

BIBLIOTECA  
Facultad de Odontología  
MONTEVIDEO - URUGUAY

# FOLICULO DENTARIO

**Dra. ARTEMIA FUENTES**  
PROFESORA DE HISTOLOGIA GENERAL  
E HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA  
BUCO - DENTAL

**Br. SARA NATANZON DE PENDLER \***  
BECARIA DE HISTOLOGIA GENERAL  
E HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA  
BUCO - DENTAL

Facultad de Odontología  
inventariada con el  
Nº **F. 1708**

\* Fallecida el 23 de agosto de 1972.

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

**LAS HERAS 1925**

*10456*

- I PROLOGO
- II INTRODUCCION
- III MATERIAL Y METODOS
- IV DESCRIPCION
  - A) **Organo del esmalte**
    - a) Epitelio externo
    - b) Extratum sub-epitelial externo
    - c) Gelatina del esmalte
    - d) Extratum intermedio
    - e) Epitelio interno
  - B) **Papila dentaria**
    - a) Evolución
    - b) Zona central
    - c) Zona periférica
    - d) Membrana basal
  - C) **Saco dentario**
    - Evolución y constitución.
- V RESUMEN

## I) PROLOGO

Presentamos el trabajo sobre Folículo Dentario, con el doble carácter de investigación y divulgación.

En el primer orden, el mismo debía estar encarado con la temática característica de los trabajos de ese tipo. Sin embargo, solamente sintetizamos: Introducción, Material y Métodos.

Los aportes científicos personales están distribuidos dentro del contenido total del tema, sin ubicarlo expresamente en: Resultados.

Este proceder ha sido realizado especialmente con el objeto de facilitar el estudio de nuestros alumnos, presentándolo como una bolilla de examen. De esta manera, Folículo Dentario, se ha desarrollado, actualizado y en él se encuentran incluidas además, el fruto de nuestras investigaciones.

## II) INTRODUCCION

El futuro órgano dentario se origina en la extremidad distal de la lámina o listón del mismo nombre.

En su evolución pasa por las etapas de mamelón, casquete y campana epitelial.

Aún previo a la etapa de mamelón, se han observado al microscopio electrónico, cinco zonas en el rudimento dentario: inferior, superior, distal, proximal y centro. Provenza y Sisca <sup>(1)</sup>.

Este es la continuación y ampliación de un estudio previo sobre lámina dentaria humana. Provenza y Sisca <sup>(2)</sup>.

Nosotras, en un trabajo anterior, hemos expuesto conceptos sobre la constitución del listón dentario, su relación con las estructuras vecinas, además de la evolución del futuro diente. Fuentes y Natanzon <sup>(3)</sup>.

Se considera que el casquete, comprende desde la formación de la papila dentaria hasta la aparición del borde incisivo o de la cúspide, y el de campana, se extiende desde la formación de la corona hasta la iniciación de la calcificación.

Sin embargo, en lo referente al período inicial de la formación de la papila, la opinión no es unánime. También señalamos en el trabajo anterior, las discrepancias existentes en relación a la morfogénesis coronal: a) acción del epitelio envolviendo al mesénquima; b) acción embólica del mesénquima determinando concavidad en aquel; c) acción sinérgica de ambos.

Recientemente, cortes seriados han revelado que la parte labial del brote epitelial se desarrolla poco a poco y al estadio de casquete la zona epitelial del germen, se compone de dos lenguetas, labial y lingual. En un principio, la primera empuja la papila dentaria, quedando así ésta, rodeada por el tejido epitelial, pero éste falta sobre las caras mesial y distal. Al comienzo de la calcificación, ese déficit epitelial desaparece y lo hace más temprano en la cara mesial que en la distal. Ooë <sup>(4)</sup>.



### III) MATERIAL Y METODOS

Trabajamos con piezas humanas y de animales. Las mismas fueron fijadas en formol al 10 %, decalcificadas en ácido nítrico al 7 % y lavadas por 48 horas en agua corriente bajo canilla.

Las coloraciones empleadas fueron: HE, hematoxilina férrica, van Gieson Cajal-Gallego, Lamata, Mallory, Río Hortega, Windle y Pas.

El montaje se realizó en forma habitual. En las coloraciones de van Gieson y Lamata, la deshidratación se realizó con secado a papel de filtro y alcohol absoluto, prescindiendo del alcohol rectificado.

#### IV) DESCRIPCION

Recordemos que cuando nuestro futuro diente está pronto para iniciar la formación de dentina y esmalte, recibe el nombre de folículo dentario, y está constituido por tejido epitelial y tejido conjuntivo. El primero dará origen al esmalte; el segundo, ubicado por debajo y alrededor de aquél, proporcionará la pulpa dentaria, dentina, cemento, periodonto y parte del hueso alveolar.

El tejido epitelial constituye en su conjunto el órgano del esmalte.

El tejido conjuntivo, ubicado por dentro del anterior o encerrado por él y que originará pulpa y dentina, se conoce con el nombre de papila.

El tejido conjuntivo que rodea a los anteriores y determina la formación del paradencio de inserción, se conoce con el nombre de saco dentario. Fig. 1.

Pero antes de estudiar la constitución histológica y la significación funcional del órgano del esmalte, papila y saco, conviene recordar que el epitelio correspondiente al primero es transitorio y su vida finaliza cuando el folículo ha terminado su evolución y surge en la cavidad bucal. Culminada la formación de ese paraplasma que llamamos esmalte, así como la esfímera cutícula de Nasmith, el epitelio desaparece; sólo una escasa proporción del órgano del esmalte se fusionará al epitelio bucal, según el concepto de la escuela vienesa.

El tejido conjuntivo por el contrario, vive y muere con el órgano dentario. A través de su vida sufre modificaciones de tamaño y estructura. La cámara pulpar y conductos radiculares son amplios durante el desarrollo del folículo y van disminuyendo paulatinamente después del proceso de erupción y durante toda la etapa funcional del diente.

La dentina por el contrario, va aumentando de espesor y lo hace precisamente a expensas del tejido conjuntivo propiamente dicho. El cemento crece a expensas del paradonto y aumenta durante la vida del diente desde cervical a apical en la proporción de 1 a 4. Zander (5).

##### A) Órgano del esmalte.

El órgano del esmalte está constituido por tejido epitelial pero cuyo aspecto varía según se encuentre en una u otra zona. El conjunto tiene la forma de una campana limitada por células que difieren desde el pun-

to de vista morfológico y funcional. Aquellas ubicadas junto a la papila, reflejan la morfología coronal del futuro diente, ya se trate de un incisivo o de un molar. Fig. 1.

**Histológicamente**, el primero es un epitelio bajo (epitelio externo) y el segundo alto (epitelio interno). Sin embargo el pasaje de uno a otro no es brusco, sino que existe una zona de transición que se conoce con el nombre de ansa cervical o borde genético. Dichos nombres han sido dados en base a su ubicación, futuro cuello dentario y a la activa proliferación celular. Las mitosis allí realizadas tienen la finalidad de aumentar el contingente epitelial de la zona y determinar posteriormente un molde epitelial radicular. Fig. 1.

Hemos dicho que los epitelios mencionados difieren morfológica y funcionalmente. Digamos desde ya, que el epitelio interno, tiene la función de formar esmalte y de ahí que reciba el nombre de capa amelogenética. Sus células son llamadas ameloblastos o adamantoblastos, especialmente cuando están prontas para funcionar.

Entre el epitelio externo e interno se encuentran células con apariencia de tejido conjuntivo, que ocupan la mayor parte del órgano del esmalte y un restringido estrato celular condensado junto al epitelio interno. Si vamos de la periferia al centro, o sea desde el conjuntivo que rodea (saco dentario), hacia la papila, encontramos diferentes estratos: epitelio externo, gelatina del esmalte, estrato intermedio y epitelio interno. Si se estudia desde el punto de vista histoquímico es necesario agregar una capa sub-epitelial externa, presente en determinados períodos del desarrollo del futuro odontón.

a) **Epitelio externo.** Es el límite entre el órgano del esmalte y el saco dentario. Mantiene la forma del primero y constituye su protección contra el mesénquima que le rodea hasta que el esmalte está formado y comienza la erupción dentaria.

Para unos pocos autores formará la membrana de Nasmith.

El epitelio externo está constituido por células planas o cúbicas cuyo espesor oscila entre 2 a 10 micras. Esos elementos epiteliales determinan en conjunto un semicírculo más o menos regular según el momento que se considere. Primeramente, es decir cuando el folículo está lejos de comenzar a formar esmalte, el epitelio externo constituye un semicírculo liso y homogéneo de células cúbicas. Figs. 1 y 2. Más tarde la morfología varía en base a la propia fisiología folicular. Las células se presentan cúbicas en la vecindad del ansa cervical, pero aplanadas en gran parte del estrato y variando el número de nucleolos en las mismas. Las células aplanadas van adquiriendo una morfología muy similar a los fibroblastos del saco dentario. Nuestros preparados las muestran apenas más globulosas y con una pequeña diferencia en la apetencia tintorial. Fig. 3.

A la altura de la zona más convexa la irregularidad se hace no-



toria. El epitelio externo comienza a proliferar y la superficie presenta entonces entrantes y salientes determinando con el conjuntivo del saco dentario, evaginaciones e invaginaciones, es decir, verdaderas papilas. Figs. 4, 7 y 9. En aquellos lugares de la economía donde existe un epitelio poliestratificado éste y el conjuntivo determinan una línea accidentada, la que tiene por objeto aumentar la superficie de contacto entre ambos tejidos y facilitar la nutrición del epitelio. En el caso del folículo dentario, la disposición papilar comienza cuando el epitelio interno se prepara para la producción de esmalte. Previamente, dicho epitelio (ameloblastos en potencia), recibían su nutrición del tejido conjuntivo de la papila dentaria. Al producirse la dentina, la fuente de nutrición queda interrumpida, y es por eso que las células epiteliales se preparan de antemano cambiando su polaridad, para recibir el aporte nutritivo a través del estratum intermedio, gelatina y epitelio externo.

Desde el punto de vista estructural, las células del epitelio externo, han sido especialmente estudiadas en rata. El núcleo de un diámetro de 5 a 7 micras, es más uniforme en forma y tamaño que las células del epitelio interno. El citoplasma tiene gran número de partículas de RNP y algunas partículas densas grandes de 150 a 400 angstroms de diámetro. Distribuidos a través del citoplasma hay filamentos de 50 a 70 Å de diámetro, las cuales no fueron vistas en el epitelio interno. La superficie de las células es regular pero existen interdigitaciones en el espacio intercelular. Áreas de uniones intercelulares o desmosomas son más frecuentes que en el epitelio interno. Decker (<sup>6</sup>).

Una idea del aspecto ultraestructural de estas células así como las del retículo estrellado lo revela la Fig. 23.

En material humano se ha señalado que cuando aparecen los brotes celulares, al centro de los mismos, las células son más claras y parecen ser más transparentes. De Vries (<sup>7</sup>).

La apreciación de las características de esos brotes epiteliales puede observarse en la Fig. 4. Los elementos celulares periféricos son de mayor tamaño que todos los restantes del epitelio externo. Muestran cierta similitud con zona de la accidentada lámina dentaria de este período, ya por su forma o por la intensidad de coloración de las células más periféricas. Las mayores irregularidades parecen estar comprendidas entre el pedículo de Redier y algo más allá de la cresta testigo de la lámina lateral.

**Histoquímicamente** se destaca en el epitelio externo, la presencia de glucógeno, lípidos, ARN, fosfatasa alcalina y ácida.

El primero fue señalado ya por Sundberg (<sup>8</sup>) en la etapa de casquete tanto en el epitelio externo, como en el retículo estrellado y en el epitelio oral.

En la etapa de campana, también ha sido señalado en las mismas zonas. Wislocki (<sup>9</sup>).

Antes de la histodiferenciación del órgano del esmalte, la localiza-

ción del glucógeno no es específica, ya que se distribuye en gran cantidad en el epitelio oral, en la lámina dentaria, en el órgano del esmalte. Pero la localización es más específica posteriormente. Al principio las células del epitelio externo, cuboideas en capa única y regular, contienen gotitas de glucógeno esparcidas; más tarde, cuando aparecen los capilares junto a la superficie externa, una considerable cantidad de glucógeno se manifiesta en esas células. Ten Cate <sup>(10)</sup>. Fig. 21.

En el epitelio externo también fueron observados pequeños gránulos lipídicos y muy poco RNA, el que va disminuyendo a medida que evoluciona la diferenciación ameloblástica. Suga Syoichi <sup>(11)</sup>.

También hay fosfatasa alcalina, aunque no durante toda la evolución del órgano dentario. Ella está ausente cuando las células son de forma cúbica y comienza a manifestarse cuando se van aplanando. Las células en estrecha proximidad de los capilares exhiben la más intensa reacción por la actividad enzimática. Ten Cate <sup>(12)</sup>.

b) **Estratum sub-epitelial externo.** Por debajo del epitelio externo existe un estratum transitorio que sólo se pone de manifiesto desde la histodiferenciación hasta la aparición de los vasos sanguíneos a lo largo de la superficie externa.

Está constituido por dos o tres hileras de células aplanadas con una disposición semejante al estratum intermedio, que luego veremos.

Está ubicado entre el epitelio externo y la gelatina del esmalte y por su posición se le ha denominado estratum sub-epitelial externo. En su corta vida presenta variaciones con respecto a la presencia de sustancias paraplásmicas y enzimáticas. Así por ejemplo después de la histodiferenciación, cuando las células cúbicas del epitelio externo están desprovistas de enzimas, las células que estudiamos tienen fosfatasa alcalina. Por el contrario la enzima desaparece cuando las células del epitelio externo comienzan a cargarse de ella.

Exactamente lo mismo sucede con el glucógeno, que está presente al principio cuando el epitelio externo no lo posee, pero cuando esta última capa se manifiesta, la capa sub-epitelial externa ya ha desaparecido. Ten Cate <sup>(12)</sup>. Fig. 22.

El hecho de que señalemos esta capa transitoria, es en base a la importancia que se le da a la localización de enzimas y glucógeno. Estos actuarían en el desenvolvimiento del diente y en relación a la producción y mineralización, ya de esmalte, de dentina, o de tejido óseo. Robinson <sup>(13)</sup>. De Fazio <sup>(14)</sup>, etc.

c) **Gelatina del esmalte.** La mayor masa del órgano que describimos, la constituye la pulpa del esmalte, la gelatina del mismo o retículo estrellado.

Debe el primer nombre a su consistencia blanda, el segundo a la gran proporción de sustancia intercelular gelatinosa con mucha albúmina y glucógeno y la tercera a su morfología.



El espesor varía de acuerdo a la situación y al momento que se considere. Es máximo en los flancos laterales de los dientes unirradiculares y en la zona intercuspídea de premolares y molares. El espesor mínimo corresponde a la zona incisal de los primeros o cuspídea de los últimos y también a la zona cervical en ambos casos. Fig. 1.

Esta capa que puede considerarse la más irregular del folículo varía de espesor según se le observe en las primeras etapas del mismo o ya a la iniciación de la dentina y amelogénesis. Desde la formación de los primeros estratos de dentina y esmalte se presenta disminuida y lo será más, a medida que la calcificación avanza. Figs. 9, 10 y 11.

Si consideramos a la gelatina del esmalte desde el punto de vista histológico, hablamos de tejido desmoide, pues siendo netamente epitelial, tiene la apariencia de un tejido conjuntivo. Se puede seguir perfectamente la evolución al microscopio, desde su origen en la lámina dentaria y observarse que el tejido epitelial correspondiente a la gelatina deriva de las células poliédricas de aquella. Fig. 5.

A medida que evoluciona el órgano dentario y desde el estadio de mamelón pasamos a casquete y luego a campana, observamos la aparición de vacuolas, que van aumentando de tamaño y se unen unas con otras. Los puentes intercelulares del comienzo se alargan y las células adquieren la forma más o menos estrellada. Se nos aparecen con prolongaciones emitidas en direcciones distintas y relacionándose con aquellas de las capas vecinas.

La forma adquirida por las células y sobre todo el aumento de sustancia intercelular gelatinosa, da al retículo estrellado el aspecto de tejido o mesenquimático. Figs. 2, 3, 10 y 11.

Si analizamos las células de la gelatina del esmalte, encontramos que ellas no se presentan con idéntica morfología en todo el terreno; las más periféricas tienden a aplanarse; las más internas van tomando gradualmente los caracteres del estratum intermedio. Fig. 3.

Al estadio de campana las células periféricas aplanadas pueden constituir dos o tres hileras en la vecindad del asa cervical. Se reducen a una cuando se alejan de ésta. Como las células aplanadas tienen la misma orientación que los fibroblastos del saco dentario, parecen determinar entre ambas un marco a la delgada capa de epitelio externo. Fig. 3.

También hemos observado en etapas más tempranas, una capa de células cúbicas del lado que se encuentra la lámina dentaria. En tales casos existe en la periferia del folículo, dos hileras con tal morfología pues la más externa corresponde al epitelio externo. Fig. 6.

Estructuralmente, el citoplasma de las células en estudio, no se encuentra bien delimitado y el núcleo no es bien cromático, de modo que a medianos aumentos y con la colaboración de HE, no se destacan con nitidez.

En la rata, en la zona de deposición del esmalte, la gelatina y epitelio externo, tienen sus núcleos ovoides o truncados. Las mitocondrias están dispuestas hacia el tejido conjuntivo como lateralmente al núcleo.



La distribución de ribosomas libres y el retículo endoplásmico son similares a lo que se ven en las células del estratum intermedio. Elwood y Bernstein (<sup>15</sup>).

**Ultraestructuralmente** se ha señalado que las células del retículo estrellado, estaban cubiertas con glycocalys.\* Una sustancia similar al glicocalys estaba dispersa en todo el espacio intercelular. También fueron observados varios tipos de cuerpos citoplásmicos, incluyendo cuerpos densos y multivesiculares. Los últimos parecían formarse luego del agrupamiento de las vesículas de Golgi. En algunas instancias, cuerpos multivesiculares y vesículas de Golgi, eran aparentemente transformadas en cuerpos densos, por aumento de densidad. Ykuo (<sup>16</sup>).

Las células del área central del retículo estrellado de la rata tienen una corta vida. De los catorce a los dieciseis días, aparecen similares a las células superficiales de la mucosa y se continúan con ella.

A los diecisiete días puede ser observada la primera manifestación de senectud en el área media. Pequeñas vacuolas aparecen en el citoplasma. Durante los dieciocho y diecinueve días, el proceso de degeneración continúa. El citoplasma es reemplazado por grandes vacuolas, cuyo aspecto luego es similar al que se observa en la degeneración hidrópica. Las células están en menor número. El núcleo es irregular morfológicamente y picnótico. Esto puede ser descripto como la etapa de senectud del retículo estrellado. Lefkowitz et al (<sup>17</sup>).

**Histoquímicamente**, las células de la gelatina del esmalte y del estratum intermedio, ya al estadio de casquete como de campana, se colorean metacromáticamente con el azur A y en púrpura brillante con la fuchsina aldehído. Fullmer y Alpher (<sup>18</sup>).

En la etapa de campana la pulpa del esmalte, está casi desprovista de glucógeno, en relación al epitelio oral que tiene gran cantidad. Mori et al (<sup>19</sup>). Fig. 21.

Esta opinión es también sustentada por Mattiensen (<sup>20</sup>) que observa que del pasaje de casquete a campana hay una reducción en glucógeno. La actividad fosfatásica alcalina previa a la amelogénesis, se encuentra en el órgano del esmalte, a excepción del epitelio interno. La fosfatasa ácida, está presente en todo el órgano del esmalte. Ten Cate (<sup>21</sup>).

**La significación funcional** del retículo estrellado ha sido discutida. Las apreciaciones al respecto, podrían resumirse en: A) Interviene en

(\*) Se entiende por glicocalys ó cáscara dulce, una membrana recientemente descubierta, que se encuentra por fuera de las membranas celulares de muchas células.

Histológicamente está constituida por filamentos radiales de 0,1 a 0,5 micras de largo por 25 a 50 angstrom de diámetro y cuyas ramificaciones comunican a la estructura la forma de una red.

Químicamente está constituida por mucopolisacáridos y es destruida por las fijaciones corrientes de la microscopía electrónica.

la formación del esmalte, ya proporcionando materiales para los ameloblastos o reservándolos para la formación de aquel. B) Permite proporcionar espacio para la producción del esmalte. C) Actuaría como amortiguador contra las fuerzas físicas que podrían distorsionar la conformación de la unión dentino-esmáltica en desarrollo. Entre los defensores de la primera teoría, hasta los que sustentan la última como Orban (<sup>22</sup>), existen conceptos variados.

Es indudable que el retículo estrellado debe tener importancia, pero no a tal punto de ser imprescindible en la formación del esmalte, ya que está ausente en los dientes de reptiles y peces.

Recordemos también que el retículo estrellado va disminuyendo a medida que aumenta la producción de esmalte. Tal es así que a la altura de las cúspides queda reducida a su mínima expresión aún cuando todavía falta mucho para que la corona esté totalmente desarrollada. Podemos ver los ameloblastos el estratum intermedio y apenas una hilera de células de la gelatina del esmalte sobre los mismos. Este hecho hace pensar que su misión fundamental no es proporcionar espacio para el crecimiento del esmalte, dado que antes de finalizar la formación del mismo, la gelatina ha desaparecido en algunos sitios. Figs. 9, 10, 11 y 12. Compárese la desaparición gradual, a medida que aumentan los tejidos duros. Lo que es evidente debido a la lacidud del retículo estrellado, es que favorece la nutrición de los ameloblastos, dado que el órgano del esmalte humano excepcionalmente puede presentar vasos. Nosotros hemos visto solo una vez, un capilar atravesando la capa ameloblástica. En perros de una semana se encuentran, como indica la Fig. 7. En el órgano del esmalte de la rata, pueden observarse vasos cuyo diámetro alcanza hasta ciento diez micras, si bien lo general es que sean de menor tamaño. Ebling (<sup>23</sup>).

Al microscopio electrónico se observan fenestraciones en las paredes de los vasos con un diámetro de 500 a 600 angstrom. Muchas veces las fenestraciones están cerradas por diafragmas, constituidos por una fina membrana. Garant y Harvard (<sup>24</sup>).

En la rata albina se percibe una hipervascularización a nivel del órgano del esmalte. Chau Hun y Bonnard (<sup>25</sup>).

Para algunos, la gelatina del esmalte, no sólo favorece la nutrición de los ameloblastos, sino que contribuye a sostener y proteger el epitelio interno, asegurando un desarrollo normal hasta el momento en que las estructuras duras hayan adquirido una resistencia adecuada.

A veces puede existir gelatina del esmalte sin formación dentaria. por ejemplo en los desdentados. En tales casos no tiene ninguna significación, y debemos considerarla en la misma forma que a la lámina dentaria que estando presente en las aves, no va a desarrollar dientes en ellas.

d) *Estratum intermedio*. Está constituido por cinco o seis hileras



de células. Figs. 2, 8 y 14. Está situado entre la gelatina del esmalte y el epitelio interno, y vinculado a ellos por medio de desmosomas.

Se diferencia de la primera por: su carácter perenne, su tiempo de permanencia en el folículo y su morfología.

Mientras que la gelatina del esmalte puede faltar, el estratum intermedio está presente en todos los folículos. En tanto que la primera va desapareciendo paulatinamente, el segundo permanece casi hasta la erupción dentaria. Por último, el retículo estrellado se parece al tejido conjuntivo, y el estratum intermedio presenta los caracteres típicos del tejido al que pertenece. Es decir, que sus células poliédricas o algo más aplanadas dan la impresión del estrato de Malpighi de los epitelios poliestratificados. Fig. 14.

El estratum intermedio casi sin sustancia intercelular, determina una zona más condensada que la gelatina y de ahí que Prennant, según Erausquin (<sup>26</sup>), proponga el nombre de estratum compacto, dado que se ajusta a una realidad morfológica, mientras que el término de intermedio es inadecuado. También es intermedia la gelatina del esmalte, al estar ubicada entre epitelio externo y el estrato mencionado.

El estratum intermedio se diferencia a su vez del epitelio interno, por su morfología y función. Debe recordarse que es el acompañante casi permanente del epitelio interno, podríamos decir el satélite de la capa más importante del órgano del esmalte, existiendo un límite entre ambos. La presencia de una membrana amorfa, había sido señalada ya por Williams (<sup>27</sup>). Se considera que a la altura donde se hacen la mitosis la membrana desaparece y a través de ese sitio se realiza el pasaje de la nueva célula hacia el epitelio interno.

Pero sin embargo, al microscopio electrónico no se ve membrana basal separando el epitelio interno del estratum intermedio. Ronnholm (<sup>28</sup>). En la capa que estudiamos se observan variaciones en gatos de distintas edades. Así, en animales de ocho a diez horas, está constituido por cuatro o cinco hileras de células cúbicas muy apretadas entre sí. A la altura de las cúspides aparecen más hileras, seis, ocho o diez y en el surco intercuspidé, apenas dos o tres. En gatos de dos, cuatro y diez días, el estratum se va reduciendo y las células van tornándose más achatadas. Marquez Louro (<sup>29</sup>).

Estructuralmente, el estratum intermedio es delgado pero uniforme. Sus células más o menos similares, un tanto aplanadas, salvo en la capa más interna que se acercan a la forma cúbica, y a veces lo son netamente en algunos animales. Fig. 8. Durante la maduración del esmalte, ellas pierden esta forma para adquirir un aspecto fusiforme o aplanado. Fig. 9.

En la región de deposición de aquel en la rata, las células están interconectadas por numerosos puentes intercelulares. Material fibrilar está presente en el citoplasma y está orientado en línea con los componentes de uniones desmosomales. Esto es especialmente notable en el citoplasma cerca de los ameloblastos y sobre el lado opuesto. El núcleo de las células es rectangular en sección transversal. Las mitocondrias dis-

puestas lateralmente al núcleo y el aparato de Golgi a ambos lados de este. El retículo endoplásmico esparcido y no confinado a ninguna región particular. Elwood y Bernstein <sup>(15)</sup>.

También Decker <sup>(6)</sup> hace mención a las relaciones intercelulares. La fuerza de las uniones es aumentada considerablemente por los desmosomas. Filamentos intracelulares pueden ser vistos entrando en las áreas de unión en varios planos.

Las epitelio fibrillas parecen pasar de una célula a otra, vistas con el microscopio óptico, pero al electrónico revela que las mismas van solamente desde las células hasta los desmosomas existentes entre las mismas.

Se ha señalado en la rata la presencia de macrófagos entre el espacio intercelular cerca de la base de los amelocitos y la membrana basal. Jessen y Moe <sup>(30)</sup>.

En las tempranas etapas del desarrollo se ven los pequeños espacios intercelulares embalados con microvellocidades. Reith, E. J. <sup>(31)</sup>

Por medio de estudios autorradiográficos es posible identificar en este estrato divisiones celulares y seguir su diferenciación y migración. Taylor <sup>(32)</sup>.

En base a tales métodos ha sido estudiada la evolución, diferenciación y significación del estratum intermedio. Hunt y Payter <sup>(33)</sup>.

Para algunos esta capa muestra mitosis, aún después que las células del epitelio interno dejan de dividirse.

**Histoquímicamente**, presenta las mismas reacciones que la gelatina del esmalte, en lo que respeta a polisacáridos.

El glucógeno se presenta desde la histodiferenciación.

Según Egawo Ikuo <sup>(16)</sup> en las células del estratum intermedio y del epitelio interno, el glucógeno alcanza su cantidad máxima, en las etapas en que la formación inicial de predentina ha comenzado. Al comenzar la formación de la matriz del esmalte hay una marcada disminución en la cantidad de glucógeno que se encuentra en estas células.

Ya desde 1956, da Silva y Marques de Castro <sup>(34)</sup>, señalaban en ratas blancas de un día, la intensa positividad para la fosfatasa alcalina en el estratum intermedio y negativa en ese momento para los ameloblastos.

Algunos autores consideran que es posible que el estratum intermedio intervenga en el metabolismo del calcio del epitelio interno.

El hecho de que sea rico en fosfato respalda la teoría de que toma parte activa en la calcificación.

Se encuentra en este estrato así como en el epitelio externo una fuerte reacción fosfatásica alcalina, durante la formación de la matriz, pero muy poco RNA, contrastando con la gran cantidad de los ameloblastos.

También los primeros son muy débilmente sudanófilos al comienzo, pero con la retirada de los ameloblastos la distribución de los lípidos de la célula sufren un cambio completo. Así grandes y pequeños gránulos



sudánófilos son encajonados densamente en las células del epitelio interno y externo del esmalte. Sycichi Suga (<sup>11</sup>).

Ten Cate concuerda con los hallazgos obtenidos por el investigador japonés. En los molares de mono se encuentra intensa actividad fosfática alcalina en el estatum intermedio y en los odontoblastos. Mientras que la fosfatasa ácida está en ameloblastos y odontoblastos. Narbaitz (<sup>35</sup>).

En cuanto a la **significación funcional** del estratum intermedio, puede decirse que si bien no está aclarada totalmente, gran número de autores concuerdan en su posible intervención en la formación del esmalte. La misma se realizaría por la secreción de productos o enzimas que utilizarían los ameloblastos, o ya mediante el control del pasaje de líquido hacia las células formadoras.

En ratas, se ha observado que cuando predominan vesículas y mitocondrias en el extremo distal de los ameloblastos, sus células vecinas contienen un gran número de mitocondrias, microvellosidades y vesículas, lo cual sugiere que estas células son estremadamente activas, presumiblemente en el movimiento de materiales relacionados a la maduración del esmalte. Sus cambios de estructura, ocurren simultáneamente con aquellos de los ameloblastos durante la formación del esmalte. Elwood y Bernstein (<sup>15</sup>).

e) **Epitelio interno.** Es la capa más significativa del órgano del esmalte. Vinculada al estratum intermedio y a la papila dentaria por sus polos basal y apical, está representada por una sola hilera de células de morfología bien definida. Fig. 2.

Habíamos dicho que se continuaba con el epitelio externo, pero al alejarse de éste, las células se presentan cilíndricas, con pocas variaciones en su alto de acuerdo a la región considerada. Figs. 1, 2 y 3.

Acompañando a dicha variación dimensional hay cambios estructurales e histoquímicos, que están íntimamente vinculados a sus diferentes funciones: modeladora, inductora y amelogenética.

Ese proceso evolutivo puede ser seguido en un solo corte histológico de un folículo dentario, desde el asa cervical al borde incisivo. Ello es debido a que la diferenciación de los ameloblastos en dicho borde y en las puntas cuspíneas, es más acelerada que en la región cervical. Si se realiza entonces el estudio entre ambas zonas, partiendo de la última tendremos, según Erausquin, los estadios de: multiplicación, preameloblasto, ameloblasto joven y ameloblasto adulto.

Orban, homologa célula a función e incluye hasta su proceso involutivo, considerando: etapa morfogénica, organizadora, formadora, madurativa, protectora y desmolítica.

Los elementos celulares en el estadio de multiplicación, tienen forma poliédrica o cilíndrica baja y un gran núcleo oval. El aparato de Golgi de forma anular o en media luna se encuentra localizado igual que los centriolos hacia el estratum intermedio (extremidad, polo basal o proxi-

mal). El condrioma bajo forma de mitocondrias se encuentra distribuido en todo el citoplasma celular.

En el estadio siguiente se considera que los elementos celulares poseen una doble función: modeladora y citogenética. La primera también se conoce con el nombre de morfogenética.

Definiendo la forma del límite amelogenético podremos deducir en el preparado histológico la naturaleza del mismo, es decir mono o multicuspídeo. Fig. 1. La otra función atribuida a este estadio es la de inducir la diferenciación de los odontoblastos, los cuales no mucho más tarde comienzan a formar dentina. Para cumplir dicha función, las células del epitelio interno se alargan, presentándose entonces más cilíndricas. Se ponen así en contacto con las células conjuntivas de la papila, antes separadas por una zona clara y angosta conteniendo fibras argirófilas. Fig. 2.

Conviene señalar que se han realizado estudios al microscopio electrónico en las etapas más tempranas del desarrollo del germen dental observándose que el segmento distal de la lámina dentaria, primer esbozo de formación, aún previo a la etapa de brote o mamelón, presenta ya una interrelación entre tejido epitelial y conjuntivo. Existe especialmente una zona, la del borde inferior, asiento del desarrollo de la papila dental, que está constituida por una rica banda celular de tejido conjuntivo. Pueden verse allí células citomorfológicamente similares a los fibroblastos. Pero además otras más redondeadas, con largos prolongamientos, orientados directamente hacia la unión dentino-esmalte, futuros odontoblastos, según Provenza y Sisca (<sup>1</sup>). Fig. 24.

De acuerdo a tales manifestaciones habría que admitir que la célula específica de la pulpa dentaria empieza a desarrollarse mucho antes de lo que clásicamente se admite. De hecho la función inductora del epitelio no correspondería entonces al período que se le asigna sino más precozmente.

Siguiendo con el proceso evolutivo, tenemos que posteriormente el epitelio interno se enfrenta a la primera laminilla de dentina, pero no ha comenzado aún a formarse el esmalte. Como explicamos anteriormente, su nutrición queda interrumpida y se invierte la polaridad de dichas células, hecho que comienza a manifestarse gradualmente desde la etapa anterior. Figs. 8 y 14.

Las células poseen entonces, aparato de Golgi y centriolos localizados en la extremidad distal o futuro polo secretor. Las mitocondrias se han ubicado junto al estratum intermedio.

Cuando las células del epitelio interno comienzan a producir esmalte, reciben el nombre de ameloblastos adultos, y corresponde al período secretor del folículo. Este sólo se manifiesta con la existencia previa de la primera laminilla de dentina, tal como resultaba imprescindible la presencia de las células epiteliales para la diferenciación de los odontoblastos. Figs. 9 y 10.

En la etapa de formación del esmalte, el elemento celular desarrolla



una proyección que se conoce con el nombre de Proceso de Tomes y barras terminales en sus extremidades distales. Estas separan al mencionado proceso del elemento celular del cual derivan. Aquel tiene alrededor de cuatro micras, no presenta mitocondrias, pero sí abundantes gránulos. Las barras terminales parecen ser condensaciones de sustancia citoplásmica asociada a la membrana celular. En nuestros preparados puede verse la presencia de bandas de cierre en la Fig. 13. Es obvio que a través de todo el ciclo evolutivo del epitelio interno se realicen mitosis en mayor o menor grado.

Se hicieron análisis quinéticos en el incisivo de ratón y se observó que la generación mínima de tiempo estimado de la curva de mitosis fue de 14,2 horas. La síntesis de tiempo mínima de DNA, tiempo post-síntesis y el tiempo de la presíntesis fueron de 5,5; 0,82; 0,5 y 7,4 horas respectivamente. Durante el proceso de maduración preameloblástica, se encontraron cuatro divisiones sucesivas que ocurrieron previo a que los ameloblastos se volvieran células funcionales. El tránsito mínimo de tiempo para preameloblastos fue aproximadamente de 56,8 horas. Hwang et al (<sup>36</sup>).

Los mayores estudios realizados sobre el epitelio interno son aquellos correspondientes al estadio de ameloblasto adulto, y dentro de los mismos hay una enorme proporción en roedores.

Ultraestructuralmente se ha observado en ratas las diferencias existentes en la región de deposición de esmalte, en la de transición y en la de maduración.

Los cambios en la estructura de las células papilares las cuales ocurren concomitantemente con aquellas de los ameloblastos, indican intervención, y sustentan el concepto de que ambos tipos de células actúan juntas constituyendo una unidad funcional. Elwood y Bernstein (<sup>15</sup>).

Los cambios en la porción infranuclear de los ameloblastos, han sido estudiados en incisivos de rata de ocho días. Las células aumentan su contenido en ribosomas libres y se alinean en la superficie basal. Se forman desmosomas, hay aumento de mitocondrias en tamaño y número reunidos bajo los núcleos. El RE está ordenado basal y lateralmente a la acumulación mitocondrial. Antes de la maduración de ameloblastos en amelocitos secretores se producen modificaciones interesantes, Moe (<sup>37</sup>); pero que ya no corresponden ser tratadas en este trabajo.

También se estudió intensamente el aparato de Golgi y el ciclo de formación de vesículas empaquetadas por él. Altas concentraciones de aquellas se dirigían hacia el polo secretor (proceso de Tomes). El citoplasma infranuclear contenía mitocondrias y glucógeno y el supranuclear un extenso RE granuloso y el gran complejo de Golgi. Microtubulos orientados axialmente y tonofibrillas fueron encontradas a través del citoplasma. Garant y Nalbodian (<sup>38</sup>).

Como decíamos se han realizado gran número de trabajos en animales, entre los que mencionamos a: Reith (<sup>39</sup>), Watson (<sup>40</sup>), Warshawsky (<sup>41</sup>), etc.



No es nuestra intención hablar extensivamente del ameloblasto, pero queremos dar una idea de este elemento celular en el diente humano, tal como se presenta al microscopio electrónico.

Los trabajos más significativos al respecto son los de: Rönholm (28), Frank y Nalbandian (42), Matthiessen y von Bülow (43), Ikwo (16).

Lo más característico del ameloblasto lo constituyen dos septos incompletos localizados a cada extremo de la célula. Estas estructuras han sido descritas tempranamente como barras terminales, pero ellas difieren de las típicas barras terminales descritas en el epitelio.

La superficie libre del ameloblasto pasa a través de un cambio radical durante las primeras etapas de la formación del esmalte. La primera superficie de forma irregular se vuelve lisa o pareja y desde esta superficie pulida se desarrolla el proceso de Tomes. Rönholm (28).

Los ameloblastos constituyen una capa continua de células cilíndricas de 40 micras de longitud, separadas por un espacio intercelular de 100 a 300 Å de ancho. Varias interdigitaciones están formadas a lo largo del borde lateral de la célula. En su citoplasma basal contiene poliribosomas y tonofilamentos. El citoplasma situado, en la base del núcleo contiene RE granular, ribosomas libres y unas pocas mitocondrias. El proceso de Tomes, contiene vesículas alargadas o redondas; simulando un RE liso. Unos pocos ribosomas y microtubulos están presentes. Muy pocas veces se observan mitocondrias. El contenido granular de densidad variable tiene un diámetro de 0,1 - 0,3 micras. Los gránulos están en contacto con la membrana plasmática apical, siguiendo con una fusión de ambas membranas (plasmática y gránulo) indicando una secreción de tipo merócrino. El ameloblasto humano difiere del no humano, en no tener un retículo endoplásmico vesicular granular. Además la mayoría de las mitocondrias están situadas en la parte apical de los ameloblastos adyacentes al proceso de Tomes. Matthiessen y Bulow (43).

Desde el punto de vista histoquímico también se han realizado investigaciones en mayor grado en relación directa con la producción de esmalte. Entre ellas pueden mencionarse las observaciones sobre la fuerte reacción con coloraciones para proteínas en pre esmalte y matriz del esmalte.

Pero antes de la producción de preentina, el citoplasma de los ameloblastos colorea más bien pálido con Alloxan-schiff y DNFB H - ácido. Fullmer (44).

La síntesis proteica en gérmenes de gato recién nacido evidencia un significativo contraste entre el escaso marcado del epitelio interno, retículo estrellado y estratum intermedio, con el elevado porcentaje del ameloblasto y su proceso. Frank (45).

El citoplasma de los ameloblastos es rico en glucoproteínas, cuyo grupo prostético es el ácido coindritinsulfúrico y contiene entre otros los siguientes aminoácidos: tirosina, arginina, triptofano, y cisteína.

Los gránulos de secreción elaborados serían expulsados por la región

del proceso de Tomes sufrido una coalescencia y dando por resultado la matriz del preesmalte. da Silva Sasso et al (<sup>46</sup>).

La presencia de polisacáridos podría servir como una red para el depósito de sales de calcio.

Los lípidos, los unos no saturados probablemente representarían una fuente de reserva energética para la célula, los otros lípidos intercelulares (lipoproteína), quizá jugarían un rol en la calcificación. Sheimann et al (<sup>47</sup>).

En cuanto a las enzimas se ha señalado que previo a la amelogénesis, la fosfatasa alcalina está ausente del epitelio interno, pero la fosfatasa ácida, está presente en todo el órgano del esmalte. Ten Cate (<sup>21</sup>).

La presencia de fosfatasa ácida es asimismo señalada por Narbaitz (<sup>35</sup>) quien encuentra también glucógeno y ácido ribonucleico en ameloblastos y odontoblastos en la región cervical.

Se ha hallado en distinta localización de fosfatasa ácida en el proceso de Tomes. Mattiensen (<sup>48</sup>).

Han sido detectadas cinco enzimas del mismo tipo. Durante la formación del esmalte disminuye la LDH-1 y LDH-2 y aumenta la LDH-4 y LDH-5. Freden (<sup>49</sup>).

Se ha observado similitud entre el proceso de keratinización y la amelogenesis no sólo por sus células epiteliales sino por la producción de keratina y mucopolisacáridos ácidos. Aunque claro está existen diferencias, por ej.: hay una gran cantidad de prolina en la proteína del esmalte que está ausente en el pelo. Toto et al (<sup>50</sup>).

Para finalizar, diremos que el órgano del esmalte después de cumplir su función amelogenética desaparece casi totalmente. Los estratos que permanecen por más tiempo son el intermedio y en última instancia, los ameloblastos. El destino ulterior de éstos, será para unos, la eliminación en la cavidad bucal, y para otros su fusión con el epitelio gingival.

## B) Papila dentaria.

a) **Evolución.** Como dijimos, denominamos papila dentaria, al tejido conjuntivo alojado en la concavidad del órgano del esmalte. Dado que está parcialmente encerrada por el epitelio interno, su morfología nos permite deducir si se trata de un diente mono o multicuspídeo. La papila se encargará de la formación de la dentina en su zona periférica, en tanto que la porción central constituirá la pulpa dentaria. Fig. 1.

Sus primeros esbozos se manifiestan en un embrión humano de dos meses, cuando frente al nudo del esmalte se observa una condensación de células mesenquimáticas.

Mientras se producen en el órgano del esmalte los fenómenos que acabamos de conocer, la papila dentaria se organiza presentando diferenciaciones de carácter estructural. En la superficie de la papila se ordenan elementos celulares embrionarios, que al principio, mantienen su forma más o menos redondeada, para sufrir después un alargamiento



en sentido perpendicular a la superficie, llegando a asumir la forma de células más o menos cilíndricas. Fig. 8. Estas se disponen constituyendo una capa simple de una hilera, llamada capa de los odontoblastos, cuya disposición detallaremos. Por dentro de esta capa, muchos de los elementos celulares van adoptando formas diversas, que pasan desde la redonda hasta la estrellada. Fig. 14.

En las primeras etapas de vida intrauterina, apreciamos células fusiformes, alargadas, con grandes núcleos, las que se condensan fundamentalmente en el límite con el epitelio.

Observaciones realizadas en rata, muestran que dichas células, ya a los diecinueve días presentan procesos citoplásmicos, existiendo fibras colágenas a través de toda la sustancia intercelular de la papila. Lokowitz et al (<sup>17</sup>).

En material humano los procesos citoplásmicos descritos por Lenz (<sup>51</sup>), aparecen en la etapa previa de la diferenciación odontoblástica, constituyendo el único contacto entre las células.

Algunas sin embargo, pueden estar en relación a través de su membrana plasmática. Este contacto, ya sea grande o pequeño, sigue un curso paralelo separado por un espacio estrecho de unos 200 Å aproximadamente, en donde no existen indicios de aparatos especiales de unión. Takuma (<sup>52</sup>).

La diferenciación fibrilar de la papila humana es diferente según la zona considerada. En la parte periférica es muy precoz. Fig. 15. Sin embargo en la central aparecen fibras precolágenas alrededor de los vasos recién cuando comienza la formación de dentina. Fig. 16.

Podemos destacar diversos períodos en el desarrollo de la papila dentaria. Previo al inicio de la diferenciación odontoblástica, uno de los hechos típicos es la presencia de los procesos citoplásmicos ya mencionados. Estos son irregulares y de longitud variable. Al microscopio electrónico se ha revelado como mencionamos, pre odontoblastos muy tempranamente. Fig. 24.

Las células presentan un núcleo grande y redondeado con uno o dos nucleolos.

La membrana nuclear externa rara vez presenta ribosomas unidos a ella. El citoplasma es escaso conteniendo ribosomas libres, retículo endoplásmico granular, mitocondrias redondas o elípticas y elementos de Golgi poco desarrollados.

El material fibrilar parece constituido por numerosos gránulos que se adhieren unos a los otros semejando una cadena. Takuma y Nagai (<sup>53</sup>).

Los orgánoides ocupan la región de los procesos citoplásmicos así como el propio cuerpo celular. El retículo endoplásmico está a menudo próximo a la mitocondria, siguiendo su contorno. El material filamentoso aparece irregular y tiene muy baja densidad electrónica. Takuma (<sup>52</sup>).

Entre los espacios intercelulares hay pequeñas cantidades de gránulos y fibrillas delgadas. Estas fibrillas tienen una estructura periódica, cuyo espesor es estimado entre 300 y 500 Å. Pannese (<sup>54</sup>).

En asociación con estas fibrillas extracelulares, hay fibrillas colágenas inmaduras intracelulares que están dentro de los procesos citoplásmicos y tienen un espesor de 20 a 30 Å. Adachi (<sup>55</sup>).

Al microscopio electrónico en etapas posteriores, se observan dos tipos de fibrillas colágenas extracelulares entre los odontoblastos. La fibrilla más densa a los electrones constituye la variedad más joven. Dicha densidad estaría ligada a la presencia de un material cementante que constituye un complejo de mucopolisacáridos. También se describe un filamento extracelular espiralado e irregular de un promedio de 100 Å. Griffin y Harris (<sup>56</sup>).

Con el avance del desarrollo, la papila dentaria puede ser dividida en zonas. Según Adachi, en coronal, marginal y central. Generalmente se considera una región central y otra periférica. Aunque esto no es fácil, la distinción entre ambas puede realizarse en base a que las células son más compactas en la región periférica (especialmente vecino a las cúspides) que en la región central. Fig. 1.

Nosotras preferimos dividirla en tal forma, pues, consideramos un anticipo a la disposición definitiva. La pulpa dentaria del diente adulto presenta dos zonas diferentes tanto en espesor como en significación funcional. La central está constituida por fibroblastos, fibras colágenas, vasos y nervios, sin presentarse estratificada. La periférica, constituye por el contrario una franja angosta que incluye desde el centro a la periferia: plexo nervioso, estrato polimorfo, zona basal de Weil, y capa de los odontoblastos. Estos, células específicas de la pulpa, son las encargadas de formar y nutrir a la dentina. Junto a ellos, se distribuyen los vasos, determinando la red capilar odontoblástica. Entre los odontoblastos también se encuentran las fibras de von Korff, cuyo estudio luego realizaremos. El plexo nervioso constituye el lugar al cual llegan los nervios radicales, y al mismo tiempo el punto de partida de fibras para inervar odontoblastos, predentina y dentina. De lo que antecede se deduce, que la zona periférica, aún siendo la más pequeña, es la de mayor importancia funcional.

Analicemos pues, las características de las dos zonas papilares.

b) **Zona Central.** Esta gran masa de papila está un poco más poblada de células que al principio. Figs. 8 y 14.

El protoplasma de ellas es claro, y el núcleo esférico. No hay cambios importantes salvo la impresión de que los organoides están algo aumentados.

Se señala que el hecho más destacado en el desarrollo de la pulpa dentaria humana a nivel de los fibroblastos activos es el gran desarrollo del retículo endoplásmico rugoso en forma de cisternas dilatadas. Estas contienen una sustancia amorfa electrónicamente densa, dispuesta irregularmente y a veces con filamentos de unos 40 Å de diámetro. Griffin y Harris (<sup>56</sup>).

Se pueden distinguir algunas pocas células que se diferencian de las



demás a causa de su mayor densidad. Esta se debería a un aumento en el número de los gránulos de RNA. Adachi (<sup>55</sup>).

Con el avance del desarrollo en los fibroblastos se distinguen tres tipos de vesículas. Unas serían las vesículas pinocitóticas, descritas por Golberg y Green (<sup>57</sup>) en rata. Estas se muestran solamente dentro de las células, y cuyo origen como sabemos es una invaginación de la membrana plasmática de la cual luego se separa. El segundo tipo es la llamada secretoria, derivada del aparato de Golgi, es más pequeña que la anterior y puede encontrarse a ambos lados de la membrana celular. El tercer tipo es la llamada vesícula cisternal, probablemente deriva de la superficie rugosa del RE. Griffin y Harris (<sup>56</sup>).

c) **Zona periférica.** Esta contacta con el epitelio interno del órgano del esmalte, constituye la parte del epitelio dental que ofrece modificaciones directamente vinculadas al proceso de la dentinogénesis. De ahí, que resulte particularmente interesante conocer los fenómenos de diferenciación que asientan en dicha zona.

Por dentro del órgano del esmalte, se disponen en una hilera irregular, elementos celulares de tipo embrionario. Al principio, no se diferencian de los demás, al microscopio óptico, mas que por la situación que ocupan al extenderse en la periferia de la papila. Son elementos redondeados, que forman al comienzo una hilera tan apretada, que obliga a muchos de ellos a colocarse en distintos planos, dejando la sensación, de que se trata en realidad de varias hileras.

Estas células que no presentan todavía ningún carácter particular, pueden ser diagnosticadas como odontoblastos únicamente por su topografía. Fig. 5.

En el citoplasma se reconocen muchas mitocondrias, elementos del RE. y pequeñas áreas de Golgi. Nylen y Scoot (<sup>58</sup>).

Poco a poco, las células adyacentes al epitelio modifican su forma y tamaño hasta alcanzar una disposición semejante a la de un epitelio cilíndrico simple.

El tamaño de los cuerpos celulares aumenta discretamente. Eventualmente, éstos alcanzan una longitud de 50 micras, sin contar con los procesos citoplásmicos que se extienden hacia el límite con el epitelio. Takuma (<sup>52</sup>).

Este límite está representado por una membrana de naturaleza conjuntiva que se engruesa para constituir la membrana preformativa de Huxley, que luego estudiaremos.

Las células presentan un aparato de Golgi más desarrollado. El RE y las mitocondrias parecen haber aumentado en cantidad. Los ribosomas libres que eran monoribosomales, ahora aparecen en forma poliribosomales y pocos de ellos están unidos a la membrana nuclear externa.

En el citoplasma hay cuerpos multivesiculares, cuerpos citoplásmicos no identificados conteniendo una sustancia filamentosa. Takuma y Nagai (<sup>53</sup>).



El aumento cuantitativo de volumen de los organoides, como consecuencia de la diferenciación de las células de la papila dental en odontoblastos fue demostrada en material humano por Frank y Nalbodian <sup>(59)</sup>.

Las células de este pseudoepitelio pueden considerarse como preodontoblastos. Su diferenciación da como resultado, la aparición de los odontoblastos, los que como los ameloblastos, avanzan desde las cúspides hacia el borde genético. Uno de los hechos prominentes de la organización citoplásmica es el desarrollo del RE vesicular. El RE canalicular no es tan frecuente como en las primeras etapas.

Los límites celulares son generalmente muy complicados, a veces con pliegues tortuosos de la membrana plasmática. La polaridad del núcleo en esta etapa parece ser inestable, y en algunos, éste se encuentra a distal de la célula.

Concomitantemente con la elongación de los cuerpos celulares comienza a observarse un área citoplasmática clara, en el extremo distal de la célula. Los principales componentes de esta área serían sustancias granulares o fibrilares de poca densidad. Takuma <sup>(52)</sup>.

Mediciones realizadas en folículos de molar inferior de gato, han mostrado que dichas células en cabezas de cinco a diez horas de vida extrauterina miden: 36,7 micras, de dos días: 37, de cuatro: 38, y de diez: 40,2 micras. Marques Luoro <sup>(29)</sup>.

✚ Pero a medida que el extremo periférico del preodontoblasto se sigue adelgazando, se alarga y constituye el origen de la fibra de Tomes. De ella surgen prolongaciones protoplásmicas laterales que se anastomosan con las fibras de Tomes vecinas.

X Podemos decir, que a partir de este momento estamos en presencia del odontoblasto adulto, cuyos caracteres histomorfológicos no entraremos a detallar, pues nos apartaríamos de nuestro tema.

Funcionalmente el odontoblasto se encuentra estrechamente vinculado a los procesos de dentinogénesis.

Mientras que en la mayoría de las especies el tejido dentinario se encuentra protegido por el esmalte, en algunos, tal como sucede en los tiburones, la ausencia del esmalte hace que el tejido más externo, sea un tipo de dentina modificada. Grady <sup>(60)</sup>.

Debemos agregar que entre los espacios entre los odontoblastos, ya tempranamente existen elementos fibrilares que reciben el nombre de fibras de von Korff. Hacia la periferia se abren en abanico entrando en la dentina, mientras que su extremo central se continúa con la trama de la papila. Figs. 15 y 18.

Su color es negro al ser tratado por el método de la doble impregnación de Del Río Hortega. Fig. 18 y en azul por el método de Lammata. Fig. 19.

Pero sea cual sea el método utilizado, su observación al microscopio óptico, las presenta con las mismas características morfológicas. Aún sin tener en cuenta la diferente apetencia tintorial con las colágenas, se hacen evidentes por su típica disposición en tirabuzón y su ubicación entre

los odontoblastos. Algunos consideran que las fibras de von Korff están asociadas a la formación de la dentina del manto pero no a la circumpulpar.

También se ha admitido que no habría diferencia significativa entre ellas y las fibras colágenas. Las de von Korff estarían ligadas a un conjunto de carbohidratos asociados, que se encontrarían en muy poca proporción en las colágenas. Gless et al (<sup>61</sup>).

Estos autores atribuyen a las fibras de von Korff una naturaleza no fibrosa y creen que ellas serían la impregnación argéntica del material extracelular constituido principalmente por sustancia fundamental.

Algunos observan al microscopio electrónico tres variedades de fibras al estado de campana: a) fibrillas aperiódicas, asociadas con la lámina basales de la futura unión amelo-dentinaria; b) elementos colágenos, localizados en el espacio intercelular de los preodontoblastos y fibroblastos; c) fibras oxytalan que se encuentran en la sustancia de la papila asociada similarmente con los fibroblastos. Las fibrillas aperiódicas, tienen alrededor de 150 Å de espesor y 6.500 Å de longitud. Los elementos colágenos presentan la típica característica de organización y periodicidad. Las fibras oxytalan están compuestas de fibrillas de 150 Å de diámetro aproximadamente. Provenza et al (<sup>63</sup>).

Corrientemente el término fibra y fibrilla es empleado indistintamente, por los diferentes autores. No ha mucho se ha adoptado una terminología a este fin.

Se da el nombre de fibrilla a los elementos colágenos con bandas características, cuyo diámetro es más pequeño de 1.500 Å, observadas solamente al microscopio electrónico. Estas fibrillas pueden estar unidas en haces. Si los haces de fibras colágenas son de un diámetro mayor de 0,2 micras y es factible de ser observados al microscopio óptico, son llamadas entonces fibras colágenas. Melcher y Eastoe (<sup>64</sup>).

Para terminar con lo vinculado a fibras diremos que el mejor estudio de las mismas puede llevarse a cabo durante la formación de los tejidos duros.

Nuestros preparados permiten ver su clara disposición tanto en la zona central como en la periférica, Fig. 17, además de su estrecha vinculación con el saco dentario en la base de la papila. Fig. 18.

Obsérvese el semicírculo determinado por las fibras, encerrando el ansa cervical y continuándose en el saco.

Desde el punto de vista **histoquímico**, varios son los trabajos publicados sobre el desarrollo de la papila dentaria. Algunos autores sustentan la presencia de glucógeno en la pulpa dental mientras otros la niegan.

Encuentran pequeñas gotas en la papila y no distinguen glucógeno en los odontoblastos. Ten Cate (<sup>10</sup>), y James (<sup>65</sup>), citado por este autor, lo atribuyen a una causa funcional. Como la papila está muy vascularizada recibe ésteres de hexosa fosfato en cantidad suficiente y no requiere acumular glucógeno.

En incisivos de ratas abino swiss se ha observado que el glucógeno



está en el citoplasma de las células indiferenciadas de la papila. Pero en odontoblastos y fibroblastos diferenciados se encuentra poco o nada de glucógeno. Esto sugiere que el glucógeno provee la energía necesaria para la diferenciación. Garant <sup>(66)</sup>.

Se encuentra metacromacia en la sustancia fundamental de la papila. Belander y Pescry <sup>(67)</sup>; en células y fibras, Belander y Johnson <sup>(68)</sup>, indicando de esta manera la presencia de mucopolisacáridos. Estos mucopolisacáridos se desarrollan en la papila dental, en respuesta a la invaginación de la lámina dental. Son utilizados por los odontoblastos y van desapareciendo progresivamente durante el desarrollo del diente. Fuller y Alpher <sup>(18)</sup>.

Ciertas hidrolasas peptídicas fumarasa y dehidrogenasa se han comparado usando pulpa dental bovina en diferentes estadios de desarrollo. Indicando que la maduración de los fibroblastos, involucra aparentemente un cambio en algunos niveles enzimáticos excepto LDH y peptidasas. Schabe <sup>(69)</sup>.

La actividad de la fosfatasa alcalina en material humano aparece por primera vez, en la condensación mesenquimática de la papila dental a lo largo del curso del desarrollo de los vasos sanguíneos y permanece prominente en este sitio a través de estadios posteriores del desarrollo.

El tejido pulpar en general presenta pequeñas cantidades de actividad fosfatásica, mientras que la capa subodontoblástica, muestra aumento en cantidad a medida que progresa la diferenciación celular. Ten Cate <sup>(12)</sup>.

Dicho autor en un trabajo posterior, sostiene que a medida que se diferencian los odontoblastos aumentan la actividad en fosfatas alcalina. Ten Cate <sup>(70)</sup>.

En macaca mulata se ha encontrado tanto fosfatasa alcalina como ácida en sus odontoblastos. Narbaitz <sup>(35)</sup>.

En ratón se ha visto que la fosfatasa ácida se encuentra en odontoblastos funcionales, pero las alcalinas se manifiestan tanto en odontoblastos prefuncionales como activos. Leonard y Provenza <sup>(71)</sup>.

Otros estudios realizados en rata, muestran que las células pulpares de forma triangular subperiféricas y periféricas tienen actividad en fosfatasa alcalina. Estas células pueden contribuir a la formación de fibras de la dentina y jugar un rol en el sistema conductor desde la dentina a la pulpa. Kiguel <sup>(72)</sup>.

La posible función de la fosfatasa alcalina es discutida.

Unos sostienen que su actividad enzimática está asociada con la mineralización. Ten Cate <sup>(12)</sup>, Kiguel <sup>(72)</sup>. También se acepta en vinculación con la producción de la matriz orgánica. Ten Cate <sup>(70)</sup>.

Además se ve que la actividad de la fosfatasa alcalina en el microscopio óptico parece estar asociada con las fibras de von Korff. El microscopio electrónico no solo reveló la asociación con elementos fibrilares sino también con la sustancia fundamental amorfa.

La actividad de los odontoblastos y células pulpares subodontoblás-

ticas está sobre todo asociada a las membranas celulares. Algunos gránulos celulares periféricos presentan una ligera actividad. La enzima diseminada de manera difusa en la capa subodontoblástica, en el microscopio óptico, aparece asociada con el material intercelular amorfo así como la membrana citoplasmática al microscopio electrónico. Yoshiki y Karahashi (<sup>73</sup>).

Los lípidos están ampliamente distribuidos en fetos a término de mono. Narbaitz (<sup>35</sup>).

Anteriormente en dientes adultos humanos, se había observado en el citoplasma del odontoblasto y aún en la fibrilla de Tomes, granulaciones de lípidos. Su composición no había sido aún determinada, pudiéndose sólo establecer que estaban formadas por sustancias complejas conteniendo preponderantemente pequeños agregados de mucopolisacáridos. Stewart et al (<sup>74</sup>).

Estudios realizados en gatos recién nacidos con prolina, microscopia electrónica y autorradiografía parecen demostrar que la neoformación de proteínas se lleva a cabo más rápidamente en el retículo endoplásmico que en el aparato de Golgi. Frank (<sup>75</sup>).

d) **Membrana basal.** La papila se halla separada del epitelio interno por una membrana bien nítida, que fue motivo de diversas interpretaciones y por su comportamiento al iniciarse la calcificación en el germen dentario, Huxley la denominó membrana preformativa.

Según este autor, la membrana permanece durante todo el tiempo que dura el proceso de la formación del esmalte y se interpone siempre entre la capa de tejido adamantino.

No es más que una membrana de naturaleza conjuntiva, que tiene gran importancia en la formación de la zona más periférica de la dentina, constituyendo la trama fibrilar de su sustancia fundamental.

Ya en la etapa previa de la diferenciación odontoblástica se observa una membrana continua, que constituye la futura unión amelodentinaria.

Ella se encuentra separada del epitelio interno del órgano del esmalte por un espacio de cerca de 300 Å de espesor.

La membrana es casi paralela a los extremos de las células epiteliales y está separada de las membranas celulares por un espacio aproximadamente de 500 Å. Nylen y Scott (<sup>58</sup>).

Al avanzar el desarrollo, se han descrito finas fibrillas que aumentan en número y se encuentran unidas perpendicularmente a la membrana. Noble et al (<sup>76</sup>), y de acuerdo a Pannese (<sup>54</sup>), como pequeños botones separados en intervalos.

Las fibrillas son de 100 Å más o menos de ancho y no se le han descrito signos definidos de estructura periódica. En cuanto al significado de éstas fibrillas algunos piensan que representan el inicio de la matriz predentinaria más precoz. Noble et al (<sup>76</sup>).

Otros creen que son componentes de la membrana. Quigley (<sup>77</sup>).

Se sostiene que la membrana permanece aún después de haberse



formado la primera matriz de dentina. De ahí que no se considere posible el contacto directo entre odontoblastos y epitelio interno. Nylen y Scott (<sup>58</sup>).

Sin embargo Pannese (<sup>54</sup>), sostiene que la membrana desaparece en las primeras etapas y se establece la interconexión entre odonto y ameloblastos a través de desmosomas.

Aunque no se puede establecer nada definitivo en cuanto al significado de la capa fibrilar en esta etapa, se podría resumir que están relacionados de alguna manera con la matriz de la dentina.

Aproximadamente en la época que tiene lugar el aumento cuantitativo de los organoides básicos, las fibrillas unidas a la membrana comienzan a aumentar en longitud y finalmente pueden alcanzar 500 Å o más. Se crea así una capa fibrilar relativamente densa. En gérmenes dentarios humanos la membrana presenta un espesor de 250 Å compuesta de una sustancia fibrilar extremadamente delgada. Aparece paralelo al contorno distal del epitelio manteniendo un intervalo de 200 a 300 Å entre ambos.

Las fibrillas unidas en forma perpendicular a la membrana se observan en el desarrollo previo a la diferenciación odontoblástica. A diferencia de las fibrillas colágenas ordinarias, ellas son extremadamente delgadas, no poseen estriaciones y muestran poca afinidad por el ácido fosfotúngstico. Takuma (<sup>52</sup>).

Desde el punto de vista histoquímico, presenta un contenido glucoproteico. Engel (<sup>78</sup>), Fulmer y Alpher (<sup>18</sup>) y su metacromacia con azul de toluidina es estudiada por Wisloki et al (<sup>9</sup>).

Se considera ligeramente PAS positiva al principio, pero aumenta en espesor y crece en reactividad inmediatamente que comienza la formación de predentina. Mattiensen (<sup>20</sup>).

#### C) Saco dentario.

Al mismo tiempo que el mesénquima se condensa en la base del órgano del esmalte, lo hace también alrededor del mismo, envolviéndolo todo, salvo en la porción del pedículo.

Mientras se cumplen los fenómenos señalados para el órgano del esmalte y papila dentaria, en la condensación periférica se producen modificaciones importantes. La parte más superficial toma el carácter de tejido conjuntivo con abundantes fibras colágenas. Estas se disponen casi paralelamente a la superficie, con células embrionarias entrecruzadas constituyendo una zona delgada pero resistente.

La zona interna que por un lado se continúa con la papila y en el resto se halla en contacto con el epitelio externo está constituida por tejido conjuntivo laxo ricamente vascular.

Ambas capas constituyen el saco dentario, llamado así por Kolliker por envolver a las otras dos estructuras del folículo a modo de un verdadero saco. Fig. 1.

Posteriormente dará origen a los tejidos del paradencio de inserción, cemento y periodonto.

La capa externa será quien originará la compacta periodóntica, pero sólo parte de la misma, tal como lo demuestra Hoffman (<sup>79</sup>), al realizar trasplantes de folículos y comprobar que la cara dentaria de dicho hueso es obra exclusiva de aquel.

El primer esbozo de saco dentario es muy precoz, apareciendo como una condensación celular que envuelve al folículo.

Si bien se considera que la primera manifestación de saco dentario se observa al estadio de casquete, al microscopio electrónico, se puede ver, en etapas previas, determinada orientación del tejido conjuntivo. Provenza y Sisco (<sup>2</sup>), describen en el más temprano esbozo dentario, una disposición citomorfológica alrededor de éste. Establecen que hacia distal las fibrillas colágenas son numerosas y cercanas a la membrana basal y los fibroblastos están orientados paralelos a ella. En la zona proximal se aprecian netas diferencias con la distal, pues los elementos colágenos están relativamente esparcidos.

Al principio el órgano del esmalte se halla pediculizado, continuándose con el listón dentario y la lámina lateral. Por lo tanto el saco, no es todavía completo, interrumpiéndose a la altura de dichas estructuras epiteliales, pero encerrando al órgano del esmalte y papila en el resto. Fig. 5.

Luego incide sobre las formaciones epiteliales, provocando su estrangulamiento.

El saco dentario consta de células, elementos fibrilares y vasos, y cuando se completa el desarrollo se reconocen dos capas, vista ya por Tomes (<sup>80</sup>).

Observando preparados histológicos, aún con técnicas comunes, se aprecia perfectamente, una externa fibrosa y otra interna vascular. En un principio son poco definidas, Figs. 3, 5 y 6, pero paulatinamente aumenta la proporción de fibras colágenas en la capa externa y vasos en la interna, delimitándose una de la otra.

En la capa externa o fibrosa, la orientación de las fibras es irregular pero siempre paralela a la superficie. Estos hechos se manifiestan más claramente con técnicas específicas. Figs. 15 y 19.

La capa interna o vascular es delgada y laxa.

A veces los vasos se encuentran en tal cantidad que se observan uno junto al otro. Tal es el caso de folículos de gato recién nacido, Fig. 20, en el cual junto al epitelio externo se ve una sucesión ininterrumpida de esferita, expresión del corte transversal de capilares.

Contra la papila, el saco se continúa con el tejido de la misma, presentando caracteres histológicos, semejantes a ella, tal como dijimos.

Los hechos mencionados pueden ser observados en nuestras preparaciones. La fig. 17 y 18 nos permiten ver la orientación fibrilar con una técnica realizada para ese fin. Las fibras periféricas de la papila se curvan y se aplican en este caso directamente contra la dentina formada.



A medida que la capa externa se hace más fibrosa, la interna se adelgaza cuyos vasos se aproximan cada vez más al epitelio externo. A estos podemos verlos prácticamente aplicados al órgano del esmalte como en la figura 20. Sin embargo cuando hay una capa considerable de dentina y esmalte formados, puede verse que abordan al órgano del esmalte, desde zonas más distantes. Fig. 11.

La diferenciación de las fibras colágenas del saco, se destacan antes que en el mesénquima ambiente.

En un embrión humano de dos meses, ya se observa el comienzo de la diferenciación fibrilar y a los tres meses las fibras son claramente visibles.

En un trabajo anterior, Fuentes (<sup>81</sup>), señalábamos que las fibras periodontales sufren cuatro orientaciones distintas a través de toda la vida del diente. Al comienzo, como vimos, son paralelas al órgano dentario en desarrollo, luego oblicuas de diente a hueso y de apical a oclusal. Posteriormente se presentan mas o menos perpendiculares al órgano dentario. Y por último cuando ocluyen el diente, es que las fibras se sistematizan.

El saco dentario ha sido estudiado en distintos animales: gato, rata, etc. Kobayashi (<sup>82</sup>) toma para su estudio la región del primer molar de la rata, comenzando a los 17 días. Al estadio de brote, reconoce por impregnación argéntica, finas fibrillas argirófilas dispuestas en forma estratificada rodeando al germen dentario.

Estas fibrillas son débilmente coloreadas por la técnica de Mallory. Al iniciarse la etapa de casquete se observan fibras precolágenas en forma de red circular rodeando al germen. Las células se disponen en dos capas, una interna adyacente al órgano del esmalte y papila dentaria con pocas células, y la externa con células esparcidas con abundante sustancia intercelular. En esta etapa, las fibras son mas numerosas y pueden reconocerse tres capas: Una interna delgada constituida por fibras precolágenas, finas y entrecruzándose entre ellas. La media o capa celular, con pocas fibras precolágenas. La externa con fibras precolágenas que crecen posteriormente mas y envuelven al germen dentario, formando un folículo denso y grueso. Cuando nos encontramos en el comienzo de la etapa de campana (20 días), la parte de saco que se encuentra entre la cresta alveolar y germen, se estrecha, por lo que las capas no se distinguen con facilidad. Las células de la capa media se tienden a dispersar tanto en la capa interna como en la externa. Las fibras precolágenas de la capa externa se hacen mas gruesas encontrándose numerosos elementos celulares entre ellas. Simultáneamente las fibras mas periféricas de la capa externa también disminuyen en su disposición circular en la proximidad del ecuador del germen dentario, penetrando en el tejido mesénquimático que lo rodea.

Nuestros preparados de embriones humanos, cuyos folículos están al estadio de campana, muestran fibras argirófilas. Fig. 19. Lo mismo se ve en el perro, cuando ha comenzado la formación de tejidos duros. Figs. 10 y 18.

Al microscopio electrónico han sido estudiados tanto los elementos

celulares como los fibrilares. Así en ratón de uno a doce días, se ven las células de la capa interna semejantes a fibroblastos indiferenciados.

Desde el punto de vista histoquímico, tenemos que la formación de las fibras, involucra la síntesis de aminoácidos. Algunos tipos de molécula colágena, se cree que se forman intracelularmente, indicando la asociación cercana y probable importancia de las membranas celulares de los fibroblastos en el desarrollo de las fibras colágenas intracelulares así como extracelulares. Luego de la formación intracelular preliminar, el precursor colágeno es secretado en un lugar donde va a sufrir maduración extracelular. Resultando de ello, una fibrilla de 640 Å observada al microscopio electrónico, con un ángulo de difracción característico y cualidades de coloración, primero de reticulina y después de colágeno. Fullmer (<sup>84</sup>).

En el curso de la embriogénesis se ha observado abundante producción de mucopolisacáridos. Wislocki et al (<sup>9</sup>), Bevelander y Johnson (<sup>68</sup>). La hidroxiprolina, hexosamina crecen en los tejidos conectivos a medida que la maduración progresa. Dunphy y Udupa (<sup>85</sup>).

Pero su función precisa en el desarrollo no ha sido descrita.

El periodonto naciente se le considera PAS positivo y metacromático. Kerebel (<sup>86</sup>).

Se encuentra abundante glucógeno alrededor del folículo. Ten Cate (<sup>10</sup>). Fig. 21.

## V RESUMEN

Realizamos el estudio histológico del folículo dentario.

Resumimos los principales conceptos sobre histoquímica y ultraestructura.

Investigamos en humano y distintos animales, sobre:

- a) morfología celular,
- b) disposición fibrilar, y
- c) peculiaridades vasculares.

El estudio de la vascularización e inervación será motivo de un futuro trabajo de investigación.

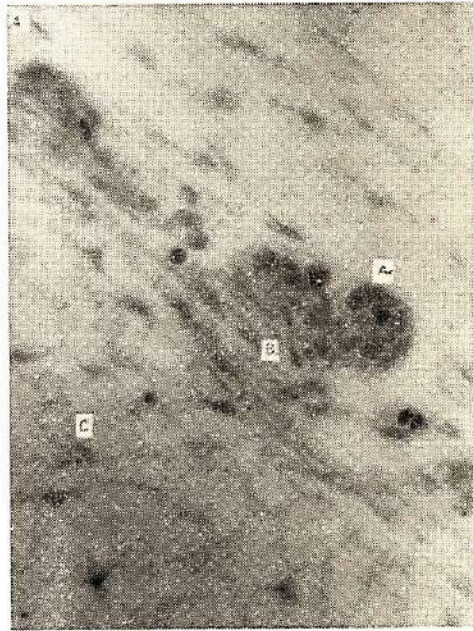
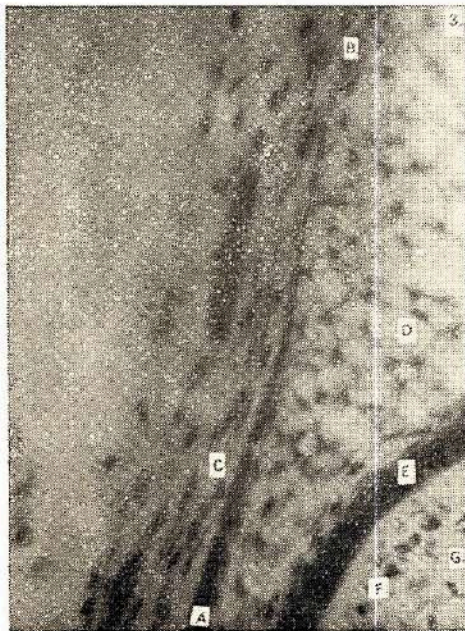
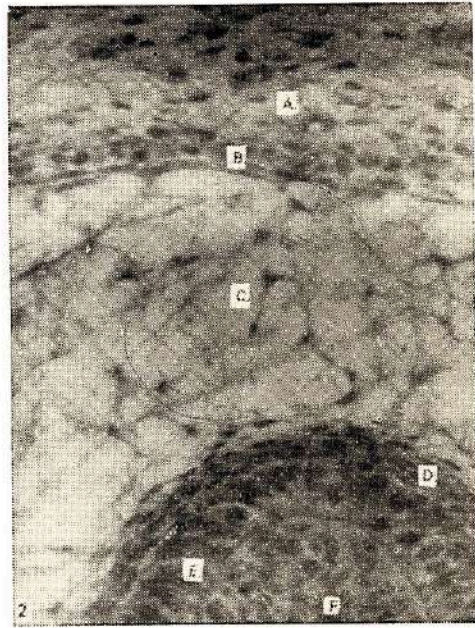
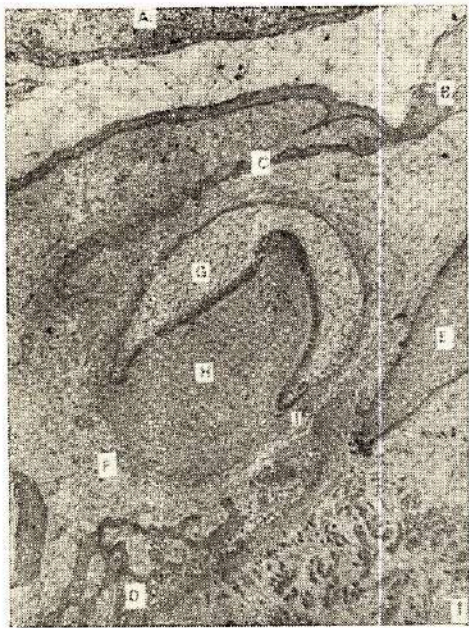
Colaboración fotográfica: Br. Pablo Rossini.

Trabajo realizado en la Cátedra de Histología General y Embriología e Histología Buco-dental.



## PLANCH A I

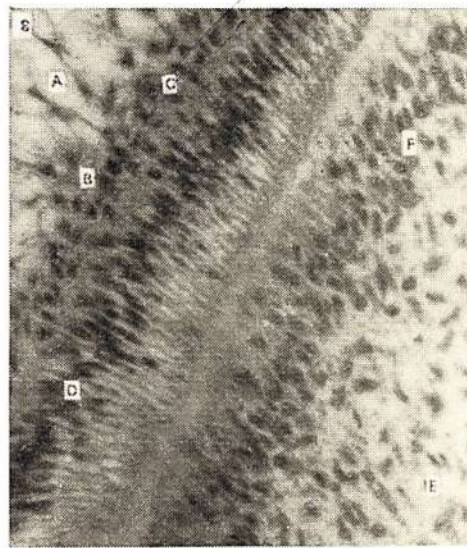
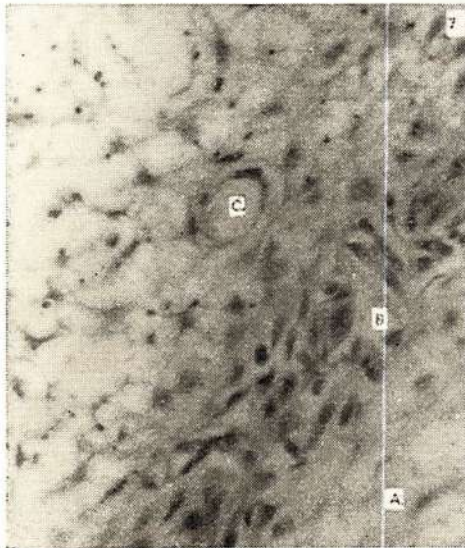
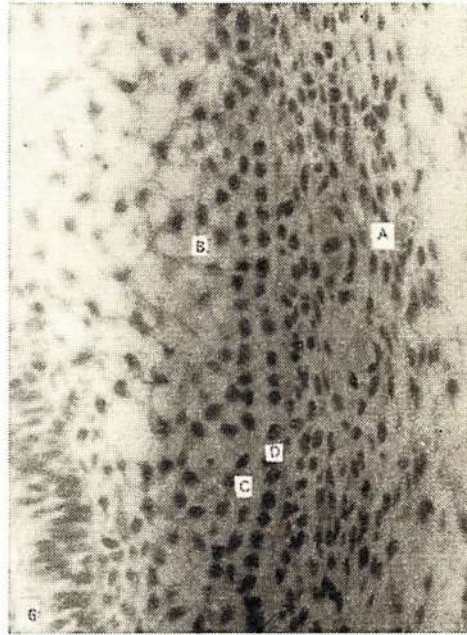
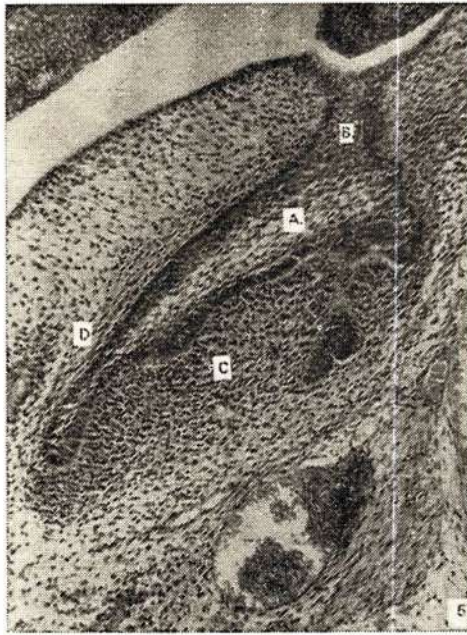
- Fig. 1. **Folículo dentario humano.** De un embrión de 13 milímetros.  
Coloración: Hematoxilina y eosina.  
A: lengua; B: rodete epitelial; C: lámina dentaria; D: canastilla ósea;  
E: muro inmergente; F: saco dentario; G: órgano del esmalte; H: pa-  
pila dentaria; I: ansa cervical.
- Fig. 2. **Folículo dentario humano.** Coloración: Hematoxilina y eosina.  
Enfoque a mayor aumento del preparado anterior, en la zona incisal.  
A: saco dentario; B: epitelio externo con células cúbicas; C: gelatina  
del esmalte, tejido desmoide; D: estratum intermedio; E: epitelio inter-  
no con células altas (cilíndricas); F: papila dentaria con células más  
o menos semejantes entre ellas.
- Fig. 3. **Folículo dentario humano.** Coloración: Hematoxilina férrica.  
A: epitelio externo vecino al asa cervical con células cúbicas; éstas se  
van aplanando gradualmente como en B; Los fibroblastos del saco C,  
son semejantes morfológicamente a las células aplanadas del epitelio  
externo. D: gelatina del esmalte; E: epitelio interno con células cúbi-  
cas; F: células de la papila donde se pueden observar, células más su-  
perficiales, odontoblastos diferenciándose; G: fibroblastos de la papila.
- Fig. 4. **Folículo dentario humano.** Coloración: hematoxilina férrica.  
Brotes del epitelio externo cercano al pedículo de Redier. Obsérvense  
las células periféricas, A, más oscuras y globulosas que las internas,  
B, cercanas a la gelatina del esmalte, C.





## PLANCHA II

- Fig. 5. **Folículo de rata.** Coloración: hematoxilina y eosina.  
A: gelatina del esmalte cuyas células van evolucionando desde la lámina dentaria, B. En la papila dentaria C, todos los elementos celulares son iguales morfológicamente. Las células de la papila desbordan, constituyendo periféricamente el saco dentario D, en el cual no se distinguen capas y se interrumpe a nivel del lisón dentario.
- Fig. 6. **Folículo de embrión humano.** Coloración: Hematoxilina y eosina.  
A: saco dentario; B: retículo estrellado con sus núcleos poco cromáticos. En la periferia, células cúbicas C, paralelas y similares al epitelio externo D.
- Fig. 7. **Folículo de perro.** Coloración: Hematoxilina y eosina.  
A: saco dentario con vasos, B, de la capa vascular, que se introducen con las invaginaciones del tejido conjuntivo. En C, un vaso en plena gelatina del esmalte.
- Fig. 8. **Folículo de perro.** Coloración: Hematoxilina y eosina.  
A: gelatina del esmalte; B: estratum intermedio, con sus células basales cúbicas C. En D, ameloblastos cilíndricos, con sus núcleos vecinos al estratum intermedio. En la papila dentaria, se distingue la zona central E, y la periférica, F. En la pared inferior de la lámina, los odontoblastos van tomando su morfología definitiva.





### PLANCHA III

Fig. 9. **Folículo multicuspídeo de perro.** Coloración: Tricrómico de Cajal Gallejo.

A: saco dentario. En B, epitelio externo irregular. La gelatina del esmalte C, se encuentra muy disminuída donde existe un mayor espesor de tejidos calcificados. El estratum intermedio, D, se ve constituido por tres o cuatro hileras de células aplanadas. Los ameloblastos, E, perfectamente cilíndricos junto al esmalte F, por encima de la dentina G.

Fig. 10. **Folículo de perro.** Método de coloración: Lamata.

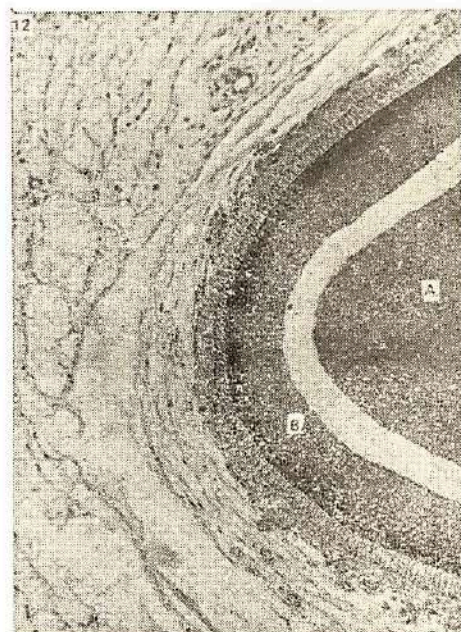
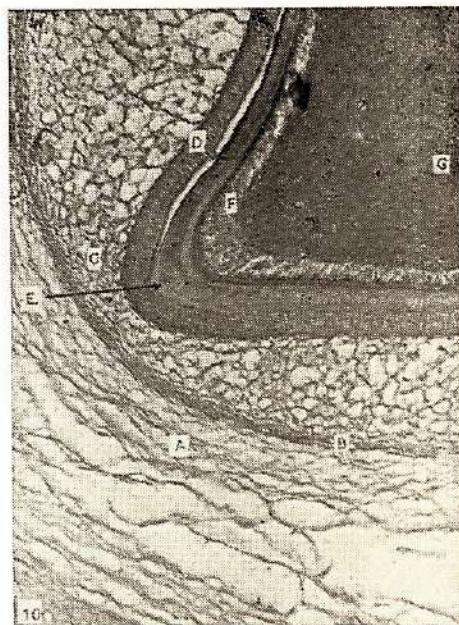
A: saco dentario; B: epitelio externo; C: gelatina del esmalte, cuyo espesor va disminuyendo a la altura de las cúspides. Los ameloblastos, D, ya han comenzado a formar esmalte, E y en la papila se distinguen con nitidez, la zona periférica más clara, con sus elementos fibrilares F y la zona central, E.

Fig. 11. **Folículo de perro.** Coloración: Método de Mallory.

A: saco dentario; B: vasos que lo atraviesan para ponerse en contacto con el epitelio externo; C: gelatina del esmalte, la cual ya ha desaparecido a la altura de la cúspide; D: ameloblastos que han formado esmalte, E. En la dentina, F, puede verse su estructura.

Fig. 12. **Folículo de perro.** Coloración: Hematoxilina y eosina.

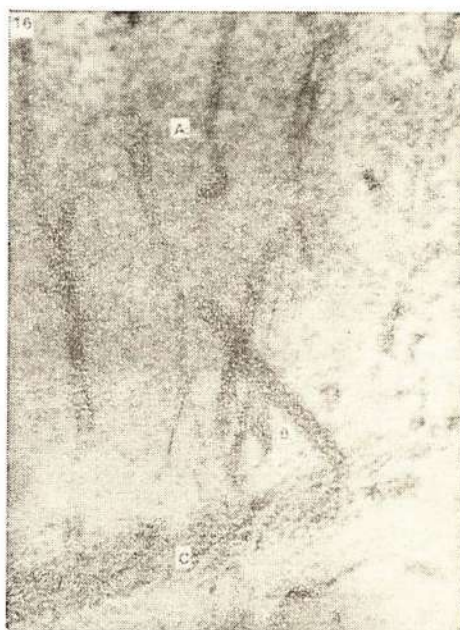
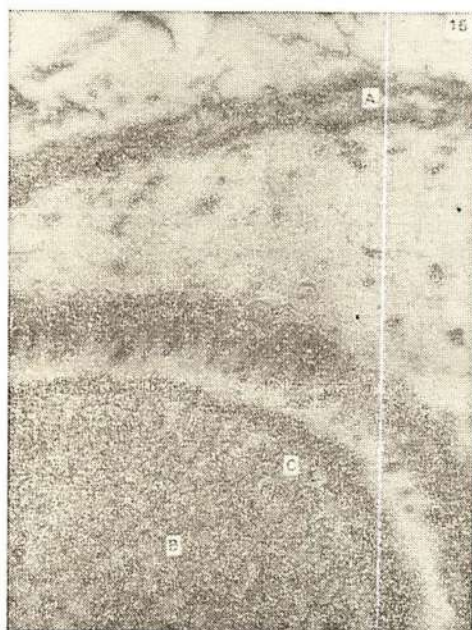
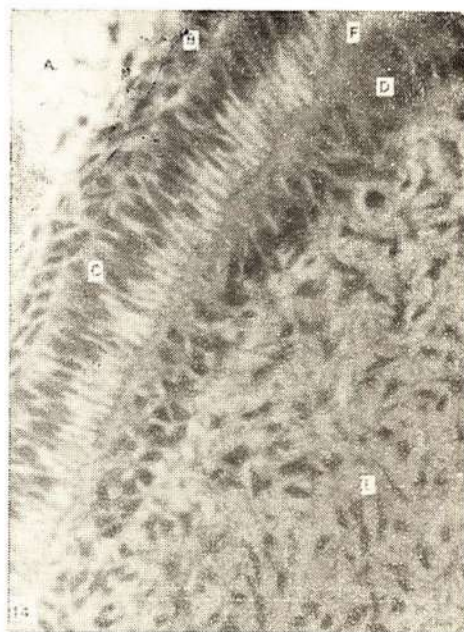
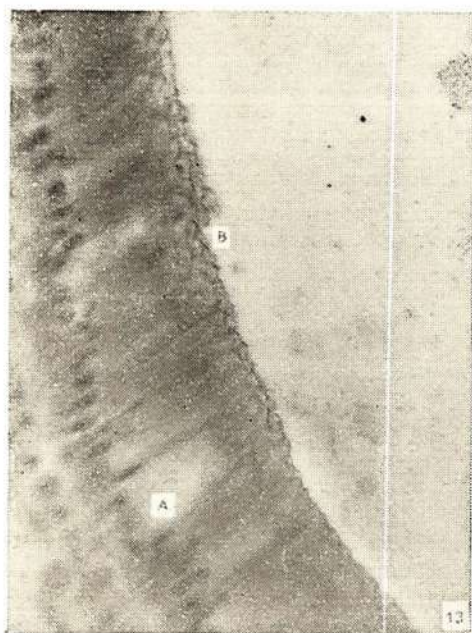
Existe una gruesa capa de dentina, A, y de esmalte, B. El órgano del esmalte está muy reducido, ya que ha desaparecido la gelatina del esmalte.





## PLANCHA IV

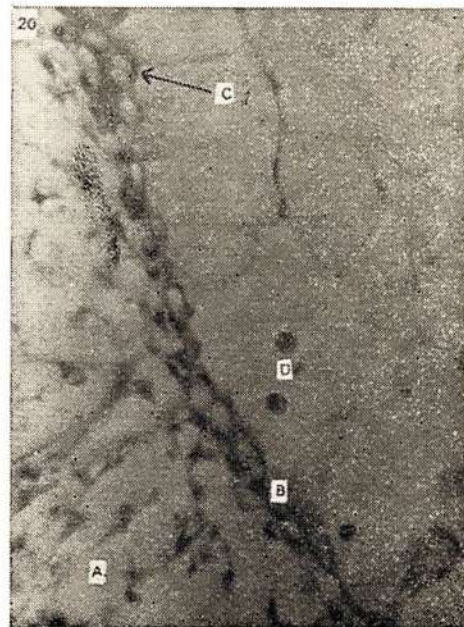
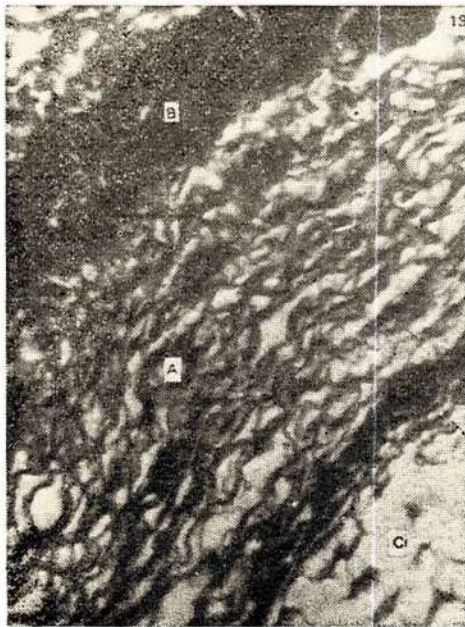
- Fig. 13. **Folículo de perro.** Coloración: Cajal-Estable.  
Hileria de ameloblastos A, con sus núcleos y sus bandas de cierre, B.
- Fig. 14. **Folículo de perro.** Coloración: Hematoxilina y eosina.  
A: gelatina del esmalte. B: estratum intermedio. C: ameloblastos evolucionando desde cervical a incisal. Obsérvese la posición de sus núcleos. En la papila dentaria se distinguen dos zonas: D, periférica con odontoblastos diferenciados y E, central con sus típicos fibroblastos. Los odontoblastos redondeados o estrellados en la zona inferior de la figura y cilíndricos arriba, donde ha comenzado a formarse dentina, F.
- Fig. 15. **Folículo de perro.** Colaboración: Método de Windle.  
Fibras en el saco dentario, A y de la papila B. En C, fibras de von Korff en tirabuzón.
- Fig. 16. **Folículo de gato.** Coloración: doble impregnación de Del Río Hortega.  
Papila dentaria con gran número de vasos A, y con sus fibras reticulares B. En C, fibras del saco dentario.





## PLANCHA V

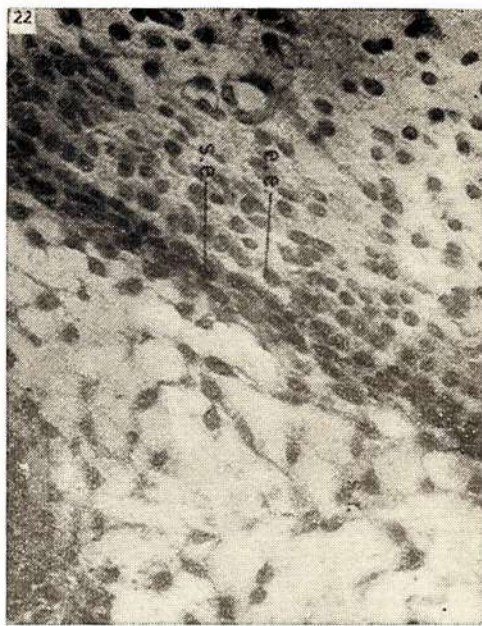
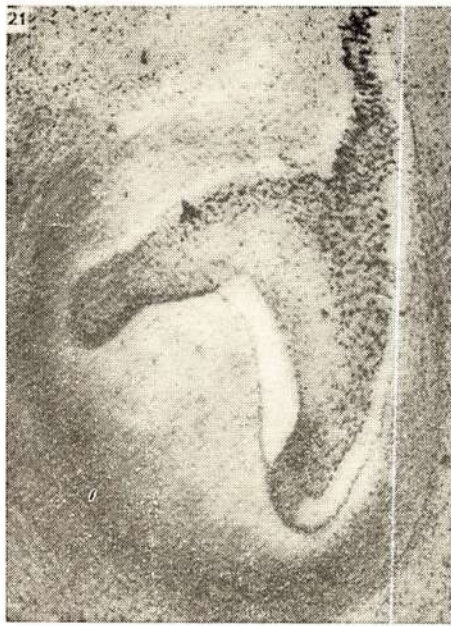
- Fig. 17. **Folículo dentario de perro.** Coloración: Del Río Hortega. Distribución fibrilar en todo el folículo dentario cuando ya ha comenzado la formación de tejidos duros. Obsérvese la franja oscura A de las fibras de von Korff, junto a la dentina B. En C, zona del ansa cervical, cuyas fibras se continúan en el saco dentario D. En E, tejido óseo.
- Fig. 18. **Folículo dentario de perro.** Coloración: Del Río Hortega. Mayor aumento de un sector de la figura anterior, mostrando la trama fibrilar central F periférica.  
G: fibras de von Korff, pasando de papila a dentina. Nótese también el pasaje de las fibras de la papila al saco, las cuales son acompañadas por un vaso H.
- Fig. 19. **Folículo dentario humano.** Coloración: técnica de Lamata.  
A: fibras del saco dentario, comprendidas entre la lámina dentaria B, y el órgano del esmalte, C.
- Fig. 20. **Folículo de gato.** Coloración: Hematoxilina y eosina.  
A: gelatina del esmalte; B: capa vascular del saco, la que está constituida por una sucesión de vasos muy vecinos los unos a los otros.  
C: endotelio capilar; D: glóbulos rojos desplazados.





## PLANCHA VI

- Fig. 21. **Germen dentario al estadio de casquete.** Coloración: PAS.  
El material punteado es glucógeno.  
Tomado de Ten Cate (10).
- Fig. 22. **Germen dentario al estadio de casquete,** mostrando la fosfatasa alcalina en el órgano del esmalte. Coloración: Gomori.  
ec: epitelio externo; se: estratum sub-epitelial externo; sr: retículo estrellado; io: epitelio interno.  
Tomado de Ten Cate (12).
- Fig. 23. **Germen de primer molar de ratón.** Coloración: impregnación de plata. (Electrónica).  
df: saco dentario; ede: epitelio externo; sr: retículo estrellado.  
Partículas de plata separadas entre los fibroblastos del saco y en una densa banda adyacente al epitelio externo.  
Tomado de Ten Cate et al. (62).
- Fig. 24. **Extremo de la lámina dentaria.** Microscopía electrónica.  
LB: borde inferior del extremo de la lámina. En los componentes de la papila se incluye, un presunto odontoblasto, O; fibroblastos, Fb y vasos sanguíneos, BV. Prolongamientos de fibroblastos adyacentes están estrechamente asociados (flecha).  
En el borde inferior de las células, hay interdigitaciones (flechas cortas).  
Tomado de Provenza y Sisca (1).





## BIBLIOGRAFIA

1. **Provenza, D. V. and R. F. Sisca.** Election microscopic study of human dental primordia. Arch oral Biol., 16: 121-133; 1971.
2. **Provenza, D. V. and R. F. Sisca.** Electron microscopic studies of human dental lamina J. Dents Res., 49: 1394-1406; 1970.
3. **Fuentes, A. y S. Natanzon.** Lámina dentaria. L<sup>o</sup> Ed. Mimeograf. C.E.O. Montevideo, 1-15; 1972.
4. **Ooe, T.** Sur le contour de la partie épithéliale du germe dentaire monoradiculaire, aux stades de la cupule et la cloche. Acta Anat., 78: 9-17; 1971.
5. **Zander, H.** Continuous Cementum apposition. Paradontologie, 12: 23-24; 1958.
6. **Decker, J. D.** A light and electron microscope study of the rat molar enamel organ. Arch. Oral Biol., 8: 301-310; 1963.
7. **De Vries, J. J.** L'Histogenese de l'email. Acta Stomatologica Belgica 57: 43-59; 1960.
8. **Sundberg, C.** Das Glycogen in menschlichen Embryonen von 15, 27 40 mm. Z. Anat. Entw. esch., 73: 168-246; 1924.
9. **Wislocki, et al.** Some histochemical reactions of mucopolysacharides, glycogen, lipids and others substances in teeth. Ana. Rec., 101: 487-514; 1948.
10. **Ten Cate, A. R.** The distribution of glycogen in human developing tooth Arch Oral Biol., 7: 1-6; 1962.
11. **Suga Syoichi.** Some histochemical observations in amelogenesis. Japanese American Goodrich Dental Meeting, 27:28; 1957.
12. **Ten Cate, A. R.** The distribution of glycogen in human tooth germ Arch oral Biol., 7: 195-205; 1965.
13. **Robinson, R.** The possible significance of hexosephosphoric esters in ossification Biochem., 17: 286-293; 1923.
14. **De Fazio, E.** L'attività fosforica nella odontogenesi umana. Riv. ital. Stomat., 9: 644-658; 1954.
15. **Elwood, W. y M. Bernstein.** The ultrastructure of the Enamel Organ Related to Enamel Formation. A. J. Anat., 122: 73-93; 1968.
16. **Ikuo, E.** Microscopic study of human enamel organ. Shikwa Gaku 7: 72-112; 1970.
17. **Lefkowitz, W. et al.** Odontogenesis of the molar rat. J. Dent. Res., 32: 749-772; 1953.

18. Fullmer, H. and N. Alpher. Histochemical Polysaccharide Reactions in Human Developing Teeth. Laboratory Investigation, 7: 163-170; 1958.
19. Mori, M. et al. Polysaccharide Detection following Decalcification: Polysaccharide Histochemistry Following the Treatment with Alcohol Containing Decalcifying Solutions in Dental Germ and Oral Epithelia. Archivum histologicum japonicum, 24: 447-456; 1964.
20. Mattiensen, M. E. Histochemical studies of the prenatal development of human deciduous teeth. Acta Anat., 55: 201-223; 1963.
21. Ten Cate, A. The distribution of hydrolytic enzymes and lipids in the enamel epithelium of man the macaque monkey. Arch. Oral Biol., 8: 755-763; 1963.
22. Orban, B. Histología y embriología bucales. Ed. La Prensa Médica Mexicana, 1ª ed. trad. española, 6ª ed. inglesa. México, 1969.
23. Ebling, H. Vascularização do órgão do esmalte no rato. R. Fac. Odont. P. Alegre, 2: 59-64; 1960.
24. Garant, P. R. and G. R. Harvard. The presence of fenestred capillaries in the papillary layer of the enamel organ. Anat Rec., 163/1: 71-79; 1969.
25. Chau Hun, H. et al. Bonnard. La vascularisation de l'organe de l'émail. L'information dentaire, Nº 33-34-35: 2851-2852; 1971.
26. Erasquin, G. Histología y embriología dentaria. Ed. Progreñtal. Buenos Aires, 1961.
27. Williams, J. L. Formation and structure of dental enamel. D. Cosmos, 23: 101-127; 1896.
28. Ronnhelm, E. An Electron Microscopic Study of the Amelogenesis in Human Teeth. J. Ultrastructure Research, 6: 299-243; 1962.
29. Marques Luoro, L. Alguns aspectos do folículo e do alveólo dentários no gato R. Fac. Odont. Porto Alegre, 4: 7-19; 1962.
30. Jessen, H. and H. Moe. The fine Structure of Macrophages in the enamel organ with special reference to the microtubular system. Z. Zellforsch., 126: 466-482; 1972.
31. Reith, E. J. The ultrastructure of ameloblasts from the growing end of rat incisors. Arch. Oral Biol., 2: 253-262; 1960.
32. Taylor, J. H. The organization and duplication of chromosomes as revealed by autoradiographic studies using tritium labelled thymidine. Proc. Mat. Acad. Sci. Wash., 43: 122-128; 1957.
33. Hunt, A. M. and K. Payter. The role of cells of the stratum intermedium in the development of guinea pig molar (A study of cells differentiation and migration using triated thymidine). Arch. Oral Biol., 8: 65-78; 1963.
34. da Silva, W. y N. Marques de Castro. Histochemical study of amelogenesis. An. Fac. Farm. Odont. Sao Paulo, 1956. Tomado de Dental Abstrac., 1958.
35. Narbaitz, R. Histochemical study of molar teeth in full-term rhesus fetuses (macaca mulatta). J. Balt. Coll. Dent. Surg, 23: 3-10; 1968.
36. Hwang, W. S. et al. Cell Proliferation Kinetics of the Internal Enamel Epithelium of Mouse Incisors. J. Dent. Res., 45: 314-358; 1966.
37. Moe, H. Morphological changes in the infranuclear portion of the enamel producing cells during their life cycle. J. Anat., 108: 43-62; 1970.



38. **Garant, P. R. and J. Nalbodian.** Observations on ultrastructure of ameloblasts with special reference to the Golgi complex and related components. *J. Ultrastruct.*, 23/5-6: 427-443; 1968.
39. **Reith, E. J.** The ultrastructure of ameloblasts from the growing end of incisors. *Arch. Oral Biol.*, 2: 253-262; 1960.
40. **Watson, M. L.** The extracellular nature of enamel in the rat. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 7: 489-492; 1960.
41. **Warshawsky, H.** The fine structure of secretory ameloblasts in rat incisors. *Anat. Rec.*, 161: 211-230; 1968.
42. **Frank, R. M. and J. Nalbodian.** Ultrastructure of amelogenesis. Structural and chemical organization of teeth. A.E.W. Miles, 399-466 Academic Press. New York and London, 1967.
43. **Matthiessen, M. E. and F. A. von Bülow.** The Ultrastructure of Human Secretory Ameloblasts. *Z. Zellforsch.*, 101: 232-240; 1969.
44. **Fullmer, H.** Histochemical Protein Reaction in Human Developing Teeth Laboratory Investigation, 7: 48-51; 1958.
45. **Frank, R. M.** Autoradiographie quantitative de l'amelogenese microscopie electronique a l'aide de la proline titriée chez le chat. *Revue française Odonto-stomatologie*, 23: 577-590; 1971.
46. **da Silva Sasso et al.** Estudo histoquímico dos "granulos de secreção dos ameloblastos. Sua relação com a matriz de pré-esmalte. *Rev. da Faculdade de Odont. Univ. de São Paulo*, 5: 1-12; 1967.
47. **Sheinmann, E. et al.** Histochemical Study of the ameloblasts and the Enamel Matrix in rat Molars. *J. Dent. Res.*, 41: 1293-1303; 1962.
48. **Matthiessen, M. E.** Enzyme histochemistry of the prenatal development of human phosphatase, acid phosphatase and unspecific AS-esterase. *Acta Anat. (Basel)*, 63: 523-544; 1966.
49. **Freden, H.** Isoenzymes of lactate dehydrogenase in the enamel organ of the rat incisor. *Arch. Oral Biol.*, 15: 11-16; 1970.
50. **Toto et al.** Similarities of keratinization and amelogenesis. *J. Dent. Res.*, 43: 602-607; 1967.
51. **Lenz, H.** Riektoren mikroskopische Untersuchungen der dentinentwicklung Dtsch Zahn Mund- u. Kieferheilk., 30: 367-281; 1959.
52. **Takuma, S.** Ultrastructure of dentinogenesis. Structural and chemical organization of teeth. A. E. Miles. Tomo 1: 325-370; Academic Press New York and London, 1967.
53. **Takuma, S. and N. Nagai.** Ultrastructure of rat odontoblasts in various stages of their development and maturation. *Arch. Oral Biol.*, 16: 993-1011, 1971.
54. **Pannese, E.** Observation on the ultrastructure of enamel organ 111 Internal and external enamel epithelia. *J. Ultrastruct. Res.*, 6: 186-204; 1962.
55. **Adachi.** Electron microscopic study of the ultrastructure of the dental papilla. *Bull. Dept. Anat. Osaka. Dent Coll.*, 22: 1-8; 1958.
56. **Griffin, C. S. and R. Harris.** Ultrastructure of collagen fibrils and fibroblasts of the developing human dental pulp. *Arch. Oral Biol.*, 11: 659-66; 1966.

57. Golberg, B. and H. Green. An analysis of collagen secretion by established mouse fibroblast lines. *J. Cell Biol.*, 22: 227-258; 1964.
58. Nylen, M. V. and D. B. Scott. Electron microscopic studies of odontogenesis. *I. Indiana State dent ass.*, 39: 46-421; 1960.
59. Frank, R. M. and J. Nalbandian. Comparative aspects of development of dental hard structures. *J. Dent Res.*, 42: 422-437; 1963.
60. Grady, J. E. Tooth development in sharks. *Arch. Oral Biol.* 15: 613-619; 1970.
61. Glegg, R. E. et al. Some carbohydrates components of reticular fibers. *Science*, 118: 614-616; 1953.
62. Ten Cate, A. R. et al. The non fibrous nature of the von Korff fibres in developing dentine. A light and electron microscope Study. *Anat. Record*, 168: 491-523; 1970.
63. Provenza, D. V. et al. Fibres in human dental papillae. A preliminary report on the fine structure. *Arch. Oral Biol.*, 12: 1533-1539; 1967.
64. Melcher, A. H. and J. E. Eastoe. The connective tissues of periodontium. In: *The Biology of the periodontium*. A. H. Melcher and W. H. Bowerr eds. Academic Press London New York, 176-343; 1969.
65. James, W. W. The blood capillary system of the odontoblast layer of the dental pulp. *J. Anat. Lond.*, 89: 547-549; 1955.
66. Garant, P. R. Glycogen Storage within undifferentiated cells of the dental papilla: electron microscope findings. *J. Dent. Res.*, 47: 699-703; 1968.
67. Bevelander, G. and J. L. Pescey. The localization of polysaccharides in developing teeth. *J. Dent. Res.*, 34: 123-131; 1955.
68. Bevelander, G. and P. L. Jonsson. The localization of polysaccharides in developing teeth. *J. Dent. Res.*, 34: 123-131; 1955.
69. Schwabe, C. Age dependent changes of certain peptide hydrolases and dehydrogenases in bovine dental pulp. *J. Dent. Res.*, 48: 991-956; 1969.
70. Ten Cate, A. R. Alkaline phosphatase activity and the formation of human circumpulpal dentine. *Arch. Oral Biol.*, 11: 267-268; 1966.
71. Leonard, E. P. and D. V. Provenza. Histochemical observations on the phosphatase activity of the developing dental primordia in the Swiss albino mouse as detected by azo dye and osmium capture methods. *Arch. Oral Biol.*, 15: 635-643; 1970.
72. Kiguel, E. A study of tooth development and the possible role of alkaline phosphatase. *Int Dent J.*, 20: 1-49; 1970.
73. Yoshiki, S. and Y. Kurahashi. A light and electron microscopic study of alkaline phosphatase activity in the early stage of dentinogenesis in the young rat. *Arch. Oral Biol.*, 16: 1143-1154; 1971.
74. Stewart, J. M. et al. Histologie and histochemical study of lipids human odontoblasts. *J. Dent. Res.*, 44: 608-613; 1965.
75. Frak, R. M. Autoradiographic quantitative de l'amelogenese en microscopie electronique a l'aide de la proline triticee chez le chat *Arch. Oral Biol.*, 15: 569-581; 1970.
76. Noble, H. W. et al. Electron microscopy of human developing dentine. *Arch Oral Biol.*, 7: 395-399; 1962.



77. **Quigley, M. B.** Electron microscopy of the amelodentinal junction during early development of the molar of hamsters. *J. Dent. Res.*, 38: 558-568; 1959.
78. **Engel, M. B.** Glycogen and carbohydrate-protein complex in developing teeth of the rat. *J. Dent. Res.*, 27: 681-692; 1948.
79. **Hoffman, R.** Formation of Periodontal Tissues around Subcutaneously Transplanted Hamster Molars. *J. Dent. Res.*, 39: 781-798; 1960.
80. **Tomes, C. S.** A Manual of Dental Anatomy. Philadelphia. 1914 Blakistons Son y Co. (Citado por Kobayashi).
81. **Fuentes, A.** Conceptos sobre paradencia de inserción. Libro sobre "Tejido Conjuntivo. (Simposio). Págs. 168-177; 1968.
82. **Kobayashi, S.** On the fibers of dental sac. *Bull. Tokio. Med. Dent. Univ.*, 6: 177-204; 1959.
83. **Freedman, E. and A. Ten Cate.** Development of the periodontium: an electron microscopic study. *J. Periodont.*, 42: 387-395; 1971.
84. **Fulmer, H. M.** The organization of the dental supporting tissues. A. E. Miles, cap. 21 tomo 11; 349-414; Academic Press New York and London; 1967.
85. **Dunphy, J. E. and K. N. Udupa.** Chemical and histochemical sequens on the normal healing of wounds. *New Eng. J. Med.*, 253: 847-851; 1955.
86. **Kerebel, B.** Introduction a l'etude de la structure du parodonte humain. *Bull. Group. Int. Rech. Sc. Stomat.*, 8: 7-25; 1965.

## TRABAJOS PUBLICADOS

- 1 — Tranquilizantes, Sedantes, Analgésicos.  
Dra. Aurea Guevara (3ª edición).
- 2 — Patología de los tumores de los maxilares.  
Dres. Costas J. B., Di Piramo Sergio, Falconi Luis (2ª edición).
- 3 — Articulación temporo-mandibular humana. (2ª edición)  
Dras. M. Caimi de Dizioli, O. González Rovira.
- 4 — Metabolismo fosfo-cálcico. (2ª edición)  
Dres. D. Sánchez Casal, E. Bentancor, Dra. S. Bebeacua.
- 5 — Papel de las escuelas de salud pública en la formación del profesional de salud frente a los cambios socio-económicos de América Latina.  
Dr. Mario Escalona Reguera.
- 6 — Syllabus de Anatomía Patológica Buco-Dental.
- 7 — Syllabus de Citología (2ª edición).
- 8 — La coagulación en la Hemostasis.  
Dr. J. J. Boccardo.
- 9 — Inflamaciones específicas. Su implicancia bucal.  
Dr. José B. Costas.
- 10 — Enfermedades de la piel con repercusión bucal.  
Dres. Eustaquio Montero y Sergio Di Piramo.
- 11 — Tumores benignos de la cavidad bucal. (Partes blandas). S. Di Piramo, L. Falconi, M. Pérez, N. Delgado.
- 12 — Seno maxilar.  
Dres. Jaime Grumberg y Miguel Banchieri.
- 13 — Patología general de los tumores.  
Dres. Sergio Di Piramo, José B. Costas.
- 14 — Patología de las glándulas salivares menores.  
Dres. Jaime Grumberg y Sergio Di Piramo.

## COMISION DE PUBLICACIONES

Sergio Di Piramo

Luis Falconi

Luis Pequera