al esmalte con lo que posibilitamos la remineralización continua del tejido adamantino, lo cual favorece una menor incidencia de caries. Entendiéndose este mecanismo como la incorporación de elementos minerales en el esmalte perteneciente a un diente ya erupcionado<sup>8</sup>.

## Referencias Bibliográficas

1. Jablonski S. Diccionario Ilustrado de Odontología. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1992. p.40, p.61.
2. Avery J. K., Chiego D. J. Jr. Principios de Histología y Embriología Bucal. 3ª ed. Madrid: Elsevier; 2007.
3. Gomez de Ferraris M. E., Campos Muños A. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2009.
4. Slideshare [Homepage]. 2010. [consultado 31 de mayo de 2011]. Castro Fernández A. Histología dental: Esmalte. [página 3/7]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/profesor.acf/histologadental-5208497>.
5. Tormo J, Bolaño R, Miranda Z. Ultraestructura superficial del esmalte dental humano observado al microscopio electrónico de rastreo. Rev. costarric. cienc. Méd. 1986;7(1):23-28. Disponible en: <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rccm/v7n1/art4.pdf>
6. Universidad Privada Antenor Arrego, Facultad de Medicina humana, Escuela de Estomatología. Fonseca G, Hermenegildo s, Mandujano Parra del Riego S, Rebaza Díaz N, Reyes Tarazona E, Serrano Flores G, Talledo Acaro G. Esmalte dental. [base de datos de internet]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/517866/esmalte-dental>
7. Domínguez Medina Nuria, González López Santiago, Menéndez Núñez Mario. Estudio de las vías de difusión de la lesión de mancha blanca del esmalte. RCOE [revista en la Internet]. 2002 Oct [citado 2011 Mar 31]; 7(5): 469-476. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2002000600002&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2002000600002&lng=es). doi: 10.4321/S1138-123X2002000600002
8. Abramovich A. Histología y Embriología Dentaria. 2º ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1999.
9. Amerise C, Delgado AM, Meheris H, Gordillo Albornoz ME. Análisis morfoestructural con microscopía óptica y electrónica de transmisión del esmalte dentario humano en superficies oclusales. Acta odontológica Venezolana. [Revista en Internet]. 2002. [25 de julio de 2012]; 40(1). Disponible en: [http://www.actaodontologica.com/ediciones/2002/1/analisis\\_morfoestructural.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2002/1/analisis_morfoestructural.asp)