

01421  
21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**PIGMENTACIÓN EN DENTICIÓN PRIMARIA POR  
TETRACICLINA**

**T E S I S A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANA DENTISTA**

**P R E S E N T A:**

**CRISTINA MIREILLE ARRATIA HERNÁNDEZ**

**MTRO. HÉCTOR ORTEGA HERRERA**

**MÉXICO DF 2003**





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.

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

### DESCRIPCIÓN DE LA TETRACICLINA

1. DEFINICIÓN	2
2. HISTORIA	3
3. FUENTES DE OBTENCIÓN	3
4. QUÍMICA	4
5. FARMACOLOGÍA	6
6. INDICACIONES	7
7. EFECTOS ADVERSOS	8
8. PRESENTACIONES COMERCIALES	9

### EMBRIOLOGÍA DENTARIA

1. GENERALIDADES	11
2. MORFOGÉNESIS	12
3. HISTOFISIOLOGÍA	17
4. HISTODIFERENCIACIÓN	18

### PROCESO DE PIGMENTACIÓN

1. CALCIFICACIÓN	38
2. PIGMENTACIÓN	37

<b>3. PROCEDIMIENTO DE PIGMENTACIÓN</b>	<b>38</b>
<b>4. MANIFESTACIONES CLÍNICAS</b>	<b>41</b>
<b>5. TRATAMIENTO</b>	<b>42</b>
<b>6. EL FUTURO DE LAS TETRACICLINAS</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>47</b>

## **INTRODUCCIÓN**

En la tesina, se pretende demostrar lo importante que es el conocimiento de la farmacología por parte del cirujano dentista. En algunas situaciones la falta de información provoca afecciones a nuestros pacientes de no de forma directa; pero causando un efecto en ellos.

Esto sucede con la tetraciclina, cuyo manejo inadecuado provoca, cambios en el color dental, pudiendo ser esta de leve a severa. En este trabajo se avoca más al estudio de la pigmentación en dentición infantil, ya que los niños pueden ser afectados cuando la madre se encuentre en tratamiento médico con tetraciclina.

Todas las tetraciclinas en concentraciones terapéuticas son principalmente bacteriostáticas y poseen un amplio espectro de acción.

Resultan primariamente fármacos de elección en odontología o pueden constituir una alternativa válida en pacientes con antecedentes alérgicos a betalactámicos

Reiterando que los efectos secundarios de la tetraciclina nos interesa destacar para el fin de este trabajo la tinción de los tejidos dentarios, desde el amarillo más o menos intenso hasta el pardo o azulado, así como su procedimiento y el posible tratamiento.

## PRIMER APARTADO DESCRIPCIÓN DE LA TETRACICLINA

### 1 DEFINICIÓN

"Las tetraciclinas se conocen como un antibiótico de amplio espectro".  
Constituyen un grupo de fármacos con una estructura común de cuatro anillos,  
de ahí su nombre.<sup>1</sup>

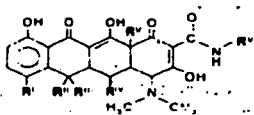


FIG 1 Esquema de tetraciclina.<sup>2</sup>

Existen 6 derivados de las tetraciclinas que son: clortetraciclina, demeclociclina, doxiciclina, metaciclina, minociclina y oxitetraciclina.

Congéneres	Sustituyentes	Posiciones
Clortetraciclina	-Cl	(7)
Oxitetraciclina	-OH, -H	(5)
Demeclociclina	-OH, -H; -Cl	(5; 7)
Metaciclina	-OH, -H; =CH <sub>2</sub>	(5; 6)
Doxiciclina	-OH, -H; -CH <sub>3</sub> , -H	(5; 6)
Minociclina	-H, -H; -N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(5; 7)

Fig 2 Derivados de tetraciclina.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Smith Cedric. Farmacología. 1ª Edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1996  
Pp.1985. p 808.

<sup>2</sup> Ibid. P 808.

<sup>3</sup> Ibid. P 810.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2 HISTORIA

La obtención de las tetraciclinas fue el resultado de la búsqueda sistemática en muestras de tierra obtenidas de diversas partes del mundo, en ellas se buscaron microorganismos que produjeran antibióticos.<sup>4</sup>

El primero de estos compuestos fue la clortetraciclina que se introdujo en la clínica en 1948. Después de su obtención inicial, se advirtió que las tetraciclinas eran muy eficaces contra rickettsias, diversas bacterias grampositivas y gramnegativas, a las especies de clamidias que causan linfogranuloma venéreo, conjuntivitis de inclusión y psitacosis, por lo cual se les llamó bajo el término de "amplio espectro".<sup>5</sup>

Al definir su eficacia en infecciones experimentales, propiedades farmacológicas y su actividad antimicrobiana in vitro, las tetraciclinas rápidamente se utilizaron en forma amplia en antibioterapia. (Dowling, 1955; Lepper, 1956)<sup>6</sup>

## 3 FUENTES DE OBTENCIÓN

La clortetraciclina y oxitetraciclina son elaboradas por *Streptomyces aureofaciens* y *Streptomyces rimosus* respectivamente. La tetraciclina se obtiene de forma sintética a partir de la clortetraciclina. La demociclina es el producto de una cepa mutante de *Streptomyces aureofaciens*, y metaciclina, doxiciclina y minociclina son derivados semisintéticos de la demociclina.<sup>7</sup>

---

<sup>4</sup> Goodman. Las bases farmacológicas de la terapéutica, 9ª edición. Editorial Interamericana. México DF. 1996. Vol. II. Pp 1017 – 1996. p 1194

<sup>5</sup> *Ibid* p 1195

<sup>6</sup> Katsung. Farmacología básica y clínica, 2ª edición. Editorial Manual Moderno. México DF. 1986. Pp. 919. p 722

<sup>7</sup> Goodman. *Op.cit* p 1195

## 4 QUÍMICA

Las tetraciclinas son compuestos de color amarillo brillante, son poco solubles en agua como lo es una base libre, esto es importante por la interacción que tiene con el calcio y formar el quelato responsable de la pigmentación; pero solubles como clorhidrato. El clorhidrato es la forma disponible para el uso clínico.<sup>8</sup>

Las tetraciclinas forman quelatos con iones de metales divalentes y trivalentes. Esta quelación es responsable de su incorporación al material de los dientes y los huesos y de su mala absorción en el tubo digestivo en presencia de alimentos y otras sustancias.<sup>9</sup>

### 4.1 Mecanismos de acción.

Las tetraciclinas inhiben la síntesis de proteínas de la bacteria al ligarse al ribosoma bacteriano 30s y evitar la llegada del aminoácil tRNA al sitio aceptor (A) y en el complejo mRNA- ribosoma.<sup>10</sup>

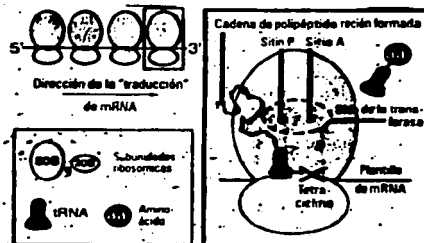


Fig 3 Inhibición de la síntesis proteínica bacteriana por parte de las tetraciclinas.<sup>11</sup>

<sup>8</sup> Smith. Op cit p 808

<sup>9</sup> Bowman. *Farmacología. Bases bioquímicas y patológicas, aplicaciones clínicas*, 2ª Edición. Editorial Manual Moderno. México 1984. 43 Capítulos. P 34,36

<sup>10</sup> Goodman Op cit p 1195

<sup>11</sup> *Ibid* p.1195



Para que los antibióticos lleguen a los ribosomas de bacterias gramnegativas se necesitan como mínimo dos procesos: uno difusión pasiva a través de los canales hidrófilos formados por porinas, que son proteínas de la membrana externa del germen patógeno; y dos transporte activo por un sistema que depende de energía y que "bombee" todas las tetraciclinas a través de la membrana citoplásmica interna. No se conoce a detalle la penetración de dichos fármacos en las bacterias grampositivas pero también necesitan de un sistema que dependa de energía.<sup>12</sup>

#### 4.2 Efectos sobre microorganismos.

Las tetraciclinas poseen acción antimicrobiana muy diversa y amplia contra los grampositivos y gramnegativos aerobios y anaerobios. Son también eficaces contra algunos microorganismos resistentes a antimicrobianos que son activos contra la pared bacteriana, estos microorganismos son *Rickettsia*, *Coxiella burnetti*, *Mycoplasma pneumoniae*, y especies de *Chlamydia* y *Legionella*, *Ureaplasma*, algunas micobacterias atípicas y especies de *Plasmodium*.<sup>13</sup>

Las tetraciclinas en términos generales son bacteriostáticas y es semejante la sensibilidad o resistencia de un microorganismo particular a cualquiera de ellas.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Ibid p 1195

<sup>13</sup> Ibid p 1196

<sup>14</sup> Ibid p 1198

## **5 FARMACOLOGÍA**

### **5.1 Absorción**

Muchas de las tetraciclinas no se absorben por completo en vías gastrointestinales y el porcentaje de absorción después de una dosis oral (con el estómago vacío) es mínimo, en el caso de la clortetraciclina es de 30%; es intermedio para la oxitetraciclina; la meclocilina y la tetraciclina es de 60 a 80% y grande para la doxiciclina 95% y para la minociclina 100%.<sup>15</sup>

Conforme aumenta la dosis, se incrementa el porcentaje no absorbido del fármaco. Gran parte de la absorción, se lleva a cabo en el estómago, duodeno y yeyuno, y es mayor en el sujeto en ayunas, como ya se había señalado. La absorción de las tetraciclinas disminuye por la ingestión concomitante de productos lácteos; geles de hidróxido de aluminio; sales de calcio, magnesio, hierro o cinc; y subsalicilato de bismuto.<sup>16</sup>

### **5.2 Distribución**

Las tetraciclinas se distribuyen en forma amplia en todo el cuerpo, en tejidos y secreciones, incluidos orina y líquido prostático; estos fármacos se acumulan en células reticuloendoteliales de hígado, bazo y médula ósea, y en huesos, dentina y esmalte de dientes no erupcionados.<sup>17</sup>

Las tetraciclinas cruzan la placenta y llegan a la circulación fetal y al líquido amniótico. Las concentraciones de tetraciclina en plasma del cordón umbilical son de 60%, y en líquido amniótico del 20% de las cifras que hay en circulación de la gestante. En la leche materna, también aparecen cantidades relativamente grandes de dicho fármaco.<sup>18</sup>

---

<sup>15</sup> Katzung Op cit. 723

<sup>16</sup> Goodman Op ct. 1197

<sup>17</sup> Ibid p. 1198

### 5.3 Eliminación

La vía principal de eliminación de casi todas Las tetraciclinas es el riñón, si bien se concentran en hígado y son excretadas en bilis; de ahí pasan a los intestinos, donde pueden ser reabsorbidas y así incorporarse a la circulación enterohepática.<sup>19</sup>

## 6 INDICACIONES

Frecuente y ampliamente las tetraciclinas han sido utilizadas para tratar enfermedades infecciosas y como aditivo de alimento para animales para facilitar el crecimiento de éstos. Uno y otro han ocasionado un incremento extraordinario en la resistencia bacteriana a ellas, razón por la cual su uso ha disminuido.<sup>20</sup>

### 6.1 Padecimientos tratados con tetraciclinas

A continuación se enlistan algunos de los microorganismos y los padecimientos que estos provocan contra los que las tetraciclinas son eficaces. Esta información fue obtenida de la obra de Goodman.<sup>21</sup>

***Rickettsias:*** este microorganismo produce la fiebre manchada de las Montañas Rocosas, tifo epidémico recrudescente, tifo murino y de los matorrales.

***Infecciones por Mycoplasma:*** *Mycoplasma pneumoniae* es sensible a tetraciclinas. La utilización de estas hace que dure menos la fiebre, tos,

---

<sup>18</sup> Ibid p. 1198

<sup>19</sup> Katzung Op cit p. 724

<sup>20</sup> Goodman. Op cit p.1198

<sup>21</sup> Goodman Op cit. 1201

malestar general, la fatiga, los estertores pulmonares y los cambios radiográficos de los pulmones.

***Chlamydia: Linfogranuloma venéreo.*** Las tetraciclinas constituyen el tratamiento más indicado en esta infección. Debe administrarse a dosis orales de 500mg cuatro veces al día durante dos semanas, como mínimo.

En término de cuatro días, hay una disminución neta en el tamaño del diámetro de las bubas, y los cuerpos de inclusión y elementales desaparecen del todo de ganglios linfáticos al final de una semana.

***Enfermedades de transmisión venérea:*** Las tetraciclinas han sido eficaces en infecciones gonocócicas no complicadas; las mujeres no embarazadas alérgicas a la penicilina y que presentan sífilis primaria o secundaria, pueden ser tratadas con un régimen de tetraciclinas (200 mg orales de doxiciclina, dos veces al día, durante dos semanas) La eritromicina debe utilizarse para Las embarazadas que son alérgicas a antibióticos B - lactámicos.

## 7 EFECTOS ADVERSOS

***Efectos tóxicos:*** En algunos individuos produce irritación de las vías gastrointestinales en grado variable. También pueden manifestar en ocasiones ardor, molestias epigástricas, molestias abdominales, náusea y vómito.<sup>22</sup>

- ***Fotosensibilidad:*** La demeclocilina y la doxiciclina producen la producen, otros derivados ocasionan a veces reacciones leves o graves en la piel en personas tratadas y expuestas a la luz solar.<sup>23</sup>

- ***Toxicidad en hígado:*** Casi todos los casos de toxicidad en hígado surgen en personas que reciben 2mg o más al día por vía parenteral. Las

---

<sup>22</sup> Bowman Op cit cap 34.36

<sup>23</sup> Bowman Op cit cap 34.36

embarazadas son particularmente sensibles a daño hepático grave inducido por tetraciclina.<sup>24</sup>

- *Efectos en dientes:* Los niños que reciben a corto o largo plazo tetraciclina, pueden mostrar manchas pardas en los dientes. Cuanto mayor sea la dosis del antibiótico en relación con el peso corporal, mas intensa es la mancha del esmalte y es permanente. La duración de tratamiento al parecer tiene menos importancia que la dosis total de antibiótico utilizado.<sup>25</sup>

## 8. PRESENTACIONES COMERCIALES<sup>26</sup> (VAM)

### > CLORTETRACILINA:

*Auroomicina.* La presentación es en grageas, que pueden contener 50 o 250mg de clorhidrato de clortetraciclina. Se distribuye en caja con 10 grageas por el laboratorio LEDERLE.

### > DEMECLOCILINA:

*Ledermicina.* Tabletas. Cada tableta contiene 300mg de clorhidrato de demeclocilina. La caja contiene ocho tabletas. También de laboratorio LEDERLE.

### > DOXICILINA:

*Vibramicina.* Cápsulas. Cada cápsula contiene 100mg de doxiciclina en forma de hclato. La caja tiene 10 cápsulas. Es del laboratorio PFIZER.

---

<sup>24</sup> Bowman Op cit cap 34.36

<sup>25</sup> Goodman Op cit p 1198

<sup>26</sup> Rodríguez Carranza Rodolfo *Vademécum Académico de Medicamentos*, 3ª edición. Editorial Interamericana. México DF. 1999 Pp. 1224 p. 219,220, 246,247,310,311,640,641,731,89

➤ **MINOCICLINA:**

**Minocin 50.** Grageas. Cada gragea contiene clorhidrato de minociclina equivalente a 50grs de minociclina base. El frasco contiene 24 grageas de 50 miligramos. Laboratorio LEDERLE.

**Minocin 100.** Grageas. Cada gragea contiene clorhidrato de minociclina equivalente a 100 mg de minociclina base. Frasco con 12 grageas de 100mg. Laboratorio LEDERLE.

➤ **OXITETRACICLINA:**

**Terramicina.** Cápsulas. Cada cápsula contiene clorhidrato de oxitetraciclina equivalente a 500 mg de oxitetraciclina. La caja puede contener 16 o 100 cápsulas. También se presenta en *solución inyectable*: cada ampolla contiene solución de oxitetraciclina para administración por vía intramuscular, preconstituida con lidocaína al 2%. Las ampollas se presentan con 100 y 250mg. Laboratorio PFIZER.

➤ **TETRACICLINA:**

**Acromicina:** Tabletas, estas pueden ser de 50 a 250mg de clorhidrato de tetraciclina. La caja contiene 10 tabletas. La produce el laboratorio LEDERLE.

**Ambotetra oral.** Cápsulas, cada cápsula contiene 250mg de clorhidrato de tetraciclina. La caja se presenta con 12 cápsulas. Este producto es del laboratorio CILAG

**Tetrex.** Cápsulas, que van de 250 a 500 mg de clorhidrato de tetraciclina. Se presenta en caja con 16 cápsulas. También se presenta en *suspensión* donde cada 5 ml contienen 125mg de clorhidrato de tetraciclina. Se presenta en frasco con 90ml. Laboratorio BRISTOL MYERS SQUIBB.

## SEGUNDO APARTADO EMBRIOLOGÍA DENTARIA

### 1 GENERALIDADES

Durante el desarrollo de los órganos dentarios humanos aparecen sucesivamente dos clases de dientes: los **dientes primarios** (deciduos o de leche) y los **dientes secundarios** (permanentes o definitivos). Ambos histológicamente se originan de la misma manera y presentan una estructura similar.<sup>27</sup>

Los dientes se desarrollan a partir de brotes epiteliales, que, normalmente, empiezan a formarse en la región anterior de los maxilares y luego avanzan en dirección posterior. Poseen una forma determinada de acuerdo con el diente al que darán origen y tienen una ubicación precisa en los maxilares, pero todos poseen un plan de desarrollo común que se realiza en forma gradual y paulatina. Las dos capas germinativas que participan en la formación de los dientes son: el **epitelio ectodérmico** que origina el **esmalte**, y el **ectomesénquima** que forma los tejidos restantes (**complejo dentinopulpar, cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar**)<sup>28</sup>

En el proceso del desarrollo dentario se distinguen dos fases: 1) la **morfogénesis** o morfodiferenciación que consiste en el desarrollo y la formación de los patrones coronarios y radicular, como resultado de la división, el desplazamiento y la organización en distintas capas de las poblaciones celulares epiteliales y mesenquimatosas implicadas en el proceso y 2) la **histogénesis** o citodiferenciación que conlleva la formación de los distintos tipos de tejidos dentarios: el **esmalte**, la **dentina** y la **pulpa** en los patrones previamente formados.

---

<sup>27</sup> Gómez de Ferrariz. *Histología y embriología bucodental*. 1ª edición. Editorial Panamericana. Barcelona, España. 2001. Pp. 387. p 61

<sup>28</sup> *Ibid.* P 62

## 2 MORFOGÉNESIS

La siguiente información se tomo en su mayoría del libro de Gómez de Ferrariz, por ser el de mayor facilidad a la lectura y comprensión de la misma.

### 2.1 Desarrollo y formación del patrón coronario

El ciclo vital de los órganos dentarios comprende una serie de cambios químicos, morfológicos y funcionales que comienzan en la sexta semana de vida intrauterina (cuarenta y cinco días aproximadamente) y que continúan a lo largo de la vida del diente. La primera manifestación consiste como se menciona anteriormente en la diferenciación de la lámina dental.

Los gérmenes dentarios siguen en su evolución una serie de etapas que, de acuerdo a su morfología se denominan: estadio de brote macizo (o yema), estadio de casquete, estadio de campana, estadio de folículo dentario, y estadio terminal o maduro.

1. Diferenciación de la lámina dental (sexta semana)
  2. Brote: células periféricas cuboideas, internas poligonales
  3. Casquete (novena semana)
- ÓRGANO DEL ESMALTE**  
(Tres capas)
- a) **epitelio externo:** células aplanadas
  - b) **retículo estrellado:** células aplanadas con espacios intercelulares grandes
  - c) **epitelio interno:** células cúbicas altas
- PAPILA DENTARIA: condensación del mesénquima y capilares  
SACO DENTARIO: condensación y diferenciación del mesénquima periférico

### Cuadro 1 Cambios estructurales.



### 2.1.1 Estado de brote o yema dentaria

El periodo de iniciación y proliferación es breve y casi a la vez aparecen diez yemas o brotes en cada maxilar. Estos brotes son engrosamientos de aspecto redondeado que surgen como resultado de la división mitótica de algunas células de la capa basal, sobre las que se asienta el crecimiento potencial del diente. Estos serán los futuros **órganos del esmalte**, que darán lugar al único tejido de naturaleza ectodérmica del diente el **esmalte**.



FIG 4 Brote o yema

### 2.1.2 Estado de casquete

La proliferación desigual del brote (alrededor de la novena semana) a expensas de sus caras laterales o bordes, determina una concavidad en su cara profunda por lo que adquiere un aspecto de verdadero casquete. Su concavidad central encierra una pequeña porción del estomesénquima que lo rodea, es la futura **papila dentaria**, que dará origen al complejo **dentinopulpar**.

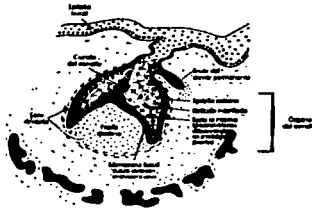


Fig 5 Estadio de casquete.

Histológicamente se pueden distinguir Las siguientes estructuras en el órgano dental:

- A) Epitelio externo.
- B) Epitelio interno.
- C) Retículo estrellado.

Los espacios intercelulares están ocupados por un líquido y consistencia de aspecto mucoso, por lo que se ha llamado también **gelatina del esmalte**.

### 2.1.3 Estadio de campana

Ocurre entre las catorce a dieciocho semanas de vida intrauterina. Se acentúa la invaginación del epitelio interno adquiriendo el aspecto de una campana.

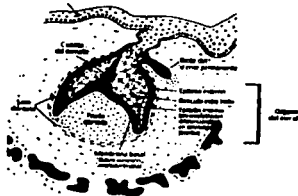


Fig 6 Etapa de Campana

Al avanzar en el estado de campana los ameloblastos jóvenes ejercen su influencia inductora sobre la papila dentaria. Las células superficiales se diferencian en odontoblastos que comenzaran luego a sintetizar dentina. En la etapa de campana es cuando más se pone de manifiesto el **saco dentario**, esta formado por dos capas: una interna célula-vascular y otra externa o superficial con abundantes fibras colágenas. Estas fibras se disponen en forma circular envolviendo al germen dentario en desarrollo de ahí proviene la denominación de **saco dentario**.

También en esta etapa la lámina dentaria prolifera en su borde más profundo, que se transforma en un extremo libre situado por detrás, con respecto al órgano del esmalte y forma el **esbozo o brote del diente permanente**.

#### **2.1.4 Estado de folículo dentario**

Comienza cuando se identifica en las zonas de las futuras cúspides o borde incisal, la presencia del depósito de la matriz del esmalte sobre la dentina. El crecimiento aposicional del esmalte y dentina se realiza por el depósito de capas sucesivas de una matriz extracelular en forma regular y rítmica. La elaboración de la matriz orgánica, a cargo de los odontoblastos para la dentina y de los ameloblastos para el esmalte, es inmediatamente seguidas por las fases iniciales de su mineralización. La mineralización de los dientes primarios se inicia entre el quinto y el sexto mes de vida intrauterina.

#### **2.2 Desarrollo y formación del patrón radicular.**

La **vaina epitelial de Hertwig** desempeña un papel fundamental como inductora y modeladora durante la formación de la raíz del diente. La vaina es una estructura que resulta de la fusión del epitelio interno y externo del órgano del esmalte. Al proliferar la vaina induce a la papila para que se diferencien en

la superficie los **odontoblastos radiculares**. Cuando se deposita la primera capa de dentina radicular, la **vaina de Hertwig se fragmenta** y forma los **restos epiteliales de Malassez**. La elaboración de dentina por los odontoblastos es seguida por la regresión de la vaina y la diferenciación de los **cementoblastos**.

La rápida secuencia de la proliferación y la destrucción de la vaina de Hertwig explican el hecho por el cual no se le pueda ver como una capa continua sobre la superficie de la raíz en desarrollo.

En los dientes multiradiculares la vaina emite dos o tres especies de **lengüetas epiteliales** o diafragmas en el cuello dirigidas hacia el eje del diente, destinadas a formar por fusión el piso de la cámara pulpar, una vez delimitado el piso proliferan en forma individual en cada una de la raíces.

Al completarse a formación radicular, la vaina epitelial se curva hacia dentro para formar el diafragma. Esta estructura marca el límite distal de la raíz y envuelve el agujero apical primario.

El ancho foramen apical es reducido primero al calibre del orificio diafragmático y más tarde se estrecha aún más por la aposición de dentina y el cemento en la porción apical.

Si las células de la vaina epitelial se mantienen adheridas a la superficie de la dentina, pueden diferenciarse en **ameloblastos** totalmente funcionales y producir esmalte. Estas gotitas de esmalte, denominadas **perlas adamantinas**, se encuentran a veces en la bifurcación de las raíces de los molares permanentes.

Cuando la corona se ha formado el órgano del esmalte se atrofia y constituye el **epitelio dentario** que sigue unido a la superficie del esmalte como una membrana delgada. Cuando el diente hace erupción, algunas células del epitelio reducido de las paredes de la corona se unen a la mucosa bucal formando la fijación epitelial o **epitelio de unión**, dicho epitelio de fijación une la encía con la superficie del diente y establece además un espacio virtual que se denomina **surco gingival**.

### 3 HISTOFISIOLOGÍA

Numerosos procesos fisiológicos participan del desarrollo progresivo de los dientes, excepto en su iniciación que es un fenómeno momentáneo, muchos de estos procesos continúan a través de varios períodos morfológicos de la odontogénesis no obstante unos predominan en algún período mas que en otro.

- **Iniciación:** La lámina dentaria y los brotes dentarios representan aquellas partes del epitelio bucal que tiene la potencialidad de la formación del diente. Las células específicas de la lámina dentaria en forma de herradura tienen el potencial para formar el órgano del esmalte de ciertos dientes respondiendo a aquellos factores que inician o inducen al desarrollo del diente.  
La falta de iniciación produce la ausencia de dientes, únicos o múltiples que puede afectar a determinados dientes, con mayor frecuencia los incisivos laterales superiores permanentes, los terceros molares y los segundos premolares inferiores.
- **Proliferación:** El aumento de la actividad proliferativa tiene lugar en los puntos de iniciación y producen sucesivamente los períodos de brote, casquete y campana del órgano odontogénico. Durante este período el germen dentario tiene la potencialidad de llegar a un desarrollo más avanzado.
- **Histodiferenciación:** Esta sucede en el período proliferativo. Las células formadoras de los gérmenes dentarios que se desarrollan durante el período proliferativo experimentan tanto cambios morfológicos definidos, como funcionales, y a su vez adquieren el destino funcional.

- **Morfodiferenciación:** El modelo morfológico o forma básica y tamaño relativo del futuro diente queda establecido en este período, por el crecimiento diferencial. De conformidad con este modelo, los ameloblastos, odontoblastos y cementoblastos depositan esmalte, dentina y cemento respectivamente y confieren de tal modo al diente completo su forma y tamaño característicos.
  
- **Aposición:** La aposición es el depósito de la matriz de Las estructuras duras del diente. El crecimiento aposicional del esmalte y la dentina es por un depósito en capas sucesivas de una matriz extracelular. Este tipo de crecimiento es activo. Se alternan períodos de actividad y reposo en intervalos definidos durante la formación del diente.

## **4 HISTODIFERENCIACIÓN**

### **4.1 PULPA DENTAL**

#### **4.1.1 Anatomía**

La pulpa dentaria ocupa el centro de cada diente y esta constituido de tejido conectivo suave. Cada órgano pulpar se aloja en una cámara pulpar rodeada por dentina que contiene extensiones periféricas de las células que las formaron. La cámara pulpar es una cavidad central excavada en plena dentina, que desde un punto de vista morfológico reproduce la forma del elemento dentario, por lo que cambia según al anatomía de los dientes.

El volumen total de todos los órganos pulpaes de los dientes permanentes es de 0.38 cm<sup>3</sup>, y el volumen medio de una pulpa dentaria humana en el adulto es de 0.02cm<sup>3</sup>. Las pulpas molares son de tres a cuatro veces más grandes que las de los incisivos. Para facilitar el estudio de la pulpa dental se ha dividido en tres zonas: pulpa coronaria, pulpa radicular y la región del foramen apical.

#### **4.1.2 Pulpa coronaria**

Cada órgano pulpar está compuesto por una pulpa coronaria localizada centralmente en las coronas de los dientes y una raíz o la pulpa radicular. En individuos jóvenes la pulpa coronaria reproduce la forma de la superficie externa de la dentina coronaria. La pulpa coronal presenta seis superficies: oclusal, mesial, distal, bucal, lingual y del piso. Tiene cuernos pulpaes que son protrusiones que se extienden hacia las cúspides de la corona. La región cervical de los órganos pulpaes se estrecha como lo hace el contorno de la corona.

#### **4.1.3 Pulpa radicular**

Se extiende desde la región cervical de la corona hasta el ápice de la raíz. En los dientes anteriores las pulpas radiculares son únicas y en los posteriores son múltiples. Al avanzar el crecimiento se forma más dentina de modo que cuando la raíz del diente ha madurado, la pulpa radicular es más angosta.

#### **4.1.4 Foramen apical**

El tamaño promedio del foramen apical en los dientes superiores en el adulto es de 0.4 mm. Los dientes inferiores son más pequeños con un diámetro de 0.3 mm. La localización y forma del foramen puede experimentar cambios como consecuencia e influencias funcionales sobre los dientes.

## **4.2 Elementos estructurales.**

Desde el punto de vista estructural la pulpa dental es un tejido conectivo de variedad laxa, ricamente vascularizado e innervado. La pulpa está formada por un 75% de agua y por un 25% de materia orgánica.

### **4.2.1 Poblaciones celulares de la pulpa**

- **Odontoblastos:** Son Las células específicas o típicas del tejido pulpar, situadas en la periferia y adyacente a la predentina. Los odontoblastos conforman por su disposición en empalizada la capa odontoblástica. Los odontoblastos en la región coronaria alcanzan la cifra aproximada de 45.000 por  $\text{mm}^2$  y su número disminuye sensiblemente en la zona radicular. El tamaño celular también es mayor en la corona que en la raíz.
- **Fibroblastos:** Son Las células principales y mas abundantes, especialmente en la corona, donde forman la capa denominada rica en células. Estos secretan precursores de Las fibras: colágenas, reticulares y elásticas y la sustancia fundamental de la pulpa.
- **Células ectomesenquimáticas:** Constituyen la población de reserva pulpar por su capacidad de diferenciarse en nuevos odontoblastos o fibroblastos según el estímulo que se efectúe.



#### 4.2.2 Fibras

- Fibras colágenas: Están formadas por colágeno tipo I, la distribución y porción de Las fibras colágenas depende de la región, son escasas y dispuestas de forma irregular en la pulpa.
- Fibras reticulares: Se forman de colágeno tipo III, estas se disponen al azar en el tejido pulpar, pueden aumentar de diámetro con la edad.
- Fibras elásticas: Son muy escasas y están ubicadas exclusivamente en Las delgadas paredes de los vasos sanguíneos aferentes.
- Fibras de oxilátán: Se les considera como fibras elásticas inmaduras y de función desconocida.

#### 4.3 Vascularización e Inervación

Los vasos sanguíneos entran en la pulpa acompañados de fibras nerviosas simpáticas y sensitivas y salen de ella a través del foramen apical.

Estos vasos penetran por los agujeros radiculares de Las raíces. A menudo existen varios de estos agujeros en la parte radicular formando un delta apical<sup>29</sup>

Los vasos penetrantes de mayor tamaño son las arteriolas (diámetro máximo, 159  $\mu$ m) pero pronto se dividen en vasos más pequeños. Las arteriolas ascienden hacia la corona dando muchas ramas laterales a lo largo de su trayecto.

---

<sup>29</sup> Berkovitz. Atlas a color y texto de anatomía oral, histología y embriología, 2ª edición. Editorial Mosby Madrid, España. 1995. Pp 328. p 150

En la región coronaria los vasos se ramifican, disminuyen de calibre y forman el **plexo capilar subodontoblastico**. Los capilares drenan en vénulas que discurren por el centro de la pulpa hasta salir por los agujeros apicales. Las venas no tienen válvulas y van disminuyendo en número a medida que se acercan al vértice de la raíz.

La circulación sanguínea pulpar es de tipo terminal; se considera que el flujo sanguíneo pulpar es el más rápido del organismo, alcanzando una velocidad de 0.3 a 1 mm/seg en las arteriolas, de 0.15 mm/seg en las vénulas, y de 0.08 mm/seg en los capilares, lo que provoca que la presión sanguínea pulpar se a de las más elevadas en comparación con otros tejidos del organismo.

La vascularización juega un papel importante en cuanto a la distribución del medicamento, en este caso la tetraciclina, ya que por medio del torrente sanguíneo ingresa al órgano dentario

El tejido pulpar se caracteriza por tener una doble inervación, sensitiva y autónoma. La inervación esta a cargo de fibras A (mielínicas) y C (amielínicas) que llegan a la pulpa junto con los vasos sanguíneos a través del foramen apical.

Los nervios milínicos en la pulpa coronaria se ramifican considerablemente, de manera que el número defibras se cuadriplica con respecto a la zona radicular. En la zona basal de Weil, dichas ramificaciones constituyen el **plexo nervioso subodontoblastico de Raschkow**.

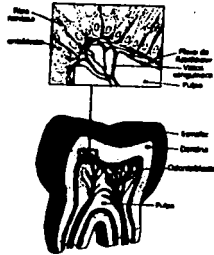


Fig 7 Inervación y vascularización.

#### 4.4 Funciones de la pulpa

- **Inductora:** Se pone de manifiesto durante la amelogénesis, ya que es necesario el depósito de dentina para que se produzca la síntesis y el depósito de esmalte.
- **Formativa:** Tiene como función especial formar la dentina, esta capacidad dura mientras se encuentra vital.
- **Nutritiva:** La pulpa nutre a la dentina a través de las prolongaciones odontoblásticas y de los metabolitos provenientes del sistema vascular pulpar.
- **Sensitiva:** Responde ante los diferentes estímulos o agresiones con dolor dentario o pupar.
- **Defensiva:** su defensa consiste en formar dentina ante las agresiones, las dos líneas de defensa son: 1) formación de dentina peritubular con estrechamiento de conductos, y 2) formación de dentina terciaria, de irritación o reparativa.

## **4.5 DENTINA**

La dentina es el eje estructural de diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. En la porción coronaria se halla recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que en la porción radicular se encuentra cubierta por el cemento.

El espesor de la dentina varía según la pieza dentaria: en los incisivos inferiores es mínimo (de 1 a 1.5 mm) mientras que en los caninos y molares es de 3 mm aproximadamente. En general es mayor en la porción incisal o cuspídeos que en la raíz.

En la estructura de la dentina se pueden diferenciar dos componentes básicos: la matriz mineralizada y los conductos o túbulos dentinarios.

### **4.5.1 Propiedades físicas**

- **Color:** Presenta color blanco amarillento, pero puede variar de un individuo a otro, y también a lo largo de la vida. Este puede depender de:
  - a) Grado de mineralización.
  - b) La vitalidad pulpar
  - c) La edad
  - d) Los pigmentos endógenos o exógenos.
  
- **Translucidez:** Es menos translúcida que el esmalte por su menor grado de mineralización. Queda claro que por la translúcidez del esmalte, la dentina es la responsable del color de la corona del diente.
  
- **Dureza:** Esta determinada por el grado de mineralización. Es menor que la del esmalte y mayor que el hueso y cemento.

- **Radioopacidad:** Depende del grado de mineralización, en Las radiografías aparece sensiblemente mas oscura que el esmalte.
- **Elasticidad:** Compensa la rigidez del esmalte, amortiguando los efectos masticatorios.
- **Permeabilidad:** Posee esta propiedad debido a la presencia de túbulos dentinarios, que permiten a ciertos elementos pasar con relativa sensibilidad.

#### **4.5.2 Composición química**

La composición química de la dentina es de aproximadamente: 70% de materia orgánica (principalmente de cristales de hidroxiapatita) 18% de materia orgánica (principalmente fibras colágenas) y 12% de agua.

El principal componente orgánico es el colágeno tipo I

#### **4.5.2 Dentinogénesis**

Es el conjunto de mecanismos mediante los cuales la papila dental elabora por medio de los odontoblastos, una matriz orgánica que mas tarde se calcifica, formando la dentina. En la dentinogénesis se pueden considerar tres etapas:

- a) Elaboración de la matriz orgánica, compuesta por una trama fibrilar y un componente fundamental amorfo.
- b) Maduración de la matriz.
- c) Precipitación de sales minerales (calcificación).

#### 4.5.2.1 Ciclo vital de los odontoblastos

Se diferencian a partir de las células ectosenquimáticas de la papila dental, bajo la influencia inductora del epitelio interno del órgano del esmalte.

En su ciclo vital se pueden considerar las siguientes etapas:

- a) Células mesenquimáticas indiferenciadas.
- b) Preodontoblastos.
- c) Odontoblastos jóvenes.
- d) Odontoblastos secretores

#### 4.5.3.2 Componentes estructurales.

Las unidades estructurales básicas que componen la dentina son: los túbulos dentarios y la matriz intertubular.

-Túbulos dentarios: Son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina, desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria y cementodentinaria.

Cada túbulo dentinario está ocupado por una extensión protoplásmica de la célula odontoblástica de la pulpa: la prolongación odontoblástica.

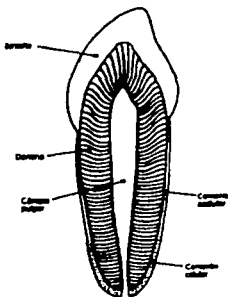


Fig 8 Recorrido de los tubulos dentenarios

- **Matriz intertubular:** Se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son las fibras de colágeno que constituyen una malla fibrilar entre la cual y sobre la cual se depositan los cristales de hidroxipatita.

#### **4.5.3.3 Clasificación de la dentina**

Se reconocen desde el punto de vista de formación tres tipos de dentina: la dentina primaria, dentina secundaria (que se forma de manera fisiológica en todas las piezas dentarias) y la dentina terciaria (se produce por una agresión)

- **Dentina primaria:** Se forma primero y representa la mayor parte de esta, delimitando la cámara pulpar de los dientes ya formados. Se considera que se deposita desde que comienzan Las primeras etapas de la dentinogénesis hasta que el diente entra en oclusión.
- **Dentina secundaria:** Se produce después de que se ha completado la formación de la raíz del diente. Esta se deposita mas lentamente que la primaria, pero su producción continúa durante toda la vida del diente.
- **Dentina terciaria:** Se conoce como reparativa, reaccional, o irregular. Es la dentina que se forma más internamente deformando la cámara, pero solo en los sitios donde existe un estímulo localizado.

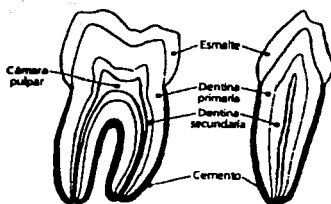


Fig 9 Distribución topográfica de la dentina.

#### 4.5.3.4 Actividad defensiva

La dentina responde defendiéndose de las agresiones que actúan sobre ella, formando además de la dentina terciaria a las denominadas: **dentina translúcida y dentina opaca.**

La translúcida o esclerótica suele formarse debajo del esmalte con laminillas o fisuras, o bien con caries de evolución lenta. En las personas de edad se produce la denominada dentina esclerótica fisiológica, por obliteración y mineralización de los túbulos de la dentina radicular, en especial de la zona apical.

La dentina opaca se forma cuando la dentina es afectada por una lesión relativamente intensa. Esta dentina se localiza principalmente en los vértices de los bordes incisales o de los cuerpos pulpares debajo de las zonas de abrasión.

#### 4.6 ESMALTE

El esmalte cubre a manera de casquete la porción coronal de dentina; es el tejido más duro del organismo debido a que estructuralmente esta compuesto por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren en todo su



espesor desde la Conexión Amelo Dentinaria (CAD) a la superficie externa o libre en contacto con la superficie bucal.

El grosor del esmalte es variable, en las cúspides de los molares y premolares alcanza un espesor máximo de 2 a 2.5 mm, adelgazándose tanto como el filo de un cuchillo a nivel del cuello.

La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (1-2%) de matriz orgánica. Los cristales de hidroxiapatita constituyen el componente inorgánico del esmalte. (gf p 229)

En el cuello dentario el esmalte se relaciona con la encla por medio de la unión dentogingival. El espesor del esmalte decrece desde el borde incisal o cuspldeo hacia la región cervical. Presenta mayor espesor por vestibular que por lingual, el espesor mayor se encuentra a nivel mesial.

#### **4.6.1 Propiedades físicas**

- **Dureza:** Presenta una dureza de 5 en la escala de Mohs y equivale a la apatita. La dureza decrece desde la superficie libre a la CAD o sea que esta en relación directa con el grado de mineralización.
- **Elasticidad:** Es muy escasa ya que depende de la cantidad de agua. Es un tejido frágil con tendencia las micro y macrofracturas, cuando no tienen un apoyo dentinario elástico.
- **Color y transparencia:** Es translúcido en color varía de blanco amarillento a blanco grisáceo, pero este color depende de la dentina.
- **Permeabilidad:** Es extremadamente escasa y se ha visto mediante marcadores radioactivos o radioisótopos que el esmalte

puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión de agua.

#### **4.6.2 Composición química:**

Es esmalte esta constituido por una matriz orgánica (1-2%), una matriz inorgánica (95%) y agua (3-5%)

- **Matriz orgánica:** Entre Las proteínas presentes en la matriz orgánica se destacan:
  - **Amelogeninas:** Son las más abundantes y disminuyen a medida que aumenta la madurez del esmalte.
  - **Enamelinas:** Forman las proteínas de cubierta, aunque se pueden encontrar en el seno de las estructuras cristalinas.
  - **Ameloblastinas:** Se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales.
  
- **Matriz inorgánica:** Se constituye por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato y carbonato. Dichas sales presentan una formación de apatita que corresponde a la fórmula general  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Dichas sales se depositan en la matriz del esmalte, dando origen rápidamente a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita. Existen también sales minerales elongada cuando se seccionan perpendicularmente al eje longitudinal del cristal.
  - Los cristales están formados por la agregación de las llamadas células o celdillas unitarias, son las unidades básicas de asociación iónica de las sales minerales en el seno del cristal.

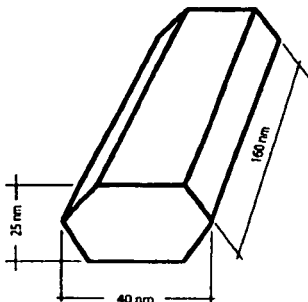


Fig 10 Diagrama del cristal de hidroxiapatita.

- Agua: Es el tercer componente. Se localiza en la periferia del cristal constituyendo la denominada capa de hidratación o capa de agua adsorbida. El porcentaje de agua disminuye progresivamente con la edad.

#### 4.6.3 Unidad estructural del esmalte:

La unidad básica de este tejido son los prismas del esmalte, estructuras compuestas por los cristales de hidroxiapatita. El conjunto de los prismas forma el esmalte prismático que constituye la mayor parte de este tejido dentario. En la periferia de la corona y la unión amelodentaria existe el denominado esmalte aprismático en el que la sustancia adamantina mineralizada, no constituye ni configura prismas.

##### ➤ Esmalte prismático

- Morfología de los prismas: Son unas estructuras longitudinales de 4µm de espesor promedio. El diámetro de los prismas varía entre 4 y 10 µm, es menor en su punto de origen. El número de prismas

varía en relación con el tamaño de la corona evaluándose entre 5 y 12 millones.

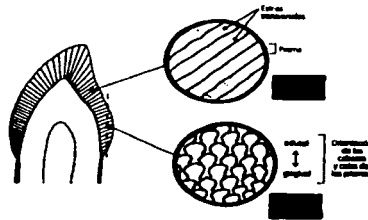


Fig 11 Aspecto de los prismas

- **Orientación de los prismas:** Es bastante compleja, los que se dirigen desde la superficie de la dentina hacia la superficie externa del diente se organizan o disponen en hileras o planos circunferenciales alrededor del eje mayor del diente. Entre las hileras o planos sucesivos existe un cambio de orientación de uno o dos grados.
- **Esmalte aprismático:**
  - Es material adamantino carente de prismas. Se localiza en la superficie externa del esmalte prismático y posee un espesor de 30  $\mu\text{m}$ . Dicha estructura está presente en todos los dientes primarios y en un 70% de los dientes permanentes.

La capa más externa del esmalte no puede tener prismas a causa de la disposición paralela de los prismas.

#### **4.6.4 Unidades estructurales secundarias**

Se definen como aquellas variaciones estructurales que se originan a partir de las unidades estructurales primarias, como resultado del diferente grado de mineralización o del cambio de recorrido de los prismas y de la interrelación del esmalte y la dentina subyacente o la periferia medioambiental. Entre las primeras encontramos las **estrías de Retzius**, las **laminillas** o **fisuras del esmalte** y los **penachos de Linderer**, entre las segundas las **bandas de Hunter-Schreger** y el **esmalte nudoso** y entre las terceras la **conexión amelodentinaria**, los **husos adamantinos** y las **periquimatías** y **líneas de imbricación de Puckerill**.

#### **4.7 AMELOGÉNESIS**

La amelogénesis es el proceso de formación del esmalte y comprende 1) la elaboración de una matriz orgánica extracelular; y 2) la mineralización casi inmediata de la misma.

Estructural y ultraestructuralmente, el ameloblasto constituye la unidad funcional, dado que es la única célula responsable de la secreción de la matriz del esmalte.

El ciclo vital de los ameloblastos comprende:

- 1) Etapa morfogénica.
- 2) Etapa de organización.
- 3) Etapa formativa o de secreción.
- 4) Etapa de maduración.
- 5) Etapa de protección.
- 6) Etapa desmólfica.

#### **4.8 FORMACIÓN Y MADURACIÓN DE LA MATRIZ.**

En la etapa de campana avanzada, el primer depósito de la preentina induce a la diferenciación de los ameloblastos secretores y en consecuencia a la secreción del componente orgánico del esmalte. La secreción diaria es de 4 $\mu$ m y mientras segrega el ameloblasto va desplazándose a la periferia. Los primeros componente de la matriz orgánica se depositan en espacios situados entre los ameloblastos y la preentina en la que configuran precipitaciones a modo de islotes, mas tarde se forma la membrana amelodentinaria.

Después de que los ameloblastos han formado la cantidad adecuada de esmalte para la formación definitiva de la corona, elaboran una delicada membrana orgánica no mineralizada denominada **cutícula primaria**.

#### **4.9 MINERALIZACIÓN DE LA MATRIZ ORGÁNICA**

El depósito inicial del mineral se produce en la unión amelodentinaria y los cristales crecen mas tarde, siguiendo su eje longitudinal. A este nivel se localizan la tuftelina y la DSP que tienen la misión de iniciar el proceso de mineralización debido a su capacidad de unirse con el componente mineral.

Alrededor y entre los cristales iniciales de 1 a 3 nm de espesor se disponen formaciones esféricas (nanosferas) de 20nm constituidas por amelogeninas. Estas constituyen hileras en forma de rosario

En la última fase del proceso de mineralización intervendría la ameloblastina que sería segregada por la verdiente lisa de los ameloblastos y que tendría un papel fundamental en la configuración de los límites de los prismas y la constitución de la vaina del prisma.

El aporte de calcio y fosfato para la formación y crecimiento de los cristales proviene de los ameloblastos.

## TERCER APARTADO PROCESO DE PIGMENTACIÓN

### 1. CALCIFICACIÓN

Ciertos tejidos biológicos experimentan un proceso de mialización llamado comúnmente *calcificación*. Este proceso puede definirse como una sucesión de eventos en que células específicas son inducidas a formar una matriz orgánica dentro de la cual se depositan sales de calcio insolubles; estas pueden ser carbonatos o fosfatos, según el tipo de tejido y su ambiente. En tejidos calcificados, la sal cálcica de mayor importancia es similar en composición a la hidroxiapatita.<sup>30</sup>

#### 1.1 Calcificación de dentina.

Las células encargadas de la formación de la dentina son los odontoblastos, que inician el proceso elaborando una capa de predentina no calcificada a lo largo de la lámina basal a nivel de la unión cemento – esmalte. Las células secretan una matriz de colágena y las vesículas de la matriz empiezan a brotar de la membrana celular para iniciar la calcificación. Al calcificarse forman islotes de mineral que finalmente envuelven Las fibras de colágena. Esta primera matriz recibe el nombre de **manto dentinal**.

Esta matriz es atravesada por un sistema de túbulos paralelos que van desde la unión dentino esmalte hasta la cámara pulpar. Estos tubulos contienen

---

<sup>30</sup> Lazzari. *Bioquímica dental*. 2ª Edición. Editorial Interamericana México DF. 1978. Pp.335 p 88

prolongaciones odontoblásticas que se extienden desde las células que tapizan la cavidad pulpar hasta la unión dentino – esmalte.

Los cristales de apatita están orientados a lo largo de las fibras de colágena y son más pequeños que los cristales encontrados en el esmalte.<sup>31</sup>

## **1.2 Calcificación del esmalte.**

La calcificación del esmalte no empieza sino después de la desaparición de la lámina basal a nivel de la unión dentina – esmalte. Entonces los ameloblastos empiezan a elaborar una matriz de proteína geliforme y los primeros cristales de apatita crecen epitaxialmente a partir de los cristales de la dentina.<sup>32</sup>

Los cristales están organizados en unidades estructurales básicas llamadas prismas, que irradian desde la unión dentina – esmalte hasta la superficie externa del esmalte.<sup>33</sup>

### **1. 2.1 Estructura del prisma**

El esmalte anatómicamente maduro consiste en una serie de prismas o barras de cuatro a seis micras de diámetro aproximadamente, que corren de la unión dentina – esmalte a la superficie externa del esmalte. Los prismas están compuestos de apatita en una matriz orgánica hidratada, que es principalmente proteína.<sup>34</sup>

---

<sup>31</sup> Ibid. p 97

<sup>32</sup> Ibid p 99

<sup>33</sup> Berkovitz. Op cit. p 275

<sup>34</sup> Lazzari. Op cit. p 91



## **2. PIGMENTACIÓN**

La pigmentación se define como: depósito de un material coloreado, en odontología las pigmentaciones dentales se clasifican como exógenas y endógenas.<sup>35</sup>

### **2.1 Pigmentación exógena:**

Son los pigmentos de la superficie dental susceptibles a removerse mediante abrasivos. Los cambio de color pueden originarse en pigmentos procedentes de sustancias dietarias (café, nuez de betel, tabaco) o de subproductos pigmentados de bacterias cromógenas presentes en la placa dental.

Se cree que las bacterias cromógenas dejan una tonalidad marrón, verde y anaranjada, observada de modo predominante en niños. Los colores marrón y negro se observan en la región del cuello dental. El color verde se encuentra en la cara labial de los dientes anteriores, superiores. La coloración naranja aparece en tercio gingival.<sup>36</sup>

### **2.2 Pigmentación endógena**

Se define como los trastornos de color provocados por depósitos de sustancias procedentes de la circulación sistémica durante el desarrollo de los dientes.<sup>37</sup>

---

<sup>35</sup> Friedenthal. *Diccionario de odontología*. 2ª edición. Editorial Panamericana Buenos Aires, Argentina 1996. Pp. 1624, p 719

<sup>36</sup> Izarbe Luis María. *Manipulación de la molécula de tetraciclina para blanqueamiento dental: diseño de experimentos*. España. 2002. Pp 5. p.1. [www.geocities.com](http://www.geocities.com)

<sup>37</sup> *Pigmentaciones Dentales*. Pp 4 [www.explored.com](http://www.explored.com).

### **3. PROCEDIMIENTO DE PIGMENTACIÓN**

Las decoloraciones intrínsecas se producen en el esmalte o la dentina, estas podrán estar relacionadas con la formación del diente dentro del vientre materno como: la dentinogenesis imperfecta, amelogenesis imperfecta, fluorosis y la pigmentación por tetraciclinas cuando son ingeridas a partir de los seis meses de gestación y la porfiria. Y se considerarán como alteraciones de color de origen congénito; este término se aplica en los casos en que la madre consume el medicamento cuando se encuentra en estado de gestación. O podrán ser adquiridas luego, conociéndose como pigmentaciones endógenas adquiridas, esto es cuando el niño consume tetraciclina y hay afección de dientes permanentes. Pudiendo ser estas últimas pre-eruptivas o post-eruptivas.<sup>38</sup>

La ingesta de tetraciclinas hasta los ocho años de edad, dado que la molécula de tetraciclina se incorpora al calcio de la hidroxapatita durante la mineralización quedando contenida tanto en esmalte como en dentina y afectando predominantemente a esta última. La dentina absorbe mayores cantidades de tetraciclina debido a la mayor superficie de los cristales de apatita de la dentina comparado con los cristales de apatita del esmalte.

Respecto al proceso de calcificación, es importante hacer la observación de que no todos los dientes permanentes terminan este proceso a los 8 años de edad; todos tienen un tiempo diferente haciéndolos susceptibles en sus diferentes estadios

El cromogen de la tetraciclina en el esmalte o la dentina se ubica permanentemente, mientras que en el hueso puede liberarse a través del remodelado del mismo.

Esta tetraciclina liberada estaría libre de volver a ingresar a la circulación y de incorporarse a los tejidos duros que soportan la calcificación, incluyendo

---

<sup>38</sup> Ibid. p 2

los tejidos dentales. La gravedad de las manchas depende del tiempo y la duración de la administración de la droga, el tipo de tetraciclina (Aureomycin, Ledermycin) y la dosificación.<sup>39</sup>

La minociclina es una tetraciclina semisintética, una droga que se usa mucho para el tratamiento del acné. La ingestión de minociclina durante un período corto como una semana puede inducir a una seria decoloración de los dientes en niños y adultos.

Debido a estos factores, el manchado por tetraciclina es extremadamente variable en cuanto a su coloración, la profundidad de la mancha, la ubicación con un rango de color que va del amarillo claro al azul o marrón. Los dientes manchados de tetraciclina son resistentes al blanqueamiento, pero si se extiende el tiempo del tratamiento a 6 meses, produce resultados favorables.

Los dientes pigmentados de tetraciclina se diagnostican a partir de la historia, la apariencia clínica y la fluorescencia bajo luz ultravioleta. Los dientes pigmentados presentan una fluorescencia amarilla cuando se los expone a la luz solar, debido a la degradación de la tetraciclina, las propiedades fluorescentes declinan progresivamente. En consecuencia, las superficies labiales de los dientes anteriores generalmente son las primeras en oscurecerse, mientras que los dientes posteriores más protegidos retienen el color amarillo durante períodos más prolongados.

La tetraciclina se fija a los tejidos en fase de calcificación bajo la forma química del complejo cálcico llamado *quelato*. Posteriormente experimenta una reacción de oxidación inducida por la luz, originando un producto que es el verdadero responsable de la tinción dental.

La tetraciclina es, pues, una molécula que *conoce* perfectamente el camino hacia los tejidos calcificados; esta administrada a dosis convenientes a gestantes o niños en edad de maduración dental intramaxilar indefectiblemente se dirige a esmalte y dentina tificando los dientes.<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> *Ibid.* p3

<sup>40</sup> Salud Dental. [www.gacetadental.com](http://www.gacetadental.com)

Las tetraciclinas son capaces de depositarse en dientes y huesos, especialmente si se encuentran en fase de desarrollo, formando un quelato con el calcio. Los depósitos de estos fármacos en los dientes son irreversibles. Las consecuencias prácticas son relevantes al producir manchas en los dientes de color amarillo o marrón si se administran durante el embarazo, especialmente a partir del tercer mes y hasta el momento en que se produce la calcificación completa de los dientes en el niño, es decir, 7 u 8 años; como se aclaró anteriormente, no todos los dientes terminan este período al mismo tiempo.<sup>41</sup>

Las tetraciclinas *pasan la placenta*, alcanzando concentraciones en líquido amniótico y plasma umbilical del 10-60% de la concentración plasmática. Se concentran en el tejido óseo y dental del feto por lo que no deben administrarse en embarazadas.

Las reacciones adversas pueden ser frecuentes y graves. Nos interesa entre ellas su capacidad para fijarse a determinados tejidos (huesos, dientes, hígado y riñón).

Las tetraciclinas son fármacos de elección en odontología en el tratamiento de la periodontitis juvenil localizada y la enfermedad periodontal del adulto como tratamiento complementario a las técnicas de curetaje y alisado.

Asimismo pueden constituir una alternativa válida en el tratamiento de las infecciones orofaciales de origen dental en aquellos pacientes con antecedentes de alergia a los betalactámicos.

Las tetraciclinas no son efectivas en el tratamiento de infecciones virales o micóticas.

El oscurecimiento de los dientes permanentes debido a las tetraciclinas está relacionado con la dosis total del antibiótico administrada.

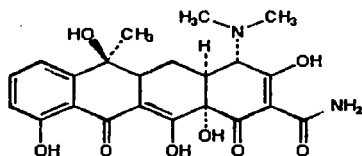
El ión calcio forma complejos llamados quelatos, de gran estabilidad, con ligandos tales como las tetraciclinas. Dicha afinidad puede explicarse por la

---

<sup>41</sup> Coloraciones Dentales. [www.tusalud.com](http://www.tusalud.com)

gran cantidad de grupos funcionales dadores electrónicos que muestran las moléculas de tetraciclinas en uno de sus lados.

La siguiente figura muestra la estructura molecular del antibiótico que da nombre al grupo, en su parte inferior, se encuentran los grupos funcionales que se unen el ión calcio.<sup>42</sup>



#### 4 MANIFESTACIONES CLINICAS

Entre los efectos secundarios de la tetraciclina nos interesa destacar la tinción de los tejidos dentarios, desde el amarillo más o menos intenso hasta el pardo o azulado.<sup>43</sup>

La intensidad de la tinción por tetraciclina se puede clasificar en ligera, moderada o grave. La ligera va del amarillo claro hasta el gris pálido, uniformemente distribuida por toda la corona, sin formación de bandas. La moderada es una tinción de tonalidad más oscura o intensa gris o amarilla uniforme, sin bandas.<sup>44</sup>

<sup>42</sup> Salud Dental. [www.gacetadental.com](http://www.gacetadental.com)

<sup>43</sup> Pinkham. *Odontología pediátrica*, 2ª Edición. Editorial Interamericana México DF 1996 Pp 852 p 70, 627

<sup>44</sup> Mc Donald. *Odontología pediátrica y del adolescente*, 6ª edición. Editorial Mosby Madrid, España. 1995, Pp. 865. p 141 – 144.

En la tinción grave hay formación de bandas y clara concentración de la tinción en las regiones cervicales.<sup>45</sup>



Fig 12. Diferentes grados de tinción por tetraciclina

## 5 TRATAMIENTO

La limpieza profesional en consultorio puede remover la mayoría de las manchas externas causadas por comida o tabaco. El uso de una crema dental blanqueadora puede también ayudar a remover estas manchas superficiales entre las visitas al odontólogo. Si las manchas han estado presentes por años posiblemente requiera de un blanqueamiento profesional remover las manchas más persistentes.<sup>46</sup>

Las manchas internas pueden ser blanqueadas con un químico, cubiertas por resina o coronas. Como estos métodos son seguros y efectivos, el odontólogo

<sup>45</sup> Law. Paedodencia atlas, 2ª edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1984. Pp 654. p 7

<sup>46</sup> Mc Donald. Op cit. p 143



recomendará el más apropiado para cada paciente, dependiendo del estado de sus dientes y los resultados que se espera alcanzar. <sup>47</sup>

Se considerará:

- El grado y el tipo de mancha
- Qué tanta estructura dental queda

### **5.1 Blanqueamiento dental**

El blanqueamiento químico puede realizarse en un consultorio dental o en casa con productos que obtiene con el odontólogo. Ambos métodos usan geles que oxidan las manchas. Puede ser usual que los dientes sufran ligera sensibilidad durante el proceso de blanqueamiento.

**Tratamientos en casa.** Es el método más popular utilizado en la actualidad. El odontólogo toma una impresión de los dientes y hace una cucharilla adaptada a su boca, que usted llena con el gel blanqueador y usa por 2 horas diarias o durante la noche por espacio de dos semanas. Por lo general contienen una solución de peróxido de carbamida del 10 al 15%. Es muy efectivo realizado bajo la supervisión del odontólogo. También se usan soluciones más concentradas en pincelado, que se dejan por 30 segundos durante 15 días y se obtienen resultados seguros y efectivos.

**Tratamientos en consultorio.** Son menos frecuentes y más caros, este procedimiento toma de 30 minutos a una hora por visita y debe regresar varias veces para alcanzar el blanqueamiento deseado. Para proteger la boca, se usa un protector de hule sobre las encías alrededor de los cuellos dentales y entonces se aplica el gel que es un agente oxidante (solución química blanqueadora). Luego aplica un agente oxidante (solución blanqueadora) sobre

---

<sup>47</sup> [www.colgate.com.mx](http://www.colgate.com.mx). ¿De qué manera se pueden blanquear los dientes?

los dientes. En ocasiones se usa una luz especial a intervalos de 5 segundos para activar el agente blanqueador.<sup>48</sup>

La diferencia radica en el tiempo que dura el tratamiento. Generalmente los productos que se emplean en el consultorio presentan una alta concentración de peróxido de hidrógeno, mientras que los que se utilizan en casa contienen peróxido de carbamida, que es menos agresivo con el diente y por lo tanto, el tratamiento puede tomar hasta 15 días.

Es importante que el paciente conozca que ambos procedimientos producen cambios microscópicos en la superficie del esmalte, y que estos cambios pueden mantenerse hasta por 90 días en el caso de los blanqueadores en casa, mientras que con los blanqueadores de oficina, que contienen un producto más fuerte, estos cambios pueden durar hasta el doble de tiempo.<sup>49</sup>

## 6. EL FUTURO DE LAS TETRACICLINAS

Se han realizado estudios donde se ha obtenido una molécula derivada de la tetraciclina cambiando la *cola oscurecedora* por un blanqueador que se espera conserve el poder de orientación de la misma.

Con la molécula experimental obtenida se formulará una presentación para animales donde se estudiará atoxicidad y efectividad blanqueadora.

El paso final será la aplicación del producto en humanos voluntarios que abocará en la formulación comercial.

La hipótesis de este trabajo es la manipulación en laboratorio de la molécula de tetraciclina original retirando la estructura química susceptible de sufrir foto-

---

<sup>48</sup> [www.colgate.com](http://www.colgate.com). ¿De qué manera se pueden blanquear los dientes?

<sup>49</sup> [www.colquidodontologos.com](http://www.colquidodontologos.com). Pigmentaciones por tetraciclina.



oxidación e incorporando grupos funcionales que, de algún modo, actúen como blanqueador.

Se debe aprovechar la capacidad de orientación cierta hacia los tejidos dentarios de la tetraciclina empleándola, modificada, como vehículo transporte de un blanqueador.

Para esto se ha diseñado una pauta de investigación que comienza con animales de experimentación de crecimiento dentario continuado (roedores y lagomorfos) para estudiar atoxicidad y efectividad de la molécula experimental. El propósito último de este trabajo es obtener una formulación inocua para el humano que, administrada pautadamente a mujeres gestantes y niños en proceso de desarrollo dentario intramaxilar, incorpore a la dentina la sustancia blanqueadora de modo que el diente erupcione manchando de blanco.<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> Ilzarbe. Op cit p 4

## **CONCLUSIONES**

Durante el desarrollo de este trabajo he podido concluir que, la preparación del odontólogo, no debe limitarse a la cavidad oral, sino abarcar diferentes áreas y darles la importancia necesaria, para tener una base sólida de conocimientos que nos permitan llevar a nuestros pacientes a una rehabilitación completa y profesional.

En este trabajo se expuso la pigmentación que es causada por la tetraciclina; dicha pigmentación, tiene mayor repercusión en la dentición de los niños, tanto temporal como permanente; esto se debe a que se administra a mujeres embarazadas y no se toma en cuenta el período de formación dental.

En general considero que debe de cambiarse la actitud que se tiene por la cultura de salud bucodental y hacer énfasis, de que un paciente debe ser tratado integralmente y no separar la cavidad oral del resto del organismo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Berkovitz. Atlas a color y texto de anatomía oral, histología y embriología.**  
2ª edición. Editorial Mosby  
Madrid, España. 1995. Pp 328.

**Bowman. Farmacología. Bases bioquímicas y patológicas, aplicaciones clínicas.**  
2ª Edición. Editorial Manual Moderno  
México 1984. 43 Capítulos

**Friedenthal. Diccionario de odontología.**  
2ª edición. Editorial Panamericana.  
Buenos Aires, Argentina  
1996. Pp. 1624

**Gómez de Ferrariz. Histología y embriología bucodental.**  
1ª edición. Editorial Panamericana.  
Barcelona, España. 2001. Pp. 387

**Goodman. Las bases farmacológicas de la terapéutica.**  
9ª edición. Editorial Interamericana.  
México DF. 1996. Vol. II. Pp 1017

**Iizarbe Luis María. Manipulación de la molécula de tetraciclina para blanqueamiento dental: diseño de experimentos.**  
España. 2002. Pp 5. p.1. [www.geocites.com](http://www.geocites.com)

**Katsung. Farmacología básica y clínica.**  
2ª edición. Editorial Manual Moderno.  
México DF. 1986. Pp. 919

**Law. Paiodoncia, atlas.** 2ª edición.  
Editorial Panamericana.  
Buenos Aires, Argentina. 1984. Pp 654.

Lazzari. Biología dental.  
2ª Edición. Editorial Interamericana  
México DF. 1978. Pp.335

Mc Donald. Odontología pediátrica y del adolescente.  
6ª edición. Editorial Mosby  
Madrid, España.1995, Pp. 865.

Pinkham. Odontología pediátrica.  
2ª Edición. Editorial Interamericana.  
México DF 1996. Pp 852

Rodríguez Carranza Rodolfo Vademécum Académico de Medicamentos.  
3ª edición. Editorial Interamericana.  
México DF. 1999 Pp. 1224

Smith Cedric. Farmacología.  
1ª Edición. Editorial Panamericana.  
Buenos Aires, Argentina.1996 Pp.1985

[www.colgate.com.mx](http://www.colgate.com.mx). ¿De que manera se pueden blanquear los dientes?

[www.ecuadodontologos.com](http://www.ecuadodontologos.com). Pigmentaciones por tetraciclina

[www.explored.com](http://www.explored.com). Pigmentaciones Dentales.

[www.gacetadental.com](http://www.gacetadental.com).Salud Dental.

[www.tusalud.com](http://www.tusalud.com). Coloraciones Dentales.