



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**RIESGO-BENEFICIO DE APLICACIÓN DE
FLUORUROS; EN PASTA, BARNICES Y GELES, EN
MENORES DE 2 AÑOS.**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

ANA KAREN CORONA GONZALEZ

TUTOR: Esp. FIDEL FLORES GERÓNIMO



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.

A Dios por guiarme, acompañarme y cuidarme a lo largo de toda mi vida, por darme una familia maravillosa y por siempre mantener la esperanza dentro de mí.

A mi mamá Jecha por ser una luz en mi camino, por darme todo su amor, su alegría, por criarme, aconsejarme y cuidarme hasta el último momento, por ser un pilar en mi vida, por ser mi madre y mi mayor ejemplo a seguir, por enseñarme la perseverancia, la bondad y la empatía. Gracias por todo. Te amo hasta el cielo.

A mi papá Jecho, por ser mi muestra de fortaleza, por siempre cuidarme y priorizar mi bienestar, por ser otro pilar en mi vida, por criarme como una hija y por darme mucho amor, por tratarme como una más de sus hijas, lo amo.

A mi mamá, por ser mi compañera, por apoyarme incondicionalmente, por guiarme a tomar las mejores decisiones, por amarme tanto, por ser mi fuerza y mi principal motivo para seguir adelante. Gracias por no dejarme nunca sola, este logro también es tuyo. Te amo mamá

A mi papá, por ser mi ejemplo a seguir, por enseñarme a no darme por vencido, por apoyarme incondicionalmente, por darnos todo lo que necesitamos y más, por ser mi maestro, gracias papá por ser mi principal ejemplo de valentía, fortaleza, dedicación, responsabilidad y amor. No hubiera podido lograr esto sin tí y sin mamá, estoy muy agradecida. Te amo papá.

A mis hermanos que siempre estuvieron acompañándome, que me apoyaron a levantarme el ánimo cuando creía que no podía más, Lala, gracias por forjar el camino que todos queremos seguir, por ser nuestro mayor ejemplo, por cuidarme y darme ese empujón que a veces me hace falta. Te amo hermana. Toño, gracias por el apoyo que me has dado, por las veces que me has ayudado, espero que sigas creciendo

profesionalmente, estaré para tí, como tú para mí. Te amo hermano.

Mi pequeña Aurelie, has sido una de las personas que más me han apoyado sentimentalmente, me motivas a seguirme superando, Llegaste a iluminar mi vida, y también a fortalecerlo. Eres luz mi niña.

A mi familia, por acompañarme a lo largo de mi vida, gracias a aquellos que me apoyaron y confiaron en mí desde mi formación inicial, gracias a ello, hoy estoy por concluir mi licenciatura como Cirujana dentista.

A tí Jorge, por tu amor y apoyo incondicional, por ayudarme a ser una mejor persona y una mejor profesionista, por siempre ser tu prioridad y por darme las fuerzas para seguir motivándome y alcanzar mis metas, por construir conmigo un futuro, por ser mi sustento y por llenarme de alegría y paz. Un paso más en el camino, estaré ahí cuando tu des el tuyo, gracias por tanto. Te amo infinitamente.

A mis amigos, por estar en esta etapa de mi vida, por acompañarnos y crecer juntos, porque convertíamos juntos los días grises en momentos llenos de alegría, por escucharme, ayudarme y enseñarme. Siempre los llevaré en mi corazón.

Al doctor Fidel, por estar desde el comienzo, por motivarme y apoyarme a cumplir mi sueño de ser dentista, por el tiempo dedicado, por su ayuda, paciencia y los conocimientos brindados, gracias por ser un ejemplo, eres un gran maestro. Estoy infinitamente agradecida.

A la UNAM y a mis profesores que a lo largo de estos 5 años compartieron su conocimiento y el amor a esta linda profesión.

A la doctora Alicia, por su total apoyo en la culminación de este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
1. EMBRIOLOGÍA Y DESARROLLO DENTARIO.....	8
1.1 ORIGEN DE LOS TEJIDOS DENTARIOS.....	8
1.1.2 LÁMINA DENTAL.....	8
1.2 MORFOGÉNESIS DEL ÓRGANO DENTARIO.....	9
1.2.1 ETAPA DE BROTE O YEMA DENTARIA.....	9
1.2.2 ETAPA DE CASQUETE.....	10
1.2.3 ETAPA DE CAMPANA.....	12
1.2.4 ESTADIO TERMINAL O APOSICIONAL.....	12
1.2.5 FORMACIÓN DE LA CORONA (ESMALTE).....	13
1.2.5.1 CALCIFICACIÓN DENTARIA.....	15
1.3 HISTOGÉNESIS DEL ÓRGANO DENTARIO.....	17
1.3.1 AMELOGÉNESIS.....	18
1.4 ESTRUCTURA DEL ESMALTE.....	18
1.4.1 ESMALTE.....	19
1.4.1.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ESMALTE.....	21
1.4.2 PROPIEDADES FÍSICAS.....	22
1.4.2.1 DUREZA.....	22

1.4.2.2 ELASTICIDAD.....	23
1.4.2.3 COLOR Y TRANSPARENCIA.....	23
1.4.2.4 PERMEABILIDAD.....	23
1.4.2.5 ESPESOR DEL ESMALTE.....	24
1.5 PROCESO DES – RE.....	24
1.5.1 DESMINERALIZACIÓN.....	26
1.5.2 REMINERALIZACIÓN.....	27
1.5.2.1 FUNCIÓN DE LA SALIVA EN LA REMINERALIZACIÓN	28
1.5.3 PH CRÍTICO.....	29
1.5.3.1 CURVA DE STEPHAN.....	30
2. FLÚOR Y FLUORUROS.....	31
2.1 FLÚOR: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.....	31
2.1.2 FLÚOR EN EL ESMALTE.....	32
2.2 FLUORUROS.....	32
2.2.1 FLUORUROS EN LA NATURALEZA.....	32
2.2.1.1 AGUA.....	34
2.2.1.2 ALIMENTOS.....	36
2.2.2 ABSORCIÓN.....	36

2.2.3 DISTRIBUCIÓN.....	37
2.2.4 EXCRECIÓN.....	37
3. FLUORUROS EN ODONTOPEDIATRÍA.....	38
3.1 INGESTA ADECUADA DE FLÚOR EN LACTANTES.....	39
3.2 PASTAS FLUORADAS.....	40
3.2.1 COMPOSICIÓN DE LAS PASTAS FLUORADAS.....	42
3.3 BARNIZ DE FLUORURO.....	44
3.3.1 TÉCNICA DE APLICACIÓN.....	45
3.3.2 PRESENTACIONES COMERCIALES.....	46
3.4 GELES FLUORADOS.....	47
4. FLUOROSIS DENTAL.....	48
4.1 ÍNDICES PARA DETERMINAR LA FLUOROSIS.....	51
5. RIESGO -BENEFICIO.....	54
CONCLUSIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1930 se observaron los beneficios de flúor como reductor de caries en personas que ingerían agua naturalmente fluorada, actualmente se sabe que el principal uso benéfico del flúor en contra de la caries recae en su acción tópica, como pastas, barnices y geles fluorados, este ión participa en la desmineralización y remineralización, y es de gran importancia para combatir esta enfermedad, ya que se sabe que más del 90% de la población en México la presentan, sin embargo el uso excesivo de este mineral puede causar fluorosis dental.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es dar a conocer el riesgo que se puede presentar en el paciente pediátrico al exponerlos a la ingesta de grandes cantidades de flúor por dosificación inadecuada de la pasta dental, por la prescripción a temprana edad o por la recurrencia de aplicaciones tópicas profesionales sin la valoración de riesgo a caries.

La exposición excesiva al fluoruro se ha relacionado con una serie de problemas de salud, y en este trabajo se expone los problemas que pueden presentar los niños que no saben escupir, ya que mientras mayor cantidad de fluoruro sea ingerido, mayor será el riesgo de presentar alguna toxicología.

Actualmente hay controversia en el uso o no de fluoruros, principalmente en niños menores de 5 años, y es responsabilidad total de los padres y dentistas el manejo de estos compuestos, los cuales permitirán un adecuado control químico y biológico respecto de la eficacia y seguridad en el uso de tal agente preventivo.

1. EMBRIOLOGÍA Y DESARROLLO DENTARIO

El ciclo vital de los órganos dentarios comprende una serie de cambios químicos, morfológicos y funcionales que comienzan en la sexta semana de la vida intrauterina (45 días aproximadamente) y que continúan a lo largo de toda la vida del diente. ¹

1.1 ORIGEN DE LOS TEJIDOS DENTARIOS

La primera manifestación consiste en la formación de la banda epitelial primaria, a partir del ectodermo que tapiza la cavidad bucal primitiva o estomodeo. ¹

El epitelio ectodérmico bucal está constituido por dos capas: una superficial de células aplanadas y otra basal de células altas, conectadas al tejido conectivo embrionario o mesénquima por medio de la membrana basal, que es importante para la diferenciación celular y la organogénesis dental. ^{1,2}

1.1.2 LÁMINA DENTAL

Inducidas por el ectomesénquima subyacente, las células basales de este epitelio bucal prolifera a todo lo largo del borde libre de los futuros maxilares y forman la banda epitelial primaria que con posterioridad dará lugar a dos nuevas estructuras: la lámina vestibular y la lámina dentaria. ^{3,}
⁴

La dentición primaria se origina alrededor de la sexta semana del desarrollo embrionario, a partir de una invaginación en forma de herradura del epitelio bucal hacia el mesénquima subyacente de cada maxilar, recibiendo el nombre de lámina dentaria. De esta lámina también se

originan los 32 gérmenes de la dentición permanente alrededor del 5° mes de gestación. ^{1, 3, 5, 6} (Figura 1)

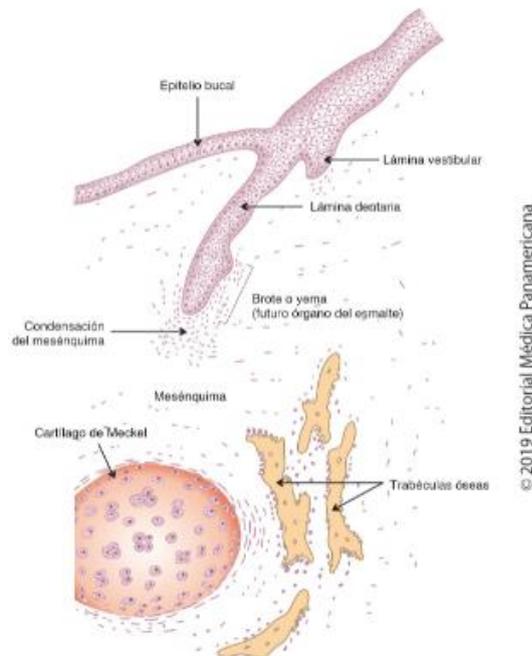


Figura 1. Esquema de la formación de la yema o brote dentario. ¹

1.2 MORFOGÉNESIS DEL ÓRGANO DENTARIO

En su evolución, los gérmenes dentarios siguen una serie de etapas que, de acuerdo con su morfología, se denominan: estadio de brote (o yema), estadio de casquete, estadio de campana y estadio terminal, aposicional o maduro. ¹

1.2.1 ETAPA DE BROTE O YEMA DENTARIA

Es una etapa fugaz que se aprecia en la zona de la lámina dental correspondiente a cada diente, un abultamiento en forma de disco que constituirá las 10 yemas epiteliales en cada maxilar. El mesénquima subyacente en contacto con la yema presenta una condensación esférica de células mesenquimatosas de la capa basal del epitelio en las que asienta el crecimiento potencial del diente. Los brotes serán los futuros

órganos del esmalte que darán lugar al único tejido de naturaleza ectodérmica del diente, el esmalte. ^{1, 4, 5} (Figura 2)

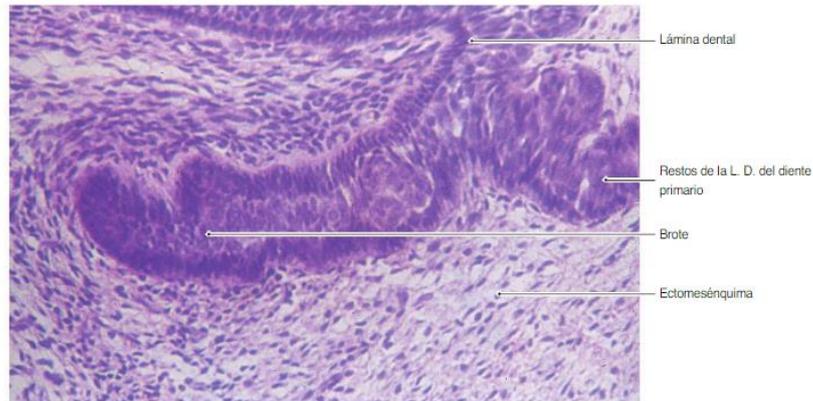


Figura 2. Formación del diente permanente en la etapa de brote. HE X250. ¹

1.2.2 ETAPA DE CASQUETE

La proliferación desigual del brote (alrededor de la 9ª semana) a expensas de sus caras laterales o bordes determina una concavidad en su cara profunda, por lo que adquiere el aspecto de un verdadero casquete. ¹ (Figura 3 y 4)

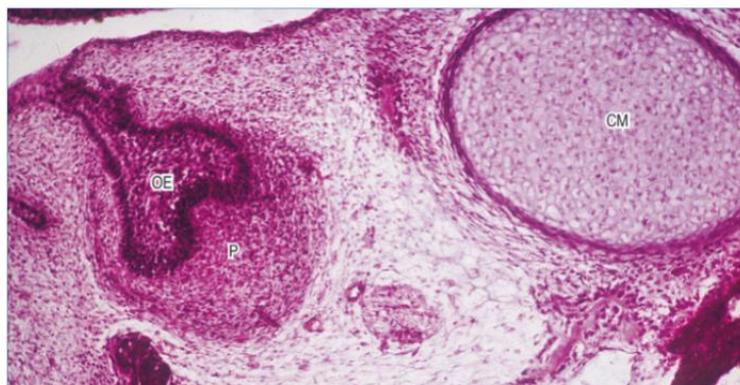


Figura 3. Etapa inicial de casquete. OE: órgano del esmalte; P: papila dentaria. Se observa, además, el cartílago de Meckel (CM). ¹

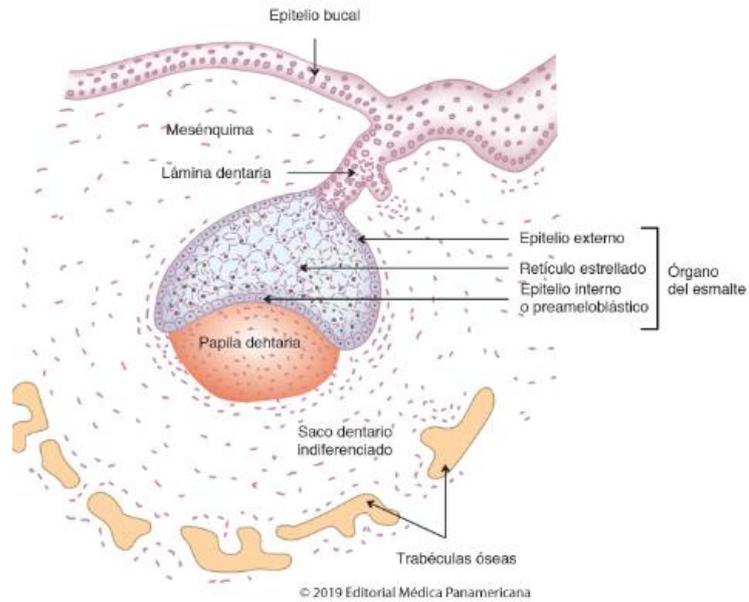


Figura 4. Esquema del estadio de casquete inicial. ¹

Quedan diferenciadas estructuras como el órgano dental epitelial, la papila dental y el saco dental, responsables de la formación de todos los tejidos del diente y del tejido periodontal. Comienza la histodiferenciación del órgano dental. ^{4, 7} Histológicamente, podemos distinguir las siguientes estructuras en el órgano del esmalte u órgano dental: epitelio dental externo, epitelio dental interno y retículo estrellado. ¹ (Figura 5)

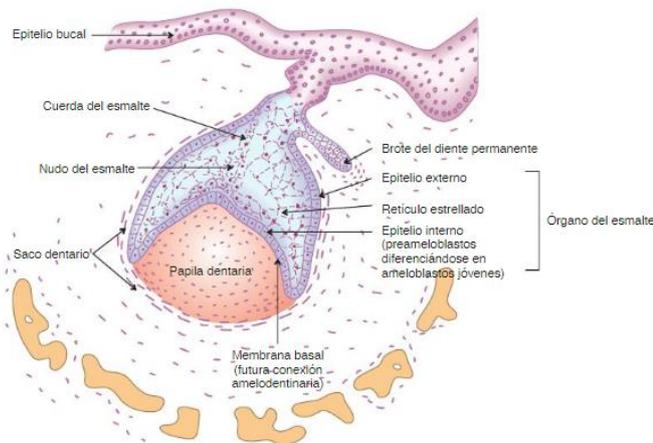


Figura 5. Esquema de la etapa terminal de casquete. ¹

1.2.3 ETAPA DE CAMPANA

Durante esta fase, que tiene lugar alrededor de los tres meses del desarrollo intrauterino, la corona dental toma su forma final (periodo de morfodiferenciación) y las células encargadas de la síntesis del esmalte y la dentina se histodiferencian. ^{8, 9}

Desde un punto de vista celular, se observan cambios en las distintas capas del órgano del esmalte tanto morfológica como histológicamente. ¹ (Figura 6)

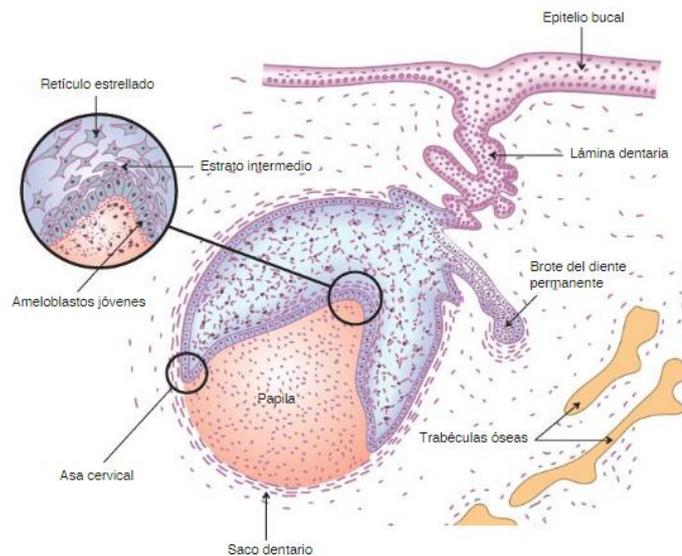


Figura 6. Esquema del estadio de campana inicial. ¹

1.2.4 ESTADIO TERMINAL O APOSICIONAL

Esta etapa comienza cuando en la zona de las futuras cúspides o borde incisal se identifica la presencia de depósito de la matriz del esmalte sobre las capas de la dentina en desarrollo. ¹ (Figura 7)

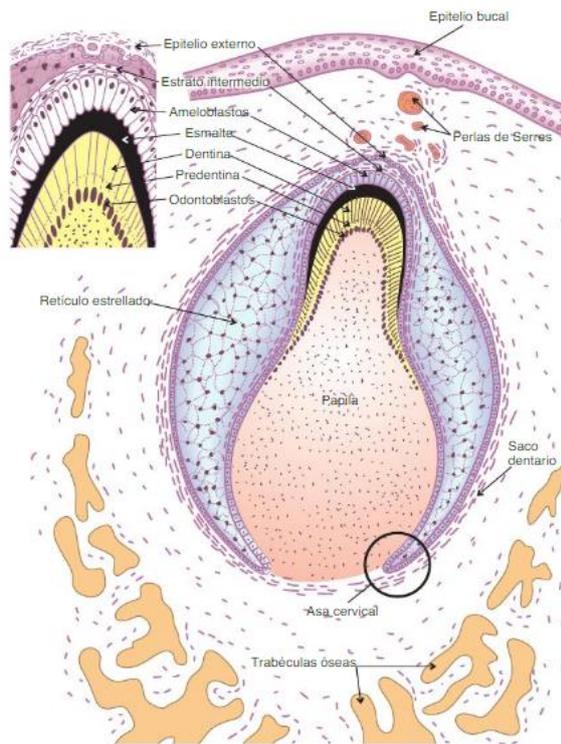


Figura 7. Esquema del estadio terminal o aposicional. ¹

La elaboración de la matriz orgánica, a cargo de los odontoblastos para la dentina y de los ameloblastos para el esmalte, es inmediatamente seguida por las fases iniciales de su mineralización. El mecanismo de formación de la corona se realiza de la siguiente manera: primero se depositan unas laminillas de dentina y luego se forma el esmalte. ¹

1.2.5 FORMACIÓN DE LA CORONA (ESMALTE)

El siguiente paso en el desarrollo del diente es la diferenciación de ameloblastos y odontoblastos y la formación de los dos tejidos duros principales del diente, el esmalte y la dentina. Tras el estadio de campana, y hasta que la corona del diente alcanza su tamaño completo, sólo se dividen las células del margen cervical del esmalte. Los cambios morfológicos en las células del epitelio dental interno se corresponden con cambios en las células adyacentes de la papila dental. Las células

ectomesenquimales indiferenciadas aumentan su tamaño, diferenciándose en odontoblastos. Esta diferenciación está intrínsecamente relacionada con la presencia de células del epitelio dental interno. ^{8, 9, 10, 11}

Esto ocurre de la siguiente manera: los preodontoblastos se alejan del preameloblasto y de su membrana basal, se retiran hacia la papila y extienden sus procesos dentales o fibras de Tomes hacia los preameloblastos. El área que hay entre ellos, la denominada zona acelular, se llena de fibras de colágeno largas llamadas fibrillas de Von Korff y son la primera matriz para la dentina o mejor llamada predentina. A este fenómeno se le denomina manto de dentina y sucede aproximadamente en torno al cuarto mes. La dentina formada se depositará alrededor de los procesos celulares, convirtiéndose tras la calcificación en túbulos de dentina. ^{11, 12} (Figura 8)

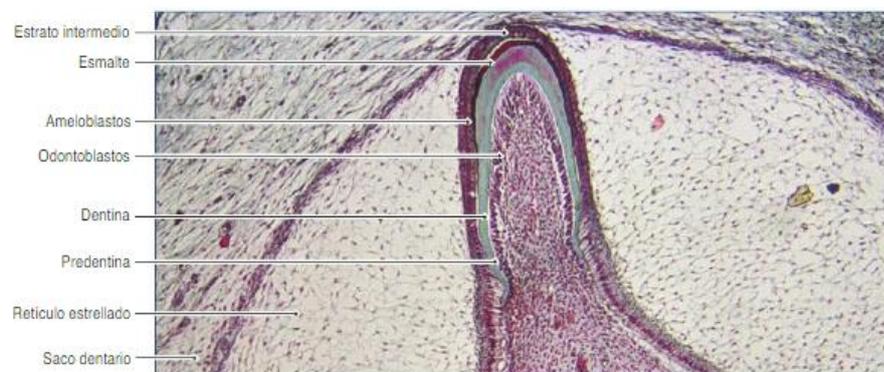


Figura 8. Etapa de campana aposicional. Se destaca el inicio de la formación de los tejidos duros del diente, dentina y esmalte, en la región incisal. Tricrómico de Masson, x 60. ¹

Una vez formada la primera capa de dentina, los ameloblastos secretan una primera capa de proteínas del esmalte. Las células del epitelio interno continúan su diferenciación hacia ameloblastos, que producirán matriz orgánica en contacto con la superficie de la dentina;

esta matriz se mineraliza casi inmediatamente, dando lugar a la primera capa inicial de esmalte. Aunque la secreción de proteínas del esmalte ocurre antes de que la dentina inicial sea visible en la corona, estas proteínas no constituyen una capa hasta que se forma la dentina. ^{9, 11, 13}

La formación del esmalte, está restringida al periodo preeruptivo del desarrollo dentario y finaliza cuando los ameloblastos, que se han ido retirando paulatinamente hacia el retículo estrellado, depositan sobre la corona una delgada membrana orgánica. Ésta es la llamada cutícula primitiva o del esmalte, aunque también denominada de Nasmyth, dando lugar a la formación de una estructura que protegerá el diente durante la erupción, el epitelio dental reducido. ^{1, 9, 12, 13}

1.2.5.1 CALCIFICACIÓN DENTARIA

La calcificación o mineralización dentaria comprende la precipitación de sales minerales, principalmente calcio y fósforo, sobre la matriz tisular previamente desarrollada. El proceso comienza con dicha precipitación de esmalte en las puntas de las cúspides y los bordes incisales de los dientes, continuando con la precipitación de capas sucesivas y concéntricas sobre estos pequeños puntos de origen. Cada diente temporal o permanente comienza su calcificación en un momento determinado. ^{1, 5, 14} (Cuadro 1)

	Comienza calcificación gestación	Formación completa (meses)	Erupción Maxila (meses)	Mandíbula (meses)	Exfoliación Maxila (años)	Mandíbula (años)
<i>Incisivos centrales</i>	4º mes	18-24	6-10	5-8	7-8	6-7
<i>Incisivos laterales</i>	5º mes	18-24	8-12	7-10	8-9	7-8
<i>Caninos</i>	6º mes	30-39	16-20	16-20	11-12	9-11
<i>Primer molar</i>	5º mes	24-30	11-18	11-18	9-11	10-12
<i>Segundo molar</i>	6º mes	36	20-30	20-30	9-12	11-13

Adaptado de: «The Handbook of Pediatric Dentistry» Nowak A., Casamassimo P. Third Edition. American Academy of Pediatric Dentistry, 2007.

Cuadro 1. Desarrollo, erupción y exfoliación de dientes primarios. ^{1, 5, 6, 14}

Los dientes temporales comienzan su calcificación entre las catorce y las dieciocho semanas de vida intrauterina, iniciándose en los incisivos centrales y terminando por los segundos molares; por eso, en el momento del nacimiento existen tejidos dentarios calcificados en todos los dientes primarios y en los primeros molares permanentes. Los ápices se cierran entre el año y medio y los tres años, aproximadamente un año después de su aparición en boca. ^{1, 5, 6, 14}

Los dientes permanentes inician su calcificación varios meses después del nacimiento, a excepción de los primeros molares permanentes que ya han iniciado su calcificación en el momento del nacimiento. Le siguen los incisivos centrales superiores e inferiores, laterales mandibulares y caninos. ^{5, 14}

Cuando se ha producido la erupción de los primeros dientes permanentes, entre los cinco y los siete años, la calcificación de todas las coronas permanentes ha sido completada teniendo una duración, por tanto, de unos cinco años; por otro lado, la formación de las raíces y el cierre apical de las mismas, no se produce, por lo menos, hasta cinco años después de la calcificación de la corona o hasta los tres años y medio de su erupción. ^{5, 14, 15} (Figura 9)

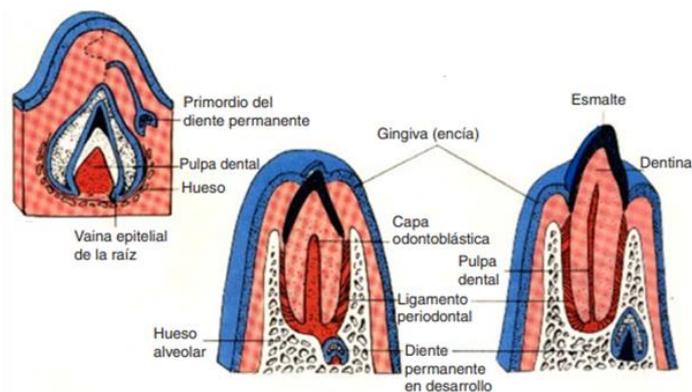


Figura 9. Formación de los órganos dentarios. ¹⁶

La formación de la raíz no comienza hasta que la formación del esmalte de la corona ha finalizado. En la zona de reflexión de los epitelios adamantinos interno y externo, desprovista de esmalte, se forma el muñón epitelial de la raíz que prolifera, penetrando en profundidad y preforma el esbozo de la futura raíz dental, dejando paso mediante uno, dos o tres canales a las raíces dentales. Cabe señalar que la formación completa de la raíz se presenta después de que el diente ha erupcionado en la cavidad oral. ¹⁶ (Cuadro 2)

Cuadro II. Desarrollo, erupción y exfoliación de dientes primarios.					
	Comienza calcificación	Término formación de corona (esmalte)	Término formación de raíz	Erupción Maxila	Erupción Mandíbula
<i>Incisivos centrales</i>	3-4 meses	4-5 años	9-10 años	7-8 años (3)*	6-7 años (2)*
<i>Incisivos laterales</i>	Maxila: 10-12 meses Mandíbula: 3-4 meses	4-5 años	11 años	8-9 años (5)*	7-8 años (4)*
<i>Caninos</i>	4-5 meses	6-7 años	12-15 años	11-12 años (11)*	9-11 años (6)*
<i>Primeros premolares</i>	18-24 meses	5-6 años	12-13 años	10-11 años (7)*	10-12 años (8)*
<i>Segundos premolares</i>	24-30 meses	6-7 años	12-14 años	10-12 años (9)*	11-13 años (10)*
<i>Primer molar</i>	Al nacer	30-36 meses	9-10 años	5.5-7 años (1)*	5.5-7 años (1a)*
<i>Segundo molar</i>	30-36 meses	7-8 años	14-16 años	12-14 años (12)*	12-13 años (12a)*
<i>Tercer molar</i>	Maxila: 7-9 años Mandíbula 8-10 años			17-30 años (13)*	17-30 años (13a)*

*Los números en paréntesis indican el orden (cronología) de erupción. Adaptado de: Nowak A., Casamassimo P. "The Handbook of Pediatric Dentistry". Third Edition. American Academy of Pediatric Dentistry, 2007.

Cuadro 2. Desarrollo, erupción y exfoliación de dientes primarios. ^{1, 5, 6, 14}

1.3 HISTOGÉNESIS DEL ÓRGANO DENTARIO

La histogénesis consiste en la citodiferenciación que conduce a la formación de los distintos tipos de tejidos dentarios, la histopénesis del esmalte recibe la denominación de amelogénesis, la formación de la dentina dentinogénesis y la formación del cemento cementogénesis. ¹

1.3.1 AMELOGÉNESIS

La amelogénesis es el mecanismo de formación del esmalte y comprende 2 grandes etapas: 1º) La elaboración de una matriz orgánica extracelular y 2º) su mineralización casi inmediata, la cual conlleva: a) formación, nucleación y elongación de los cristales y b) eliminación de la matriz orgánica y maduración del cristal. Los ameloblastos se diferencian a partir del epitelio interno del órgano del esmalte y alcanzan un alto grado de especialización. Estructural y ultraestructuralmente, el ameloblasto constituye la unidad funcional, dado que es la única célula responsable de la secreción de la matriz orgánica del esmalte. ¹

1.4 ESTRUCTURA DEL ESMALTE

Aunque los dientes varían considerablemente de forma y tamaño, su estructura histológica es básicamente similar. El eje estructural de cada diente está formado por un tejido conectivo mineralizado denominado dentina (de origen ectomesenquimático: proviene de la cresta neural.) La dentina rara vez queda expuesta al medio bucal, porque está cubierta en la zona coronal, a manera de casquete, por un tejido muy duro de origen ectodérmico llamado esmalte. La unidad estructural básica del esmalte corresponde a los denominados prismas o varillas del esmalte y está compuesta por cristales de hidroxiapatita. ¹ (Figura 10)

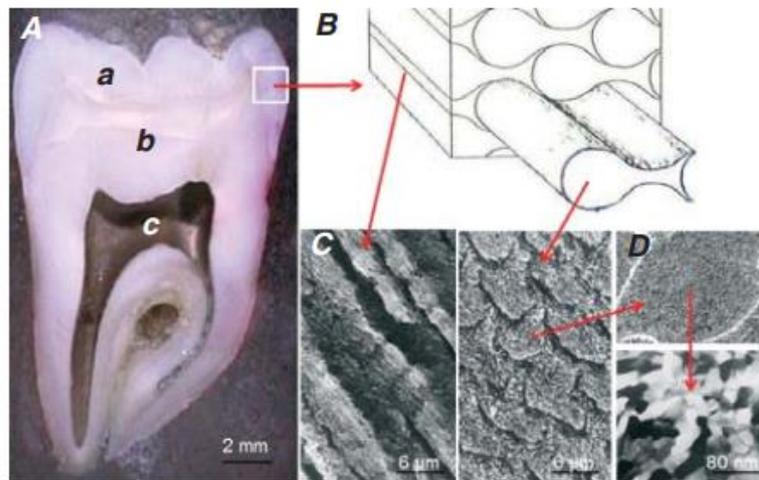


Figura 10. A) Elementos que conforman el diente humano a) Esmalte, b) Dentina, c) Pulpa. B) Dibujo esquemático del arreglo prismático que presenta el esmalte dental. C) Imágenes de SEM de los prismas del esmalte en sección longitudinal y transversal. D) Imágenes de TEM donde se observan los cristales de hidroxiapatita. ¹⁷

1.4.1 ESMALTE

El esmalte, llamado también tejido adamantino o sustancia adamantina, es el material dentario que cubre a la dentina en su porción coronaria y ofrece protección al complejo dentino-pulpar. Se trata de un material diseñado para resistir durante décadas grandes fuerzas mecánicas; a la vez, está sometido a cambios periódicos en temperatura, pH y a la acción de agentes microbianos y todo sin poseer capacidad alguna regeneración.

1

Es el tejido más duro del organismo, pues estructuralmente está constituido por millones de prismas o varillas muy mineralizadas que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria (CAD) a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal. Los prismas son estructuras alargadas, sinuosas y con un tracto definido. Su longitud y dirección varían en las distintas zonas del diente, debido a que se trata de

un registro de la trayectoria seguida por los ameloblastos secretores durante la amelogénesis. ¹ (Figura 11)



Figura 11. Vainas del esmalte. ¹⁸

Las células secretoras del tejido del esmalte (ameloblastos), tras completar su formación, desaparecen durante la erupción dentaria por un mecanismo de apoptosis. Lo que implica que no hay crecimiento de esmalte después de la erupción dentaria. ²

Durante los primeros años después de la erupción del diente, el esmalte puede experimentar un proceso de maduración secundario, que puede otorgarle mayor resistencia a la desmineralización y presumiblemente, a la caries. Esta maduración consiste en un depósito de minerales de los líquidos orales en los poros llenos de agua que están rodeando los prismas y dentro de ellos. En general no posee poder regenerativo, no obstante, puede presentarse el fenómeno de remineralización. Sin embargo, esto se da en función del medio oral. ^{1,2}

1.4.1.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ESMALTE

El esmalte consta de un 95% de materia inorgánica y está constituido, fundamentalmente, por cristales de hidroxiapatita, de un 1–2% de matriz orgánica y de un 3-5 % de agua.¹

Matriz Orgánica: El componente orgánico más importante es de naturaleza proteica y constituye un complejo sistema de multiagregados polipéptidos. Entre las proteínas presentes en mayor o menor medida en la matriz orgánica del esmalte en las distintas fases de su formación destacan: amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas, tuftelina y proteínas séricas.

Matriz Inorgánica: Está constituida por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato y carbonato. Existen también sales minerales de calcio como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, etc.¹⁵ (Figura 12)

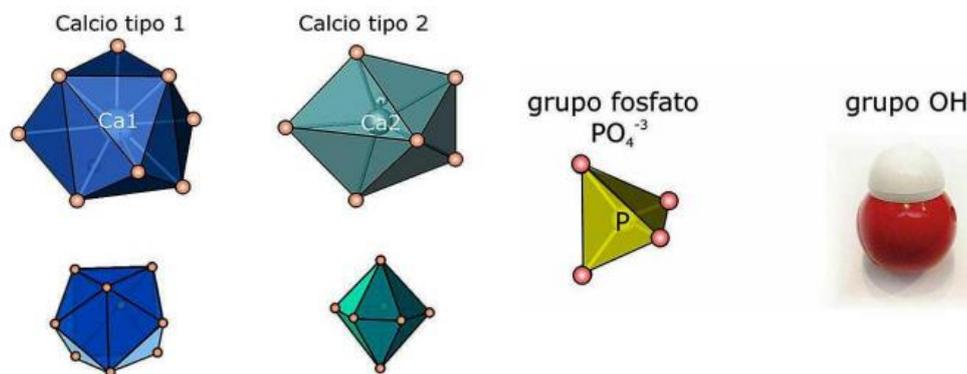


Figura 12. Representación volumétrica de los dos tipos de calcio que conforman la hidroxiapatita de Calcio, así como los otros elementos (grupos fosfato y grupos hidroxilo) que contienen la hidroxiapatita. (Cortesía de I Belio y L. Bucio).¹⁹

Los iones flúor pueden sustituir a los grupos hidroxilo (HO-1) en el cristal de hidroxiapatita (molécula formadora de los prismas del esmalte) y convertirlo en un cristal de fluorhidroxiapatita que lo vuelve resistente (menos soluble) a la acción de los ácidos y por ende más resistente a la caries. ¹

1.4.2 PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades del esmalte varían según su posición en el diente, siendo más fuerte el esmalte de la cúspide que el de los lados del diente. Así mismo las propiedades varían según la estructura histológica (microscópica). Por ejemplo, el esmalte es más fuerte bajo compresión longitudinal que cuando es sometido a compresión lateral. ¹

1.4.2.1 DUREZA

Es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o sufrir deformaciones de cualquier índole, motivadas por presiones. El esmalte tiene una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (escala de 1 a 10 que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (96%) de matriz inorgánica cristalina, un 3% de agua y un contenido muy bajo (0,36-1%) de matriz orgánica. Los cristales de hidroxiapatita constituido por fosfato de calcio representan el componente inorgánico principal del esmalte. ¹

El esmalte dental es el tejido más fuerte del organismo humano, formado por cristales de apatita dispuestos en columnas los cuales se extienden desde la unión amelodentinal hasta la superficie del esmalte de manera casi perpendicular. Esas columnas fueron denominadas prismas. Pero su forma en sección cruzada es denominada barra. ²⁰

1.4.2.2 ELASTICIDAD

Es muy escasa debido a su extrema dureza, pues la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee es muy reducida. Por ello, es un tejido frágil, con tendencia a las macro y microfracturas, cuando no tiene un apoyo dentinario normal, que es el que aporta la elasticidad y le permite realizar pequeños micromovimientos sobre ella sin fracturarse. ¹

1.4.2.3 COLOR Y TRANSPARENCIA

El esmalte es translúcido; su color varía entre un blanco amarillento y un blanco grisáceo, pero este color no es propio del esmalte sino que depende de las estructuras subyacentes, en especial, de la dentina. En las zonas de mayor espesor tiene una tonalidad grisácea (cúspides) y donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco amarillento. ¹ (Figura 13)

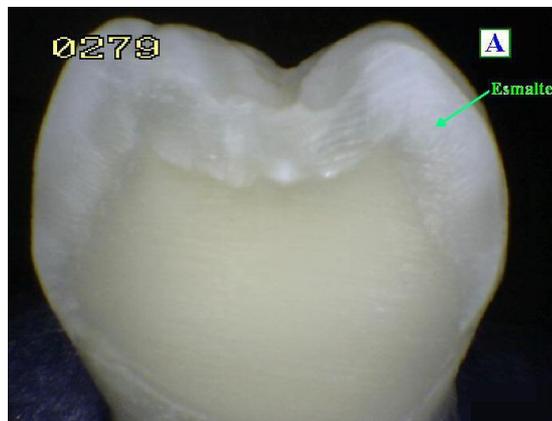


Figura 13. Esmalte. ¹⁸

1.4.2.4 PERMEABILIDAD

Es escasa, aunque con marcadores radioactivos o radioisótopos se ha visto que el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable,

lo que permite la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal. El agua actuaría como transportador de iones en la matriz adamantina. Este sistema submicroscópico de poros se aprovecha para llevar a cabo el primer nivel de prevención, con el aporte de fluoruros tópicos, geles o pastas fluoradas. ¹

1.4.2.5 ESPESOR DEL ESMALTE

El espesor del esmalte de los dientes deciduos es la mitad del que existe en los permanentes y varía de acuerdo con las distintas zonas de la corona. En las cúspides o bordes incisales, el espesor es de aproximadamente 1.5 mm y se reduce de manera progresiva en las caras libres y proximales hasta llegar a 0 o 0.5 mm en la unión amelodentaria.

El espesor de la dentina es, también menor en los dientes temporales que en los permanentes, debido a la amplitud de las cámaras pulpares. ¹ (Figura 14)



Figura 14. Espesor del esmalte. ²¹

1.5 PROCESO DES – RE

El componente mineral del esmalte, la dentina y el cemento es la hidroxiapatita, $\text{Ca}(\text{PO}_4)(\text{OH})$. Debido a su alto contenido inorgánico, el

esmalte es particularmente vulnerable a la desmineralización provocada por los ácidos elaborados por los microorganismos existentes en la placa dental, lo que da como resultado la caries dental, enfermedad multifactorial que afecta a los tejidos duros del diente.¹ (Figura 15)

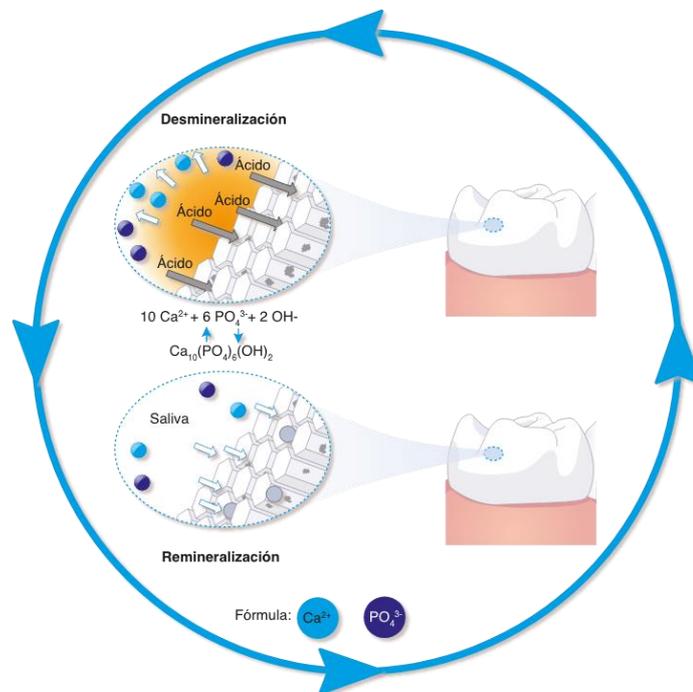


Figura 15. Proceso des-re.²²

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 de calcio y fosfato que alteran la estructura cristalina de la hidroxiapatita, pero tornándola 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.^{23, 24}

La hidroxiapatita biológica no es estequiométrica con respecto a su fórmula química; por ello, el cristal permite la incorporación de otros iones,

como por ejemplo, el flúor. La fluorapatita es una forma cristalina más resistente a la acción ácida de los microorganismos, por lo que la incorporación del ion fluoruro al esmalte es muy importante para la prevención de la caries dental. ¹

1.5.1 DESMINERALIZACIÓN

La desmineralización sucede a un pH bajo (± 5.5), cuando el medio ambiente oral es bajo en saturación de iones minerales en relación al contenido mineral del diente. La estructura de los cristales del esmalte (apatita carbonatada) es disuelta por la presencia de ácidos orgánicos (láctico y acético), que son bio-productos resultantes de la acción de las bacterias de la placa bacteriana, en presencia de un sustrato, principalmente a base de hidratos de carbono fermentables. ²⁵ (Figura 16)

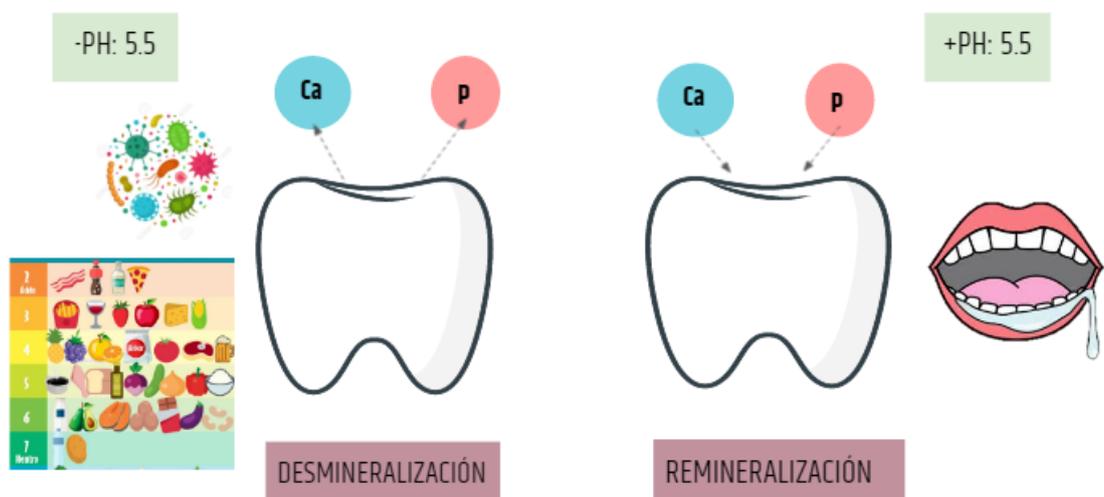


Figura 16. Proceso des-re. ^{23, 25, 26}

El ataque ácido solubiliza los iones de magnesio y carbonato que son absorbidos dentro del diente, estos se disuelven y se agregan a la capacidad amortiguadora del ambiente local. Tan pronto como el pH se estabiliza o regresa a sus valores de reposo, el calcio y fósforo pueden

reingresar al esmalte y reparar cristales dañados en el proceso de remineralización. La irreversibilidad se da cuando la cantidad de cristales removidos, ocasiona el colapso de la matriz de proteína estructural formándose una cavidad. ²⁷ (Figura 17)



Figura 17. Valores de PH ante una producción de ácidos. ²⁷

1.5.2 REMINERALIZACIÓN

La remineralización es la acumulación de sustancia que se produce por los depósitos de minerales dentro de los tejidos desmineralizados del diente. Este fenómeno consiste en el remplazo de los minerales que el diente ha perdido previamente y su consecuente reparación.

El proceso de remineralización permite que la pérdida previa de iones de fosfato, calcio y otros minerales, puedan ser reemplazados por los mismos u otros iones similares provenientes de la saliva; incluye también la presencia de fluoruro, que va a fomentar la formación de cristales de fluorapatita.

La remineralización produce dos efectos importantes en la lesión incipiente: La lesión se va a reducir en su tamaño. La lesión remineralizada se hace más resistente a su progresión. ²⁵ (Figura 18)

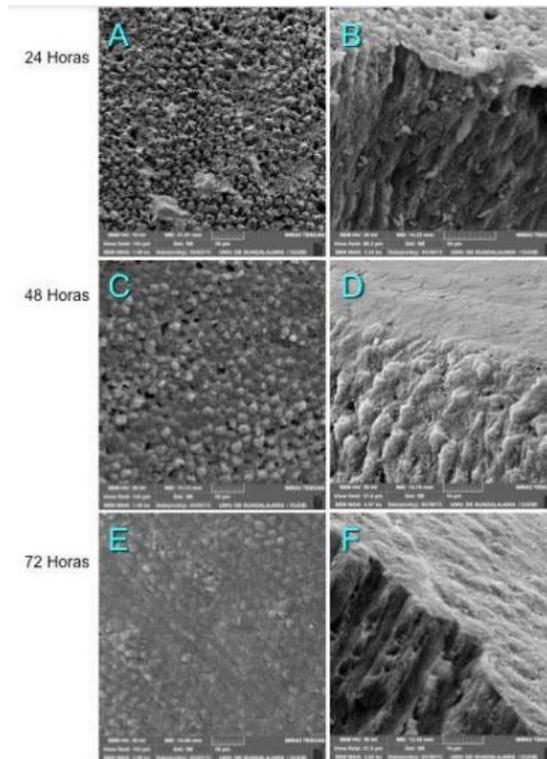


Figura 18. Proceso de remineralización in situ de fragmentos de esmalte desmineralizado in vitro y cementados en la cara vestibular de los molares inferiores de voluntarios con la finalidad de determinar el proceso de su remineralización activada con la aplicación de un barniz de flúor. ²⁸

Los cristales de fluorapatita van a presentar características muy importantes, producto de este fenómeno de remineralización: son cristales más grandes que los originales y más resistentes a la disolución de los ácidos, por lo tanto son mucho más resistentes al ataque ácido de la placa bacteriana, que el esmalte original. ²⁵

1.5.2.1 FUNCIÓN DE LA SALIVA EN LA REMINERALIZACIÓN

La saliva ha sido considerada como la solución natural de la remineralización, puesto que la mayoría de las lesiones se encuentran

cubiertas por biofilm, con concentraciones disponibles de calcio y fosfato en el fluido del biofilm, permitiendo una excelente difusión iónica, y favoreciendo un proceso de remineralización. ²⁸ (Figura 19)

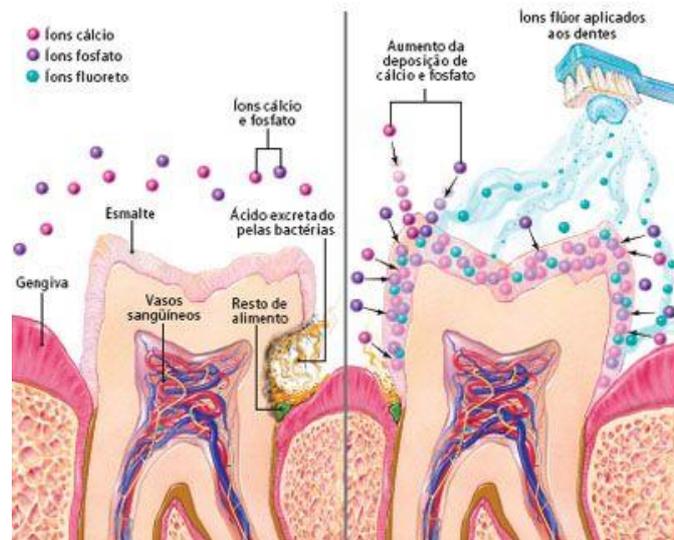


Figura 19. Ion flúor en esmalte dental. ²⁹

La saliva tiene también una función reguladora para estabilizar la cantidad de iones de calcio y fosfato y así evitar el excesivo depósito de éstos en los dientes. Es importante destacar que existen muchos factores que pueden afectar la cantidad y la calidad de la saliva presente en la boca, tales como: enfermedades sistémicas que dañen a las glándulas salivales, por diversos tratamientos médicos o fármacos, además de condiciones psicológicas como el temor o la ansiedad. ²⁷

1.5.3 PH CRÍTICO

La saliva presenta normalmente un pH de 6.3, pero puede ser modificado por el ambiente bucal. Una disminución del pH en el ámbito líquido de los dientes puede ser causado directamente por la ingesta de hidratos de

carbono fermentables, que conduce a la producción de ácido en la placa dental.^{24, 30}

Las concentraciones de calcio y fosfato presentes en los líquidos orales, determinan el pH en el que la fase acuosa es exactamente saturada con respecto a las apatitas del esmalte, siendo denominado como pH crítico. Su valor dependerá de las concentraciones de calcio y fosfato en la saliva y varía entre 5.2 y 5.5.³⁰

1.5.3.1 CURVA DE STEPHAN

En 1940, Stephan explicó sobre la curva de Stephan, en la que indicó que entre 2 a 5 minutos posteriores de hacer buchadas con una solución de glucosa o sacarosa, el pH de la placa dental disminuye y retorna de forma gradual a un nivel base luego de 40 minutos.³¹ (Figura 20)

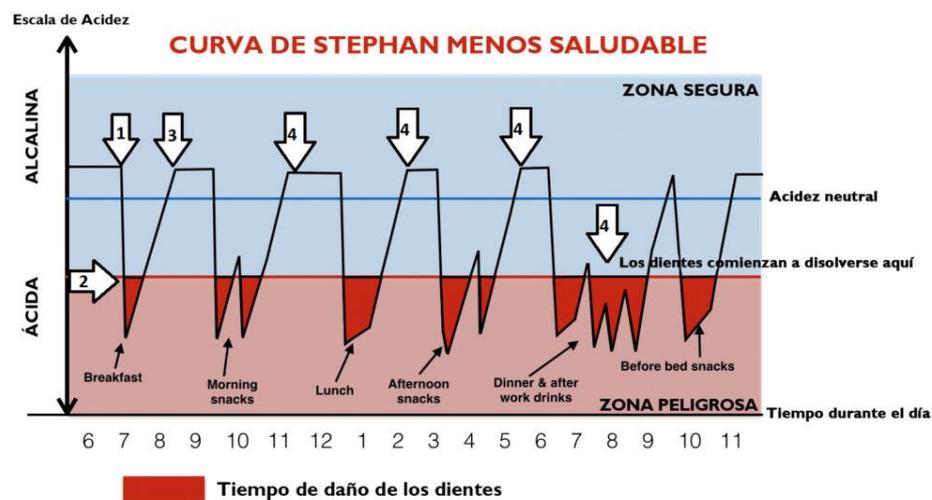


Figura 20. La Curva de Stephan que se presenta después de realizar un colutorio con carbohidratos. Se observa una caída del pH a un rango crítico y nuevamente la elevación de este, donde el proceso de descalcificación y recalcificación se presenta.³²

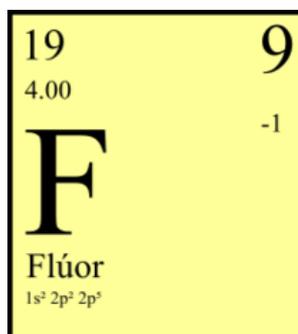
2. FLÚOR Y FLUORUROS

El flúor es un elemento químico cuyo símbolo es F. Se conocen como fluoruros a los compuestos que contienen este ión; es un mineral que se encuentra en la corteza terrestre con distribución extensa en la naturaleza. Juega un papel importante en la formación de dientes y huesos, en los primeros es parte fundamental en el inicio de la formación de los cristales del esmalte, que es la capa externa.

Actualmente se sabe que el principal uso benéfico del flúor en contra de la caries recae en su acción tópica, en la desmineralización y remineralización que toma lugar en la interfase entre la superficie del diente y los fluidos orales.³³

2.1 FLÚOR: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

El flúor es el elemento más electronegativo y, por un margen importante, el elemento químico no metálico más reactivo que se conoce en el mundo. El símbolo del flúor está representado internacionalmente por la letra F y se ubica con el número atómico 9 en la tabla periódica de los elementos químicos. Forma parte de la familia de los halógenos, y se caracteriza por tener el número y el peso atómico más bajos de todos los elementos conocidos de esta familia.³⁴ (Figura 21)



19	9
4.00	-1
F	
Flúor	
$1s^2 2p^5$	

Figura 21. Flúor.³⁴

El flúor no se puede encontrar como tal en la naturaleza. Sin embargo, los fluoruros están en todas partes: en el suelo, el aire, el agua así como en las plantas y los animales. ³⁵

2.1.2 FLÚOR EN EL ESMALTE

En el esmalte superficial existen dos componentes principales: flúor y carbonatos. El flúor incorporado a los cristales incrementa su resistencia al ataque de caries, mientras que un mayor porcentaje de carbonatos lo torna más susceptible de la misma. ³¹

El contenido de flúor en el esmalte varía dependiendo de diversos factores:

- Biológicos, entre los que destacan el contenido de flúor incorporado en el agua o en los alimentos.
- Clínicos, aplicación de dentífricos fluorados, geles, etc., sobre la superficie del esmalte. ¹

2.2 FLUORUROS

Los fluoruros son compuestos orgánicos e inorgánicos que contienen el elemento flúor. Generalmente incoloros, los diferentes compuestos de flúor son más o menos solubles en agua y pueden ser sólidos, líquidos o gases. ³⁴

2.2.1 FLUORUROS EN LA NATURALEZA

El ion fluoruro ocupa el trigésimo lugar como elemento químico de mayor abundancia en la corteza terrestre; representa en ella el 0.065% de su peso. Normalmente se encuentra combinado como sales de fluoruros, de las que las más importantes son las siguientes:

- Fluoruro de calcio o fluorita: CaF_2 .

- Fluoraluminio de sodio o criolita: Na_3AlF_6 .
- Fluorofosfato de calcio o fluorhidroxiapatita: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$.

Tanto la fluorita como la criolita son las principales fuentes industriales de obtención de sales de fluoruro para uso odontológico, de las que las más comunes, para tales fines, son el fluoruro sódico (NaF) y el monofluorofosfato de sodio (Na_2FPO_3). En la litósfera, el flúor se encuentra en las rocas (0,1-1 g/kg), en el suelo vegetal (0,2-0,3 g/kg) y en el suelo mineral (7-38 g/kg), siempre en combinaciones con otros minerales. Asimismo está presente en las rocas volcánicas y en el agua de mar, así como en los yacimientos de sal de origen marino.³⁴

(Figura 22)



Figura 22. Fluorita y criolita.^{36, 37}

Los fluoruros se liberan en el medio ambiente de manera natural a través de la meteorización y disolución de minerales, las emisiones de volcanes y los aerosoles marinos. También se liberan a través de la combustión del carbón y las aguas industriales y los desechos de diversos procesos industriales, en particular la fabricación de acero, la producción primaria de aluminio, de cobre y de níquel, la elaboración de minerales de fosfato, la producción y uso de fertilizantes fosfatados, la fabricación de vidrio, ladrillos y cerámica y la producción de cola y adhesivos.³⁵

La utilización de plaguicidas que contienen fluoruros, así como la fluorización del abastecimiento de agua potable contribuye a la emisión de fluoruros a partir de actividades humanas. Según los datos disponibles, la

obtención y uso de minerales de fluoruro, así como la fabricación de aluminio, son las principales fuentes industriales de emisiones de fluoruros en el medio ambiente.³⁵ (Figura 23)



Figura 23. Liberación de fluoruros.^{38, 39, 40}

2.2.1.1 AGUA

En el agua de lagos y ríos se encuentra en diversas concentraciones. La propia agua de mar contiene cantidades considerables de fluoruros, que oscilan entre 1,2 y 1,4 mg/l o ppm. Lo anterior explica por qué los peces tienen gran concentración de fluoruros en sus espinas, al igual que los crustáceos, que, como los camarones y el krill, lo tienen en su caparazón.³⁵ (Figura 24)

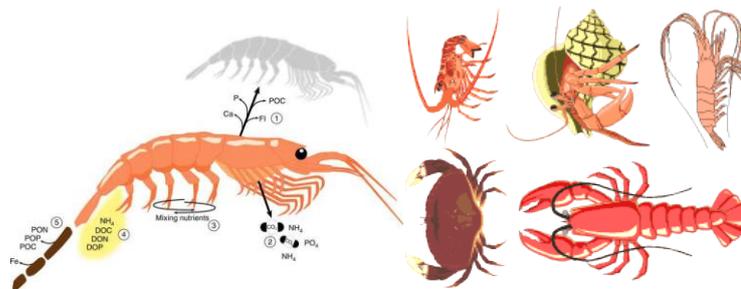


Figura 24. Fluoruros en la naturaleza.^{41, 42}

Los fluoruros son ubicuos en el medio ambiente; por ello, es frecuente que las fuentes de agua de bebida los contengan, por lo menos, en pequeñas cantidades. La cantidad de fluoruros presentes de manera natural en el agua potable no fluorada (es decir, agua de bebida a la cual no se han añadido deliberadamente fluoruros para prevenir la caries dental) es muy variable, dependiendo del entorno geológico concreto de procedencia del agua.

Los niveles pueden alcanzar hasta unos 2,0 mg/L; sin embargo, en las zonas del mundo con fluorosis endémica del esqueleto y/o los dientes, bien documentada, las concentraciones de fluoruros en la red de suministro del agua potable, van de 3 a más de 20 mg/L. En zonas con agua potable fluorada (es decir, con adición deliberada de fluoruros para la prevención de la caries dental), la concentración de fluoruros en el agua, generalmente, oscila entre 0,7 y 1,2 mg/L. ³⁵ (Figura 25)



Figura 25. Fluoruros en agua. ^{43, 44}

El nivel de fluoruros en los alimentos depende sobre todo del contenido en fluoruros del agua utilizada en su preparación o elaboración, sobre todo en las bebidas y los productos alimenticios secos que requieren que se añada agua para su elaboración; por ejemplo, las preparaciones en polvo para lactantes o las sopas de polvos. ⁴⁵

2.2.1.2 ALIMENTOS

La presencia de fluoruro en los vegetales está en función con las características del suelo, agua, aire de donde son sustraídos: la hoja seca del té contiene 175 ppm de flúor, las espinacas 8 ppm, el tomate 41 ppm, las lentejas 18 ppm, las papas 3 ppm, la cereza 6ppm y algunos cereales 7 ppm. Podemos encontrarlo en organismos vivos de origen animal. El hígado y riñón de vaca contienen de 2.5 a 5.5 ppm. La carne de ternera, pollo o cordero contienen alrededor de 1ppm.⁴⁵ (Figura 26)



Figura 26. Flúor en alimentos.^{46, 47, 48, 49, 50, 51}

En el pescado la concentración mayor aparece en su piel y cartílago. El salmón o bacalao presentan de 5 a 7 ppm, la sardina de 15 a 25 ppm de flúor. El flúor ocupa en nuestro organismo el decimotercer lugar en orden de abundancia, algunos autores afirman que debe ser considerado como un elemento esencial para la vida.⁵²

2.2.2 ABSORCIÓN

La principal vía de absorción es el tubo digestivo, aunque también se puede dar por vías respiratorias debido a la contaminación industrial. Al ingerirse, es rápidamente absorbido; el 90% del total se encuentra en

la sangre, después de 30-45 minutos, de modo que la concentración máxima en el plasma generalmente se produce en el curso de 30-60 minutos.^{53, 54}

Algunos factores interfieren con la absorción gastrointestinal del F⁻, como la presencia de cationes Ca⁺⁺, AL₃⁺ y Mg⁺⁺, debido a la formación de sales de baja solubilidad. Otro factor relevante es la simple presencia de alimento en el estómago, pues el bolo alimenticio disminuye el acceso de fluoruro a la mucosa gástrica, limitando la absorción. Por lo tanto, si el F⁻ es ingerido después del desayuno, la absorción será un 30% menor con el estómago vacío, hecho que debe ser considerado cuando se den recomendaciones y se considere el riesgo del uso de dentífricos en niños.⁵³

2.2.3 DISTRIBUCIÓN

Una vez absorbido el fluoruro es distribuido sistémicamente, por medio de la sangre (plasma sanguíneo). A partir del plasma, el F⁻ absorbido se distribuye a todo el organismo: llega, por ejemplo, a las glándulas salivales y retorna a la cavidad bucal por la saliva, garantizando de esta manera su permanencia constante en el medio bucal. Los huesos son los mayores responsables del F⁻ de la sangre. Así, cerca del 99% del fluoruro presente en el organismo está asociado al tejido óseo. A partir de los huesos, parte del F⁻ puede ser movilizado nuevamente hacia la corriente sanguínea, durante la constante remodelación ósea. De esta forma, la concentración del F⁻ excretado por la saliva también se mantiene constante.⁵³

2.2.4 EXCRECIÓN

El F⁻ absorbido pero no incorporado en los tejidos mineralizados se excreta y la principal vía de excreción es la filtración en los riñones, y por

vía fecal. La excreción renal también es influenciada por el pH. Cuando el pH de la orina es más ácido, hay mayor concentración de fluoruro, que acaba por ser reabsorbido en los túbulos renales y retornar nuevamente a la corriente sanguínea. Lo inverso ocurre cuando el pH de la orina es más alcalino, se favorece la excreción. ⁵³ (Figura 27)

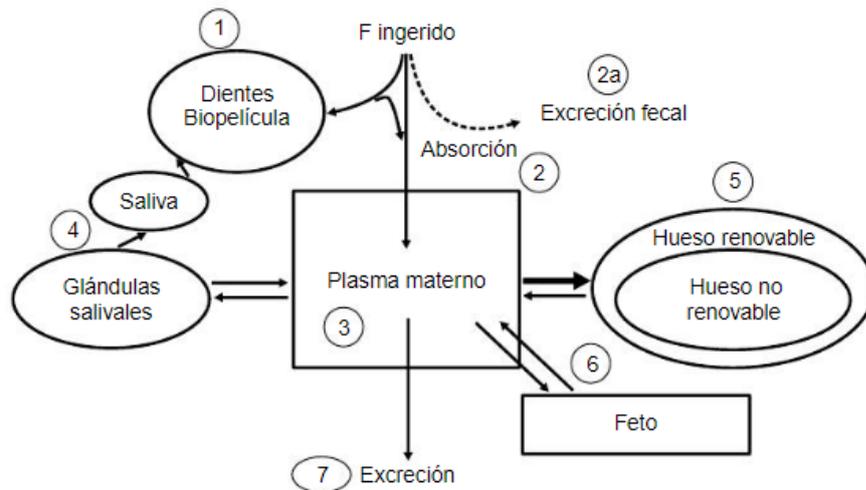


Figura 27. Esquema de la distribución del fluoruro a partir de la ingestión. ⁵³

3. FLUORUROS EN ODONTOPEDIATRÍA

La caries dental en los niños en edad preescolar es un problema significativo de salud pública y en gran medida prevenible, una de las estrategias para combatir esta enfermedad es el uso del flúor en diferentes medios como el agua de consumo humano, pastas dentales, geles dentales, espumas, barnices, enjuagatorios. ⁵⁵

La presencia de flúor en un medio de disolución, reduce de manera efectiva la solubilidad del esmalte, fomentando la precipitación de la fluorapatita y previniendo la formación de cristales de fosfato de calcio más soluble. Donde además de la fluorapatita ya existente en el esmalte, se puede incluso formar más fluorapatita. ⁵⁶

El flúor tópico fortalece los dientes, específicamente los tejidos mineralizados, éste lava la superficie del diente y se acumula sobre el esmalte, fortaleciéndolo y por consiguiente generando una protección para la caries dental. ⁵⁷

Factores de riesgo de caries para la aplicación de fluoruros:

- a) Hábitos alimenticios del niño, como el consumo de alimentos azucarados, pegajosos, con frecuencia, y entre las comidas. Medicación con azúcar en enfermedades crónicas (jarabes, soluciones, entre otros).
- b) Malos hábitos de higiene.
- c) Presencia de caries en el niño y/o en sus padres caries
- d) Hospitalización prolongada y enfermedades discapacitantes. ⁵⁸

3.1 INGESTA ADECUADA DE FLÚOR EN LACTANTES

El máximo nivel de ingesta diaria de flúor que no plantea riesgos de efectos adversos para la salud es de 0.1 mg/kg/día en el caso del lactante. ⁵⁹ (Cuadro 3)

Edad	Nivel de ingesta máxima tolerable (mg/día)
0 a 6 meses	0.7
6 a 12 meses	0.9
1 a 3 años	1.3
4 a 8 años	2.2

Cuadro 3. Niveles de ingesta de flúor. ⁵⁹

A partir de los 6 meses de vida, hay que tener en cuenta la concentración de Flúor de los distintos alimentos, los que tienen importancia como fuente de flúor son la leche, los cereales y sobre todo el agua con el que se preparan, las frutas, los vegetales, las carnes y pescados aportan poco flúor. En el primer año de vida debe utilizarse agua para preparar los biberones, las papillas o como agua libre cuya concentración en flúor sea menor de 0.5 mg/l. ⁵⁹

3.2 PASTAS FLUORADAS

El uso de pastas dentales fluoradas es uno de los puntos fundamentales en la promoción y educación en salud bucal a la población, el cual es más accesible y menos costoso que otros métodos preventivos de caries dental. ⁵⁷

Cuando la población tiene el hábito de cepillarse los dientes, el fluoruro proveniente de las pastas dentales es tan efectivo como el agua fluorada en términos de Salud Pública, habiéndose reportado reducciones de 25 a 40% en la prevalencia de caries dental. ^{60, 61} (Figura 28)



Figura 28. Pasta y cepillo para niños. ⁶²

La Norma Mexicana NMX-K-539-CNCP-2013 Industria Química - Dentífrico - Especificaciones y Método de Prueba, señala que “el dentífrico es el producto de cuidado oral destinado a ser puesto en contacto con dientes y mucosas bucales con el fin exclusivo de limpiarlos, perfumarlos, ayudar a modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en

buen estado, corregir olores o atenuar o prevenir deficiencias o alteraciones en el funcionamiento de la cavidad oral sana”.

Los principales compuestos usados son el fluoruro de sodio y el monofluorofosfato de sodio, este último generalmente usado en productos enfocados a dientes sensibles. La norma mexicana especifica valores de 0 a 1,500 partes por millón (ppm) máximo, debido a que el flúor debe ser administrado en cantidades limitadas para evitar efectos negativos, como la fluorosis dental (principalmente en la niñez).⁶³ (Cuadro 4)

Edad recomendada	Concentración de Flúor	Frecuencia cepillado	Cantidad de pasta	Equivalencia para los padres	Foto
Erupción del primer diente hasta los 2 años	1000ppm	2 x día	0,125 gr	Grano de arroz	
2 años a 6 años	1000ppm	2 x día	0,25 gr	Arveja	
Mayores de 6 años	1450ppm	2 x día	0,5-1,0 gr	Largo del cepillo	

Cuadro 4. Resumen recomendación clínica del uso de pastas dentales en niños.⁶⁴

No obstante, además del flúor, la mayoría incluye agentes limpiadores, como lauril sulfato de sodio; otros agregan compuestos (como los pirofosfatos) para combatir el sarro o la placa (triclosán), agentes para eliminar manchas en los dientes, siendo usados más frecuentemente la sílice, óxido de aluminio, carbonato de calcio y fosfatos de calcio, entre otros pulidores o blanqueadores. Las elaboradas para dientes sensibles pueden incluir nitrato de potasio, cloruro de estroncio, entre otros.⁶⁴ (Figura 29)



Figura 29. Pastas dentales infantiles comerciales. ^{65, 66}

Casi todas tienen saborizantes y/o edulcorantes artificiales (como la sacarina), así como agentes humectantes que previenen la pérdida de agua y/o dan cuerpo al producto. Las pastas dentales, por su naturaleza, características y uso, no se consideran insumos para la salud y, por lo tanto, no requieren registro sanitario. ⁶³

3.2.1 COMPOSICIÓN DE LAS PASTAS FLUORADAS

HUMECTANTES. Estos ayudan a prevenir el secado de la pasta dentífrica una vez abierto el tubo. En la actualidad se utilizan otros humectantes como: sorbitol, xilitol, polietilenglicoles de bajo peso molecular y propilenglicol, cuyas propiedades confieren al dentífrico una mayor humectabilidad al abrasivo, evitando así el secado y endurecimiento del producto, disminuye el punto de congelación, además de mejorar la textura y aroma del dentífrico. ^{67, 68, 69} (Figura 30)



Figura 30. Sorbitol y Xilitol. ^{70, 71}

Se han detectado fluoruros en la leche materna, habiéndose notificado niveles comprendidos entre < 2 y aproximadamente $100 \mu\text{g/L}$, con la mayoría de los valores situados en el intervalo de 5 a $10 \mu\text{g/L}$.³⁵

DETERGENTES O ESPUMANTES. Los detergentes ayudan a crear una suspensión estable del abrasivo en la boca, lo cual permite una limpieza efectiva. Un espumante debe ser atóxico, no irritante para la mucosa oral e insípido. Los más utilizados son: lauril sulfato sódico, N-lauroil sarcosinato sódico, ricinoleato sódico y sulforicinoleato sódico.⁶⁸

CONSERVANTES. Los conservantes se adicionan para proteger la pasta dentífrica del efecto de los microorganismos. Se emplean principalmente benzoato sódico, metilparabeno, metilparabeno sódico, propilparabeno sódico, mezcla de parabenos y formalina.^{68, 69}

AGLUTINANTES O ESPESANTES. Es imprescindible incorporar aglutinantes para mantener la suspensión estable. Estos componentes aumentan la viscosidad de la pasta y mantienen unidas las partículas del abrasivo. Los más utilizados son: alginatos, carregenatos, goma xantana, hidroxietilcelulosa sílice, carboximetilcelulosas, sílicas. El tamaño medio de las partículas de las sílicas espesantes es de $4 \mu\text{m}$.^{68, 69, 72}

En infantes con riesgo de caries identificado, se sugiere utilizarlo con la erupción del primer molar primario y únicamente una vez al día, en la noche. Los otros cepillados con agua. A partir de los dos años se podrán realizar 2 cepillados con dentífrico y a partir de los 3 años se podría iniciar su recomendación 3 veces al día respetando la dosis recomendada y la habilidad para escupir.⁷³

3.3 BARNIZ DE FLUORURO

El barniz de flúor es una presentación de aplicación profesional para la administración tópica de fluoruro para ayudar a prevenir o controlar dental caries.⁵⁶

Presentan un contenido más elevado de flúor, entre 0.1% (1 000 ppm) y 2.26% (22 600 ppm), son de consistencia viscosa y endurecen en presencia de la saliva.⁷⁴

Los barnices son: el fluoruro de silano al 0.1% de ion fluoruro (1.000 ppm) conocido como Flúor Protector y el barniz de fluoruro de sodio al 5% (22.600 ppm), Duraphat; teniendo este último una mayor efectividad para la reducción de caries en esmalte.^{75, 76}

Los barnices de flúor poseen una concentración elevada del elemento de 5000 ppm y propician un contacto prolongado con la superficie dentaria.⁷⁷ Los barnices fluorados han demostrado inhibición de la desmineralización del esmalte y promoción de la remineralización del mismo, es considerado superior a otras presentaciones y técnicas de aplicación por las siguientes razones:

- Es más efectivo – mayor reductor de los niveles de caries dental.
- Mayor liberación de flúor y por periodo de tiempos más largos.
- El tiempo de la técnica de aplicación es corta y sencilla.
- El sabor es neutro y bien aceptado.
- No sólo previene la desmineralización, sino que remineraliza las lesiones iniciales de caries (manchas blancas).⁷⁸

La tendencia de presentación del barniz de flúor que se comercializa actualmente es transparente sin variar el contenido de fluoruro de sodio al

5%. La dosificación es de 0,25 ml, la cual se utiliza para tratar a pacientes con dentición decidua. El protocolo de aplicación de barniz de flúor, depende principalmente del riesgo de caries individual. ^{56, 78} (Cuadro 5)

ALTO RIESGO DE CARIES	MEDIANO RIESGO DE CARIES	BAJO RIESGO DE CARIES
3 aplicaciones de barniz de flúor en la primera semana, combinado con clorhexidina (CERVITEC, Vivacare, Schaan, Leichtenstein). 1 aplicación cada 2 meses hasta 1 año Reevaluación de riesgo de caries	1 aplicación de barniz de flúor cada 4 meses Reevaluación de riesgo de caries	1 aplicación de barniz de flúor cada 6 meses Reevaluación de riesgo de caries

Cuadro 5. Protocolo de aplicación de barniz de flúor. ⁷⁸

3.3.1 TÉCNICA DE APLICACIÓN.

En las figuras 31, 32 y 33 podemos observar el procedimiento para la aplicación de barniz de fluoruro, que consiste en:

1. Limpiar con una gasa los dientes.
2. Aplicar con un pincel el barniz de flúor en todas las superficies a tratar.
3. Dar indicaciones de no enjuagarse inmediatamente.
4. También es bueno recordar que deben complementarse las estrategias preventivas como la utilización de sellantes, dieta, cepillado dental y control periódico. ⁷⁸



Figura 31. En dentición primaria, se realiza limpieza con gasa o con escobilla de profilaxis antes de colocar el barniz de fluoruro. ⁷⁸



Figura 32. Aplicación de barniz de fluoruro sobre superficies con lesiones iniciales de caries (manchas blancas) en dentición primaria. ⁷⁸



Figura 33. Barniz de fluoruro sobre los dientes tratados. ⁷⁸

3.3.2 PRESENTACIONES COMERCIALES

Los barnices de fluoruro tienen una consistencia viscosa y se aplican mediante un pincel o sonda curva sobre la superficie de los dientes.

Duraphat (Colgate Oral Pharmaceuticals) Contiene fluoruro de sodio al 5% en base viscosa de colofonia, 1 ml de barniz contiene 50 mg. de NaF (22,6% mg/ml de fluoruro). Presentación: tubo de 10 ml. Cuando endurece por la presencia de saliva se forma una película de color marrón amarillenta. ⁵⁹ (Figura 34)



Figura 34. Duraphat. ⁷⁹

Flúor protector (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) Contiene 1% de difluorosilano en una base de poliuretano, 1 ml contiene 1 mg de ion flúor. Presentación: Caja con 20 viales. Cada vial contiene 0,4 ml de barniz. Esta deja una película transparente al endurecerse. ⁵⁹ (Figura 35)



Figura 35. Flúor protector. ⁸⁰

3.4 GELES FLUORADOS

Los geles fluorados, sustancias de empleo preventivo, aparecieron en los años 60 y se dice que su uso es exclusivamente a cargo del profesional, para evitar posibles excesos de ingesta de flúor y así una posible intoxicación como caso extremo o aparición de fluorosis. ⁸¹

El gel más usado para aplicación profesional es el flúorofosfato acidulado (FPA) al 1,23%, es decir, en concentración de 12,300 ppm o 12,3 mg/ml de fluoruro. ⁸²

Al entrar en contacto con el diente, se disuelve un espesor mínimo de esmalte liberando calcio que con el fluoruro del gel forma fluoruro cálcico amorfo que vuelve a precipitar haciéndolo más resistente a las caídas del PH. ⁸³

Los geles fluorados que se utilizan para la prevención de caries, son Tixotrópicos, ya que verdaderamente son soluciones viscosas frente a presión se vuelven fluidos; lo que nos permite que el material pueda fluir hasta lugares de difícil acceso como son los espacios interproximales. ⁸⁴

Los geles pueden llegar a reducir en un 21% el índice DMFT (Dientes cariados, ausentes y obturados). La indicación principal de estos preparados la constituyen los individuos con elevado riesgo de caries, especialmente los pacientes con xerostomía postirradiación (en el tratamiento de tumores de cabeza y cuello), xerostomía por patología sistémica o caries rampantes. ⁸⁵

4. FLUOROSIS DENTAL

La fluorosis dental es una alteración del desarrollo de la capa externa de los dientes, conocida como esmalte, y se debe a una exposición excesiva a altas concentraciones de flúor durante el desarrollo dental, con periodos críticos entre las edades de uno a cuatro años, el riesgo disminuye alrededor de los ocho años. La fluorosis dental está asociada directamente con la magnitud de los fluoruros ingeridos durante el desarrollo dentario (relación de dosis-respuesta) sabiéndose en la actualidad que esta ingesta puede provenir de numerosas fuentes. También puede estar asociada al uso de pasta dental fluorada antes de la edad recomendada. ^{34, 76}

La fluorosis dental es una hipomineralización del esmalte provocada por la ingesta de altas concentraciones de fluoruro por un periodo prolongado durante la fase de calcificación del diente (periodo pre-eruptivo). Esto provoca una formación y maduración deficientes debido a alteraciones metabólicas en los ameloblastos durante el periodo de formación de los dientes.⁸⁶ La naturaleza de la lesión se desconoce pero hay manifestación histológica de daño celular, es probable que la matriz del esmalte esté defectuosa o deficiente; se ha mostrado que mayores niveles de flúor obstruyen el proceso de calcificación de la matriz.⁸⁷

Se caracteriza por la presencia de estrías blancas bilaterales, difusas, delgadas y horizontales y zonas de placas teñidas. En los casos más severos, puede decolorarse y causar asperezas en el esmalte.⁸⁸ La extensión del esmalte afectado puede describirse con el índice de fluorosis de la superficie dental (TSIF).⁸⁹ (Figura 36)



Figura 36. Fluorosis dental.⁹⁰

Es una enfermedad endémica que afecta principalmente a las familias que residen en áreas con alto contenido de fluoruro en el agua potable.⁸⁸ En México, el agua subterránea suministra la mayor parte del agua potable. Existen algunas áreas en las que la concentración natural de fluoruro es elevada.⁸⁹

La fluorosis dental se produce por el acúmulo del diente en la fase de calcificación pre-eruptiva. A partir de los 8 años se calcifican los últimos dientes definitivos (terceros molares). Así pues, esta edad supone el riesgo teórico de FD de la dentición permanente.⁵⁹

Los enfoques restauradores que evitan la invasión de tejidos duros y mínimamente invasivos, puede ser la microabrasión, el blanqueamiento externo o la infiltración de resina.⁹¹ (Figura 37)



Figura 37. Tratamiento para la fluorosis dental.³³

Otro tratamiento para lograr mejores resultados, ya que incluso puede modificarse la forma del diente y el color casi por completo, son los tratamientos protésicos, el uso de carillas o laminillas de porcelana, donde la remoción del esmalte es mínima para el posterior cementado adhesivo de las restauraciones, o en casos más graves donde haya

desprendimiento del esmalte, el uso de coronas completas, que requiere una mayor remoción de la estructura dental para su colocación.³³

4.1 ÍNDICES PARA DETERMINAR LA FLUOROSIS

ÍNDICE DE DEAN. Fue desarrollado en 1942 para medir la severidad y distribución de fluorosis en diversas comunidades. Este índice epidemiológico clasifica a la persona dentro de un criterio en base a la observación de los dos dientes más afectados.⁹² (Cuadro 6)

Categoría	Descripción	
Normal Código 0	La superficie del esmalte es suave, brillante y habitualmente de color blanco-cremoso pálido.	
Cuestionable Código 1		
Muy leve Código 2	Pequeñas zonas blancas como papel y opacas, dispersas irregularmente en el diente, pero que afectan a menos de 25% de la superficie dental labial.	
Leve Código 3	La opacidad blanca del esmalte es mayor que la correspondiente a la muy ligera, pero abarca menos de 50% de la superficie dental labial.	

<p>Moderada Código 4</p>	<p>La superficie del esmalte de los dientes muestra un desgaste marcado; además, el tinte pardo es con frecuencia una característica que la distingue.</p>	
<p>Severa Código 5</p>	<p>La superficie del esmalte está muy afectada y la hipoplasia es tan marcada que puede afectarse la forma general del diente. Se presentan zonas excavadas o gastadas y se halla un extendido tinte pardo; los dientes a menudo presentan un aspecto corroído.</p>	

Cuadro 6. Índice de Dean. ⁹²

ÍNDICE DE FLUOROSIS POR SUPERFICIES DENTALES THYLSTRUP – FEJERSKOV. Para evaluar con este índice se observan superficies de dientes que tengan completamente erupcionada al menos una de ellas. Se examinan todas las superficies de los dientes presentes que han sido previamente limpiados y secados por espacio de 1-2 minutos. Este índice clasifica los cambios histopatológicos asociados a la fluorosis dental asignándole un valor ordinal del 0 al 9. ⁹² (Cuadro 7)

VALOR	APARIENCIA CLÍNICA
<p>TF 0</p>	<p>Translucidez normal del esmalte después de un secado</p>

	prolongado.
TF 1	Líneas finas opacas sobre toda la superficie del diente que corresponden a las periquimatías. En algunos casos se aprecia un leve aspecto de “cumbre nevada” en bordes incisales o cúspides.
TF 2	Las líneas opacas son más pronunciadas y en ocasiones se fusionan para formar áreas “nubosas” esparcidas por la superficie del diente. Entre esas áreas se pueden ver también líneas opacas.
TF3	Las líneas se fusionan y forman áreas opacas que se extienden por la mayor parte de la superficie del diente. Entre estas áreas se pueden ver también líneas opacas.
TF 4	Toda la superficie del diente muestra una marcada opacidad o presenta un aspecto de tiza.
TF 5	Toda la superficie del diente es opaca, con pérdida localizada de esmalte en hoyos de menos de 2mm de diámetro.
TF 6	Se ven estos pequeños hoyos frecuentemente fusionados, sobre el esmalte opaco, formando bandas de menos de 2mm de profundidad. Se incluyen también las superficies en las que ha habido una pérdida del borde cuspídeo con el resultado de una pérdida de dimensión vertical inferior a 2mm.
TF 7	Pérdida de la parte más externa del esmalte en áreas irregulares que suponen menos de la mitad total de la superficie. El esmalte que queda es opaco.
TF 8	La pérdida del esmalte afecta a más de la mitad de la superficie. El esmalte que queda es opaco.

TF 9	<p>La pérdida de la mayor parte del esmalte supone un cambio de la forma anatómica del diente.</p> <p>A veces se observa un borde de esmalte opaco en el área cervical que clasifica las opacidades del esmalte con independencia de su origen y que comprende igualmente desde la opacidad difusa hasta la hipoplasia del esmalte.</p>
-------------	---

Cuadro 7. Índice de fluorosis por superficies dentales Thylstrup – Fejerskov. ⁹²

En los dos primeros años es cuando hay que extremar las dosis sistémicas de flúor para evitar la fluorosis dental de las piezas que se verán tras la erupción, a partir de los 3 años si hay fluorosis dental el problema estético va a ser menor pues afectaría los premolares y molares. ⁸⁷

5. RIESGO- BENEFICIO

La ingestión prolongada de flúor puede ocasionar fluorosis esquelética, en la cual se pueden afectar dentadura, tejidos óseos y secundariamente sistema nervioso. Existen factores de riesgo (crecimiento, exposición previa al flúor, desnutrición, ayuno y pH urinario ácido) que aumentan la retención de flúor en el organismo. ⁷⁵

Es importante conocer los parámetros de seguridad con el objetivo de prevenir. En toxicología, son necesarias dosis estimadas en mg F/Kg para toxicidad aguda o mg F/Kg/día para toxicidad crónica. Se mostrará a continuación como transformar las unidades más comunes de presentación de fluoruros:

- ppm de F: significa partes por millón, o mg por litro o por kilo. Esto significa que si el agua contiene 0,70 ppm, 0,70 mg de F/L. En este caso para ingerir 0,70 mg de F debemos beber 1 litro de agua. Tomando ejemplo el uso de un dentífrico con

1.000 ppm de F, significa que encontramos 1.000 mg F/1000g o 1 mg de F/g. Es decir, en caso de utilizar 1g de dentífrico por cepillado, estaremos colocando en la cavidad bucal 1,0 mg F.

- % de F: significa gramos de F en 100 ml de una solución o en 100 g.
- % de NaF: significa gramos de NaF en 100 ml de solución. Un enjuague, por ejemplo, que contiene NaF al 0,05% cuenta con 0,05 g de NaF en 100 ml de solución.
- mg de NaF: se refiere a la cantidad de NaF en una tableta. ⁵³

La ingesta diaria recomendada de flúor para la prevención primaria de la fluorosis es de 0,05 a 0,07 mg F/kg al día. ⁸⁴ Sin embargo, existen consecuencias entre los niños si la concentración de fluoruro es más de 1,5 a 4 mg/L. ⁹³

Las pastas dentales fluoradas por su concentración carecen de contraindicaciones en el adulto pero se calcula que un niño preescolar con dos cepillados diarios puede deglutir alrededor de 1 gramo de pasta dental al día debido a la inmadurez del reflejo de deglución. Los gramos de dentífrico que necesitaría ingerir un niño de 12,5 kg (aproximadamente 2 años de edad) y de 20 kg (aproximadamente 5-6 años) para que la dosis tuviera riesgo de toxicidad aguda. ⁹⁴

La dosis letal varía mucho de individuo a individuo. Por ello se determina una dosis causante de algún efecto tóxico, llamada dosis probablemente tóxica (DPT). La DPT es de 5,0 mg de fluoruro por kg de peso y la ingestión sobre este valor puede causar desde síntomas leves, como náuseas, hasta la muerte. ⁵³ (Cuadro 8)

Concentración de fluoruro	12,5 kg (»2 años)	20 kg (»5-6 años)
1500 ppm (1,5 mg/g)	42 g dentífrico	66 g dentífrico
1000 ppm (1,0 mg/g)	62,5 g dentífrico	100 g dentífrico
500 ppm (0,5 mg/g)	125 g dentífrico	200 g dentífrico
400 ppm (0,4 mg/g)	156 g dentífrico	250 g dentífrico

Dosis Tóxica Probable (DTP) : 5 mg/kg

Cuadro 8. Cantidad de dentífrico con riesgo de toxicidad aguda en relación a la concentración de fluoruro y peso del niño. ⁹⁴

Considerando que el contenido de los tubos por lo general es de 75-100 ml, podemos observar que en los tubos de pasta dental de concentraciones de 1500 ppm y 1000 ppm hay cantidad suficiente para un accidente agudo en el caso que el niño la ingiera (aproximadamente medio tubo por los niños de 2 años y 1 tubo por los niños de 5-6 años). ⁹⁴

El 15% de los niños que viven en áreas con bajos contenidos de flúor en el agua, pero usan pasta dental con 1 000 ppm del mineral, presentan signos de fluorosis dental después de un año de seguimiento, lo que aumenta a 42% cuando ingieren. ⁹⁵

Se ha estimado la cantidad de dentífrico necesario para que se derive un riesgo severo o leve de fluorosis dental por la ingestión continuada de parte del dentífrico durante el cepillado. Si asumimos que el cepillado se realiza 2 veces al día, cada vez con un promedio de 0,5 gr de dentífrico, y que el niño preescolar traga el 50% o más las posibilidades de producirse fluorosis son reales en estos niños en los que las coronas dentarias se están formando, especialmente si utilizan los dentífricos con alta concentración de fluoruro. ⁹⁴ (Cuadro 9)

Concentración de fluoruro	12,5 kg (»2 años)		20 kg (»5-6 años)	
	Riesgo severo de fluorosis	Riesgo leve de fluorosis	Riesgo severo de fluorosis	Riesgo leve de fluorosis
1500 ppm (1,5 mg/g)	0,83 g/Dt	0,17 g/Dt	1,33 g/Dt	0,27 g/Dt
1000 ppm (1 mg/g)	1,25 g/Dt	0,25 g/Dt	2 g/Dt	0,4 g/Dt
500 ppm (0,5 mg/g)	2,50 g/Dt	0,5 g/Dt	4 g/Dt	0,8 g/Dt
400 ppm (0,4 mg/g)	3,12 g/Dt	0,62 g/Dt	5 g/Dt	1 g/Dt

Dosis de riesgo severo de fluorosis: 0,1 mg F/kg
Dosis de riesgo leve de fluorosis: 0,02 mg F³/kg
Dt: Dentífrico

Cuadro 9. Cantidad de dentífrico que determina riesgo de fluorosis dental por ingestión diaria del 50% de dentífrico cepillándose 2 veces/día. ⁹⁴

En menores de 5 años se puede producir fluorosis dental en los dientes en desarrollo, con el uso regular, no supervisado, de geles fluorados. Como el reflejo de deglución no se puede controlar prácticamente en los menores de cuatro años, ellos tienen mayor riesgo de ingestión excesiva del flúor de vehículos tópicos que, sumada a otros suplementos y al contenido normal del elemento en la dieta, puede cambiar significativamente el patrón de severidad de la fluorosis. ⁷⁵

Un ejemplo de ingestión es con el gel de flúor de fosfato acidulado (FFA). El riesgo de utilizar FFA para la aplicación tópica de fluoruro generalmente es también bajo, siempre y cuando no se coloque en exceso. Lo correcto es utilizar de 2,5 a 3 ml en cada cubeta. Si disponemos cantidad para un niño de 20 kg, estaríamos empleando aproximadamente 61,5 mg F, que equivaldrían en caso de ingestión total a 3 mg F/kg, cerca de la mitad de la DPT; sin embargo, después de escupir el exceso durante 1 minuto la ingestión llega aproximadamente a 0,7 mg F/kg. ⁵³

La dosis única y de alta concentración del flúor de aplicación tópica a nivel de la cavidad bucal con deglución del flúor, daña la mucosa gástrica, generando alteraciones de esta estructura. La ingesta

involuntaria de estos productos genera irritación gástrica manifestada en dolor epigástrico, náuseas, vómitos. La ingesta accidental o deliberada de productos de alta concentración puede ocasionar estado comatoso, acidosis, convulsiones, parálisis respiratoria o arritmia seguida de muerte por falla cardíaca. ⁹⁵

La ingesta prolonga de agua fluorada, alimentos con altos contenido de flúor, el uso de pastas dentales, colutorios con altas concentraciones favorece la acumulación de flúor en tejido dental y óseo. La acumulación prolongada de flúor en el tejido dental produce fluorosis, el cual se manifiesta con cambios de color en esmalte, ocurre durante la fase de calcificación del diente. El depósito prolongado de flúor produce cambios en la estructura de los huesos, haciéndolos frágiles.

La ingestión de 20 mg de flúor por día, durante 20 años o más puede causar fluorosis esquelético avanzada. Las dosis de 2-5 mg F por día pueden causar las etapas preclínicas y clínicas. La situación es complicada porque el riesgo de fluorosis esquelética depende de algo más que del nivel del fluoruro en el agua. También depende del estado nutricional, de la ingesta de vitamina D y de proteínas, de los aportes diarios de calcio, etc. ⁹⁴

Los métodos de utilización del fluoruro para la prevención de la caries dental, sean colectivos o individuales, son generalmente seguros en términos de toxicidad. La aplicación tópica de productos fluorados no representa un riesgo para la salud, debido a que para que existan efectos tóxicos, agudos o crónicos, es necesaria su ingestión o la exposición sistémica del ión. Sin embargo, esto no impide que gran parte de los métodos de utilización local o tópica de fluoruros pueda culminar con una alta exposición sistémica, por uso incorrecto e ingestión inadvertida durante la aplicación o por ingestiones frecuentes a menores dosis durante la higienización (dentífricos). ⁵³

CONCLUSIONES

Las técnicas de remineralización más utilizada en la actualidad es la administración de fluoruros tópicos, ya que es de gran utilidad para la prevención de caries dental, sin embargo se requiere total prescripción y supervisión por parte de un dentista, odontopediatra y/o pediatra.

Se recomienda que el niño visite al dentista y/o al odontopediatra antes del primer año de vida y se debe informar a los padres los riesgos y beneficios del empleo de fluoruros puede tener a largo plazo sin una correcta dosificación.

Los envases de dentífrico fluorados deben indicar el uso de pequeña cantidad, y debe llevar una imagen de la cantidad a usar de acuerdo a la edad, así como la concentración de fluoruros en partes por millón (ppm),

El odontólogo, odontopediatra y el pediatra son los responsables de dar las indicaciones del uso correcto de fluoruros, así como de informar a los padres los riesgos que se pueden presentar al administrarse de más como fluorosis dental o esquelética.

No se debe generalizar la cantidad o el uso de fluoruros por grupos de edades, si no, debe ser una prescripción personalizada y adaptada para cada tipo de paciente.

A los niños menores de 2 años el principal medio de prevención a caries es el cepillado dental sin pasta, a menos que tenga alto riesgo, hasta que pueda escupir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez M, Campos A. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. Madrid: Panamericana; 2002.
2. Riojas M. Anatomía dental. México: Manual Moderno; 2014.
3. Sadler T. Langman: Embriología médica. España: Lippincott Williams & Wilkins; 2016.
4. Osborn J, Tencate A. Dentine sensitivity. En: Advances dental histology. Bristol: Wright PSG; 2003.
5. Mendoza A. Desarrollo y erupción dentaria. En: Boj JR. Odontopediatría. Barcelona: Masson; 2005.
6. Ash M, Nelson S. Anatomía, fisiología y oclusión dental. Madrid: Elsevier; 2006.
7. Ham C, Hart T, Dupont B, Chen J, Sun X, Quian Q. Moring human enamelin DND, chomosamal localization and analysis of expression during tooth development. J Dent Res 2000; 73 (4): 912-915.
8. Nanci A. Development of the tooth and its supporting tissues. En Naci A. Ten Cate's oral histology: development, structure and function. Missouri: Mosby; 2007.
9. Bhaskar S. Histología y embriología bucal de Orban. México: Prado; 2000.
10. Paz M. Maduración y desarrollo dental de los dientes permanentes en niños de la comunidad de Madrid. Aplicación a la estimación de la edad dentaria [Internet]. Madrid; 2011 [citado 01 diciembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/6YiNx5y>
11. Dawis W. Histología y Embriología Bucal. México: InteramericanaMcGraw-Hill; 1988.
12. Lumsden A. Spatial organization of the epithelium and the role of neural crest cells in the initiation of the mammalian tooth germ.

- Development [Internet]. 1988 [Citado el 01 de diciembre 2021]; 103 Suppl: 155-169. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3250849/>
13. Ten C, Desarrollo del diente y sus tejidos de sostén. Buenos Aires: Panamericana; 1986.
 14. Canut J. Desarrollo de la oclusión. En Ortodoncia Clínica. Barcelona: Masson; 1998.
 15. Perea B, Sánchez J. Determinación de la edad del diente mediante el estudio dentario. Gac Den. 1999; (99):56-60.
 16. Revuelta R. La cavidad bucal del nacimiento a la infancia: Desarrollo, patologías y cuidados. Perinatol Reprod Hum. [Internet]. 2009 [Citado el 12 octubre 2021]: 23 (2): 82-89. Disponible en: <https://cutt.ly/hT6lla0>
 17. Reyes J. Observación del esmalte dental humano con microscopia electrónica. Rev. Tamé [Internet]. 2009 [Citado el 03 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/FT90yad>
 18. Imagen obtenida de la red [Internet]. [Citado el 06 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.sdpt.net/cpm.htm>
 19. Lara E, Kubodera T, Morales R, López S. Prevención de la desmineralización dental por uso de aparatología ortodóntica fija y su remineralización. Proyecto de Investigación. México: Universidad Autónoma del Estado de México [Internet]. 2015 [Citado el 29 septiembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/ET90fvz>
 20. Ferguson D. Oral Bioscience. Nueva York: Churchill Ivingstone. 1999.
 21. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 14 octubre 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/BT9Mh33>
 22. Imagen de la red. [Internet] [Citado el 17 octubre 2021] Disponible en: <https://www.orbitpro.es/chicle-mantener>
 23. Aguirre, A., Vargas, A. Variación del nivel del pH salival por consumo de chocolate y su relación con el IHO en adolescentes

- [Internet]. 2012 [Citado en octubre 2021]: 41: 857-861. Disponible en: <https://cutt.ly/UT6IHxg>
24. Featherstone J. Dental caries: a dynamic disease process. Aust Dent J. [Internet] 2008 [Citado el 25 octubre 2021]: 53(3):286-91. Disponible en: <https://cutt.ly/NT90AKP>
 25. Carlos C. Desmineralización y remineralización El proceso en balance y la caries dental. Práctica clínica. Revista ADM, Vol. [Internet]. 2010 [Citado el 22 octubre 2021]: 1: 30 – 32. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od101g.pdf>.
 26. Monterde C, Remineralización y desmineralización del esmalte dental. Rev. ADM [Internet]. 2002 (Citado el 24 octubre 2021): 59 (6): 220 - 222 Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2002/od026g.pdf>
 27. Ceballos A. Remineralización de lesiones incipientes de caries bajo tres protocolos preventivos en adolescentes de la telesecundaria Héroes de la Independencia. - [Tesis para obtener el grado de: Maestría en ciencias odontológicas]. Toluca México [Internet]. 2014 [Citado el 14 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/2T901WP>
 28. Valencia R. Características estructurales de los Cristales del Esmalte Humano: Mecanismos de Remineralización. Rodyb [Internet]. 2013 [Citado el 30 septiembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/TT9N5xX>
 29. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 22 octubre 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/IT9MEr2>
 30. Featherstone J. The science and practice of caries prevention. J Am Dent Assoc; 131:887. [Internet] 2000 [Citado el 19 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/wT92rRY>
 31. Norman H, García F, Odontología preventiva primaria, segunda edición en español, traducida de la sexta edición en inglés: El Manual Moderno; 2005.

32. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 03 octubre 2021] Disponible en: <https://zonahospitalaria.com/caries-por-que/>
33. Roque J., Zavala N. El flúor en los dientes, ¿perjuicio o beneficio? Universitarios Potosinos [Internet]. 2017 [Citado el 03 noviembre 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/NT9M9qA>
34. Cuenca E. Odontología preventiva y comunitaria. Principios, métodos y aplicaciones. 4ta ed. Elsevier Masson: España; 2013.
35. Sociedad Española de Odontopediatría. Flúor y fluoruros: España [Internet]. 2019 [Citado el noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.odontologiapediatrica.com/protocolos/fluor/>
36. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/fT6l1iS>
37. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/NT6l2Y4>
38. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/YT91rfK>
39. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/sT91pXh>
40. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/HT92UO6>
41. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/hT92AyH>
42. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/1T6l7vP>
43. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/IT9294P>
44. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/1T92Bcg>
45. Andaló T. Flúor: su papel en la odontología: Braz Oral Res vol.24; 2010.
46. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/3T99q3r>

47. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/IT99oVn>
48. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/ST99k6h>
49. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/PT99cwV>
50. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021) Disponible en: <https://cutt.ly/5T99mPM>
51. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/eT99TZm>
52. Besten P, Wu L. Department of Orofacial Sciences, School of Dentistry, University of California, San Francisco, Calif, USA. Monogr Oral Sci. Author manuscript; 2012.
53. Bordoni N, Escobar A, Castillo R. Odontología Pediátrica. La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011.
54. Organización Mundial de la Salud. Los Fluoruros y la Salud Bucodental. Informe de un Comité de Expertos de la OMS en el Estado de la Salud Bucodental y el Uso de Fluoruros. Ginebra [Internet]. 1994 [Citado el 19 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/jT996Ok>
55. Weintraub J, Ramos F, Jue B, et al. Fluoride varnish efficacy in preventing early childhood caries. J Dent Res [Internet]. 2006 [Citado el 22 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/dT93dsj>
56. Milgrom P, Huebner C. Fluoridated toothpaste for ECC: failure to meet the needs of our young. J Am Dent Assoc [Internet]. 2009 [Citado el 27 octubre 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/dT93npV>
57. Asociación Latinoamericana de Odontopediatría. Manual de referencia para procedimientos clínicos en odontopediatría. Sao Paulo, Brasil: Livraria Santos [Internet]. 2010 [Citado el 05 octubre 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/YT93OYY>

58. González A, González J, Gil González C, Algar Pinilla J, Alos Cortés L, Rosado Olanar J. Bases para el uso racional del flúor en la prevención y tratamiento de caries en pediatría. Dpto. Estomatología IV. Facultad de Odontología. U.C.M. Madrid. [Internet] Sin año [Citado el 19 noviembre 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/aT93D7P>
59. Merlo O. Flúor: actualización para el pediatra. Pediatr Py. [Internet]. 2004 [Citado el 22 noviembre 2021] 31:2. Disponible en: <https://cutt.ly/mT6lfXr>
60. Correa M. Odontopediatría en la primera infancia. Sao Paulo: Livraria Santos Editora; 2009.
61. Zero D. Dentífrices, mouthwashes, and remineralization/caries arrestment strategies. BMC Oral Health [Internet]. 2006 [Citado el 23 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/UT6ztSu>
62. Imagen de referencia. [Internet] [Citado el 04 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/oT6lx6y>
63. Laboratorio Profeco Reporta. Dentífricos en pasta, crema y gel. Revista del Consumidor [Internet]. 2017 [Citado el 30 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/wT93091>
64. Couble B, Rojas P. Pastas dentales fluoradas. ¿Desde qué edad sugerir su uso en niños? [Internet]. 2020 [Citado el 28 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/jT98uJv>
65. Imagen de referencia. [Internet] [Citado el 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/ST98sjA>
66. Imagen de referencia. [Internet] [Citado el 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/rT98Etc>
67. Lindhe J, Karring T, Lang N. Periodontología clínica e implantología odontológica. 5ª Ed. Madrid: Médica Panamericana; 2009.
68. Muñoz S. Higiene bucodental. Pastas dentífricas y enjuagues bucales. Dermofarmacia. Ámbito farmacéutico. España [Internet].

- 2000 [Citado el 27 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.doymafarma.com>
69. Viscasillas A, Juvé J, Pozo A. Pastas en cosmética: conceptos generales y elementos para su formulación. Aula de la farmacia; 2007.
70. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 22 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/1T98Sug>
71. Imagen obtenida de la red. [Internet] [Citado el 22 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/3T6zaza>
72. Pedrazzi V, Guimarás LH, Panzeri H. Sílica em Dentifrícios: Aspectos Físicos e Físico-Químicos. Cosmetics & Toiletries; 1999.
73. Almaraz M. Evaluación del conocimiento en educadores sobre higiene buco-dental en niños preescolares. Propuestas para la salud bucal del infante en América latina y el caribe. Declaración Lima –Perú [Internet]. 2007 [Citado el 10 noviembre 2021}. Disponible en: <https://cutt.ly/GT94r9O>
74. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. Manual para el Uso de fluoruros dentales en la República Mexicana [Internet]. 2003 [Citado el 15 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/PT94dhZ>
75. Gómez, S. Fluorterapia en Odontología- Fundamentos y Aplicaciones clínicas. Chile: Panamericana [Internet]. 2010 [Citado el 02 noviembre 2021]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v64n4/art07.pdf>
76. Jensen, M. Una actualización sobre la desmineralización/remineralización. J Am Dent Assoc [Internet]. 2010 [Citado el 13 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od101g.pdf>
77. Juárez M. et al. Efecto de la remineralización de lesiones cariosas incipientes de un barniz de flúor con fosfato tricálcico. Acta

- Pediátrica de México [Internet]. 2018 [Citado el 29 septiembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/DT6zqZ3>
78. Perona G. Efecto preventivo de los barnices de flúor en la atención primaria de la salud: México. FDIMagazine [Internet]. 2010 [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/iT943Jz>
79. Imagen de referencia, obtenida en la red. [Internet] [Citado el 19 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/pT6zlde>
80. Imagen de referencia, obtenida en la red. [Internet] [Citado el 19 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/oT6zzNj>
81. Instituto Asturiano De Odontología S.I. Manual Técnico Superior De Higiene Bucodental. ISBN 8466539395, 97988466539395. 1ra Ed [Internet]. 2005 [Citado el 26 noviembre 2021]. Disponible en: <Http://Books.Google.Com.Pe>
82. Marinho V, Higgins J, Logan S, Sheiham A. Systematic review of controlled trials on the effectiveness of fluoride gels for the prevention of dental caries in children. J Dent Educ [Internet]. 2003 [Citado el 05 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/1T97uO5>
83. Ogaard B. CaF₂ formation: cariostatic properties and factors of enhancing the effect. Caries Res [Internet]. 2001 [Citado el 16 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/bT6zvSh>
84. Iruretagoyena M. El fluoruro y los diferentes vehículos para prevenir la caries dental. Salud Dental para Todos [Internet]. 2009 octubre 2021) Disponible en: <https://www.sdpt.net/CCMS/CAR/fluoruros.htm>
85. Miñana V. Flúor y prevención de caries en la infancia [Internet]. 2002 [Citado el 29 noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.aguainfant.com/FLUOR/pdf/Papps2002.pdf>
86. Secretaría de Salud, Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, Dirección General Adjunta de Programas Preventivos Programa Nacional de Salud;

- Manual para el Uso de fluoruros dentales En la República Mexicana: México [Internet]. 2003 [Citado el 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/fT6zQ8q>
87. Gómez G. y col; Flúor y fluorosis dental, pautas para el consumo de dentífricos y aguas de bebida en Canarias; Edita: Dirección General de Salud Pública, Servicio Canario de la Salud; 1ª edición; Santa Cruz de Tenerife; 2002.
 88. Gupta A, Dhingra R, Chaudhuri P, et al. A comparison of various minimally invasive techniques for the removal of dental fluorosis stains in children. J Indian Soc Pedod Prev Dent [Internet]. 2017 [Citado el 11 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/1T95Q3E>
 89. Romero M, Babb C, Delash J, et al. Minimally invasive esthetic improvement in a patient with dental fluorosis by using microabrasion and bleaching: A clinical report. J Prosthet Dent [Internet]. 2018 [Citado el 15 noviembre 2021] Disponible en: <https://cutt.ly/YT95A1L>
 90. Imagen de referencia obtenida en la red. [Internet] [Citado el 15 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/IT95LSs>
 91. Eliades T, Papageorgiou S. Interventions for dental fluorosis: A systematic review. J Esthet Restor Dent [Internet]. 2018 [Citado el 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/vT96ulC>
 92. Cuenca E, Cuenca S. Odontología preventiva y comunitaria. 4º ed. Elsevier Masson; 2013.
 93. Wong E, Stenstrom M. Onsite defluoridation system for drinking water treatment using calcium carbonate. J Environ Manage [Internet]. 2018 [Citado el 21 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/rT96JGJ>
 94. Puche R, Rigally A. Actualizaciones en osteología, [Internet]. 2007 [Citado el 30 noviembre 2021]. Disponible en: <https://cutt.ly/QT6zRvQ>

95. Rubenstein L, Avent M. Frecuency of undesirable side effect following professionally applied topical fluoride. J Dent Child; 1987.