



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

COMPLEJO DENTINO-PULPAR: CAMBIOS POR  
HIPERSENSIBILIDAD DENTAL

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ADRIANA BUENO ANDRADE

TUTOR: Esp. CAROLINA VEGA RAMÍREZ

Cd. Mx.

2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

|   | Pág. |
|---|------|
| 1. Introducción .....   | 3    |
| 2. Objetivo.....  | 3    |
| Capítulo 1. Complejo dentino-pulpar.....                              | 4    |
| Capítulo 2. Dentina.....  | 5    |
| 2.1 Generalidades   |      |
| 2.2 Composición química   |      |
| 2.3 Unidades estructurales  |      |
| 2.4 Dentinogénesis  |      |
| 2.5 Histología de la dentina  |      |
| 2.6 Clasificación histogenética de la dentina                         |      |
| 2.7 Tipos de dentina  |      |
| Capítulo 3. Pulpa.....  | 25   |
| 3.1 Generalidades   |      |
| 3.2 Zonas morfológicas de la pulpa                                    |      |
| 3.3 Células de la pulpa   |      |
| 3.3.1 Odontoblastos   |      |
| 3.3.2 Fibroblastos  |      |
| 3.3.3 Macrófagos  |      |
| 3.3.4 Células dendríticas   |      |
| 3.3.5 Células madre de la pulpa                                       |      |
| 3.3.6 Linfocitos  |      |
| 3.3.7 Células cebadas   |      |
| 3.4. Matriz extracelular  |      |
| 3.5 Fibras del tejido conjuntivo                                      |      |
| 3.6 Irrigación vascular   |      |
| 3.7 Circulación linfática   |      |
| 3.8 Inervación  |      |
| 3.9 Funciones de la pulpa   |      |
| 3.10 Cambios con la edad  |      |
| Capítulo 4. Fibras conductoras de estímulos.....                      | 61   |
| 4.1 Clasificación de fibras conductoras                               |      |
| Capítulo 5. Mecanismo hidrodinámico de sensibilidad en la dentina.... | 64   |
| 5.1 Teoría hidrodinámica  |      |
| Capítulo 6. Hipersensibilidad dental.....                             | 68   |
| 6.1 Generalidades   |      |
| 6.2 Causas de la hipersensibilidad dental                             |      |
| 6.3 Percepción del dolor y sus mecanismos                             |      |
| 6.4 Tratamiento   |      |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3. Conclusiones..... | 77 |
| 4. Referencias.....  | 78 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En el primer capítulo, se menciona porque la dentina y la pulpa son estructuras altamente correlacionadas que deben ser tratadas como un mismo elemento

En el segundo capítulo, se aborda la dentina, su composición química, unidades estructurales y se hace mención de su formación embrionaria, así como de sus variaciones según los estímulos externos que pueda llegar a recibir.

En el tercer capítulo, la pulpa es descrita desde su estructura, las células que la componen, como recibe transportación sanguínea y linfática, se hace también un recuerdo anatómico de su inervación, describiendo al nervio trigémino desde su origen, sus ramas y su llegada a la pulpa.

El cuarto capítulo aborda las fibras conductoras de estímulos, que son de gran importancia cuando se habla de dolor y conducción del mismo.

El quinto capítulo explica el mecanismo hidrodinámico de la hipersensibilidad en la dentina y cómo es explicado el fenómeno en la teoría hidrodinámica.

El sexto capítulo menciona la hipersensibilidad dental, cómo es conceptualizada por varios autores, sus causas, cómo funciona la percepción del dolor por medio de las fibras ya antes mencionadas y por último se aborda cuáles son sus tratamientos.

## 2. OBJETIVO

Conocer la importancia de abordar histológicamente las estructuras, células y componentes del complejo dentino-pulpar, ya que generalmente, se consideran estructuras separadas, que tienen una amplia correlación. Con el fin de entender cómo funciona la hipersensibilidad dental, cuáles son los factores que llegan a desencadenarla y por qué se expresa de diferentes maneras la sintomatología clínica.

# CAPÍTULO 1

## Complejo dentino-pulpar

La pulpa dental y la dentina funcionan como una unidad, y los odontoblastos constituyen un elemento esencial en este sistema dado que las prolongaciones de los odontoblastos están incluidas en la dentina, éstos se encuentran en la periferia del tejido pulpar, con extensiones hacia el interior de la dentina.

La dentina y la pulpa, conforman una unidad estructural y funcional, puesto que la pulpa mantiene la vitalidad a la dentina y esta protege a la pulpa, además comparten un origen embrionario común, pues ambas derivan del ectomesénquima que forma la papila dentaria del germen dentario.

Ambos tejidos tienen su origen en la papila dentaria, y funcionalmente, los odontoblastos son los responsables de la formación y el mantenimiento de la dentina. Por todas estas razones, se le considera como un tejido biológico único, pero con características histológicas diferentes. <sup>1,2</sup> (Figura 1)

La dinámica integrada del complejo dentino-pulpar supone que los impactos sobre la dentina afectan a su vez a la cantidad y calidad de la dentina producida. <sup>3</sup>

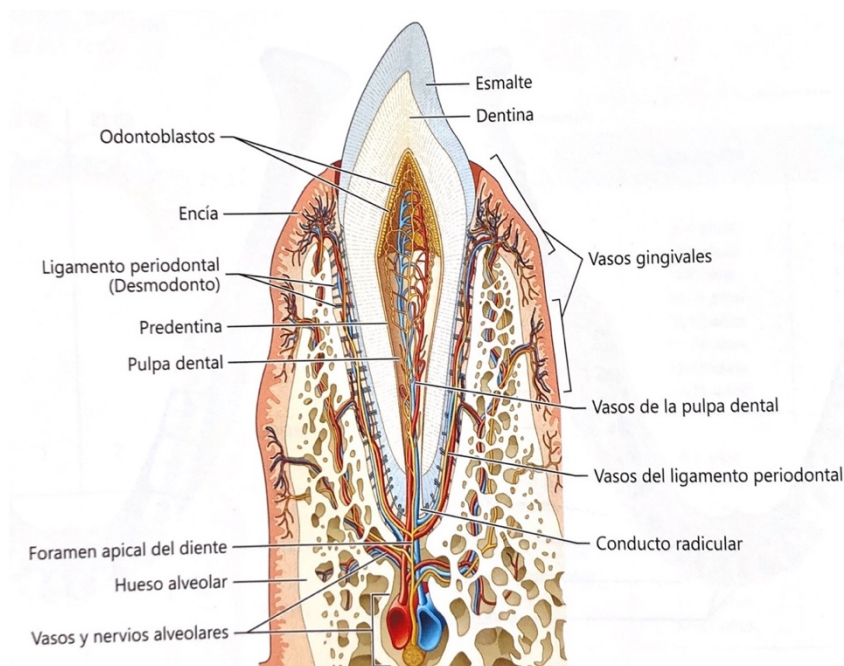


Figura 1. Esquema de la anatomía y morfología del diente en vista transversal. <sup>4</sup>

## CAPÍTULO 2

### Dentina

#### 2.1 Generalidades

La dentina es depositada por odontoblastos que desarrollan células ectomesenquimales de la papila dental en contacto con la lámina basal formada por epitelio interno del esmalte. Es una matriz similar al hueso caracterizada por múltiples túbulos dentinarios que atraviesan todo su espesor y contiene las extensiones citoplasmáticas de los odontoblastos.

Los cuerpos celulares de los odontoblastos están alineados a lo largo del interior de la dentina.<sup>5</sup>

Para su formación, primero es depositada como una capa de matriz no mineralizada llamada predentina cuyo grosor es variante y estrechamente en contacto con la pulpa; consiste principalmente en componentes de colágeno y sin colágeno.

La predentina se mineraliza gradualmente en dentina conforme se van incorporando varias proteínas no colágenas, se va engrosando conforme la dentinogénesis va ocurriendo y con la edad tiende a disminuir.

La dentina madura está conformada aproximadamente por 70% de material inorgánico, 20% de material orgánico y 10% de agua. Aunque se asume esta composición química, existen variaciones entre las distintas regiones de esta, como la dentina de la corona y la raíz.

Es ligeramente más dura que el hueso y más blanda que el esmalte, esta diferencia puede ser apreciada radiográficamente, siendo más radiopaca que la pulpa y pero más radiolúcida que el esmalte. De acuerdo a la luz, puede translucirse cuando el esmalte es más delgado dando una coloración más amarillenta al diente, en comparación a cuando el esmalte es un poco más grueso, el color que se aprecia en el diente es un poco más blanca; los dientes con alguna afectación pulpar o ausencia de la misma, generalmente presentan variaciones en el color por la decoloración de la dentina, generando un aspecto más oscuro.<sup>1,5</sup>

## Propiedades físicas

### Color

La dentina presenta un color blanco amarillento, pero puede presentar variaciones de acuerdo a la edad y de un individuo a otros, el color puede depender de:

- Grado de mineralización: Dientes temporales presentan un tono blanco azulado debido al menor grado de mineralización.
- Vitalidad pulpar: los dientes desvitalizados presentan un color grisáceo.
- Edad: con la edad la dentina se vuelve más amarillenta.
- Los pigmentos: pueden ser de origen endógeno y exógeno.

### Translucidez

La dentina es menos translúcida que el esmalte, debido a su menor grado de mineralización, pero en las regiones apicales donde el espesor de la dentina es mínimo, puede verse por transparencia el conducto radicular.

### Dureza

Está determinada por su grado de mineralización, es mucho menos que la del esmalte y algo mayor que la del hueso y el cemento.

### Radiopacidad

Depende también del contenido mineral. Por su baja radiopacidad, la dentina aparece en las radiografías sensiblemente más oscura que el esmalte.

### Elasticidad

Tiene gran importancia funcional, ya que permite compensar la rigidez del esmalte, amortiguando los impactos masticatorios.

### Permeabilidad

Se da debido a la presencia de los túbulos dentinarios, que permiten a distintos elementos penetrar con relativa facilidad. <sup>6</sup>



## 2.2 Composición química

### Matriz orgánica

El colágeno, que se sintetiza por el odontoblasto, representa el 90% de la matriz orgánica. El tipo I y el I trímero representan el 98% del total y los colágenos tipo III y IV el 1-2% respectivamente, el colágeno tipo III se segrega en casos de dentina opalescente y ocasionalmente está presente en la dentina peritubular, el de tipo IV en los momentos iniciales de la dentinogénesis, los de tipo V y VI se han descrito en diversas partes de la predentina.

Destacan proteínas que representan al 10% del total, destacando las proteínas fosforiladas de la matriz y que son glucoproteínas pequeñas relacionadas con la integrina, las más abundantes son:

-Fosforina dentinaria: después del colágeno es el componente más abundante de la dentina.

-Sialoproteína dentinaria: Sintetizada por odontoblastos jóvenes (preameloblastos) y participan de algún modo en el proceso de interrelación epitelio-mesenquima, que acompaña el desarrollo de las piezas dentarias

-Sialofosfoproteína dentinaria: Es la segunda proteína más abundante de la dentina y es considerada como un marcador fenotípico de la dentina. Está involucrada en la formación y mantenimiento de las estructuras del diente y del periodonto y regula negativamente el proceso de biomineralización.<sup>7</sup>

-Proteína de la matriz dentinaria: Ambas sintetizadas por odontoblastos y participan en el proceso de mineralización.<sup>1,3</sup>

Estas dos últimas son segregadas por los odontoblastos jóvenes, se escinden mediante un proceso proteolítico mediado por la enzima PHEX.

Los proteoglucanos formados por las proteínas y glucosaminoglucanos, también están presentes en la matriz dentinaria. Proteínas del suero como la albúmina, fosfolípidos, metaloproteinasas e incluso amelogeninas y factores del crecimiento, también se han identificado dentro de esta matriz.

## Matriz inorgánica

Está compuesta por cristales de hidroxiapatita, químicamente similares a los del esmalte, cemento y hueso, se diferencian por su tamaño ya que los de la dentina son más pequeños y delgados, más parecidos al tejido óseo y se orientan de forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz dentinaria; existe también cierta cantidad de fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos como el flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio, etc. Así como calcio ligado a componentes de la matriz orgánica que actuaría como reservorio para la formación de hidroxiapatita.<sup>1</sup> (Figura 2)

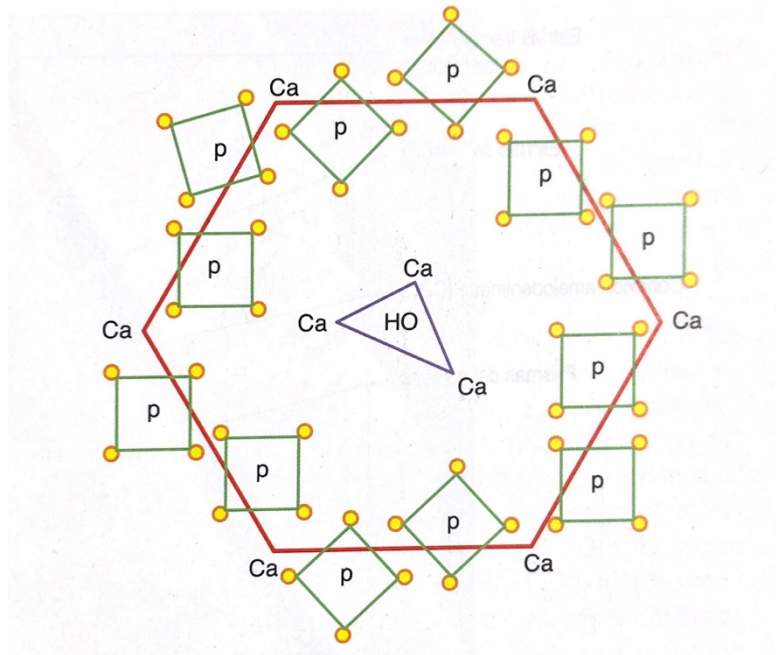


Figura 2. Proyección en una superficie plana de los iones que de forma tridimensional configuran la estructura de la hidroxiapatita.<sup>1</sup>

## 2.3 Unidades estructurales

### Túbulos dentinarios

Los procesos de los odontoblastos, similares a los procesos de los osteocitos, se ejecutan en canalículos que atraviesan la capa de dentina y se conocen como

túbulos dentinales. Son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina, desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria o cementodentinaria, su longitud promedio oscila entre 1.5 y 2  $\mu\text{m}$ . (Figura 3)

La pared del túbulo está formada por dentina peritubular y constituida por una matriz mineralizada que ofrece una estructura y una composición química característica. Alojan en su interior la prolongación odontoblástica principal o proceso odontoblástico; entre éste y la pared del túbulo hay un espacio denominado periprocesal, que está ocupado por el fluido dentinal, proveniente de la pulpa dental. El proceso odontoblástico y el fluido dentinal son los responsables de la vitalidad de la dentina, este espacio permite que el fluido se difunda en forma bidireccional, utiliza la vía centrífuga para nutrir la periferia de la dentina y la vía centrípeta para conducir los estímulos hacia la región pulpar. <sup>1,6</sup>



Figura 3. Túbulos dentinarios en la región superficial. Fuente propia

### Curvaturas y ramificaciones

Los túbulos de la dentina siguen un trayecto doblemente curvo, en forma de “S” itálica, la curvatura más externa es de convexidad coronaria y la más interna de convexidad apical, en las zonas cuspídeas o incisales es prácticamente rectilíneo. En la región apical, los túbulos describen una sola curvatura poco pronunciada, de

convexidad apical, en las proximidades del ápice radicular son prácticamente rectos.

Estas trayectorias se denominan curvaturas primarias de los túbulos y se originan como consecuencia del apiñamiento progresivo de los odontoblastos durante la formación de la dentina, a medida que los odontoblastos producen sucesivas capas de dentina, la cámara pulpar se reduce y los cuerpos de los odontoblastos se desplazan hacia el interior del diente, mientras las prolongaciones quedan dentro de los túbulos, esto se conoce como “migración de odontoblastos”.

En todo su recorrido, los túbulos dentinarios presentan pequeñas curvaturas secundarias de forma sinusoidal, relativamente regulares en todo su trayecto, éstas curvas secundarias están incluidas las primarias.

Los túbulos dentinarios presentan ramificaciones colaterales o túbulos dentinarios secundarios muy delgados, que parten en general en ángulo recto y se conectan con los túbulos vecinos.

En su trayecto final, presentan ramificaciones terminales de diferentes tamaños, en la zona más periférica de la dentina coronaria son arboriformes y finalizan en la conexión amelodentinaria, aunque algunas ramas pueden alcanzar el esmalte. En la dentina radicular, estas terminaciones son dicotómicas, se originan en su tercio externo y finalizan próximas a la conexión cementodentinaria, aunque, ocasionalmente puede verse el resto de túbulos dentinarios en el cemento.

Los túbulos están rodeados por un anillo denominado dentina peritubular o matriz peritubular, muy mineralizado. La formación de dentina peritubular se produce cuando se termina de completar la mineralización de la dentina intertubular, se deposita de forma centrípeta en relación con el túbulo dentinario de manera lenta y gradual y con la edad puede llegar a obliterar parcial o totalmente los túbulos.

La dentina peritubular se caracteriza porque su materia orgánica está formada básicamente por sustancias no colágenas, como glucoproteínas, proteoglucanos asociados a componentes fosforilados, como fosfoproteínas, fosfolípidos y glucolípidos; se trata además de una dentina muy mineralizada, cuyos cristales de hidroxiapatita son ricos en carbonato, magnesio y fosfato cálcico amorfo.

Zona hipomineralizada externa: Es la región más externa de la dentina peritubular y consiste en una interfase de menor mineralización entre ésta y la dentina peritubular.

Zona hipermineralizada interna: Es la que presenta mayor espesor y un grado más alto de mineralización

Zona hipomineralizada interna: Es la última zona que se forma, y por ello, está menos mineralizada que el resto.

Las paredes de los túbulos varían según su localización y en relación con la edad, a la altura de la conexión amelodentinaria, el túbulo puede estar casi o totalmente ocupado por dentina peritubular, en el tercio medio de la dentina, la zona peritubular presenta espesores variables, mientras que en proximidad pulpar es mínima o puede estar ausente.

Contenido de los túbulos dentinarios.

Está ocupado por las prolongaciones odontoblásticas, aunque en dicha prolongación y la pared del túbulo existe un espacio estrecho ocupado por el licor dentinario, rico en sodio y pobre en potasio, éste es un filtrado de plasma sanguíneo pulpar.

Los procesos odontoblásticos son las prolongaciones citoplasmáticas que dejan los odontoblastos a medida que forman la dentina, ellos determinan la morfología de los túbulos. Estos procesos son más anchos en su base (cerca del cuerpo del odontoblasto) y terminan, prácticamente, en punta afilada, sus ramas laterales y terminales ocupan las ramificaciones de los túbulos dentinarios.

En el espacio periprocesal penetran, hasta cierta distancia, fibras nerviosas amielínicas provenientes de la pulpa, también pueden distinguirse algunas fibras de colágeno e incluso cristales de hidroxapatita; en la luz peritubular puede encontrarse prolongaciones de las células dentríticas de la pulpa. Con respecto a las fibras nerviosas que penetran en los túbulos, se ha descrito que 40% de ellos está inervado en la dentina que rodea a los cuernos pulpares y que dicho porcentaje

disminuye progresivamente hacia la zona apical. El fluido tisular de la dentina que se comunica con el de la pulpa, circula por el espacio periprocesal y ocupa las zonas que dejan libres los odontoblastos, el volumen del fluido dentinario es de un 10% del volumen de la dentina.

Los túbulos son también una vía de ingreso rápido de microorganismos provenientes de las caries, en dientes jóvenes donde el ápice no se ha formado, los túbulos son más amplios y permeables, lo cual facilita la filtración de bacterias o sus toxinas, pero también pueden permitir la penetración de distintos materiales odontológicos de uso reparativo.

#### Dentina intertubular

También conocida como matriz intertubular, se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son las fibras de colágeno que constituyen una malla fibrilar, entre la cual y sobre la cual se depositan cristales de hidroxiapatita similares a los de la dentina peritubular. (Figura 4)

El área de esta dentina también varía significativamente, la disminución en la dureza de la dentina en la proximidad de la pulpa, puede por tanto, atribuirse a la disminución de la dureza en la dentina peritubular y no tanto al incremento en el número de túbulos por área que existe en la zona de la dentina más próxima a la pulpa; pueden detectarse todos los componentes que constituyen la materia orgánica de la dentina. <sup>1</sup>

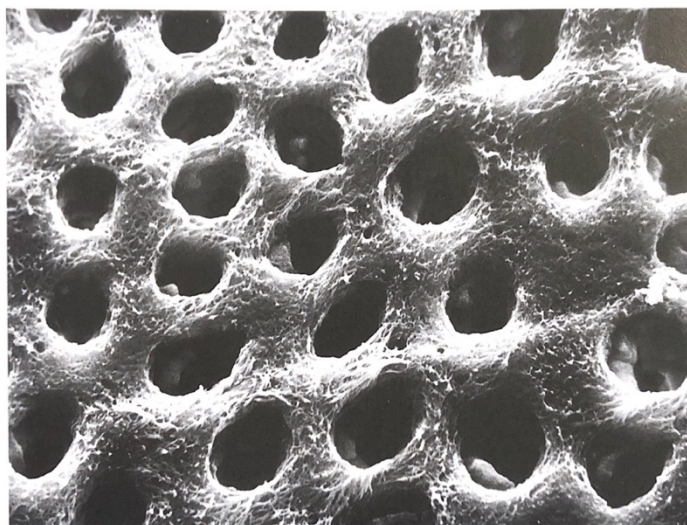


Figura 4. Túbulos dentinarios cortados transversalmente. Se observa dentina peritubular e intertubular. <sup>1</sup>

### Unidades estructurales secundarias

Se definen como aquellas estructuras que se originan a partir de las unidades estructurales básicas por variaciones en la mineralización como resultado de la interrelación de las unidades básicas del esmalte o cemento periférico.

### Líneas incrementales o de crecimiento

Al igual que el hueso, la dentina crece continuamente por aposición, este tipo de crecimiento determina formación de líneas incrementales.

### Líneas menores de crecimiento de la dentina

Denominadas líneas de imbricación o de crecimiento de Ebner, son análogas a las estrías transversales del esmalte (estrías de Retzius). La formación de la dentina no es un proceso continuo sino rítmico, pues periodos de formación se alternan con períodos de descanso. Estas fases de descanso aparecen como líneas que representan el límite entre las distintas fases alternativas de actividad y reposo en la dentinogénesis; estas líneas se originan aproximadamente cada cinco días. El depósito diario de matriz de dentinaria de 4 nm en la zona apical, origina cuatro líneas incrementales mucho más delgadas entre las dos líneas más gruesas de Von Ebner; con este depósito diario se producen pequeñas modificaciones en la orientación de las fibras de colágeno. Cada cinco días se producen modificaciones más significativas, que son lo que dan lugar a las líneas más gruesas de Ebner. El trayecto de las líneas de Ebner perpendicular al de los túbulos dentinarios.

### Líneas de contorno

También llamadas de Owen, son irregulares en espesor y espaciamiento entre unas y otras; Owen las describió en su inicio, como una coincidencia de las curvaturas secundarias entre los túbulos dentinarios vecinos, pero, actualmente, se les interpreta como alteraciones del proceso de calcificación de la dentina. Estas líneas de Owen, son líneas de hipomineralización más anchas que las de Von Ebner y presentan intervalos irregulares y en número variable, su espesor está en relación con la duración de la causa que las origina.

La línea de contorno más prominente es la línea neonatal, que se produce en el periodo de nacimiento y los días posteriores, cesa una vez que el lactante ajusta su vida al nuevo ambiente.

#### Dentina interglobular

También llamados espacios de Czermack, aparecen en la periferia de la dentina coronaria y raramente en la dentina radicular. Son de tamaños variables y morfológicamente aparecen como zonas limitadas por contornos de esferas, se originan por un defecto de la mineralización de la dentina, debido a la falta de fusión de los calcosferitos o glóbulos de mineralización, los cuales normalmente se fusionan entre sí en frentes lineales que posteriormente se tornan homogéneos, dando como resultado una dentina uniforme; pero cuando existe un retraso en la mineralización, los glóbulos no se unen completamente y quedan áreas de dentina interglobular rodeadas de calcosferitos que le dan su típico contorno.

Existen grandes áreas de dentina interglobular en dientes con esmalte hipoplásico, cuya causa y efecto histológico aun es desconocido.

#### Zona granulosa de Tomes

Esta zona se encuentra en toda la periferia de la dentina radicular, en cortes longitudinales se distingue como una franja oscura, delgada de 50 nm aproximadamente. A mayor aumento se comprueba que esta zona está formada por numerosas cavidades oscuras, pequeños espacios irregulares llenos de aire. Su aspecto granular se atribuyó a la existencia de numerosos espacios de dentina interglobular, que se originarían por la falta de mineralización de los gruesos haces de fibras colágenas de la zona más periférica de la dentina radicular. (Figura 5)

#### Bandas dentinarias de Scheger

Son formaciones homólogas de las bandas de Hunter-Scheger del esmalte, representan el cambio de rumbo más o menos brusco de los túbulos dentinarios al realizar la curvatura primaria, cuanto más marcadas sean las dobles curvaturas de



las S en la porción coronaria o la curva simple en la región radicular, más nítida aparecerá esta banda.<sup>1</sup>

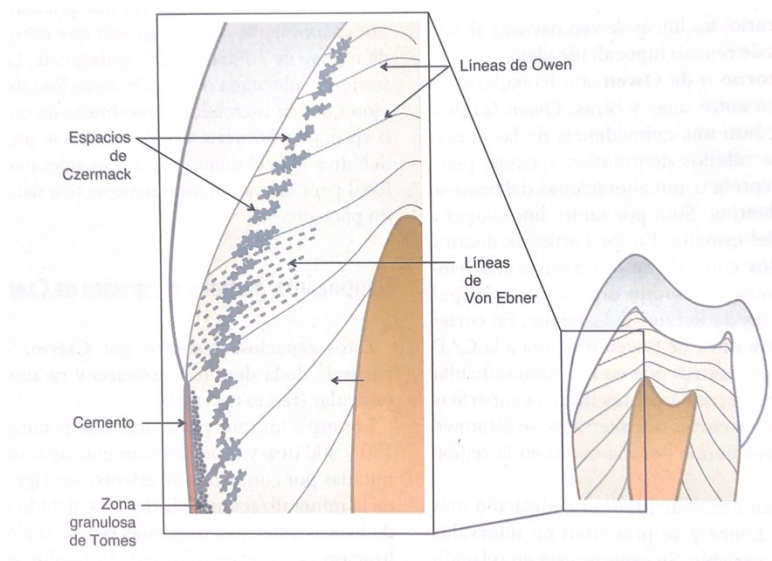


Figura 5. Esquema de espacios de Czermack, líneas de Owen, líneas de Von Ebner y zona granulosa de Tomes.<sup>1</sup>

## 2.4 Dentinogénesis

La dentina es formada por odontoblastos, que son células de diferenciación del provenientes de células ectomesenquimales de la papila dental que siguen una organización desde del epitelio dental interno. Así, la papila dental es el órgano formativo de la dentina y, finalmente, se convierte en la pulpa del diente.<sup>6</sup>

La papila dental en el desarrollo normal es provocada por la expresión de moléculas de señalización y factores de crecimiento del epitelio interno por una zona acelular rica en fibras de colágeno. Las células ectomesenquimales adyacentes a la zona acelular se agrandan y alargan rápidamente para convertirse en preodontoblastos y luego odontoblastos a medida que su citoplasma aumenta de volumen para contener cantidades crecientes de organelos sintetizadores de proteínas, la zona acelular entre la papila dental y el epitelio dental interno se elimina gradualmente a medida que los odontoblastos se diferencian aumentando de tamaño y ocupando

esta zona. Estas células recién diferenciadas se caracterizan por estar altamente polarizadas, con sus núcleos posicionados lejos del epitelio dental interno.<sup>6</sup>

Los precursores de odontoblastos migran hacia la mandíbula en desarrollo desde la cresta neural como parte de una gran población de células ectomesenquimales que participan en la formación de muchas partes de la cara y la cavidad oral. En la etapa de formación del diente, el preodontoblasto se concentra adyacente al interior del epitelio del órgano del esmalte, estos preodontoblastos salen del ciclo celular y se diferencian antes que los preameloblastos del epitelio interno del esmalte hayan detenido su división.

Se ha considerado que el contacto con la membrana basal del epitelio interno del esmalte y con otro material extracelular asociado de origen epitelial es un requisito para la diferenciación odontoblástica inicial.<sup>3</sup>

Después de la diferenciación de los odontoblastos de las células ectomesenquimales no diferenciadas de la papila, el siguiente paso es la producción de dentina y su matriz orgánica.

Los odontoblastos se diferencian en la sustancia fundamental preexistente de la papila dental, y el primer colágeno sintetizado por ellos se deposita en esta sustancia fundamental. El primer signo de formación de dentina es la aparición de distintas fibrillas de colágeno de gran diámetro llamadas fibras de Von Korff, las cuales consisten en colágeno tipo III asociado al inicio con fibronectina, se originan entre los odontoblastos, se extienden hacia el epitelio dental interno y se expanden en la sustancia fundamental sin estructura inmediatamente debajo del epitelio.

A medida que los odontoblastos continúan aumentando de tamaño, también producen fibrillas de colágeno tipo I más pequeñas que se orientan paralelas al futuro complejo dentino-esmalte. De esta forma aparece una capa de manto predentinario. Coincidiendo con esta deposición de colágeno, la membrana plasmática de los odontoblastos adyacentes al epitelio dental interno extiende los procesos pequeños a la matriz extracelular en formación. En ocasiones, uno de estos procesos puede penetrar la lámina basal e interponerse entre las células del epitelio dental interno para formar lo que luego se convierte en un huso de esmalte. A medida que los odontoblastos forman estos procesos, también brotan de una serie

de pequeñas vesículas unidas a la membrana, que se encuentran superficialmente cerca de la membrana basal.<sup>5</sup>

Luego, los odontoblastos desarrollan un proceso celular (zona de Tomes), que se queda en la matriz de dentina en formación a medida que el odontoblasto se aleja hacia la pulpa.

La fase de mineralización aparece por primera vez dentro de las vesículas de la matriz como cristales únicos que se cree que se inician por los fosfolípidos presentes en la membrana de la vesícula, estos cristales crecen rápidamente y se rompen desde los confines de la vesícula para extenderse como un grupo de cristalitos que se fusionan con grupos adyacentes para formar una capa continua de matriz mineralizada. La deposición de mineralización se retrasa detrás de la formación de la matriz orgánica, de modo que siempre se encuentra una capa de matriz orgánica, llamada predentina, entre los odontoblastos y el frente una zona de mineralización. Después de la zona de mineralización, las proteínas de la matriz no colágena producidas por los odontoblastos entran en juego para regular la deposición de minerales. De este modo, la dentina del manto coronal se forma en una capa de aproximadamente 15 a 20  $\mu\text{m}$  de grosor sobre la que luego se agrega la dentina circumpulpar.<sup>1,5</sup> (Figura 6)

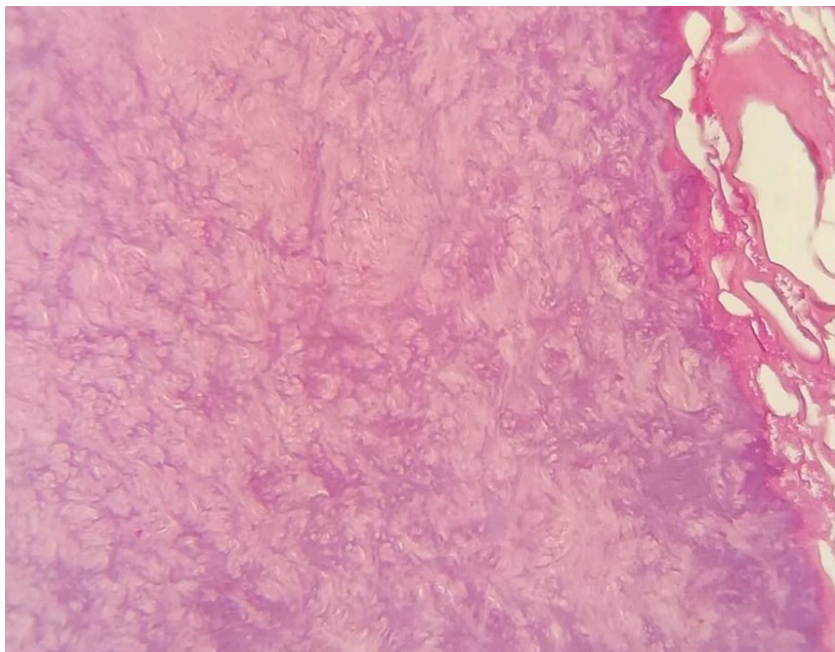


Figura 6. Dentina circumpulpar. Fuente propia

## 2.5 Histología de la dentina

### Dentina del manto

Corresponde a la primera dentina, siendo una capa delgada de 20 nm de espesor, ubicada debajo del esmalte y del cemento.

La matriz orgánica de la dentina del manto está formada por fibras de colágeno (Von Korff) muy gruesas que se disponen de forma ordenada y regular; en la corona se orienta en paralelas a los túbulos dentinarios y son perpendiculares a la conexión amelodentinaria, pero en la raíz son paralelas a la interfase cementodentinaria, es decir, perpendiculares a los túbulos dentinarios. La dentina del manto posee abundante sustancia fundamental, rica en glucosaminoglucanos sulfatados pero carece de fosforina dentinaria.

Los mecanismos de mineralización de la dentina del manto son diferentes al resto de la dentina y, como consecuencia, resulta menos calcificada que la circumpulpar, sin embargo incrementa su dureza y su módulo de la elasticidad debido a cambios en la mineralización.

Esta dentina presenta un número mayor de túbulos, pues contiene las ramificaciones terminales de estos. <sup>1,3</sup>

### Dentina circumpulpar

Una vez formada la dentina del manto comienza a depositarse el resto de dentina, ésta forma mayor volumen de dentina de la pieza dentaria y se extiende desde la zona del manto hasta la predentina, su nombre proviene de del hecho que se encuentra rodeando la pulpa.

Las fibrillas colágenas son aquí considerablemente más delgadas que las de la dentina del manto y se disponen irregularmente formando una malla densa. La calcificación de ésta dentina es de tipo globular y no lineal, como sucede con la dentina del manto. (Figura 7)



Figura 7. Límite amelo dentinario, dentina del manto, dentina circumpulpar y espacios Czermack. <sup>6</sup>

### Pre dentina

Es una capa de dentina sin mineralizar de 20-30 nm de ancho, situada entre la dentina circumpulpar y los odontoblastos, está constituida por una matriz orgánica dentinaria, muy rica en componentes azufrados que puede compararse con la sustancia osteoide del hueso.

La pre dentina está atravesada por las prolongaciones de los odontoblastos, acompañadas en algunos casos, por fibras nerviosas o prolongaciones de células dendríticas, estas estructuras alcanzan la luz de los túbulos dentinarios.

La primer capa de matriz extracelular formada por los odontoblastos es la pre dentina, a medida que esta se mineraliza y se transforma en dentina, se forma pre dentina. Así la capa de pre dentina se mantiene durante toda la vida del diente como consecuencia de la actividad cada vez más lenta pero continua.

Abramovich describió tres zonas que se pueden evidenciar microscópicamente:

- Una banda unida entre el cuerpo de los odontoblastos y área de proceso odontoblástico (primera síntesis de sustancia extracelular amorfa)
- Una zona de pre dentina joven, que contiene finas fibrillas de colágeno, a manera de red, entre cuyos espacios se aloja la sustancia fundamental amorfa.

- Una capa de preentina madura, en la que histológicamente, ya no se identifican las fibrillas y cuya matriz es muy homogénea en contacto con la dentina mineralizada. (Figura 8)

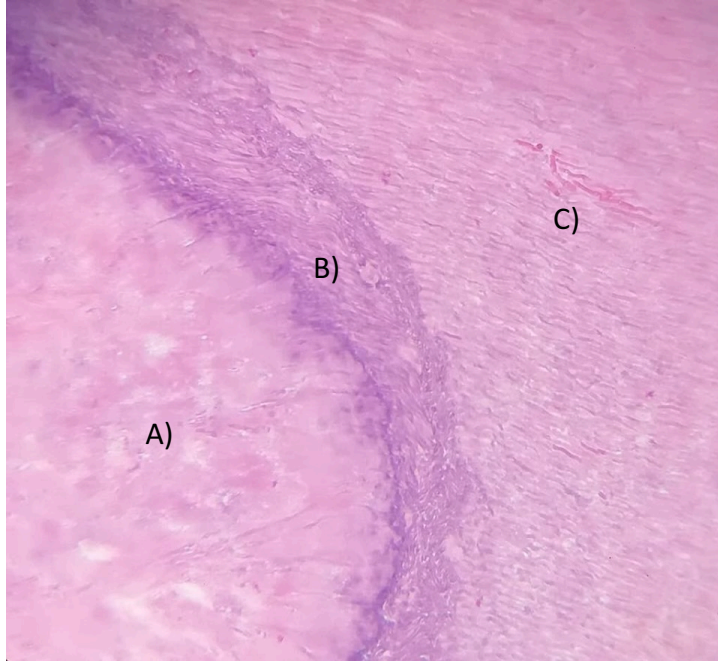


Figura 8. A) Preentina. B)Odontoblastos. C) Dentina.  
Fuente propia

La presencia de preentina es importante, puesto que es una fuente de producción continua de dentina durante todo el ciclo vital del diente. Su espesor varía en función de la actividad dentinogénica de cada pieza dentaria.

Si la preentina se calcificara completamente, la dentina podría comenzar a ser reabsorbida por los odontoclastos (similares a los osteoclastos).<sup>1</sup>

## 2.6 Clasificación histogenética de la dentina

### Dentina primaria

Es la primera en formarse y representa la mayor parte, delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados, se le considera a la que se deposita desde que comienzan

las primeras etapas de la dentinogénesis, hasta que el diente entra en oclusión; se compone por dentina del manto y circumpulpar.

Cuando el volumen de la pulpa disminuye como consecuencia de la formación de la dentina primaria, los odontoblastos modifican su distribución y se organizan en varios estratos en la zona coronaria. <sup>1</sup>

#### Dentina secundaria

También llamada adventicial, regular o fisiológica, es la dentina que se produce después de que se ha formado completamente la raíz del diente; se consideraba sintetizada a partir del momento en que el diente entra en oclusión, pero se ha demostrado que también se encuentra presente en dientes que no han erupcionado o están retenidos.

Esta dentina se deposita mucho más lenta que la primaria, pero su producción continúa durante toda la vida del diente.

Aquí, la distribución de los túbulos es ligeramente menos regular que en la primaria, el límite entre ambas se manifiesta por un cambio en la dirección de los túbulos, que en las preparaciones por desgaste puede observarse como una línea oscura de demarcación. (Figura 9)

La dentina secundaria se forma en el interior de la dentina circumpulpar primaria en toda la periferia de la cámara pulpar y alcanza mayor espesor en el piso, techo y paredes, mientras que es más delgada en los cuernos y en los ángulos diedros que los unen; su formación determina una disminución progresiva de la cámara pulpar, más marcada en los dientes unirradiculares.

La disminución del volumen de la pulpa, como resultado de la formación de dentina secundaria, tiene como consecuencia la disminución del número de odontoblastos por un mecanismo de apoptosis. Los cambios en el espesor del tejido dentinario pueden controlarse mediante radiografías. <sup>1,6</sup>

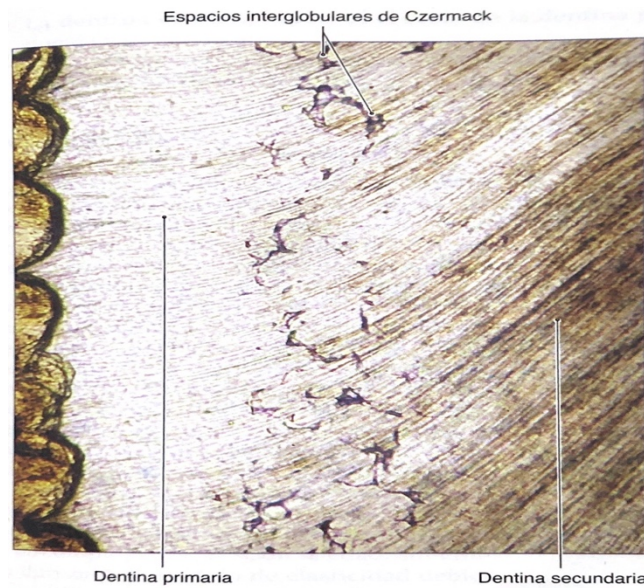


Figura 9. Espacios interglobulares de Czermack y vista de dentina primaria y secundaria en un corte transversal. <sup>1</sup>

### Dentina terciaria

Se conoce también como dentina reparativa, reaccional, irregular o patológica, es la que se forma internamente, deformando la cámara pulpar, pero sólo en sitios donde existe un estímulo localizado, es decir, se produce por odontoblastos directamente implicados en el estímulo nocivo, de manera que sea posible aislar la pulpa de la zona afectada.

La dentina terciaria, segregada por los odontoblastos terminales postmitóticos llamados también odontoblastos primitivos (diferenciados durante el desarrollo de diente) ante un estímulo nocivo de moderada intensidad, al no dañar definitivamente al odontoblasto, este segrega matriz dentinaria de forma rápida y desorganizada, llegando a deformar la cámara pulpar.

Se ha demostrado que cuando el proceso carioso alcanza la dentina, el odontoblasto responde al estímulo y deposita fibronectina sobre la superficie de la pared de los túbulos y de su propio proceso odontoblástico, por ello se considera que la fibronectina regula la formación de dentina terciaria reactiva al desempeñar un papel similar al que realiza en la fase inicial de la dentinogénesis.



A la dentina reparadora que se forma bajo la acción de protectores pulpares, como el hidróxido de calcio o el agregado de trióxido mineral se le denomina dentina cicatrizal o puente de dentina. Los protectores pulpares inducen la diferenciación de las células madre pulpares cercanas a la zona afectada, las cuales se transforman en odontoblastos (odontoblastoides) y elaboran dentina de cicatrización, su respuesta dependerá de la vitalidad del órgano dentario.

La estimulación de los odontoblastos para la diferenciación y secreción posterior de esta neodentina de estructura irregular y con escasos túbulos tendría su origen en factores de crecimiento como el TGF-B que sería solubilizados como consecuencia de la actividad de los ácidos de la placa dentobacteriana sobre la dentina o segregado por el propio odontoblasto para estimular la diferenciación de las células madre pulpares. La presencia de fibronectina en la superficie de las células pulpares favorece la adhesión y resulta esencial en su diferenciación odontoblástica. (Figura 10)

La osteocalcina, osteopontina, y la sialoproteína dentinaria participan también en distintas fases de este proceso de dentinogénesis reparativa; clínicamente, esta dentina desorganizada es un sustrato inseguro para los materiales adhesivos, ya que se ha señalado la presencia de cuerpos celulares de odontoblastos. La calidad y cantidad de dentina terciaria que se produce está relacionada con la duración e intensidad del estímulo, cuanto más acentuados sean esos factores más rápida e irregular será la aposición de dentina reparadora.<sup>1,3</sup>

Aunque la dentina terciaria constituye una protección pulpar de acuerdo con su espesor, la pulpa subyacente a la dentina terciaria puede inflamarse y su normalización dependerá de la intensidad y la duración del irritante, la extensión del tejido pulpar dañado y del estado previo de la pulpa.

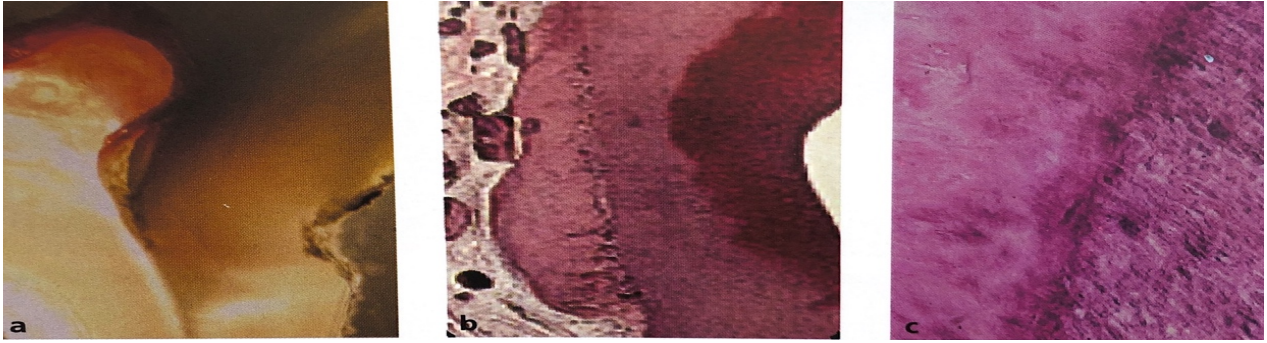


Figura 10. (a) Dentina terciaria en presencia de caries, preparación por desgaste. (b) Histología de la misma zona. (c) Línea de unión entre la dentina y la dentina de reparación atubular en una imagen de 1200x.<sup>8</sup>

## **CAPÍTULO 3**

### **Pulpa**

#### **3.1 Generalidades**

La pulpa dentaria tiene su origen embriológico en la papila dental, siendo un tejido ectomesenquimático derivado de la cresta neural.

La pulpa que se aloja en la cámara pulpar es la forma madura de la papila dental y tiene la particularidad de ser el único tejido blando del diente. La cámara pulpar es una cavidad central excavada en plena dentina, que desde el punto de vista morfológico, reproduce la forma del elemento dentario, por lo que cambia según la anatomía del diente; en premolares y molares puede dividirse, al igual que su contenido pulpar, en porción coronaria y porción radicular. En la zona coronaria la cámara posee un piso y un techo donde encontramos a los cuernos pulpares, que son prolongaciones camerales que se dirigen hacia las cúspides. Del piso de la cámara salen dos o tres conductos que penetran en las raíces y terminan en uno o varios orificios en el vértice distal de la raíz, estos conductos se extienden por tanto, desde la región cervical hasta el ápice radicular; en el foramen apical la pulpa radicular se conecta directamente con el tejido periapical del ligamento periodontal en el espacio indiferenciado de Black o periápice, no existe un límite morfológico preciso entre el tejido pulpar y el tejido conectivo del periodonto apical.<sup>1,2</sup>

En esta área se localizan células madre pulpares que se diferenciarán, según los requerimientos funcionales en distintos fenotipos celulares: fibroblastos, osteoblastos y cementoblastos.

En los dientes unirradiculares, la pulpa coronaria se continúa sin límites topográficos con la pulpa radicular, pues carece de piso, pero sí posee cuernos pulpares según se trate de caninos o incisivos.

Durante el desarrollo de la raíz, la vaina epitelial de Hertwig es la que determina la forma y el número de raíces, por ende, los conductos. Generalmente, el resultado es un conducto principal situado en el centro de la raíz, que se abre en un agujero único central o ligeramente desviado en sentido distal; aunque también pueden

formarse conductos laterales o accesorios, como terminar a manera de un delta apical cuya complejidad es variante de un órgano dentario a otro.

El tamaño de la cavidad pulpar disminuye con la edad, por el depósito continuo de dentina secundaria y también por la aposición localizada y deformante de la dentina terciaria que se produce como respuesta ante distintos tipos de noxas.

Estructuralmente, los cuerpos de los odontoblastos se localizan en la interfase existente entre la pulpa y la dentina y su prolongación principal o proceso odontoblástico se ubica en el interior de los túbulos dentinarios.<sup>1,2</sup>

### 3.2 Zonas morfológicas de la pulpa

#### Capa de odontoblastos

Esta capa se encuentra inmediatamente por debajo de la predentina, constituida por odontoblastos dispuestos en empalizada, por lo que sus núcleos no se encuentran al mismo nivel, además de que entre los odontoblastos pueden encontrarse capilares, fibras nerviosas (plexo de Raschkow) y células dendríticas, las cuales desempeñan un papel importante en la sensibilidad de la dentina. Las uniones comunicantes están formadas por proteínas (conexinas) que permiten el paso de las moléculas señal de una célula a otra.

Los cuerpos celulares de los odontoblastos se conectan entre sí por diferentes complejos de unión; en la porción proximal, adyacente a la predentina, se destaca la presencia de uniones ocluyentes y desmosomas que funcionalmente mantienen la integridad de la capa odontoblástica. En las caras laterales predominan las uniones comunicantes de tipo hendidura o *gap* que regulan el intercambio de metabolitos de bajo peso moleculares entre los odontoblastos.

La capa de odontoblastos de la pulpa coronal contiene más células por unidad de área que la pulpa radicular, suelen ser cilíndricos, mientras que los de la porción media de la pulpa radicular son más cuboides. Cerca del foramen los odontoblastos se muestran como una capa escamosa de células planas, debido a que en la raíz existe un número menor de túbulos dentinarios por unidad de área que en la corona del diente, los cuerpos celulares de los odontoblastos en esta región del diente están

menos apretados y pueden expandirse hacia los lados; durante la maduración y el envejecimiento se produce un hacinamiento continuado en la capa de odontoblastos, en particular en la pulpa coronal, debido al estrechamiento del espacio pulpar. La apoptosis de los odontoblastos parece ajustarse a esta limitación del espacio durante el desarrollo.

Existen una serie de uniones intercelulares especializadas de conexión entre los odontoblastos adyacentes, que se denominan desmosomas (zónula adherente), uniones comunicantes (nexos) y uniones herméticas (zónula ocluyente). Los desmosomas de tipo botón que se localizan en la parte apical de los cuerpos celulares de los odontoblastos unen de forma mecánica los odontoblastos entre sí. Las numerosas uniones comunicantes proporcionan vías permeables a través de las cuales las moléculas señal pasan de unas células a otras para sincronizar la actividad secretora, que produce capas de predentina relativamente uniformes, las cuales se observan más durante la formación de la dentina primaria. Las uniones herméticas se encuentran principalmente en la parte apical de los odontoblastos de dientes jóvenes, estas estructuras consisten en crestas y surcos lineales que cierran el espacio intercelular.<sup>1,5</sup>

#### Zona pobre en células

En el área inmediatamente subyacente a la capa de odontoblastos existe a menudo en la pulpa coronal una zona estrecha, de alrededor de 40 nm de ancho, relativamente libre de células. La atraviesan capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y delgadas prolongaciones citoplasmáticas de los fibroblastos.

En general, se encuentra bien definida en la región coronaria de dientes recién erupcionados, pero suele estar ausente en la región radicular. Tampoco se distingue en pulpas embrionarias, puesto que se forma tardíamente durante el proceso de histogénesis pulpar. En la capa oligocelular se identifican el plexo nervioso de Rashkow, el plexo capilar subodontoblástico y los denominados fibroblastos subodontoblásticos que están en contacto con los odontoblastos y las células de Höhl por medio de uniones comunicantes tipo *gap*, así mismo en este nivel podemos encontrar las células dendríticas de la pulpa.

La presencia o ausencia de esta zona depende del estado funcional de la pulpa, haciendo que pueda no ser visible en pulpas jóvenes, o más visible en pulpas antiguas donde hay una mayor cantidad de dentina reparadora.<sup>1,2</sup>

#### Zona rica en células

En el área subodontoblástica hay un estrato celular con una porción relativamente elevada de fibroblastos, en comparación con la región más central de la pupa.

Se caracteriza por su alta densidad celular, la zona rica en células incluye un número variable de inmunocitos, como macrófagos, fibroblastos (que originan las fibras de (Von Korff) y células dendríticas y células madre mesenquimatosas indiferenciadas.

Aunque la división celular dentro de la zona rica en células es rara en pulpas normales, la muerte de odontoblastos desencadena un gran aumento en la tasa de mitosis, dado que los odontoblastos son células postmitóticas, los que se encuentran irreversiblemente dañados son reemplazados por células que migran desde la zona rica en células hasta la superficie interna de la dentina. Esta actividad mitótica es probablemente el primer paso en la formación de una nueva capa de odontoblastos.

Esta zona rica en células es especialmente prominente en dientes adultos, los cuales poseen un menor número de células en su parte central.

#### Zona central pulpa

Está formada por el tejido conectivo laxo característico de la pulpa, con sus distintos tipos celulares siendo predominante los fibroblastos, macrófagos y células madres de la pulpa de localización perivascular y perineural, escasas fibras inmersas en la matriz extracelular amorfa y abundantes vasos sanguíneos y nervios. Existen así mismo células dendríticas de la pulpa. Proporcionalmente, tienen menor cantidad de células por unidad de superficie que la zona rica en células.<sup>1,2</sup> (Figura 11)

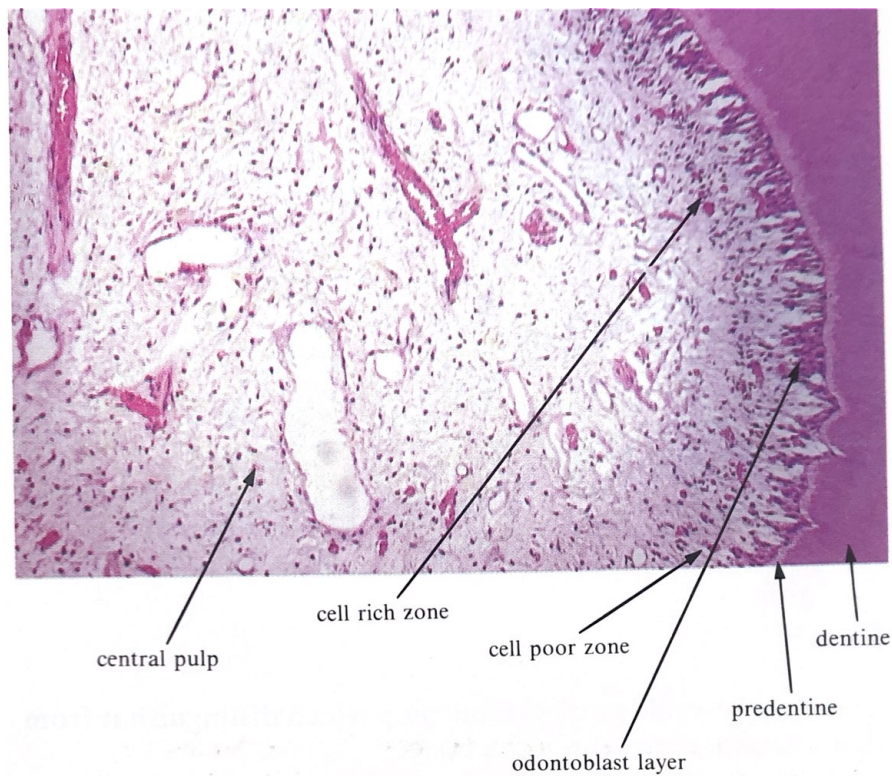


Figura 11. Observación de la zona rica en células, zona pobre en células, capa odontoblástica, predentina y dentina.<sup>9</sup>

### 3.3 Células de la pulpa

#### 3.3.1 Odontoblastos

Dado que son responsables de la dentinogénesis, tanto durante el desarrollo de los dientes como en el envejecimiento, constituyen el tipo celular más característico y especializado del complejo dentino pulpar. Durante la dentinogénesis, los odontoblastos forman la dentina y los túbulos dentinarios, y su presencia en estos últimos hace de la dentina un tejido vivo y sensible.

Están lateralmente conectados entre sí por complejos de unión, de acuerdo a su disposición conforman la capa odontoblástica en empalizada, la cual es semejante a un epitelio pseudoestratificado en la región coronaria y a un epitelio simple de aspecto cilíndrico en la zona radicular, en la proximidad del periápice, donde su actividad celular es limitada, la capa es semejante a un epitelio simple o aplanado.

La dentinogénesis, osteogénesis y cementogénesis son muy similares en varios aspectos, así como los odontoblastos, osteoblastos y cementoblastos presentan numerosas características en común, cada tipo celular produce una matriz

compuesta por fibrillas de colágeno, proteínas no colagenosas y proteoglicanos que pueden presentar mineralización. Las características ultraestructurales de odontoblastos, osteoblastos y cementoblastos son en cierto modo similares, pues cada una de estas células presentan retículo endoplasmático rugoso bien organizado, aparato de Golgi evidente, gránulos secretores y numerosas mitocondrias, estas células además son ricas en ARN y su núcleo contiene uno o más nucléolos destacados, estas son características generales de células secretoras de proteínas.

La diferencia más significativa entre odontoblastos, osteoblastos y cementoblastos son sus características morfológicas y la relación anatómica entre las células y estructuras mineralizadas que producen, los osteoblastos y cementoblastos son de forma poligonal o cuboide, mientras que los odontoblastos son completamente desarrollados en la pulpa coronal es una célula cilíndrica alta, el cual deja tras de sí una prolongación celular para formar el túbulo dentinario, mientras que el cuerpo celular se localiza fuera del tejido mineralizado. Las ramas laterales entre las prolongaciones principales de odontoblastos se interconectan a través de canalículos, esta disposición proporciona una vía para la comunicación intercelular y la circulación de líquido y metabolitos a través de la matriz mineralizada.

El cuerpo celular del odontoblasto activo presenta un núcleo grande, que puede contener hasta cuatro nucleolos. En el citoplasma existen abundantes mitocondrias cuya función principal es liberar energía para ser utilizada en sus procesos metabólicos, el núcleo está situado en el extremo basal de la célula y se aloja dentro de una envoltura nuclear, el aparato de Golgi, bien desarrollado, está situado en una localización central en el citoplasma supranuclear y consiste en un conjunto de cisternas y vesículas de paredes lisas, hay numerosas mitocondrias uniformemente distribuidas por todo el cuerpo celular, el retículo endoplasmático rugoso, resulta particularmente evidente y consiste en cisternas estrechamente apiladas formando sistema paralelos dispersos de forma difusa por el citoplasma, numerosos ribosomas asociados a las membranas de las cisternas marcan los sitios de síntesis proteínica.



El citoesqueleto constituido por microtúbulos y microfilamentos, es el encargado de mantener la forma celular, especialmente a la altura de la prolongación cuando la célula realiza los movimientos de retroceso en su actividad dentinogénica, los microfilamentos refuerzan las prolongaciones odontoblásticas en su base, formando un velo o barra terminal, una especie de banda que lateralmente se relaciona con los complejos de unión.

El odontoblasto parece sintetizar principalmente colágeno de tipo I, aunque también se han encontrado pequeñas cantidades de tipo V en la matriz extracelular, además de proteoglucanos y colágeno, los odontoblastos segregan la sialoproteína de la dentina y la fosforina, una fosfoproteína muy fosforilada que interviene en la mineralización extracelular. La fosforina es exclusiva de la dentina y no se encuentra en ningún otro tipo de célula mesenquimatosa. El odontoblasto segrega también tanto fosfatasa ácida como alcalina, esta última enzima está estrechamente relacionada con la mineralización, es posible que la fosfatasa ácida, en una enzima lisosómica, esté implicada en la digestión de material que ha sido reabsorbido a partir de la matriz de predentina.

A diferencia del odontoblasto activo, el inactivo o en reposo tiene menor número de organelos, que pueden ir disminuyendo progresivamente, es posible que estos cambios comiencen al completarse el desarrollo de la raíz y la erupción, cuando la producción de dentina primaria pasa a producción de dentina secundaria.<sup>2</sup>

#### Procesos odontoblásticos

Alrededor de los procesos odontoblásticos mayores se forma un túbulo dentinario. El proceso odontoblástico ocupa la mayor parte del espacio dentro del túbulo y coordina la formación de dentina peritubular. (Figura 12)

Los microtúbulos y microfilamentos son los principales componentes estructurales del proceso odontoblástico y de sus ramas laterales. Los microtúbulos se extienden desde el cuerpo hasta el interior del proceso, estas estructuras rectas siguen un curso paralelo al eje mayor de la célula y dan impresión de rigidez. En ocasiones, es posible encontrar mitocondrias en las prolongaciones a su paso por la predentina.

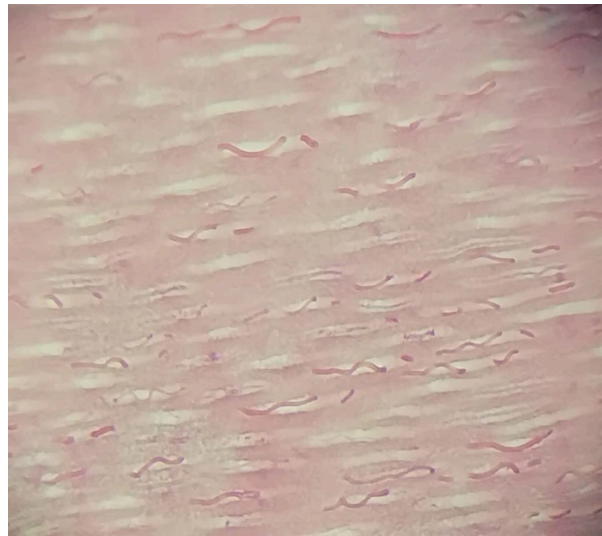


Figura 12 . Procesos Odontoblastos. Fuente propia

La membrana plasmática del proceso odontoblástico se aproxima notablemente a la pared del túbulo dentinario, a veces las constricciones localizadas en el proceso producen espacios relativamente grandes entre la pared del túbulo y este, dichos espacios contienen fibrillas de colágeno y material granular fino que presumiblemente es sustancia fundamental. La matriz de dentina peritubular está revestida por una membrana limitante electrodensa llamada “lámina limitante”, un estrecho espacio separa de la membrana plasmática del proceso odontoblástico, salvo en las áreas de estrechamiento. (Figura 13)

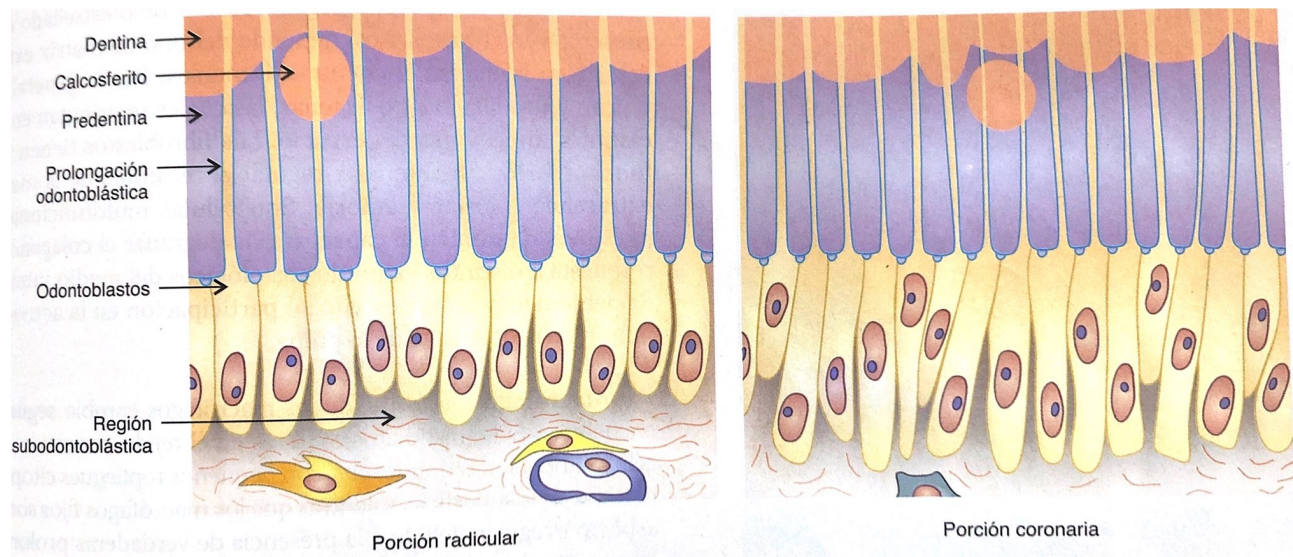


Figura 13 .Representación esquemática de los procesos odontoblastos en la porción radicular y coronaria. <sup>1</sup>

El odontoblasto se considera una célula posmitótica fija que, una vez que se ha diferenciado parece no sufrir división celular ulterior, si esto es realmente lo que sucede, la vida útil del odontoblasto coincide con la vida de la pulpa viable.<sup>1,2</sup>

### 3.3.2 Fibroblastos

Son las células más numerosas de la pulpa. Se muestran como células histo específicas, capaces de dar lugar a células encargadas de la diferenciación recibiendo la señal adecuada; éstas sintetizan los tipos I y III de colágeno, así como proteoglucanos y glucosaminoglucanos, por tanto, producen y mantienen proteínas de la matriz extracelular, además son capaces de fagocitar y digerir el colágeno, estas células son responsables del recambio de colágeno de la pulpa.

Son particularmente abundantes en la zona rica en células, en fase de diferenciación temprana son poligonales y se muestran muy separados uniformemente distribuidos en el seno de la sustancia fundamental; los contactos intercelulares se establecen entre las múltiples prolongaciones que se extienden desde cada una de las células, muchos de estos contactos toman forma de uniones comunicantes que hacen posible el acoplamiento electrónico o la señalización química de una célula a otra. En términos de ultraestructura, los orgánulos de los fibroblastos inmaduros se encuentran en una etapa rudimentaria de desarrollo, con un aparato de Golgi poco visible, numerosos ribosomas libres y escaso retículo endoplasmático rugoso, a medida que maduran, las células se tornan de forma estrellada y el aparato de Golgi aumenta de tamaño, el retículo endoplasmático rugoso prolifera, aparecen vesículas excretoras y los fibroblastos adquieren el aspecto característico de las células secretoras de proteínas, además las fibrillas de colágeno se acumulan a lo largo de la superficie externa del cuerpo celular. Al aumentar el número de vasos sanguíneos, nervios y fibras de colágeno, se produce una disminución relativa del número de fibroblastos de la pulpa. En síntesis el aspecto alargado, fusiforme o estrellado, dependen del tipo de matriz extracelular en la que se encuentran inmersos.

Numerosos fibroblastos pulpares se caracterizan por su relativa indiferenciación, una denominación más moderna de las células indiferenciadas es la de "células

madre”; muchas células pulpares parecen mantener una forma relativamente indiferenciada, en comparación con los fibroblastos de la mayoría de los tejidos conjuntivos, esto se ha visto avalado por la observación de un gran número de fibras similares a la reticulina en la pulpa. (Figura 14)

Según parece, los fibroblastos pulpares toman parte activa en las vías de señalización en la pulpa dental, por ejemplo, los neuropéptidos estimulan el crecimiento y la síntesis de fibroblastos, estos a su vez, producen factor de crecimiento nervioso y citocinas proinflamatorias durante la inflamación, el factor de crecimiento desempeña un papel importante no solo en el desarrollo del diente, sino también en la regulación de las respuestas de las neuronas y posiblemente de los odontoblastos frente a las agresiones, a través de la activación de receptores similares a la neurotrofina que se expresan en ambos tipos de células.

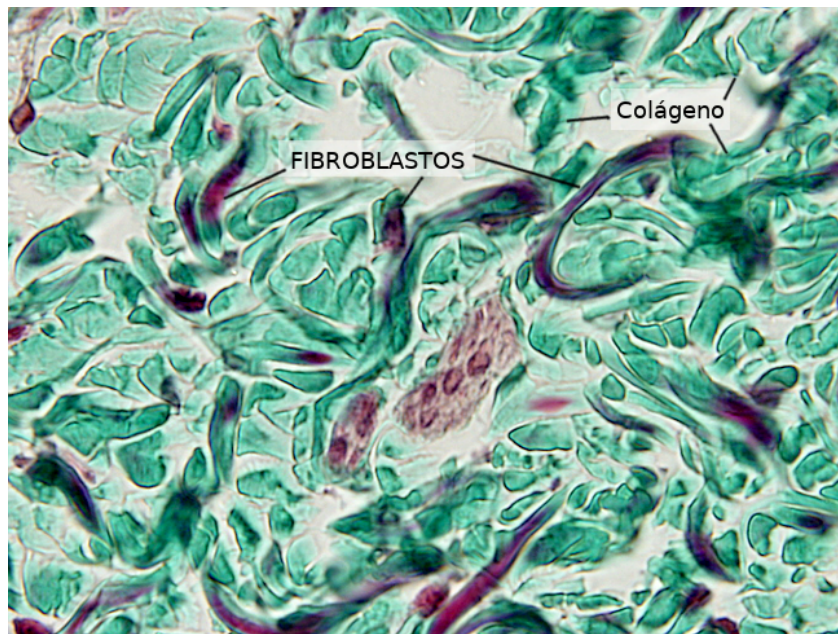


Figura 14 .Fibroblastos y fibras de colágeno. Tinción tricrómica de Masson. <sup>10</sup>

Los fibroblastos tienen por función formar, mantener y regular el recambio de la matriz extracelular fibrilar y amorfa, son células multifuncionales pues tienen también la capacidad de degradar el colágeno en respuesta a distintos estímulos fisiológicos del medio interno. <sup>1,2</sup>

### 3.3.3 Macrófagos

Son monocitos que han abandonado el torrente circulatorio, su forma cambia según se encuentren fijos (histiocitos) o libres en el tejido conjuntivo, penetrando en los tejidos y se han diferenciado en diversas subpoblaciones, las cuales se encuentran en proximidad de los vasos sanguíneos. Una población importante de macrófagos interviene en la endocitosis y fagocitosis, debido a su movilidad y actividad fagocítica, son capaces de actuar como células depuradoras, eliminando del tejido los eritrocitos extravasados, las células madre muertas y cuerpos extraños. El material englobado es destruido por la acción de enzimas lisosómicas, otro subconjunto participa en las reacciones inmunitarias mediante el procesamiento del antígeno y su presentación a los linfocitos T de memoria. (Figura 15)

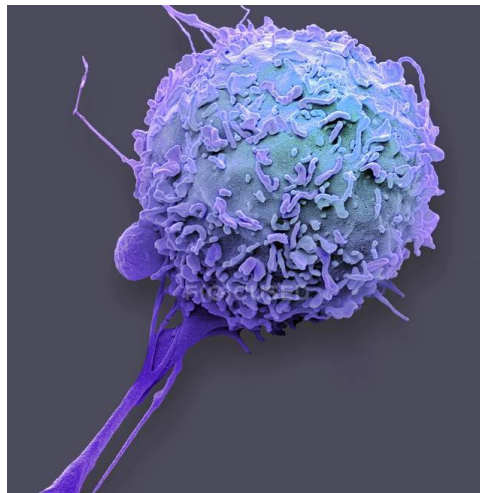


Figura 15 .Micrografía electrónica de un macrófago <sup>11</sup>

La irregularidad en el cuerpo celular se relaciona con su función de fagocitosis. El núcleo presenta una morfología característica con un núcleo escotado y ligeramente excéntrico; tiene abundantes vacuolas y lisosomas así como por un complejo de Golgi y retículo endoplasmático liso bien desarrollado.

Por su capacidad de fagocitosis y por participar en el mecanismo de defensa, pertenecen al sistema fagocítico mononuclear y como todas las células de este sistema, tienen su origen en los monocitos; los macrófagos recién llegados a la sangre son células con gran capacidad de diferenciación, pues deben pasar por

distintos estados de activación para alcanzar su capacidad funcional. En las primeras etapas se asemejan histoquímicamente y morfológicamente al monocito y reciben la denominación de “macrófago residente”, los cuales al surgir un estímulo inflamatorio proliferan y se expanden. En dichos procesos los histiocitos se transforman en macrófagos libres, incrementan su tamaño y adquieren mayor capacidad quimiotáctica y de fagocitosis.

Además de su actividad fagocítica, se relacionan con la función inmunológica, ya que al fagocitar partículas antigénicas y presentarlas a los linfocitos, las convierte en células presentadoras de antígenos.

A la altura del tejido pulpar, el macrófago estimulado desempeña un papel clave en la respuesta inflamatoria e inmune durante la pulpitis.<sup>2</sup> (Figura 16)

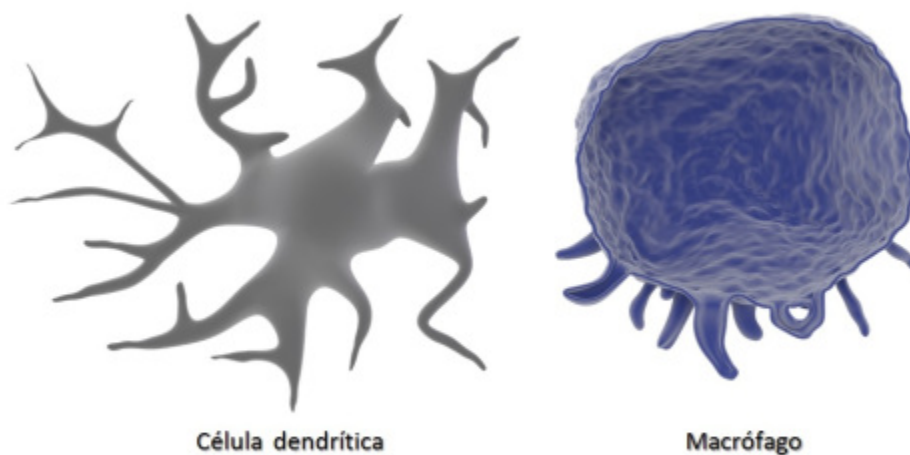


Figura 16. Esquema de célula dendrítica y de macrófago.<sup>12</sup>

### 3.3.4 Células dendríticas

Las células dendríticas son células accesorias del sistema inmunitario, resultan difíciles de discriminar de los macrófagos, células similares se encuentran en la epidermis y en las membranas de las mucosas. También se observan en los tejidos linfáticos aunque presentan amplia distribución en tejidos conjuntivos como lo es la pulpa.

Se denominan presentadoras de antígenos, se caracterizan por poseer prolongaciones citoplasmáticas dendríticas y por la presencia de moléculas de clase II en su superficie celular.

Éstas células se disponen, en general, a lo largo de los vasos, con su eje mayor paralelo a las células endoteliales.

En la pulpa normal, se localizan en su mayor parte en la periferia coronal, cerca de la predentina, pero migran hacia el centro de la pulpa después de un estímulo antigénico; al igual que los macrófagos, éstas fagocitan antígenos proteínicos y luego presentan un conjunto de fragmentos peptídicos de antígeno y de moléculas clase II. (Figura 17)

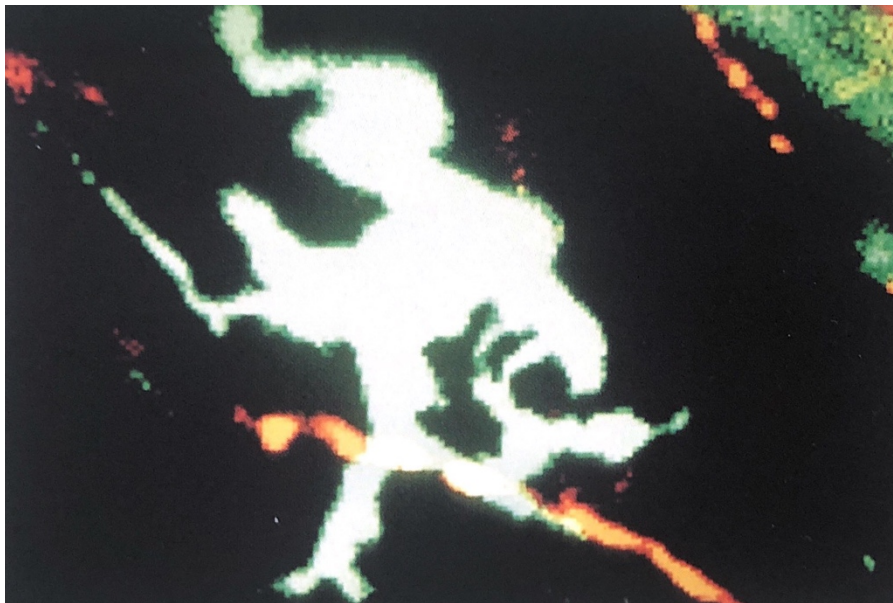


Figura 17. Célula dendrítica en la región odontoblástica.<sup>9</sup>

La función de las células dendríticas de la pulpa, consiste en participar en el proceso de iniciación de la respuesta inmunológica primaria, capturan a los antígenos, los procesan y luego migran hacia los ganglios linfáticos regionales a través de los vasos linfáticos donde estas células, potentes presentadoras de antígenos, los exponen a las células linfoides.<sup>1,2</sup>

### 3.3.5 Células madre de la pulpa

En el seno de la pulpa dental de dientes permanentes, se han identificado dos tipos de células madre de naturaleza mesenquimal, las células madre de la pulpa dental propiamente dicha y las células madre de la papila apical.

Las células madre de la pulpa dental se caracterizan por su morfología fusiforme semejante a los fibroblastos, si bien pueden también adoptar una morfología variable en distintas fases de su actividad funcional, se observan mitocondrias elongadas y un retículo endoplasmático rugoso abundante en la zona perinuclear; el núcleo puede contener más de un nucleolo.

Las células madre de la papila apical se caracterizan por tener distintos tipos de marcadores que reflejan su posible potencialidad; constituyen una variedad que se agrupan en una banda rica en células próximas al foramen apical de la pulpa dental, al ubicarse en dicha localización, tienen una mayor posibilidad de supervivencia en casos de necrosis de la pulpa. <sup>1</sup>

### 3.3.6 Linfocitos

Mediante citometría de flujo se ha demostrado que la pulpa sana posee mayoritariamente linfocitos de tipo T y en menor cantidad de tipo B en pulpa sana o inflamada. Los de tipo T se activarían mediante mecanismos inmunológicos ante la presencia de antígenos provenientes de caries y liberarían linfocinas, provocando la dilatación del vaso. (Figura 18)

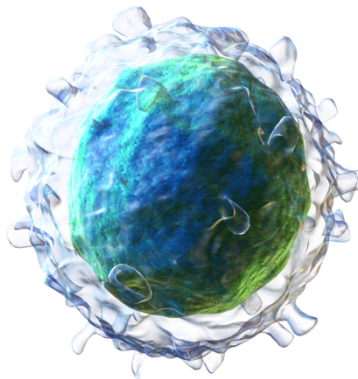


Figura 18. Esquema en 3D de un Linfocito B. <sup>11</sup>



Se han observado también linfocitos T en pulpas de dientes impactados. La presencia de macrófagos, células dendríticas y linfocitos T en la pulpa indica que está bien equipada de células necesarias para el inicio de la respuesta inmunitaria. (Figura 19).

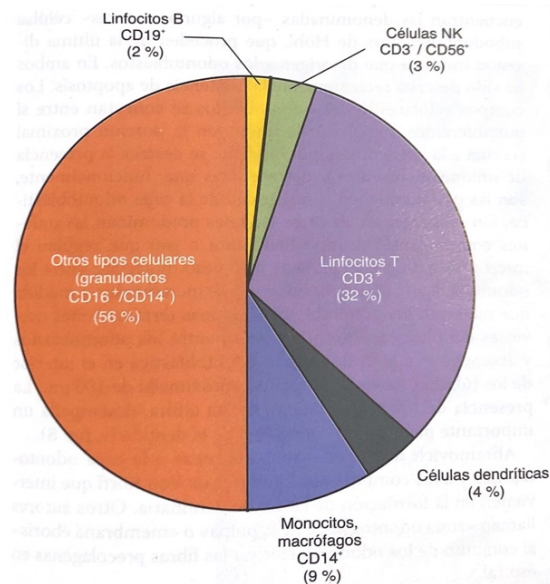
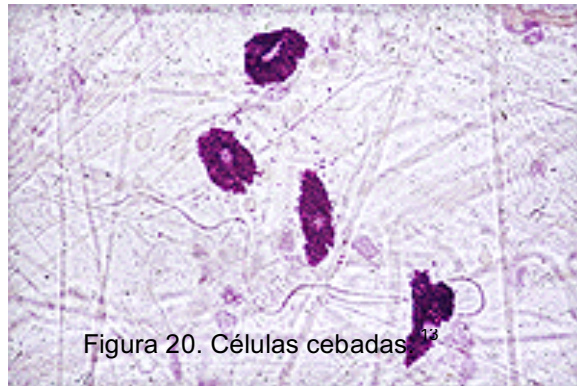


Figura 19. Distribución de las células leucocitarias e inmunocomponentes en la pulpa sana.<sup>1</sup>

### 3.3.7 Células cebadas

Se encuentran ampliamente distribuidos en los tejidos conjuntivos, donde están presentes en pequeños grupos contiguos a vasos sanguíneos, rara vez se encuentran en el tejido de la pulpa normal, aunque estén presentes de manera sistémica en pulpas con inflamación crónica, interviniendo mediante la liberación de histamina, este compuesto aumenta la permeabilidad de los capilares y vénulas, lo que produce edema, sus efectos son contrarrestados por la actividad de la histaminasa producida por eosinófilos. (Figura 20)



Son de número y tamaño variable, son células redondeadas con abundantes gránulos citoplasmáticos de aspecto heterogéneo, el retículo endoplasmático rugoso está poco desarrollado, a diferencia del aparato de Golgi que es más extenso y las mitocondrias son escasas. <sup>1,2</sup> (Figura 21)

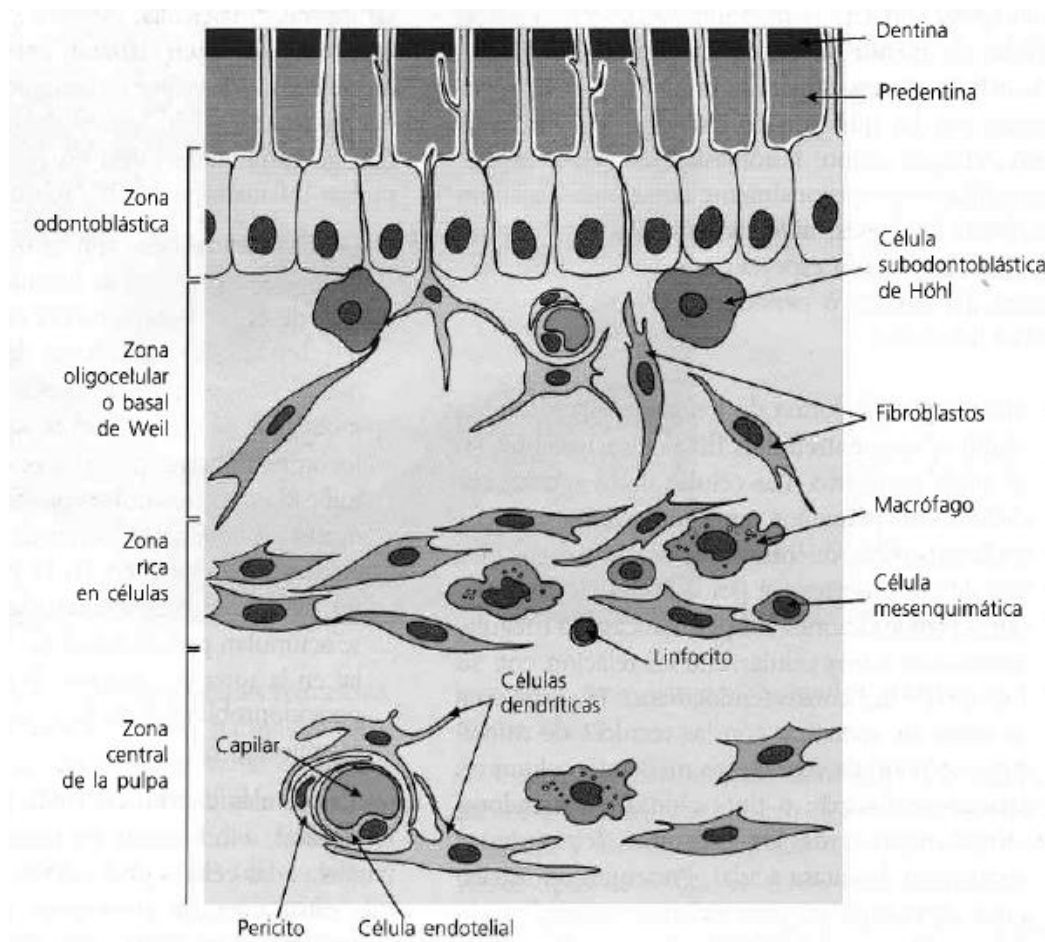


Figura 21. Esquema de las células pulpares según las zonas morfológicas de la pulpa.<sup>1</sup>

### 3.4. Matriz extracelular

Está constituida, principalmente, por proteoglicanos y agua. Los proteoglicanos están conformados por un núcleo protéico y cadenas laterales de glicosaminoglicanos, los más significativos presentes en la pulpa son condroitín 4 y 6 sulfato (60%), dermatán sulfato (34%), queratán sulfato (2%) y ácido hialurónico (2%).

El glicosaminoglicano predominante en la sustancia fundamental del tejido pulpar de los dientes recién erupcionados es el dermatán sulfato.

Los proteoglicanos contribuyen significativamente a la viscosidad de la matriz extracelular de la pulpa y le dan un carácter gelatinoso, esta propiedad más el refuerzo fibrilar es lo que permite extraer la pulpa sin que esta se rompa durante los tratamientos endodónticos.

En la matriz extracelular se han identificado fibroconectinas de origen pulpar y sérico, y proteínas de la matriz fosforiladas y no fosforiladas como la osteonectina, en los gérmenes dentarios.

La fibroconectina, prevalente en la pulpa, es la glicoproteína extracelular que actúa como mediador de adhesión celular, uniendo las células entre sí y a los componentes de la matriz. La fibronectina se localiza en la periferia de la pulpa, lo cual se asocia con la elaboración de la matriz dentaria por parte de los odontoblastos, además, está demostrado que en pulpas de individuos seniles y también en pulpas inflamadas la ausencia o falta de expresión de esta glucoproteína.

La matriz extracelular se comporta como un verdadero medio interno, a través del cual las células reciben los nutrientes provenientes de la sangre arterial, de igual manera, los productos de desecho son eliminados en él para ser transportados hasta la circulación eferente. Con la edad disminuye la actividad funcional de la sustancia fundamental amorfa. <sup>1</sup>

### 3.5 Fibras del tejido conjuntivo

Fibras colágenas: Están constituidas por colágeno tipo I, el cual representa aproximadamente el 55% del colágeno pulpar. La distribución y proporción de fibras colágenas difieren según la región; son escasas y están dispuestas de forma irregular en la pulpa coronaria, en la zona radicular adquieren una disposición paralela y se encuentran en una mayor concentración. La densidad y el diámetro aumentan con la edad. (Figura 22)

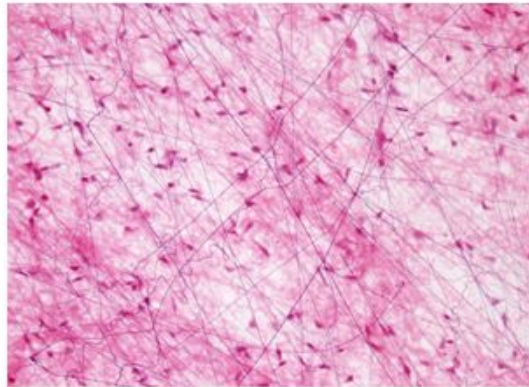


Figura 22. Fibras colágenas.<sup>12</sup>

Fibras reticulares: Formadas por delgadas fibras de colágeno tipo III asociadas a fibroconectinas. Los tipos de colágeno I y II son sintetizados por el fibroblasto. Estas fibras son muy finas y se distribuyen de forma abundante en el tejido mesenquimático de la pulpa dental. Se disponen al azar en el tejido pulpar, excepto en la región odontoblástica donde se insinúan entre las células que constituyen al plexo de Von Korff, donde las fibras reticulares son más gruesas. Las fibras en espiral de la región preentinaria están compuestas por colágeno tipo VI .

(Figura 23)

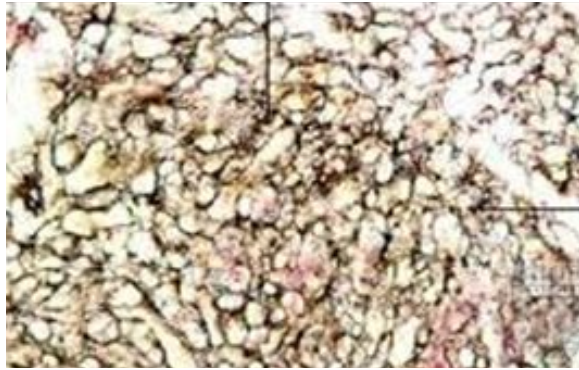


Figura 23. Fibras reticulares.<sup>12</sup>

Fibras elásticas: En el tejido pulpar son muy escasas y están localizadas, exclusivamente, en las delgadas paredes de los vasos sanguíneos aferentes. (Figura 24)

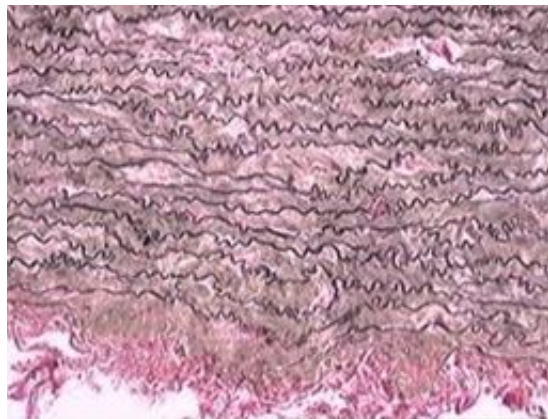


Figura 23. Fibras elásticas.<sup>12</sup>

Fibras de oxitalán: En el desarrollo de la pulpa dental se han identificado mediante la técnica de Halmi (ácido paracético y fucsina aldhéica), la presencia de fibrillas onduladas de oxitalán. Se les considera fibras elásticas inmaduras. (Figura 25)

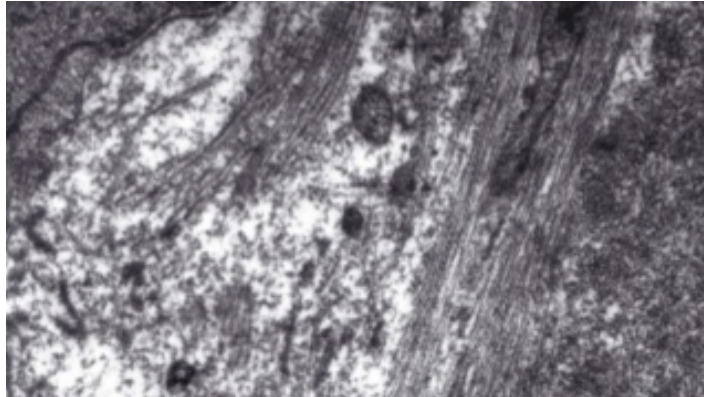


Figura 25. Fibras de oxitalán.<sup>12</sup>

### 3.6 Irrigación vascular

Los vasos sanguíneos aferentes, penetran en la pulpa acompañados de fibras nerviosas y salen de ella por medio de los vasos eferentes a través del conducto y foramen apical. Debido al reducido tamaño de la pulpa, los vasos sanguíneos son de pequeño calibre.<sup>1,2</sup>

El flujo sanguíneo pulpar es mayor en la capa periférica de la pulpa (plexo capilar subodontoblástico) donde se ha demostrado que el consumo de oxígeno es mayor que en el centro de la pulpa.

Los vasos penetrantes o arteriolas son los de mayor tamaño, realizan un recorrido casi rectilíneo hasta llegar a la región de la pulpa central y en su trayecto emiten pequeña ramas colaterales. Están densamente inervados por nervios autónomos y sensitivos, y la regulación del flujo sanguíneo parece hallarse bajo control neuronal. Las vénulas de la pulpa suelen tener paredes delgadas y una capa muscular discontinua, que favorece el movimiento de entrada y salida del líquido del vaso. Las vénulas colectoras se tornan progresivamente más grandes según discurren hacia la región central de la pulpa.<sup>2</sup> (Figura 26)

Las arteriolas discurren en sentido coronal a través de la porción central de la pulpa radicular y emite ramas que se extienden lateralmente hacia la capa de odontoblastos, por debajo de los odontoblastos adyacentes. Estructuralmente las arteriolas presentan una túnica íntima endotelial y una túnica media de músculo liso

muy poco desarrollada. El músculo liso en los vasos pulpares tiene receptores alfa y beta adrenérgicos, por ello, cuando los nervios simpáticos son estimulados se produce una vasoconstricción. <sup>1,2</sup>

Los capilares fenestrados, poseen un endotelio relativamente más grueso. La porción entre células endoteliales y periendoeliales es de cuatro a uno, en el conjunto de células endoteliales y periendoeliales destacan los pericitos o células adveticiales, que se encuentran incluidos en la misma lámina basal que rodea las células endoteliales. Estos cuerpos densos de morfología irregular, son similares a los lisosomas y no están presentes en forma fija en todos los pericitos, ante determinados estímulos pueden diferenciarse en macrófagos.

A través de los capilares la sangre llega a las vénulas, las cuales confluyen hasta constituir las venas centrales, de este modo, se completa la circulación eferente que abandona el tejido pulpar a través del foramen apical en forma de venas de diámetro pequeño, con una capa muscular muy delgada y discontinua, el número de fibras nerviosas que rodean a las estructuras arteriales es muy superior a la que rodea a las estructuras venosas.

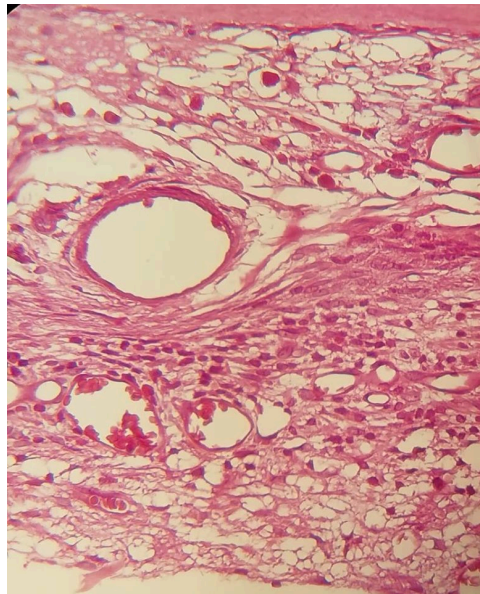


Figura 26 . Vascularización pulpar. Fuente propia

La circulación sanguínea de la pulpa de tipo terminal anatómico, dado que entre los vasos aferentes y los eferentes existen comunicaciones alternativas, como anastomosis arteriovenosas que se extienden hacia la predentina.<sup>1</sup>

En condiciones fisiológicas normales, el tono vascular en la pulpa se halla controlado por mecanismos neuronales, paracrinos y endocrinos que mantienen un estado de vasoconstricción parcial. (Figura 27)

El flujo sanguíneo pulpar también se encuentra bajo la influencia del tono vascular de tejidos vecinos. Se ha demostrado que la vasodilatación en estos tejidos causa una disminución del flujo sanguíneo pulpar debido a la reducción de la presión arterial local en los dientes, y por tanto, a menor presión de perfusión pulpar. Los trastornos de flujo vascular se asocian con una alteración de la sensibilidad, cuando aumenta el flujo (en la inflamación) disminuye el umbral de los nervios pulpares más grandes (fibras A), lo que produce un aumento en la respuesta a los estímulos térmicos; por el contrario cuando el flujo disminuye se suprime la actividad de estas fibras, más las del tipo C, lo que produce cambios en la calidad del dolor.<sup>1,2</sup>

El lecho microvascular de la pulpa dental tiene la capacidad de regular la hemodinámica en respuesta a la demanda tisular local. La endotelina 1 se encuentra en el endotelio de los vasos pulpares, e infusiones intraarteriales próximas a la endotelina 1, reducen el flujo sanguíneo pulpar, sin embargo la endotelina 1 no parece influir en el tono de los vasos sanguíneos en condiciones iniciales de reposo.

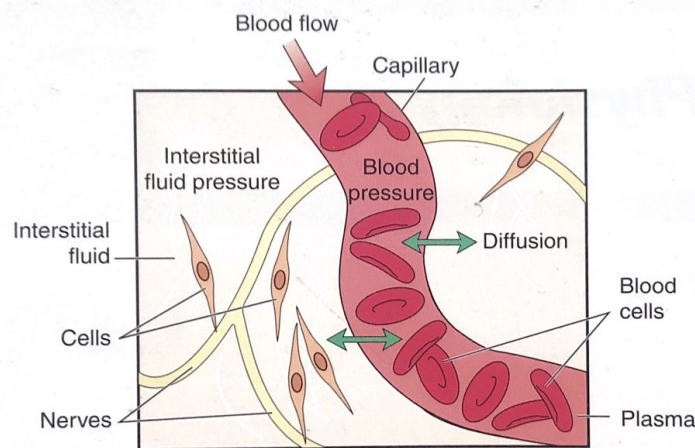


Figura 27. Células, fluido intersticial, nervios y capilares en la pulpa dental.<sup>9</sup>



El endotelio de los vasos sanguíneos pulpaes modula el tono muscular a través de la liberación de vasodilatadores, como la prostaciclina.

La adenosina se libera en el tejido isquémico e hipóxico, y es probable que desempeñe un papel importante en la regulación metabólica del flujo sanguíneo en períodos de baja tensión de oxígeno pulpar.<sup>2</sup>

### 3.7 Circulación linfática

La circulación linfática de la pulpa corresponde a un sistema de tipo primitivo, si se le compara con la que poseen otras regiones del organismo. Los vasos linfáticos en la pulpa son más numerosos en su parte central que en la zona periférica próxima a la capa odontoblástica.

Los vasos linfáticos se originan en la pulpa coronaria por medio de extremos ciegos, de paredes muy delgadas, cerca de la zona oligocelular de Weil y de la zona odontoblástica. Estos vasos ciegos drenan la linfa en vasos recolectores de pequeño tamaño. Las células endoteliales exhiben numerosas uniones intercelulares y se encuentran escasos pericitos de distribución irregular.

Los linfáticos procedentes de los dientes anteriores drenan hacia los ganglios linfáticos submentonianos, mientras que los linfáticos de los dientes posteriores hacia los ganglios linfáticos submandibulares y cervicales profundos.<sup>1</sup>

### 3.8 Inervación

El nervio trigémino es el de mayor grosor entre los pares craneales, también llamado quinto par, posee tres ramas principales: oftálmica (v1), maxilar (v2) y mandibular (v3). (Figura 28).

Es un nervio mixto, pues tiene un núcleo motor y otro sensitivo, corresponde al primer arco branquial.<sup>14</sup>

La raíz del trigémino, comprende el trayecto del V par desde su salida en el borde central del puente hasta el ganglio de Gasser, es decir, la porción del trigémino que

discurre por las cisterna del ángulo pontocerebeloso. Se distinguen a este nivel las llamadas porción mayor y porción menor, aunque diferentes autores han descrito una porción intermedia. La porción mayor o raíz sensitiva está formada por 75, 000 a 150,000 fibras, la mitad de ellas mielinizadas.

La raíz sensitiva es considerablemente mayor que la motora y está formada por prolongaciones centrales (postganglionares) y prolongaciones periféricas (preganglionares) de las neuronas unipolares situadas en el ganglio trigeminal, (también llamado ganglio de Gasser o semilunar).

#### Recorrido del nervio oftálmico

Poco después de su salida del ganglio de Gasser, se dirige hacia delante, introduciéndose en la pared lateral del seno cavernoso, en donde se divide en tres ramas: frontal, nasociliar, y lacrimal, las cuales penetran en la órbita por la hendidura esfenoidal.

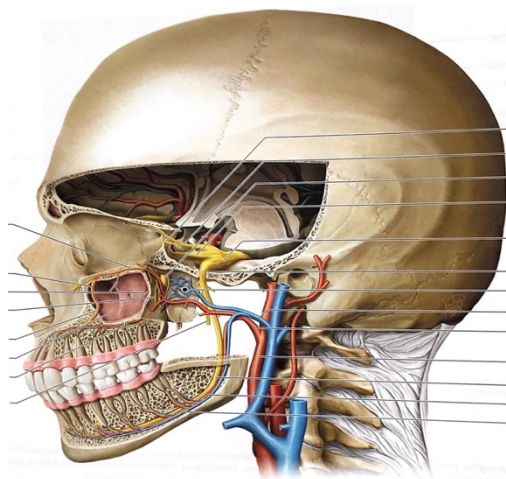


Figura 28. Vista transversal de la anatomía de la ramificaciones del V par craneal. <sup>15</sup>

#### Recorrido del nervio maxilar

Poco después de su salida por el ganglio de Gasser, se sitúa en la pared lateral del seno cavernoso. Abandona el cráneo por el agujero redondo mayor y llega a la fosa

pterigomaxilar donde se divide en varias ramas. La rama más importante es el nervio infraorbitario que penetra en la base de la órbita por el agujero suborbitario, pasando por el canal suborbitario y alcanzando el maxilar superior en su rama ascendente, por delante de la carilla articular del malar. Al salir del agujero suborbitario da ramas que se distribuyen por la mejilla. En su recorrido por el conducto orbitario da las ramas dentarias superiores y anteriores, que van a inervar los dientes de la parte más exterior del maxilar superior. Hay otra rama antes del recorrido intraóseo que es el nervio cigomático que va a anastomarse con el nervio lacrimal.

El nervio maxilar tiene aún dos ramas más que son los nervios pterigopalatinos, menor y mayor, que se distribuyen por la mucosa del paladar. <sup>14</sup> (Figura 29)

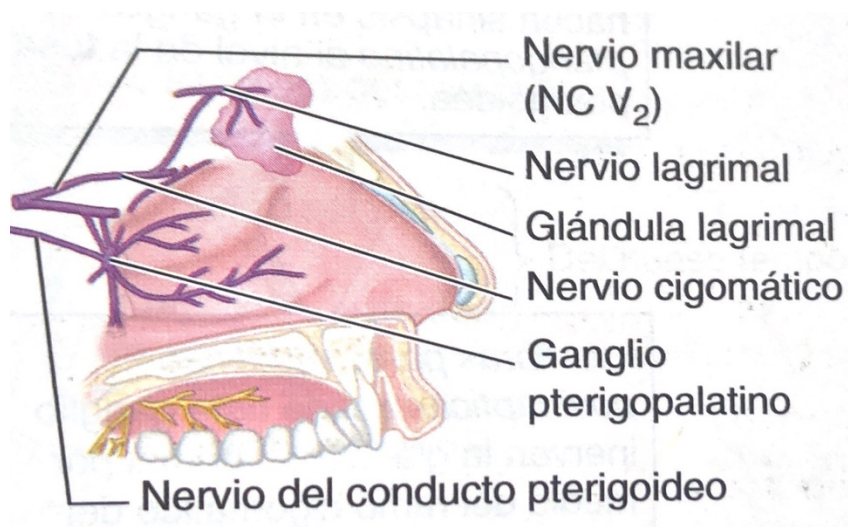


Figura 29. Esquema del nervio maxilar y algunas de sus ramas. <sup>16</sup>

Recorrido del nervio mandibular:

Abandona el cráneo por el agujero oval y llega a la cara externa de la apófisis pterigoides, o sea por la fosa cigomática, que está ocupada por los músculos

pterigoideos interno y externo. El nervio transcurre entre ellos y finalmente varias ramas: lingual, dentaria, alveolar inferior, auriculotemporal y bucal.

Además de todas estas ramas sensitivas, el nervio mandibular también tiene ramas exclusivamente motoras destinadas a inervar a los músculos masticadores, entre ellas: una rama temporal, una para el masetero, y otra que acompaña al nervio inferior dentario y que va al vientre interior del digástrico y músculo milohioideo. Estas ramas conducen sensibilidad a diferentes partes de la cabeza, e ingresan en el cráneo por diferentes agujeros.<sup>14</sup> (Figura 30)

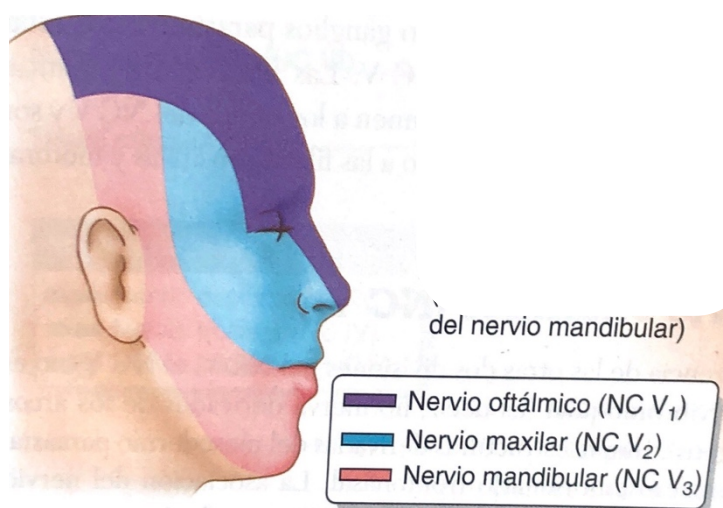


Figura 30. Esquema de la zonas inervadas por las ramas trigeminales.<sup>16</sup>

Recorrido del nervio mandibular:

Abandona el cráneo por el agujero oval y llega a la cara externa de la apófisis pterigoides, o sea por la fosa cigomática, que está ocupada por los músculos pterigoideos interno y externo. El nervio transcurre entre ellos y finalmente varias ramas: lingual, dentaria, alveolar inferior, auriculotemporal y bucal.

Además de todas estas ramas sensitivas, el nervio mandibular también tiene ramas exclusivamente motoras destinadas a inervar a los músculos masticadores, entre ellas: una rama temporal, una para el masetero, y otra que acompaña al nervio inferior dentario y que va al vientre interior del digástrico y músculo milohioideo. Estas ramas conducen sensibilidad a diferentes partes de la cabeza, e ingresan en el cráneo por diferentes agujeros.<sup>14,17</sup>

Tabla 1. Anatomía ramas trigeminales. <sup>14</sup>

|                         | Rama oftálmica (V1)   | Rama maxilar (V2)   | Rama mandibular (V3)   |
|-------------------------|---|---|--|
| Inervación sensitiva    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piel de la frente</li> <li>• Nariz</li> <li>• Conjuntiva de los ojos</li> <li>• Meninges</li> <li>• Párpados</li> <li>• Mucosa del seno paranasal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piel de la región malar</li> <li>• Piel de la región maxilar</li> <li>• Mucosa nasal</li> <li>• Labio superior</li> <li>• Dientes</li> <li>• Paladar óseo</li> <li>• Mucosa del seno maxilar superior</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Músculos masticadores</li> <li>• Labio inferior</li> <li>• 2/3 anteriores de la lengua</li> <li>• mucosa bucal</li> <li>• dientes</li> <li>• parte del oído y meato auditivo externo</li> <li>• maxilar inferior y preauditiva</li> <li>• sensibilidad propioceptiva de la ATM</li> </ul> |
| Ingresa la cráneo por   | Hendidura esfenoidal (fisura orbitaria superior)  | Agujero redondo mayor   | Agujero oval   |
| Responsable del reflejo | Corneal, lacrimal y párpado.  | Estornudo   |  |

Tabla 2. Ramas del trigémino. <sup>14</sup>

| Rama oftálmica (V1)<br>Nervio   | Rama maxilar (V2)<br>Nervio   | Rama mandibular (V3)<br>Nervio  |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frontal</li> <li>-Supratroclear</li> <li>-Supraorbitario</li> <li>• Nasociliar</li> <li>-Infratroclear</li> <li>-Etmoidal anterior</li> <li>-Ciliares</li> <li>• Lacrimal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentario posterior</li> <li>• Dentario anterior</li> <li>• Esfenopalatino</li> <li>• Palatino mayor</li> <li>• Palatino menor</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentario</li> <li>• Lingual</li> <li>-Submandibular</li> <li>-Submentoniano</li> <li>• Alveolar inferior</li> <li>-Mentoniano</li> <li>-Milohiideo</li> <li>• Auriculotemporal</li> <li>• Bucal</li> </ul> |

La inervación simpática de los dientes procede del ganglio cervical superior. Los nervios simpáticos posganglionares viajan con el nervio carotídeo interno, se unen al nervio trigémino en el ganglio e inervan dientes y estructuras de sostén por la rama maxilar y mandibular del nervio trigémino. <sup>2,14</sup>

El diente se encuentra inervado por un gran número de axones mielínicos y amielínicos. El número de axones que entran en un premolar humano es de aproximadamente 2 000 o mas y cada axón puede ramificarse y dar lugar a múltiples puntos de inervación. La inervación de la pulpa incluye tanto neuronas aferentes que conducen los impulsos sensitivos, como neuronas eferentes o autónomas, que permiten la modulación neurógena de la microcirculación y las reacciones inflamatorias.

Las terminaciones de las neuronas simpáticas contienen el neurotransmisor clásico, noradrenalina y neuropéptido Y, éste último se sintetiza en las neuronas simpáticas y llega a las terminaciones por transporte axónico. Por el contrario, la noradrenalina

se produce principalmente en los nervios sensitivos, estas fibras suelen localizarse en partes más profundas de la propia pulpa, aunque se han encontrado también fibras en estrecha relación con los odontoblastos.

En los premolares del ser humano, el número de axones amielínicos que entran en el diente por el ápice alcanzan su valor máximo poco después de la erupción del diente, en esta etapa se encontraron una media de 1 800 axones amielínicos y más de 400 axones mielínicos.<sup>2,18</sup>

Los haces nerviosos discurren hacia arriba por la pulpa radicular junto con los vasos sanguíneos. Una vez que alcanzan la pulpa coronal, se abren en abanico por debajo de la zona rica en células, se ramifican en haces más pequeños y finalmente en un plexo de axones conocido como plexo de Raschow. (Figura 31.)

Se estima que cada haz nervioso propicia por lo menos ocho terminaciones nerviosas o botones sensitivos, que se localizan en la zona acelular (de Weil) justo por debajo de la capa odontoblástica coronaria, por lo cual, los axones terminales pasan entre los odontoblastos como terminaciones nerviosas libres.<sup>2,14,18</sup>

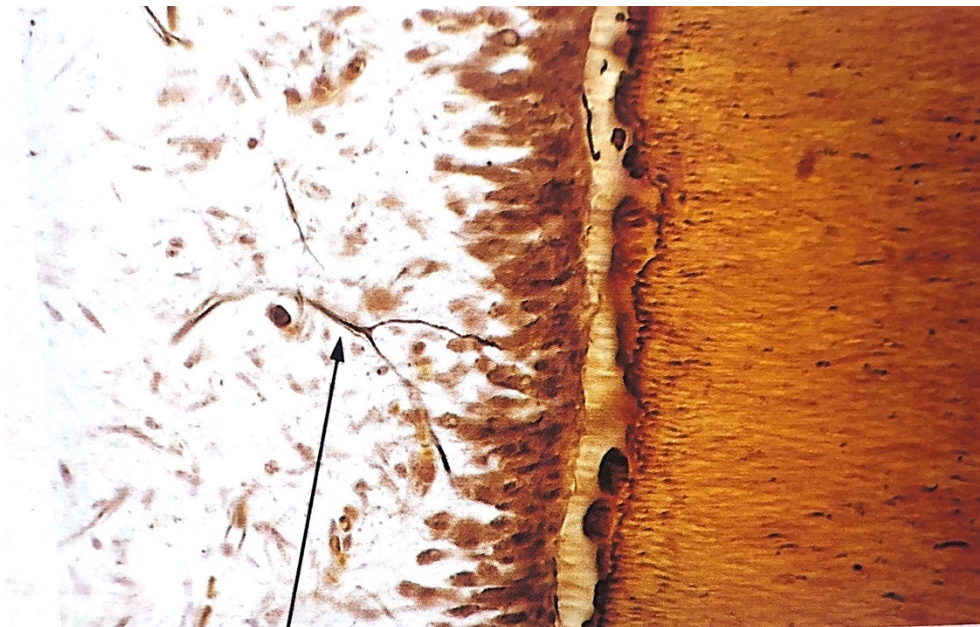


Figura 31. Plexo de Raschow.<sup>19</sup>

Las fibras mielínicas del plexo de Raschow pierden su capacidad mielínica, originando terminaciones nerviosas libres que pueden avanzar en dirección del tejido dentinario. Existe otro gran plexo de fibras en el centro del tejido pulpar, denominado plexo de Mummery.

Una parte de los nervios que terminan en el plexo subodontoblástico como terminaciones nerviosas libres pierden la vaina de Schwann, éstas fibras pueden pasar por el cuerpo celular del odontoblasto permitiendo su entrada en los túbulos dentinarios, lo que justificaría una de las teorías de los mecanismos de transmisión de dolor.<sup>2,18</sup>

En la pulpa dental adulta, las fibras simpáticas forman plexos alrededor de las arteriolas pulpares. La estimulación de estas fibras produce la constricción de las arteriolas y una disminución del flujo sanguíneo.<sup>2</sup>

El tejido pulpar se caracteriza por tener una doble inervación, sensitiva y autónoma, a cargo de fibras nerviosas tipo A (mielínicas, 10-30% de los axones intrapulpares) y fibras nerviosas tipo C (amielínicas 30-90%) que llegan a la pulpa junto con los vasos a través del foramen apical.

Los nervios sensoriales de la pulpa proceden del trigémino y entran en la pulpa radicular como fascículos, a través del foramen apical, en asociación íntima con las arteriolas y las vénulas. Cada uno de los nervios que entran en la pulpa están rodeados por células de Schwann, y las fibras A adquiere su vaina de mielina desde esas células.

La inervación autónoma está constituida por fibras amielínicas tipo C simpáticas; los axones amielínicos proviene de ganglio cervical superior y llegan a la pulpa apical para dirigirse a la túnica muscular de las arteriolas, son fibras de conducción lenta e intervienen en el control del calibre arterial.

Ultraestructuralmente se ha observado que los axones simpáticos contienen numerosas vesículas con un material denso en su interior que contiene transmisores catecolamínicos fundamentalmente noradrenalina. Asimismo, se ha identificado la presencia del neuropéptido Y, un potente vasoconstrictor de arterias y venas, en las fibras nerviosas que rodean los vasos en la zona central de la pulpa, este



neuropépetido se almacena con la noradrenalina y se libera junto con ella tras la estimulación nerviosa.<sup>2,17</sup>

La inervación sensitiva está constituida por fibras aferentes sensoriales del trigémino y se denominan fibras mielínicas del tipo A $\beta$  y Fibra A $\gamma$ , y también fibras amielínicas tipo C.

Las fibras A son de conducción rápida y responden a estímulos hidrodinámicos, osmóticos o térmicos que transmiten la sensación de un dolor agudo o bien localizado, se distribuyen fundamentalmente en la zona periférica de la pulpa.

Los nervios mielínicos en la pulpa coronaria se ramifican considerablemente, de manera que el número de fibras se cuadruplica con respecto a la región radicular. En la zona basal de Weil, estas ramificaciones constituyen el plexo nervioso subodontoblástico de Raschkow.

Histológicamente este plexo está bien desarrollado cuando el diente está erupcionado.

Las fibras C amielínicas de naturaleza sensorial poseen una velocidad de conducción lenta y se distribuyen en general en la zona interna de la pulpa, al responder a los estímulos de la histamina, y no estímulos hidrodinámicos. La estimulación de estas fibras da origen a una sensación de dolor sordo mal localizado y prolongado de tiempo.

La mayor parte de la dentina está desprovista de fibras nerviosas sensitivas. Ello ofrece una explicación de por qué los agentes que producen el dolor no siempre provocan dolor cuando se aplican a la dentina expuesta. Del mismo modo, la aplicación sobre la dentina de soluciones anestésicas tópicas no reducen su sensibilidad. Se necesita una elevada concentración de solución de lidocaína para bloquear la respuesta de los nervios interdientales a la estimulación mecánica de la dentina.<sup>2</sup> (Figura 32)

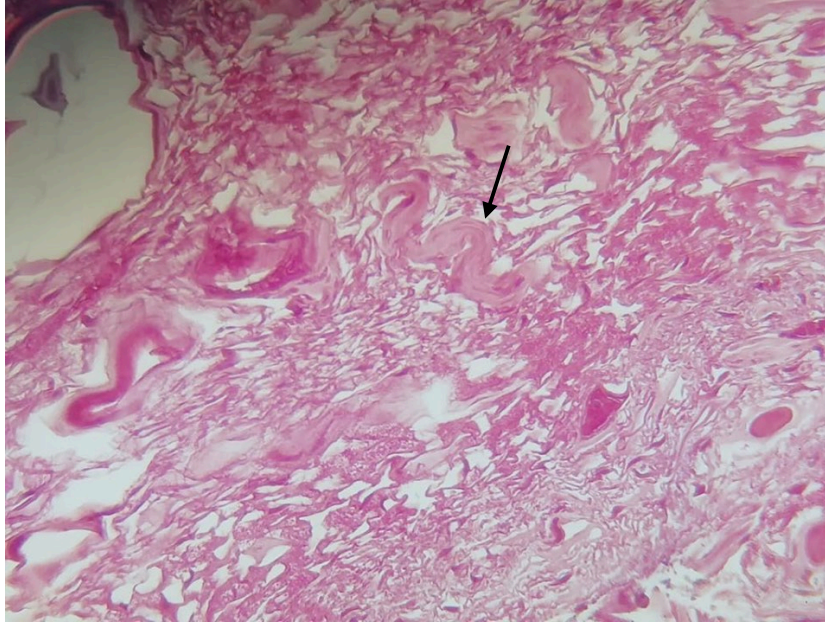


Figura 32. Tejido nervioso. Fuente propia.

Se han encontrado algunas fibras que discurren desde el plexo nervioso subodontoblástico hasta la capa de odontoblastos. Sin embargo, estas fibras no llegan a la predentina, terminan en los espacios extracelulares de la zona rica en células, la zona pobre en células o la capa de odontoblastos. Otras fibras se extienden hasta el seno de la predentina y discurren por un túbulo dentinario en estrecha asociación con una prolongación odontoblástica. La mayoría de estas fibras intratubulares discurren por el interior de los túbulos dentinarios a lo largo de apenas unos micrómetros, aunque algunos pueden penetrar hasta 10  $\mu\text{m}$ .

Las terminaciones nerviosas intratubulares son más numerosas en la zona de los cuernos pulpares, donde hasta el 40% de los túbulos contiene fibras. El número de fibras intratubulares disminuye en otras partes de la dentina, y en la dentina radicular solo alrededor del 1% de los túbulos dentinarios contienen fibras.

Cuando están presentes, las fibras nerviosas discurren por un surco o canal a lo largo de la superficie del proceso odontoblástico y, hacia sus extremos terminales, se enrollan en torno a él como sacarcorchos. Las membranas celulares del proceso y la fibra nerviosa están muy próximas y discurren muy paralelas, si bien no presentan uniones simpáticas.<sup>2,17</sup>

### 3.9 Funciones de la pulpa

#### Inductora

El mecanismo inductor del complejo dentino-pulpar se pone de manifiesto durante la amelogénesis, ya que es necesario el depósito de dentina para que lo produzca la síntesis y el depósito del esmalte.

#### Formativa

La pulpa tiene como función esencial formar dentina. La capacidad dentinogénica se mantiene mientras dura su vitalidad. La elaboración de la dentina está a cargo de los odontoblastos y, según el momento en que ésta se produce surgen los distintos tipos de dentina: primaria, secundaria, terciaria, ésta última se elabora en respuesta a distintos estímulos irritantes, como biológicos (caries), físicos (calor, presión) o químicos (sustancias nocivas procedentes de algunos materiales dentales).

#### Nutritiva

La pulpa nutre la dentina a través de las prolongaciones odontoblásticas y de los metabolitos que, desde el sistema vascular pulpar se difunden a través del licor dentinario.

#### Sensitiva

La pulpa, mediante los nervios sensitivos, responde, ante los diferentes estímulos y agresiones, con dolor dentinario o pulpar. En la sensibilidad de la pulpa y la dentina no interesa la naturaleza del agente estimulante, ya que la respuesta es siempre de tipo dolorosa. El dolor dentinal es agudo y de corta duración, mientras que el dolor pulpar es sordo y pulsátil persistiendo durante cierto tiempo.

#### Defensiva o reparadora

El tejido pulpar tiene una notable capacidad reparadora, formando dentina ante las agresiones. Las dos líneas de defensa son: 1) Formación de dentina peritubular,

con estrechamiento de los conductos, para impedir la penetración de microorganismos hacia la pulpa. Esta esclerosis dentinaria representa la primera defensa pulpar frente al avance de una caries.

2) Formación de dentina terciaria. Esta dentina es elaborada por los nuevos odontoblastos que se originan de las células ectomesenquimáticas o células madre de la pulpa. <sup>1,8</sup>

### 3.10 Cambios con la edad

El tejido pulpar y la cavidad que la aloja experimentan variaciones estructurales y funcionales con la edad, al igual que otros tejidos del organismo. Estos cambios ocasionan una disminución en la capacidad de respuesta biológica y como consecuencia de ello, al avanzar la edad, el tejido pulpar no responde a los estímulos externos como lo hace la pulpa joven. <sup>1,2</sup> (Figura 33)

Los principales cambios que se observan con la edad son:

**Reducción del volumen pulpar:** Al disminuir la cámara y los conductos radiculares como consecuencia del depósito continuo de dentina secundaria.

**Disminución de la irrigación e inervación:** Como resultado de la reducción del volumen del órgano pulpar. Se han descrito obliteraciones de vasos sanguíneos en pulpas envejecidas.

**Disminución gradual de la población celular del tejido conjuntivo pulpar:** Desde la etapa adulta hasta la etapa senil. En esta última, la densidad celular queda reducida a la mitad, especialmente, al perderse las células inmaduras.

El conocimiento de este dato biológico tiene una gran importancia clínica, pues la capacidad de defensa en pulpa joven es mayor al contar con un número más elevado de elementos celulares indiferenciados capaces de neoformar odontoblastos frente a un determinado estímulo nocivo. La capacidad de autodefensa o la posibilidad de regeneración del tejido, depende, sin embargo, no

sólo de la edad biológica sino también del estado general de salud del organismo y de la cuantía del daño tisular. <sup>1</sup>

Transformación: Progresiva del tejido conjuntivo laxo de la pulpa en tejido conjuntivo semidenso. Ello se debe al aumento de fibras colágenas y a la consiguiente disminución de sustancia fundamental amorfa. <sup>1,2</sup>

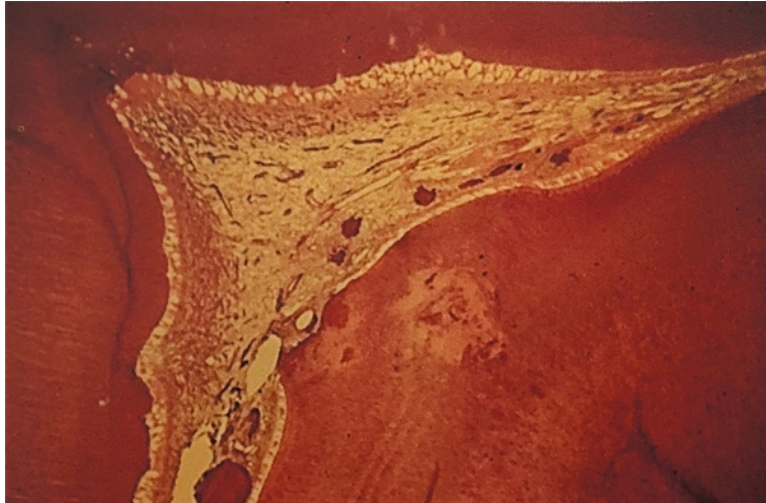


Figura 33. Pulpa envejecida. Escasos odontoblastos, fibras colágenas, fibroblastos, calcificaciones, luz del conducto reducido. <sup>8</sup>

Aparición de centros irregulares de mineralización: Especialmente, en la región de la pulpa central. Este fenómeno de calcificación o litiasis, es relativamente común en la pulpa adulta y se incrementa con la edad o frente a agentes irritantes. Sin embargo, desde el punto de vista histológico, se han observado diferentes fenómenos de litiasis en las pulpas jóvenes. <sup>1</sup>

Las calcificaciones son de dos tipos: cálculos pulpares o dentículos y calcificaciones pulpares difusas.

Los cálculos pulpares están formados por la precipitación de sales minerales sobre un centro de matriz predominantemente de colágeno. Se clasifican de acuerdo a su estructura en verdaderos (poseen túbulos dentinarios) y falsos (sólo muestran capas concéntricas de tejido mineralizado). Éstos últimos, que presentan formas

irregulares, son los más frecuentes y pueden estar libre o adheridos. Cuando tienen cierto tamaño pueden observarse por medios radiológicos, de lo contrario en cortes histológicos. (Figura 34)

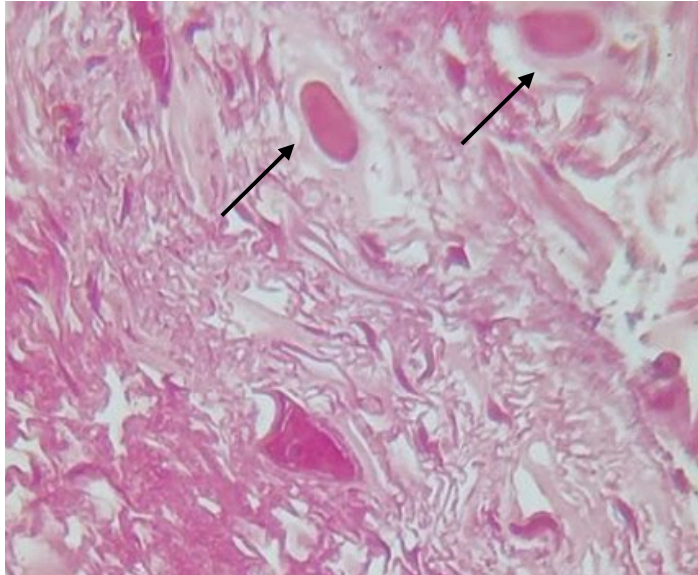


Figura 34. Calcificaciones pulpaes. Fuente propia

Clínicamente los cálculos pulpaes constituyen un problema para el profesional endodoncista, al realizar la apertura cameral o instrumentar conductos.

Las calcificaciones difusas, generalmente, tienen una orientación longitudinal por lo que suelen denominar calcificaciones lineales o agujas cálcicas.<sup>1,2</sup>

## CAPÍTULO 4

### Fibras conductoras de estímulos

Las fibras nerviosas se suelen clasificar de acuerdo con el diámetro, la velocidad de conducción y la función.

Durante la fase de campana del desarrollo dental, las fibras nerviosas entran en la papila dental siguiendo el camino de los vasos sanguíneos. Aunque sólo se observan fibras amielínicas en la papila dental, una porción de esas fibras son probablemente fibras A que han perdido la vaina mielínica. Las fibras mielínicas representan las últimas estructuras importantes que aparecen durante el desarrollo de la pulpa dental humana.

El número de fibras nerviosas aumenta de forma gradual y se produce alguna ramificación conforme las fibras se acercan a la dentina, durante la fase de campana entran en la predentina muy pocas fibras.

Cuando se completa el desarrollo radicular, las fibras mielínicas aparecen agrupadas en fascículos de la región central de la pulpa.

Los fascículos nerviosos cursan hacia coronal a través de la pulpa radicular, junto con los vasos sanguíneos, cuando llegan a la pulpa coronal se abren en abanico bajo la zona rica en células se dividen para formar fascículos pequeños y finalmente, se ramifican en un plexo de axones nerviosos únicos, conocido como plexo de Raschkow. El desarrollo completo de este plexo no ocurre hasta las fases finales de formación de la raíz.

Se ha estimado que cada fibra que entra en la pulpa envía al menos ocho ramas.

2,8

La inervación, que incluye a las fibras mielínicas y a las fibras amielínicas, es extremadamente rica, tanto que las fibras nerviosas están distribuidas en el interior de todo el tejido pulpar, si bien no en forma uniforme; mayormente por debajo de la capa de odontoblastos, con respecto a la pulpa radicular. <sup>2</sup>

## 4.1 Clasificación de fibras conductoras

### Fibras mielínicas

Son fibras sensitivas pertenecientes al nervio trigémino. Se trata de fibras de bajo umbral de excitabilidad, relacionadas con la transmisión del dolor agudo, punzante y también denominado dolor dentinario, las cuales en su mayoría están distribuidas al nivel de la pulpa. Siguen el recorrido de los vasos sanguíneos y suministran numerosas ramas que alcanzan el plexo nervioso subodontoblástico (plexo de Raschow). De este plexo, solo unas pocas fibras nerviosas penetran entre los odontoblastos para alcanzar la predentina y son denominadas como fibras de Von Korff. Las mismas siguen un trayecto muy breve antes de introducirse en el interior del túbulo dentinario, que recorren estrechamente adosadas al proceso odontoblástico.<sup>8</sup> (Figura 35)

### Fibras amielínicas

Son fibras del grupo C que comprenden:

- Fibras ortosimpáticas-posganglionares, provenientes del ganglio cervical superior, las cuales acompañan a las arteriolas y son reguladoras del flujo hemático.
- Fibras sensitivas, que a través de los nociceptores recogen los estímulos térmicos, mecánicos y químicos, y proceden del nervio trigémino. Son fibras pequeñas, correlacionadas con el dolor gravativo, crónico.<sup>8</sup>

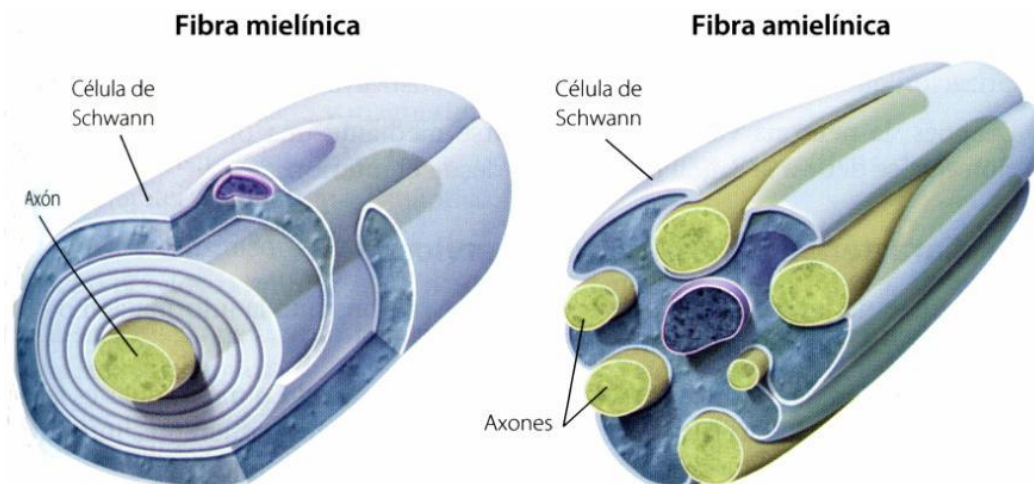


Figura 35. Esquema de fibra mielínica y fibra amielínica .<sup>20</sup>



Tabla 3. Fibras nerviosas y sus características.<sup>2,8</sup>

| Tipo de fibra    | Grosor     | Presencia o no de mielina | Velocidad de conducción m/s | Localización   | Función                      |
|------------------|------------|---------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|
| Fibra A $\alpha$ | 2-20 $\mu$ | Mielínica                 | 12-20                       | Fibras sensitivas y motoras de los nervios somáticos.      | Motora, propiocepción.       |
| Fibra A $\beta$  | 2-20 $\mu$ | Mielínica                 | 5-12                        | Fibras sensitivas y motoras de los nervios somáticos.      | Presión, tacto.              |
| Fibra A $\gamma$ | 3-6 $\mu$  | Amielínica                | 15-30                       | Fibras sensitivas y motoras de los nervios somáticos       | Motora de usos musculares    |
| Fibra A $\delta$ | 2-20 $\mu$ | Mielínica                 | 3-6                         | Fibras sensitivas y motoras de los nervios somáticos.      | Motora, de husos musculares. |
| Fibra B          | 1-3 $\mu$  | Mielínica                 | 3-15 m/seg                  | Autónomicas preganglionares del sistema nervioso autónomo. | Dolor, temperatura, tacto.   |
| Fibra C          | <1 $\mu$   | Amielínica                | <2 m/seg                    | Autómicas postgalionares y fibras sensitivas (50%)         | Dolor.                       |

## CAPÍTULO 5

### Mecanismo hidrodinámico de sensibilidad en la dentina

#### 5.1 Teoría hidrodinámica

Pruebas convergentes indican que el movimiento de líquido en los túbulos dentinarios es el acontecimiento fundamental en el despertar del dolor dentinario. Ahora parece que estímulos productores de dolor, como el calor, el frío, un chorro de aire y el sondaje con la punta de un explorador, tienen en común la capacidad de desplazar el líquido de los túbulos. Esto se conoce como mecanismo hidrodinámico de sensibilidad de la dentina.

La teoría hidrodinámica sugiere que el dolor dentinario asociado a la estimulación de un diente sensible está relacionado a un mecanismo mecanotransductor.

En las vías aferentes pulpares se ha identificado los clásicos mecanotransductores, lo cual ha supuesto una corroboración mecanicista de esta teoría, así pues, los receptores ubicados en las terminaciones de los axones que inervan los túbulos dentinarios traducen en señales eléctricas el movimiento de los líquidos en los túbulos. El uso de técnicas de registro de una sola fibra ha permitido encontrar una correlación positiva entre el grado de variaciones de presión y el número de impulsos nerviosos que abandonan la pulpa. Por lo tanto, los movimientos de líquido hacia fuera (presión negativa) producen una respuesta nerviosa mucho más fuerte que los movimientos hacia dentro.

El calor expande el líquido dentro de los túbulos más rápidamente de lo que expande la dentina, haciendo que el líquido fluya hacia la pulpa, mientras que el frío hace que el líquido se contraiga más rápidamente que la dentina, produciendo flujo de salida.

Se especula que el rápido movimiento del líquido a través de la membrana celular de la terminación axónica activa un receptor mecanosensible, de un modo similar a aquel en el que el movimiento del líquido activa las células ciliadas en la cóclea del oído. Todas las terminaciones axónicas tienen canales de membrana a través de los cuales pasan los iones, y esta corriente de receptor inicial, si es suficiente, puede

activar los canales de sodio dependientes de voltaje para la despolarización de la célula, dando lugar a un aluvión de impulsos hacia el cerebro. Algunos canales iónicos se activan por voltaje, otros por efecto de sustancias químicas y otros por presión mecánica. En el caso de las fibras nerviosas de la pulpa activadas por fuerzas hidrodinámicas, la presión puede transducirse, abriendo canales iónicos mecanosensibles.

El túbulo dentinario es un tubo capilar de diámetro sumamente pequeño, en su caso, las propiedades físicas de la capilaridad son importantes, porque la fuerza del líquido aumenta al disminuir el diámetro. Si se retira el líquido desde el extremo exterior de los túbulos dentinarios expuestos mediante deshidratación de la superficie dentinaria con chorro de aire o papel absorbente, las fuerzas capilares producen un rápido movimiento hacia fuera del líquido del túbulo. Además del chorro de aire, la aplicación sobre la dentina expuesta de soluciones deshidratantes con concentraciones hiperosmóticas de sacarosa o cloruro cálcico produce dolor.

Los investigadores han observado que son las fibras A y no las fibras C, las que resultan activadas por estímulos hidrodinámicos, sin embargo, si se aplica calor el tiempo suficiente para aumentar varios grados la temperatura de la zona límite entre la dentina y la pulpa, las fibras C pueden responder, sobre todo si el calor produce lesiones. Parece que las fibras A se activan principalmente por desplazamiento rápido del contenido tubular. (Figura 36)

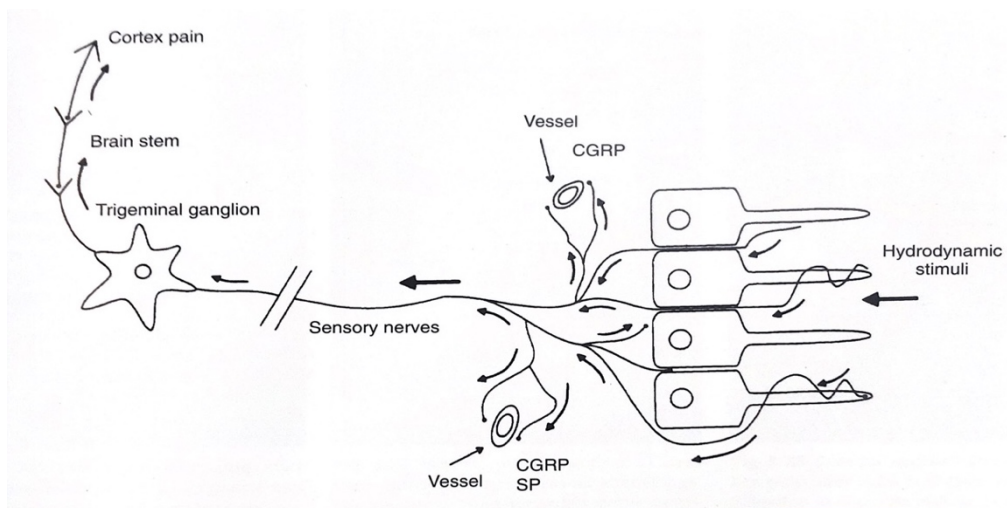


Figura 36. Diagrama que muestra cómo el estímulo hidrodinámico podría excitar los procesos odontoblásticos de la región dentinal y provocar dolor. <sup>16</sup>

Se ha llegado a la conclusión de que los estímulos que producen dolor se transmiten más fácilmente desde la superficie de la dentina cuando las aberturas de los túbulos expuestos están libres y el líquido dentro de los túbulos fluye libre hacia fuera. Apenas una ligera presión de la punta del explorador puede suponer grandes fuerzas, se ha puesto de manifiesto que estas fuerzas comprimen de forma mecánica la dentina y cierran los orificios de los túbulos con una capa de barrillo que causa un desplazamiento de líquido suficiente para excitar los receptores sensitivos de la pulpa subyacente. Teniendo en cuenta la densidad de los túbulos en los que se generan fuerzas hidrodinámicas por sondaje, son múltiples las terminaciones nerviosas que se estimulan simultáneamente cuando se raspa la dentina con el explorador dental.<sup>2</sup>

Otro ejemplo de las intensas fuerzas hidráulicas que se crean dentro de los túbulos es el fenómeno de desplazamiento de odontoblastos. En esta reacción, los núcleos y cuerpos celulares de los odontoblastos son desplazados hacia arriba a lo largo de los túbulos dentinarios, presumiblemente por un movimiento rápido de líquido en los túbulos que se produce cuando la dentina expuesta se deseca, por ejemplo, empleando agentes para el secado de la cavidad.

La consecuencia de este desplazamiento celular es la destrucción de odontoblastos, porque las células así afectadas sufren pronto autólisis y desaparecen de los túbulos. Los odontoblastos desplazados podrán más tarde ser sustituidos por células madre que migran desde la zona rica en células de la pulpa. La teoría hidrodinámica se puede también aplicar a la explicación del mecanismo responsable de la hipersensibilidad dentinaria. Se discute sobre la cuestión de si dentina expuesta es simplemente sensible o realmente se torna hipersensible.

Existen datos en aumento que apuntan a que, en el tejido nervioso expuesto a la inflamación, se expresan nuevos canales de sodio responsables de la activación de los nervios. Un aumento de la densidad de los canales de sodio o de su sensibilidad puede contribuir a la hipersensibilidad dentinaria. Una dentina hipersensible se asocia también a la exposición de dentina normalmente cubierta por cemento o esmalte. La delgada capa de cemento se pierde con frecuencia por retracción gingival, que deja el cemento expuesto al medio oral. Posteriormente el cemento es

arrastrado con el cepillado, el uso de hilo dental o de palillos de dientes. Una vez expuesta, la dentina responde a los mismos estímulos que cualquier superficie dentinaria expuesta. Aunque en un principio, la dentina puede ser muy sensible, a las pocas semanas la sensibilidad suele desaparecer. Se cree que esta desensibilización se produce como resultado de la oclusión gradual de los túbulos por depósitos minerales, lo cual reduce las fuerzas hidrodinámicas. (Figura 37) Además es probable que la acumulación de dentina reparadora en los extremos pulpaes de los túbulos expuestos también reduzca la sensibilidad, porque la dentina reparadora está menos inervada por fibras nerviosas sensitivas. Sin embargo, cierta dentina hipersensible no se desensibiliza de manera espontánea, de modo que la hipersensibilidad puede deberse a cualquier cambio inflamatorio en la pulpa o cambios mecánicos en la permeabilidad de los túbulos dentinarios.<sup>2, 21</sup>

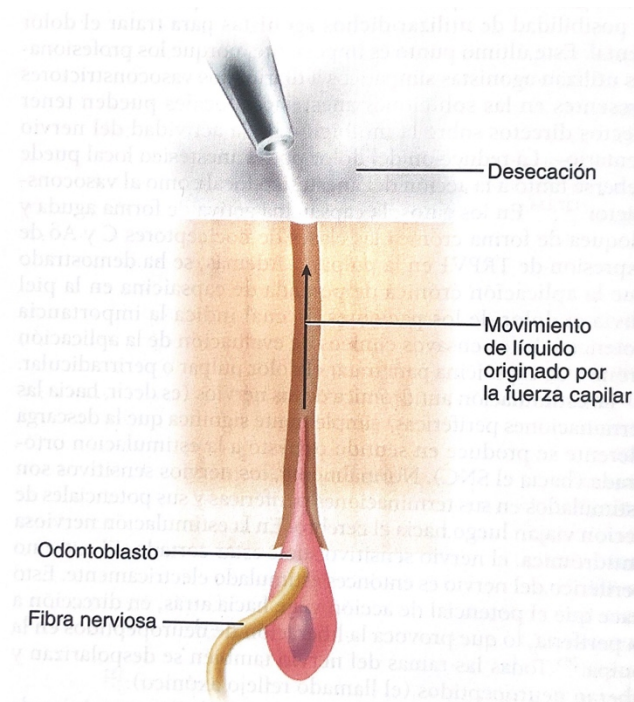


Figura 37. Esquema que ilustra el movimiento de los líquidos en los túbulos dentinarios como consecuencia del efecto deshidratante del aire expedido por la jeringa.<sup>2</sup>

## **CAPÍTULO 6**

### **Hipersensibilidad dental**

#### **6.1 Generalidades**

El dolor y la sensibilidad dental son factores que motivan al paciente a buscar tratamiento odontológico. La hipersensibilidad dentinaria es un problema relativamente común en la población adulta. Se ha reportado que uno de cada siete pacientes que acuden a la consulta odontológica la sufren.

La hipersensibilidad dentinaria se define como un dolor corto y agudo, que surge por la exposición de la dentina en respuesta a un estímulo externo típicamente táctil, térmico, osmótico o químico y que no puede ser atribuido a ninguna otra alteración o patología dental.

Frecuentemente dos condiciones deben presentarse para tener hipersensibilidad dentinaria:

- 1) La dentina debe estar expuesta al medio bucal.
- 2) Los túbulos dentinarios deben estar abiertos y permeables a través de toda su longitud desde la cavidad oral hasta la pulpa. El diagnóstico diferencial es esencial para excluir otras condiciones con síntomas similares como fracturas dentales, fisuras dentales, caries y dientes con restauraciones amplias o con filtración.

Generalmente, la hipersensibilidad dental se inicia cuando un estímulo externo entra en contacto con la dentina expuesta, ya sea por la pérdida de la estructura del esmalte como en la erosión química generalmente en conjunto con un desgaste físico como la abrasión o atrición, o por recesiones gingivales, siendo estas últimas la causa más frecuente.<sup>22</sup>

El dolor provocado por los diferentes estímulos en un paciente con hipersensibilidad dentinaria le puede generar alteración en todas las funciones de la cavidad oral (masticación, fonación, deglución), y puede llegar a afectar otros aspectos psicosociales fundamentales como la comunicación y su parte afectiva.<sup>21</sup>

## 6.2 Causas de la hipersensibilidad dental

Todos los factores mencionados a continuación son importantes y deben ser tomados en cuenta, ya que demuestran las interacciones entre los ambientes debido a la pérdida de la estructura dentaria.<sup>21, 23</sup>

### Factores químicos

Consiste en la acción de las sustancias ácidas encontradas tanto en los azúcares como en otras sustancias químicas que pueden originarse de la placa, lo que también puede derivarse de la alimentación y su acción está asociada con la toxicidad, además de otras variables como la presencia de bacterias. Las toxinas, endotoxinas y otros subproductos podrán agredir a los tejidos pulpaes penetrando en los túbulos dentinarios llevando a la instalación de una reacción inflamatoria

### Factores físicos

Relacionados con la agresión local, las variables térmicas merecen ser destacadas y están asociadas con determinadas propiedades del conjunto esmalte-dentina y que presentan un gran poder en el aislamiento térmico, en consecuencia, la pérdida y hasta el compromiso de estos elementos por la agresión cariogénica influenciará la intensidad de estos estímulos térmicos en el órgano pulpar.

Otros autores la atribuyen a múltiples causas como: una aplicación incorrecta de la fuerza al cepillarse los dientes, mal empleo de la técnica de cepillado, acumulación y desarrollo de placa bacteriana, efectos erosivos debido a ciertos hábitos alimenticios, el uso prolongado de enjuagues ácidos combinados con cremas dentales abrasivas, mantener una dieta rica en ácidos, regurgitación gástrica, contactos dentales interoclusales fuertes, inestabilidad oclusal, parafunción, entre otros. Estos factores aceleran la pérdida de tejido dentario y exponen la dentina especialmente en el área cervical de los dientes.

Existen algunas enfermedades sistémicas que agravan la condición de la hipersensibilidad dentinaria, especialmente las patologías gastrointestinales como la anorexia, la bulimia y la gastritis; que provocan disminución en el pH de la boca. Esta alteración del medio bucal favorece la destrucción del tejido dental, produciéndose exposición de la dentina, lo que genera en la mayoría de los pacientes problemas de hipersensibilidad. Otras alteraciones como el estrés, el alcoholismo, la drogadicción, el cáncer, entre otros, también pueden producir estas alteraciones.<sup>22</sup>

### 6.3 Percepción del dolor y sus mecanismos

El dolor es un fenómeno subjetivo que no solo implica respuestas fisiológicas sensitivas, sino también aspectos emocionales, conceptuales y motivacionales del comportamiento. La existencia de neuronas nociceptivas periféricas constituye la base del dolor y las sensaciones dolorosas con diferentes propiedades e intensidades son inducidas por activación de los nervios intradentales que inervan los dientes. En los dientes, los estímulos nocivos se transmiten desde las neuronas aferentes primarias que se localizan en el ganglio trigémino y a través de neuronas de segundo orden del tronco encefálico hasta el cerebro. La transmisión de la información sensitiva consiste en una cascada de acontecimientos que suponen entrada, procesado y percepción, por lo que el control del dolor dental debe basarse en el conocimiento del origen de las señales de dolor y de la compleja modulación que tiene lugar localmente y en niveles superiores.

Independientemente de la naturaleza del estímulo sensorial, casi todos los impulsos aferentes generados a partir del tejido pulpar dan lugar a sensación de dolor. Sin embargo cuando, en condiciones experimentales cuidadosamente controladas, se estimula débilmente la pulpa con un pulpómetro, se ha referido una sensación no dolorosa, por lo tanto, no todas las neuronas eferentes que inervan la pulpa son nociceptivas.



Cuando son activadas por un estímulo suficiente para causar daño tisular o para liberar mediadores inflamatorios, las terminaciones nerviosas presentes en la pulpa y los tejidos perirradiculares comienzan a enviar ráfagas de mensajes al sistema nervioso central, que son percibidas como dolor.

El sistema de dolor es un sistema complejo, que dañan los tejidos en la periferia y continúa procesado de esos impulsos en la médula espinal y la percepción de lo que se siente como el dolor en regiones superiores del cerebro, como es la corteza cerebral. Después de la detección de un estímulo nocivo en la periferia, existen amplias oportunidades de modificación endógena y posiblemente exógena del mensaje antes de su percepción final. (Figura 38)

La relación del odontoblasto con las fibras nerviosas existentes en el plexo subodontoblástico es grande, lo que puede ser explicado por la detección de terminaciones nerviosas en el interior de los túbulos, muy cerca de los odontoblastos o hasta el interior de estas células.<sup>2,17</sup>

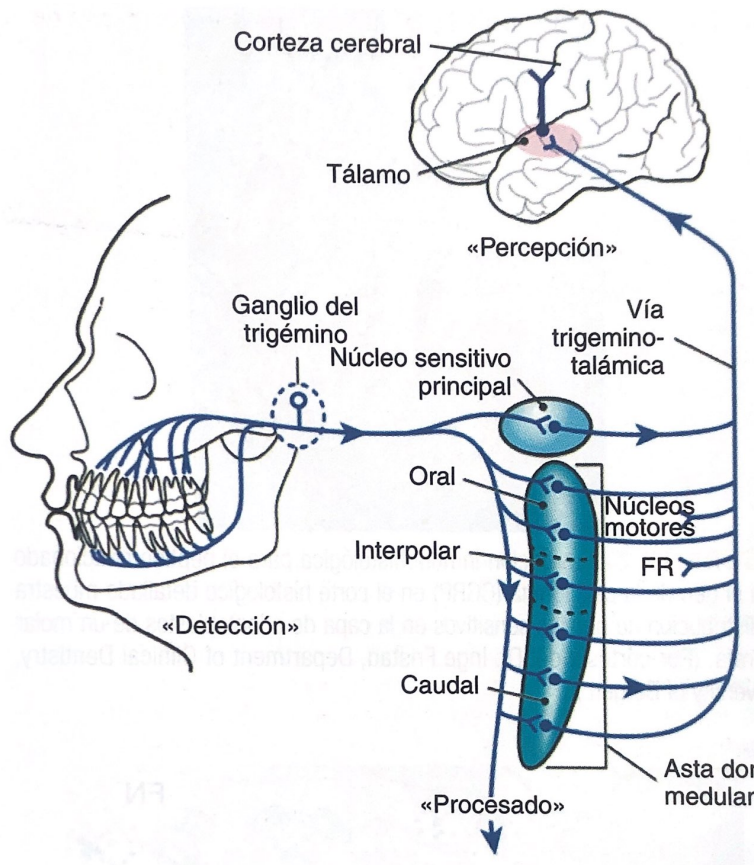


Figura 38. Diagrama esquemático de la vía de transmisión de información nociceptiva en la región orofacial. El sistema de dolor del trigémino es un sistema multinivel complejo que se inicia con la detección de estímulos que dañan a los tejidos, continúa con el procesado de la información a nivel medular, y concluye con la percepción de lo que se siente como dolor en la corteza cerebral.<sup>2</sup> 71

## 6.4 Tratamiento

Varios productos han sido propuestos para controlar la hipersensibilidad dentinaria, algunos de ellos son de aplicación casera y otros de aplicación profesional. Básicamente, los productos que ofrecen aliviar la hipersensibilidad dentinaria funcionan de dos maneras:

1. Interrumpen la respuesta neural al estímulo doloroso (despolarización del nervio), estos productos están formulados a base de sales de potasio (nitrato de potasio, citrato de potasio, cloruro de potasio, entre otros)
2. Los que ocluyen los túbulos dentinarios abiertos con diversos depósitos de sales insolubles para así limitar el movimiento de fluidos en el interior de éstos.<sup>22</sup>

### Productos desensibilizantes

Estos productos pueden actuar en primer lugar ocluyendo los túbulos dentinales con bloqueo del movimiento del fluido que participan en los mecanismos hidrodinámicos, mediante la producción de una capa de barro dentinario o mediante aplicación de productos. El otro mecanismo de acción se produce alterando la actividad neural de la pulpa disminuyendo la excitabilidad.

1. Oclusión de los túbulos dentinales con bloqueo del movimiento de fluido: estudios "*in vitro*" e "*in vivo*" han valorado fisiológica y estructuralmente el efecto de diferentes tratamientos sobre la permeabilidad dentinaria. Estas investigaciones han valorado el nitrato potásico al 5%, el cloruro de estroncio al 10%, el fluoruro sódico al 2%, combinación del fluoruro sódico al 2% y cloruro cálcico al 2%, el nitrato de plata, el oxalato monopotásico al 3%, el oxalato dipotásico al 30% y una combinación de estos dos últimos. En teoría cualquier tratamiento que bloquee los túbulos dentinales tiene que reducir la hipersensibilidad. Los resultados de estos estudios han mostrado lo siguiente:

— El efecto de las sales de oxalato es significativamente superior al de los demás productos ensayados.

— El efecto del oxalato monopotásico al 3% es superior al del oxalato dipotásico al 30% e inferior al de la combinación de los dos productos sin que las diferencias sean estadísticamente significativas.

— El nitrato de plata, no usado actualmente por su efecto pigmentador, tiene un efecto destacado aunque inferior al de las sales de oxalato.

— El nitrato potásico al 5%, el cloruro de estroncio al 10% y el fluoruro sódico al 2% no tienen efectos sobre la disminución de la permeabilidad capilar.

## 2. Alteración de la actividad neural de la pulpa con disminución de la excitabilidad.

Las conclusiones de algunos estudios realizados con el fin de evaluar este proceso se describen a continuación:

— El ion potasio reduce la actividad neural intradental independientemente del ion con el que se combine. No es sorprendente la actuación de este ion ya que la elevación extracelular de su concentración produce despolarización de la membrana celular inactivando la actividad sensorial por 15-20 segundos.

— El ion nitrato no es efectivo como reductor de la actividad neural intradental.

— El ion sodio no solamente no es efectivo como reductor de la actividad neural sino que por el contrario produce excitabilidad neural.

— El oxalato férrico fue efectivo en la reducción de la actividad neural intradental.

— Las soluciones con cationes bivalentes también son efectivas en la disminución de la actividad neural. El cloruro cálcico y el cloruro magnésico fueron efectivos pero inferiores a las soluciones que contienen ion potasio. El cloruro de estroncio, ingrediente de dentífricos, fue efectivo solo a concentraciones elevadas que no se

pueden usar clínicamente y su efecto fue inferior al del oxalato y nitrato potásico utilizado también en pastas dentales.

#### Productos desensibilizantes aplicados por el paciente

La utilización de productos desensibilizantes por parte del paciente es una de las formas más prácticas para el tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria y su prescripción es el método más comúnmente empleado. Se usan para ello el nitrato potásico al 5%, el cloruro de estroncio al 10% y los fluoruros.

El nitrato potásico al 5% se emplea en dentífricos y enjuagues; diversos estudios se han realizado para comprobar su eficacia desensibilizante. Los iones potasio al parecer se difunden a lo largo de los túbulos dentinales disminuyendo la excitabilidad de los nervios intradentales, alterando su membrana. Sin embargo, la eficacia del nitrato de potasio para reducir la hipersensibilidad dental, no es soportada fuertemente por la literatura, según un metaanálisis realizado por Poulsen y colaboradores. El cloruro de estroncio al 10% también se ha utilizado ampliamente en dentífricos, su mecanismo de acción no es muy claro y se ha reportado que se uniría a la dentina y produciría una descalcificación acelerada de la matriz dentinaria con obturación de los túbulos dentinarios, pero los estudios sobre disminución de permeabilidad capilar no han mostrado resultados alentadores.

La prescripción de productos que contienen fluoruro se ha vuelto muy popular. La aplicación de sales de flúor produce precipitación de cristales de fluoruro cálcico, cuyo tamaño es inferior al de los cristales de oxalato cálcico que obturan los túbulos dentinarios pero son eliminados rápidamente tras la aplicación. Estudios clínicos han mostrado cierto grado de efectividad en la reducción de hipersensibilidad tras la utilización a largo plazo de los fluoruros, pero los informes sobre oclusión de túbulos dentinarios han mostrado resultados poco satisfactorios. La mayoría de cremas dentales con productos desensibilizantes incorporan fluoruro principalmente por el efecto estabilizador en la capa de barrido dentinario (smear layer) y no por su efecto en la reducción de hipersensibilidad.<sup>23</sup>

## Productos desensibilizantes aplicados por el odontólogo

La aplicación de productos desensibilizantes por el clínico complementa el tratamiento aplicado por el paciente. Este producto debe proporcionar alivio de la sintomatología, debe ser fácil de aplicar, bien tolerado por el paciente y no debe dañar las estructuras dentales. Su objetivo es ocluir los túbulos dentinarios bloqueando el movimiento de fluido. Las sales de oxalato bloquean eficazmente los túbulos dentinarios y su utilidad clínica ha sido demostrada. Los iones oxalato reaccionan con iones calcio en el fluido dentinal formando cristales insolubles de oxalato cálcico. El oxalato potásico es un producto ampliamente utilizado por profesionales como aplicación tópica, que bloquea eficazmente los túbulos dentinales y que además ofrece la ventaja de contener iones potasio que difunden a zonas profundas de los túbulos para producir desensibilización, alterando la excitabilidad neural pulpar.

La aplicación de flúor mediante ionoforesis ha sido utilizada con el objetivo de aprovechar el potencial eléctrico para transferir iones flúor a zonas más profundas de los túbulos dentinales. Es una técnica difícil y complicada cuya efectividad clínica no ha sido demostrada en estudios clínicos controlados. El uso de corticosteroides e hidróxido de calcio han sido reportados en la literatura para conseguir alivio a la sensibilidad, pero sus resultados han sido controvertidos.

Diferentes barnices se han empleado para ocluir los túbulos dentinarios pero solo consiguen un efecto temporal pues pueden ser fácilmente eliminadas por el cepillado. Se han empleado resinas y adhesivos con el fin de sellar los túbulos dentinales para prevenir estímulos dolorosos que afecten la pulpa; esta puede ser una terapia alternativa cuando otras formas de tratamiento no han dado buenos resultados, siempre y cuando, se sigan estrictamente las indicaciones dadas por el fabricante, en cuanto al proceso de adhesión. Los cementos de ionómero de vidrio también se han empleados para controlar la hipersensibilidad pero no hay estudios clínicos controlados que avalen su eficacia clínica. Los clínicos deben ser conscientes de que los ensayos clínicos que emplean materiales adhesivos

desensibilizantes tienden a ser pragmáticos y por lo general no son doble ciegos por la dificultad de su diseño metodológico.

Continuamente aparecen nuevos productos con el fin de corregir y/o controlar la sensibilidad, como por ejemplo el dimetacrilato de polietilenglicol combinado con glutaraldehído en solución acuosa y diferentes tipos de biovidrios, cuya efectividad por medio de estudios a largo plazo no ha sido reportada en la literatura. Por esta razón, el odontólogo debe ser precavido con la utilización de materiales que apenas se introduzcan en el mercado con el fin de controlar la hipersensibilidad dental y debe exigir informes de diferentes estudios clínicos controlados aleatorizados a las casas productoras, con el fin de comprobar con evidencia científica sus resultados.  
20,23

La terapéutica con rayos láser también ha sido usada con el objetivo de ocluir los túbulos dentinarios. Estudios estructurales muestran efectos variables, consiguiendo obturación de túbulos en zonas que aparecen glaseadas junto a túbulos totalmente abiertos y cráteres en dentina, existiendo el riesgo de aumentar la sensibilidad.

La cirugía estética periodontal que involucra colgajos desplazados coronalmente, es una alternativa muy importante a tener en cuenta cuando la superficie radicular expuesta causa al paciente hipersensibilidad dentinal. Existen varias técnicas quirúrgicas que se pueden llevar a cabo para lograr cubrir las recesiones disminuyendo la hipersensibilidad, mostrando además muy buenos resultados estéticos.<sup>20</sup>

## CONCLUSIONES

Conocer las estructuras histológicas que forman el complejo-dentino pulpar, sus mecanismos de defensa ante estímulos, inervación e irrigación vascular, fibras nerviosas y sus componentes, así como los mecanismos de conducción y percepción del dolor, le dará al odontólogo una mejor visión para el diagnóstico diferencial y la realización de un tratamiento más completo de acuerdo a las necesidades de cada paciente.

Al ser una estructura altamente correlacionada, el complejo dentino-pulpar, ejerce un papel fundamental ante la hipersensibilidad dental, ya que las modificaciones en sus estructuras y componentes celulares, producirán cambios que se verán reflejados clínicamente.

Aunque existen diversas teorías que explican el dolor y la hipersensibilidad dental, la teoría hidrodinámica ofrece elementos que permite una explicación más amplia y detallada de la hipersensibilidad dental, debido a que todos los cambios histológicos en la dentina como la disminución del licor dentinario, repercutirán en la pulpa, sus células nerviosas y por ende se creará un estímulo.

Al conocer el odontólogo los mecanismos y la percepción del dolor, permite mejorar el tratamiento a elegir según el requerimiento de cada paciente.

Existen una gran cantidad de productos que ayudan a mejorar, aliviar o eliminar la hipersensibilidad dental, de acuerdo a la experiencia y conocimientos del odontólogo podrá asignar los más adecuados a utilizar por el paciente.

El odontólogo es quien determina según la sintomatología del paciente si el tratamiento será con productos en casa, en el consultorio o bien si se requiere tratamiento de conductos.

por el profesional o cuando la única resolución de la sintomatología sea un tratamiento de conductos.

## Referencias bibliográficas

1. Gomez de Ferraris, Campos Muñoz. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 4ed México: Editorial Médica Panamericana 2019.
2. Kenneth M, Hargreaves, Louis H. Berman. Cohen. Vías de la pulpa. 11ª ed. España: Editorial Elsevier España, 2016.
3. Garant, PR. Oral cells and tissues. Chicago: Editorial Quintessence, 2003.
4. Rouviere, H. Anatomía. Descriptiva, topográfica y funcional. 11ª ed. Masson, París: Editorial
5. Nanci A. Ten Cate's oral histology: development, structure and function. 6ª ed. Estados Unidos: Editorial Mosby, 2003.
6. Bóveda C. Conceptos actuales sobre el complejo dentino-pulpar. Fisiología pulpar. Odonto invitado. Hallado en [https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_49.htm](https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_49.htm)
7. Almaguer, A. Villagomez J. Ecología oral. México: Editorial Manual Moderno 2018.
8. E. berutti. Manual de Endodoncia. Milán: Editorial Amolca 2017.
9. Mjör Ivar. Pulp-Dentin biology in restorative dentistry. Washington, Estados Unidos: Editorial Quintessence 2002.
10. Hallado en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/8-tipos-celulares/fibroblasto.php>
11. Hallado en: <https://focusedcollection.com/sp/225651472/stock-photo-coloured-scanning-electron-micrograph-macrophage.html>
12. Mosqueda A. Células del sistema inmunitario. WordPress. Rev Ciencias básicas en Odontología y Biología Craneofacial. México 2016. Hallado en <https://bioquimicadental.wordpress.com/2016/01/22/celulas-de-sistema-inmunitario/>
13. Hallado en: <http://publicacionesmedicina.uc.cl/Histologia/paginas/co18306.html>
14. J. Pérez-Cajaraville, M. Asequinolaza, P. Molina, J. Arranz y D. Abejon. Neuralgia del trigémino: radiofrecuencia ganglio de Gasser. Scielo. Rev. Soc.



- Esp.Dolor vol.20 no.2 Madrid, abr. 2013. Hallado en:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-80462013000200007&fbclid=IwAR3xgdPCdclx8JYtJKZuqXq4mpnXP8Ke7vYOGPEqL58FhKSKbj6KJr7MUYY](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462013000200007&fbclid=IwAR3xgdPCdclx8JYtJKZuqXq4mpnXP8Ke7vYOGPEqL58FhKSKbj6KJr7MUYY)
15. Anastasi, G. Anatomía humana -Atlas- Vol 2. Milán: Editorial Edi-ermes, 2018.
  16. Moore K, Dailey F, Agur A. Moore anatomía con orientación clínica. 7ª Edición. México: Editorial Wolters Kluwer health 2013.
  17. Lima M. Endodoncia de la Biología a la Técnica. México: Editorial Amolca, 2018.
  18. García M, Sánchez J, Tenopala S. Neuralgia del trigémino . An Med Mex Vol. 57, Núm. 1 Ene. - Mar. 2012
  19. Messing J, Stock C. Color atlas of endodontics. Washington, Estados Unidos: Editorial Mosby 2010.
  20. Guyton, A. Hall J. Guyton y Hall. Tratado de fisiología Médica. 13ª edición. México: Elsevier 2016
  21. Ardila M. Hipersensibilidad dentinal: Una revisión de su etiología, patogénesis y tratamiento. Scielo. Odontoestomatol vol.25 no.3 Madrid may./jun. 2009. Hallado en [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852009000300003&fbclid=IwAR2Ndbxq2BolUmHjOvDCAOe1HCSHC EC7yLW6MI12u7A2c0aa5-Ji0zGI](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852009000300003&fbclid=IwAR2Ndbxq2BolUmHjOvDCAOe1HCSHC EC7yLW6MI12u7A2c0aa5-Ji0zGI)
  22. Cepeda J, Pozos A, Zermeño M, Vázquez F. Eficacia clínica de una pasta desensibilizante de uso en consultorio a base de arginina al 8.0% y carbonato de calcio. Medigraphic. Revista ADM Vol. 70. No. 2. México 2013, pag 68-75. Hallado en: [https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2013/od132e.pdf?fbclid=IwAR1mc8C9obpmarjj6co5d\\_dXyX6djhE8ljnlsFzclGhCdw0ybs08YFuSKe4](https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2013/od132e.pdf?fbclid=IwAR1mc8C9obpmarjj6co5d_dXyX6djhE8ljnlsFzclGhCdw0ybs08YFuSKe4)
  23. Espinoza J, González L, Ruiz P. Tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria post terapia periodontal, mediante el uso de dos dentífricos

desensibilizantes. Scielo. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil  
Oral vol.6 no.2 Santiago Aug. 2013. Hallado en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-  
01072013000200006&lng=en&tlng=en&fbclid=IwAR2hRY8IzwODt1qplgl  
6f8tbuB5SstXH1pnzNYhWnUYkzTCxAFRSpsyRE](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072013000200006&lng=en&tlng=en&fbclid=IwAR2hRY8IzwODt1qplgl6f8tbuB5SstXH1pnzNYhWnUYkzTCxAFRSpsyRE)