



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



## FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

USO DEL MINERAL TRIÓXIDO AGREGADO (MTA) EN EL  
TRATAMIENTO DE PULPOTOMÍAS.

TESINA

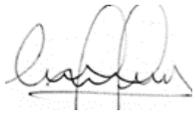
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANO DENTISTA**

P R E S E N T A:

GERARDO RODRIGO ROJO COCA

TUTORA: Esp. SUSANA MARTÍNEZ ORTIZ 

ASESORA: Mtra. MIRIAM ORTEGA MALDONADO 



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a la Facultad de Odontología por abrirme las puertas y darme la oportunidad de concluir este proceso tan importante en mi vida.

En general a todos los profesores, cirujanos dentistas, maestros, doctores y adjuntos que con su vocación compartieron sus conocimientos, habilidades y experiencias a lo largo de mi camino.

A mi tutora, la Esp. Susana Martínez Ortiz, por su gran ayuda, paciencia y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación, lo cual no hubiera sido posible sin su apoyo.

A mi asesora, la Mtra. Miriam Ortega Maldonado, por contribuir en mi formación académica y por su gran apoyo en mi estancia durante el seminario de titulación.

A mis padres, Gloria y Gerardo, que me hacen sentir muy afortunado y que estaré eternamente agradecido por regalarme el privilegio de vivir y todo lo que han hecho por mí al darme su cariño, tiempo y comprensión, los amo profundamente y con toda el alma.

A mis hermanas, Ale y Mari, que con su apoyo y ejemplo me han dado la fortaleza para salir adelante.

A ti Dra. Lucero por compartir tu vida conmigo, enseñarme el verdadero significado del amor, darme la dicha de ser padre y compartir una hermosa familia a tu lado, te amo porque mis sueños contigo se hacen realidad.

A mi hijo Leonardo por ser mi motor de vida, fruto de inspiración constante para ser mejor persona cada día, de tu mano culminar y emprender nuevas metas, es a ti a quien dedico este trabajo de investigación, si Dios nos lo permite.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>PROPÓSITO</b> .....	8
<b>1. PULPA DENTAL</b> .....	9
1.1. Definición.....	9
1.2. Embriología pulpar.....	10
1.3. Histología pulpar.....	11
1.3.1. Componentes celulares.....	12
1.3.2. Componentes extracelulares.....	16
1.4. Fisiología pulpar.....	20
1.4.1. Funciones pulpares.....	21
1.4.2. Circulación pulpar .....	22
1.4.3. Inervación pulpar.....	24
1.4.3.1. Fibras sensitivas y motoras de la pulpa dental.....	27
1.4.3.2. Teorías de la hipersensibilidad dentinaria.....	28
<b>2. DIAGNÓSTICO PULPAR EN DIENTES DECIDUOS</b> .....	32
2.1. Pulpa sana.....	33
2.2. Pulpitis reversible.....	35
2.3. Pulpitis irreversible.....	37
2.4. Necrosis pulpar.....	39

<b>3. TRATAMIENTOS PULPARES EN DIENTES DECIDUOS</b> .....	42
3.1. Recubrimiento pulpar indirecto.....	42
3.2. Recubrimiento pulpar directo.....	44
3.3. Pulpectomía.....	45
3.4. Pulpotomía.....	46
3.4.1. Antecedentes históricos.....	47
3.4.2. Definición.....	48
3.4.3. Objetivos.....	48
3.4.4. Indicaciones.....	49
3.4.5. Contraindicaciones.....	49
3.4.6. Ventajas.....	50
3.4.7. Desventajas.....	50
3.4.8. Técnica.....	50
<b>4. MATERIALES PARA PULPOTOMÍAS</b> .....	54
4.1. Formocresol.....	55
4.2. Glutaraldehído.....	58
4.3. Sulfato férrico.....	59
4.4. Hidróxido de calcio.....	61
4.5. Biodentine.....	62
4.6. Mineral Trióxido Agregado (MTA).....	64
4.6.1. Composición.....	66

4.6.2. Manipulación.....	67
4.6.3. Propiedades físicas y químicas.....	68
4.6.3.1. Hidratación.....	68
4.6.3.2. Radiopacidad.....	69
4.6.3.3. pH.....	69
4.6.3.4. Tiempo de endurecimiento.....	70
4.6.3.5. Solubilidad.....	70
4.6.3.6. Capacidad de sellado.....	71
4.6.3.7. Resistencia compresiva.....	71
4.6.4. Propiedades biológicas.....	71
4.6.4.1. Actividad antimicrobiana.....	72
4.6.4.2. Biocompatibilidad.....	73
4.6.5. Mecanismo de acción.....	73
4.6.6. Indicaciones.....	73
4.6.7. Ventajas.....	74
4.6.8. Desventajas.....	75
<b>5. PULPOTOMÍA CON MTA.....</b>	<b>76</b>
5.1. Técnica.....	81
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>

## INTRODUCCIÓN

Una de las enfermedades bucodentales más comunes que afectan en general a la población mundial es la caries dental. La caries dental es una enfermedad crónico-degenerativa, multifactorial de evolución progresiva que afecta la estructura del tejido dental (esmalte, dentina y cemento) comprometiendo la pulpa, este último tejido especializado se encuentra en contacto directo con la dentina. La relación que se establece entre los odontoblastos y la dentina es lo que se le denomina complejo dentino-pulpar y es capaz de reaccionar favorablemente formando dentina de reparación.

A muy temprana edad la caries dental puede aparecer en dientes deciduos, estos dientes presentan una cavidad pulpar amplia y al realizar el tratamiento de operatoria dental para eliminación de la caries es muy común proceder a la amputación de la pulpa cameral (pulpotomía), siempre y cuando el tejido pulpar no presenta inflamación (pulpitis reversible) o en caso que en el diagnóstico tengamos signos y síntomas positivos (pulpitis irreversible), se procederá a la amputación coronal y radicular de la pulpa afectada (pulpectomía).

Si bien es cierto, actualmente existen y se utilizan diversos biomateriales en el área de Odontopediatría que nos permiten garantizar el éxito en los diferentes tratamientos pulpares; motivo por el cual la importancia de conocer e implementar nuevos biomateriales de acuerdo a sus propiedades y a la eficacia que proveen, representa un factor de interés para la realización de este trabajo, en el que mediante una revisión bibliográfica se presenta de forma concreta una visión general y actual de lo que puede lograrse utilizando el Mineral Trióxido Agregado (MTA) en el tratamiento de pulpotomías.

El MTA es un derivado del cemento Pórtland, fue desarrollado y reportado por primera vez en 1993 por Lee, Torabinejad y sus colaboradores. Desde su primera descripción en la literatura dental, el MTA ha sido utilizado en tratamientos dentales no quirúrgicos y quirúrgicos, teniendo variantes en su composición química que han mejorado constantemente para facilitar su manipulación, mejorar su capacidad de sellado y resistencia compresiva, su mecanismo de acción y actividad antimicrobiana, por lo que resulta ser totalmente biocompatible y un material de primera elección empleado para el tratamiento de pulpotomías además, es un biomaterial que, a diferencia de otros materiales utilizados anteriormente en el tratamiento de pulpotomías, tiene la capacidad de provocar la inducción celular que servirá como andamio para la morfodiferenciación celular, manteniendo la integridad pulpar de los dientes deciduos hasta su exfoliación.

## **PROPÓSITO**

El propósito de este trabajo es recopilar información a través de una revisión bibliográfica para conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del Mineral Trióxido Agregado (MTA) y de esta manera, determinar las ventajas y desventajas que ofrece al emplearlo en el tratamiento de pulpotomías en dientes deciduos.

# 1. PULPA DENTAL

## 1.1. Definición.

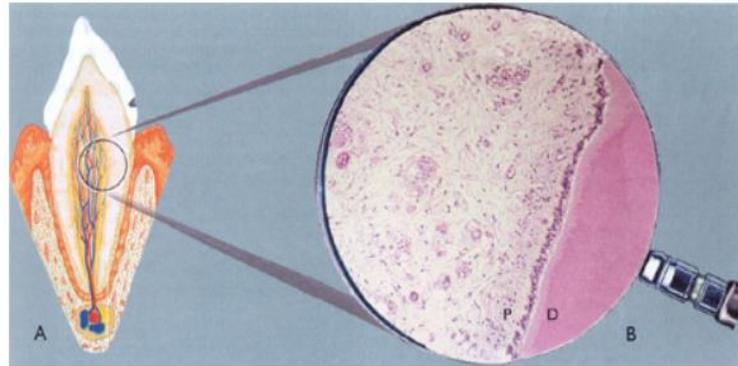
La pulpa dental es un tejido conjuntivo laxo, de tipo mesenquimático, se compone de vasos linfáticos, vasos sanguíneos, una red de terminaciones nerviosas, células, fibras y matriz fundamental amorfa. La disposición de estos componentes varía según la zona pulpar que se considere. Posee 75% de agua y 25% de sustancia orgánica; estas proporciones varían con la edad.

La pulpa posee células especializadas llamadas odontoblastos, los cuales se encuentran en contacto directo con la dentina. La relación que se establece entre los odontoblastos y la dentina es lo que se le denomina complejo dentino-pulpar.

El complejo dentino-pulpar deriva del ectomesénquima que forma la papila del germen dental. Además, conforma estructural, embriológica y funcionalmente una verdadera unidad biológica.

Desde el punto de vista estructural, los cuerpos de los odontoblastos se localizan en la interfase existente entre la pulpa y la dentina y su prolongación principal se ubica en el interior de los túbulos dentinarios, recorriendo la misma prácticamente todo el espesor dentinario.

Desde el punto de vista embriológico ambos tejidos, dentinario y pulpar, tienen su origen en la papila dentaria y funcionalmente los odontoblastos son los responsables de la formación y mantenimiento de la dentina; por todas estas razones se le considera como un tejido biológico único, pero de características histológicas diferentes.<sup>1</sup> **(Fig. 1)**



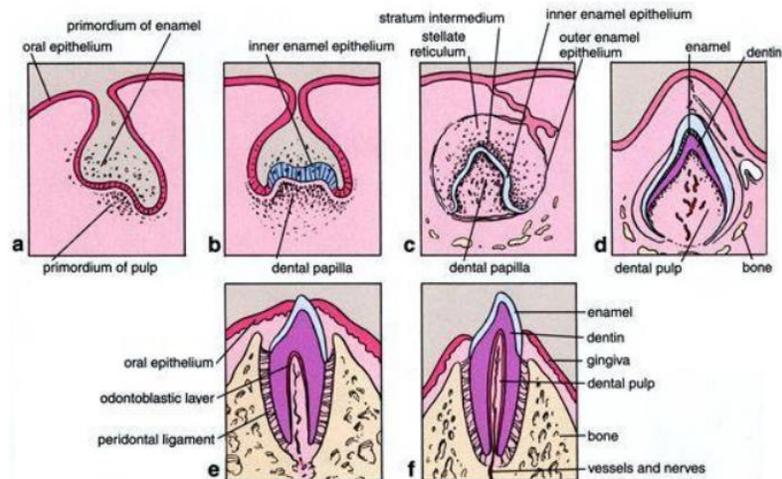
**Fig. 1.** Corte longitudinal del complejo dentino-pulpar y su amplificación microscópica mediante la tinción de hematoxilina y eosina.  
(Fuente: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas>)

## 1.2. Embriología pulpar.

A partir de la sexta semana de vida intrauterina el diente se origina de la lámina dental, una franja de células epiteliales presentes en los maxilares embrionarios. Los dientes se forman en última instancia a partir de una serie de invaginaciones de esta franja. La descripción de las diferentes fases de los dientes se basa en la forma de estas invaginaciones o gérmenes dentales.<sup>5</sup>

En un primer momento, tienen la apariencia de capullos de flores en formación y se invaginan en lo que se conocen inicialmente como fase de cuña y que posteriormente al crecer el germen dental y hacerse más profunda la invaginación pasa a hacer la fase de campana. En última instancia el tejido interior de la invaginación se convierte en la pulpa dental que recibe el nombre de papila dental durante las fases iniciales del desarrollo. La papila y por consiguiente la pulpa derivan de células que migran de la cresta neural (células ectomesenquimatosas) y se mezclan con células mesenquimatosas locales.

Durante la fase de campana la capa interna de células del órgano del esmalte se diferencia en ameloblastos. Seguidamente, la capa externa de células de la papila dental se diferencia en odontoblastos.<sup>5</sup> (Fig. 2)



**Fig. 2.** Odontogénesis: Lámina dentaria, yema dentaria, casquete y campana. (Fuente: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas6Histologia/embetapas.htm>)

### 1.3. Histología pulpar.

La pulpa dental, como cualquier otro tejido, está compuesto por distintas células, las cuales tienen una función indispensable en la formación de la pulpa, lo cual es indispensable para poder dar vitalidad a la misma.

La histología de la pulpa está constituida por un tejido conjuntivo que llena todo el interior del diente y el estroma conjuntivo considerado como el sostén de la pulpa.

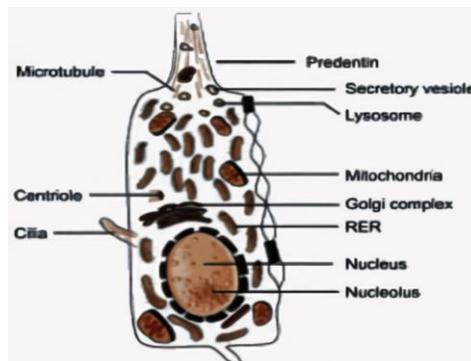
Cabe mencionar que tanto la distribución de las células, como de las fibras varía con la edad; motivo por el cual los dientes más viejos presentan una cámara pulpar reducida en la mayoría de los casos.<sup>55.11</sup>

### 1.3.1. Componentes celulares.

La pulpa está constituida por células diferenciadas e indiferenciadas, las principales células del tejido conectivo pulpar son los fibroblastos, que dan origen a las fibras colágenas. Otras células presentes son las células mesenquimáticas indiferenciadas, histiocitos, macrófagos, linfocitos y eosinófilos, etc. Durante el desarrollo, las células pulpares producen dentina, nervios y vasos sanguíneos.

- Odontoblastos.

Son células con actividad secretora y enzimática, además de ser las encargadas de la mineralización de la dentina; presentan retículo endoplásmico rugoso vasto durante la dentinogénesis y sus cisternas contienen un material granular fino, numerosas vesículas de transporte se originan en las cisternas del retículo endoplasmático rugoso que pasan al complejo de Golgi. El citoesqueleto es diferenciable, con microtúbulos y filamentos, todos ellos sirven para mantener la forma en la prolongación dentinal. Los odontoblastos ya maduros pierden su capacidad de división celular, por lo que la formación de nuevos odontoblastos depende de las células mesenquimáticas presentes en la pulpa.<sup>12</sup> **(Fig. 3)**



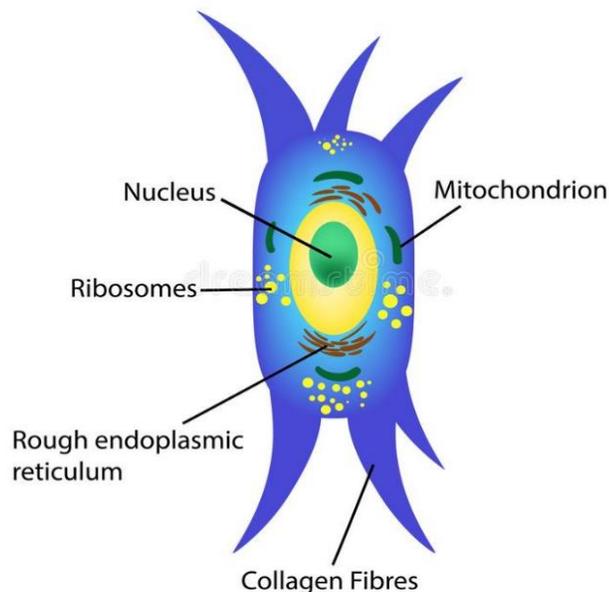
**Fig. 3.** Esquema estructural del odontoblasto.

(Fuente:<https://www.iztacala.unam.mx/rivas/NOTAS/Notas6Histologia/comcelodontoblastos.html>)

- Fibroblastos.

Son la población celular más numerosa dentro de la pulpa. Su función es la síntesis y degradación de colágeno, así como de los demás elementos de la matriz extracelular. Son células multifuncionales pluripotenciales capaces de morfodiferenciarse, lo cual contribuye a la inmunidad innata, ya que participan en la síntesis de mediadores de inflamación y citoquinas en respuesta a componentes bacterianos.<sup>11</sup>

Los fibroblastos también son considerados como las células principales y más abundantes del tejido conectivo pulpar, especialmente en la corona, donde forman la capa denominada rica en células. Los fibroblastos secretan los precursores de las fibras: colágenas, reticulares, elásticas y la sustancia fundamental de la pulpa.<sup>4</sup> **(Fig. 4)**

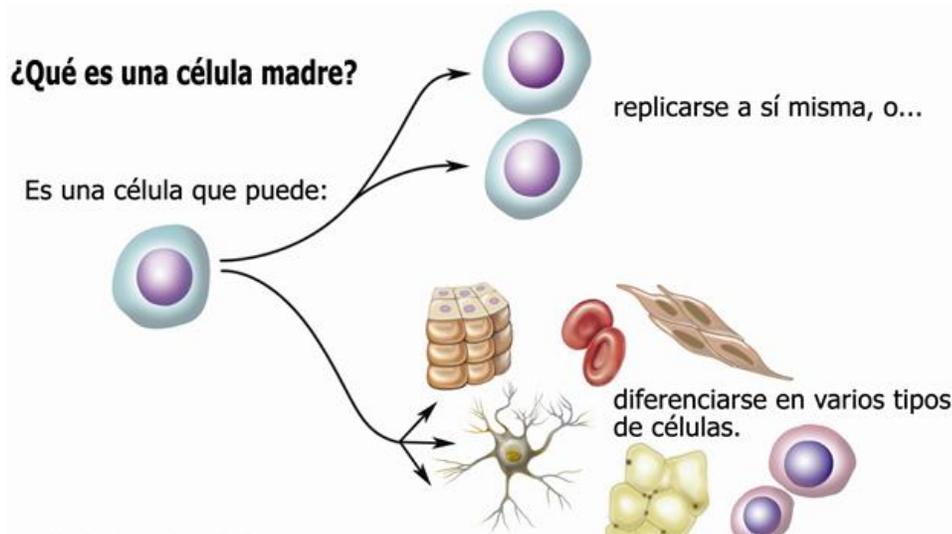


**Fig. 4.** Esquema del fibroblasto.  
(Fuente: Illustrazione Di Vettore Il Fibroblasto è Una Cellula Del Derma Struttura Della Cellula Del Fibroblasto Illustrazione Vettoriale - Illustrazione di collagene, anatomia: 139252137 (dreamstime.com))

- Células ectomesenquimáticas o células madre.

Estas células derivan del ectodermo de las crestas neurales, constituyen la población de reserva pulpar por su capacidad de diferenciarse en nuevos odontoblastos productores de dentina o en fibroblastos productores de matriz pulpar, según el estímulo que actúe sobre ellas. El número de células mesenquimáticas disminuye con la edad, lo que ocasiona una reducción de la capacidad de autodefensa de la pulpa. Generalmente se ubican en la región subodontoblástica o en la proximidad de los vasos sanguíneos, por lo que suelen denominarse células perivasculares. Esta variedad celular está estrechamente vinculada a la microvascularización pulpar.

Las células mesenquimáticas indiferenciadas del periápice son las que pueden dar lugar a distintas líneas celulares como: fibroblastos, osteoblastos, cementoblastos y ocasionalmente odontoblastos como respuesta biológica ante determinadas situaciones clínicas.<sup>12</sup> **(Fig. 5)**

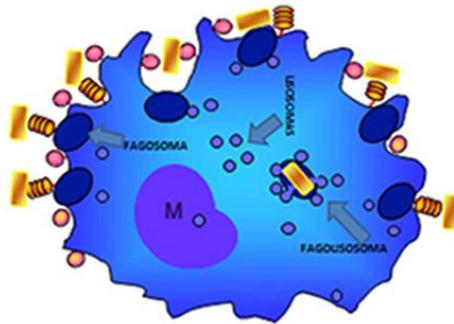


**Fig. 5.** Célula madre.

(Fuente:<https://eca-centrodeaprendizaje.blogs.com/2016/06/las-celulas-madres.html>)

- Macrófagos.

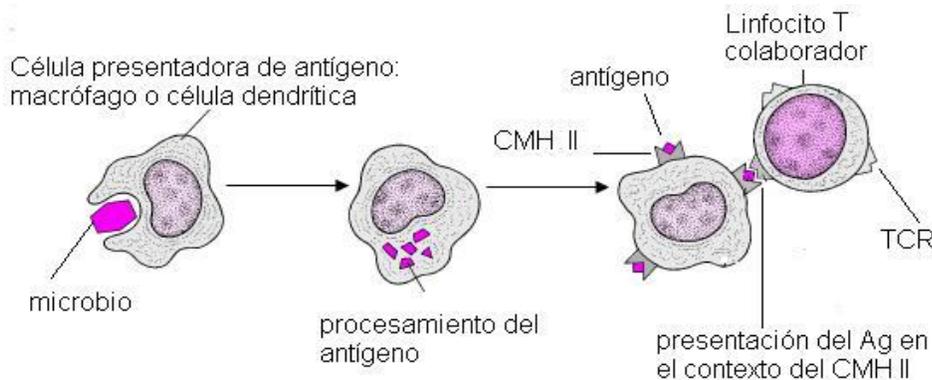
Es una célula fusiforme oval grande, en su citoplasma contiene lisosomas que son capaces de digerir células o microorganismos, presentan un rol esencial de respuesta inmune del huésped a la inflamación y los procesos infecciosos. A nivel del tejido periapical actúan en la reparación de la periodontitis apical crónica. **(Fig. 6)**



**Fig. 6.** Macrófago.  
(Fuente: <https://app.emaze.com/@AZCROTIZ#1>)

- Células dendríticas.

Son elementos accesorios del sistema inmune que permiten el reconocimiento por parte de los linfocitos T de un gran número de diferentes partículas y/o antígenos.<sup>5</sup> **(Fig. 7)**



**Fig. 7.** Esquema en el que se describe como se presenta el antígeno.  
(Fuente: [www.genomasur.com/BCH/BCH\\_libro/capitulo\\_08.htm](http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_08.htm))

### 1.3.2. Componentes extracelulares.

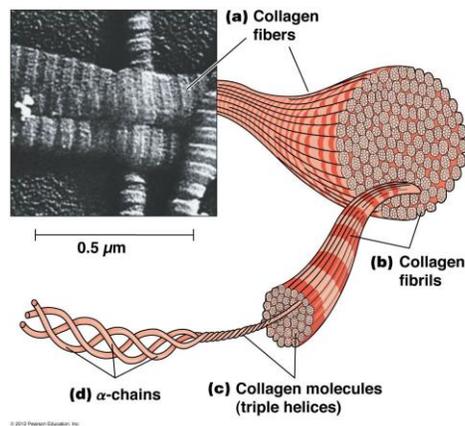
Los elementos extracelulares están conformados por un conjunto de fibras y por la sustancia fundamental. En la dentina predomina el colágeno de tipo I, mientras que en la pulpa se encuentra colágeno tipo I y III.

Los odontoblastos producen sólo colágeno de tipo I que se incorpora a la matriz dentinaria, mientras que los fibroblastos producen los tipos I y III. El colágeno pulpar forma fibrillas, las cuales se juntan formando haces que se organizan irregularmente, excepto en la periferia, por donde pasan paralelos a la superficie predentinaria.

Cabe mencionar que en la pulpa no existen fibras elásticas. La proporción de los tipos de colágeno es constante en la pulpa, pero con la edad aumentan el contenido global de colágeno y la organización de las fibras de colágeno en haces. Normalmente la pulpa apical contiene más colágeno que la pulpa coronal, lo que facilita la pulpectomía con una lima endodóntica durante el tratamiento del sistema de conductos radiculares.<sup>4</sup>

- Fibras colágenas.

El colágeno es uno de los principales componentes del tejido pulpar, en los dientes permanentes predomina el colágeno tipo I y el tipo III en menor proporción. Su distribución y proporción difiere según la región, las fibras colágenas son pocas y de forma irregular en la pulpa coronaria; mientras que en la zona radicular adquiere una disposición paralela y con mayor concentración. Es importante mencionar que su densidad y diámetro aumenta con la edad. **(Fig. 8)**

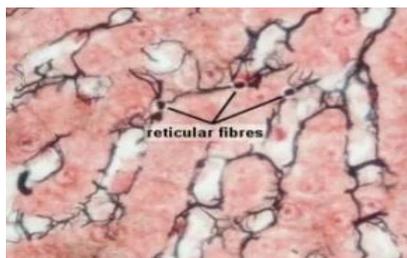


**Fig. 8.** Estructura de las fibras de colágeno y su disposición.  
(Fuente: [https://mundonutricion.es/es/noticias/25\\_colageno.htm](https://mundonutricion.es/es/noticias/25_colageno.htm))

- Fibras reticulares.

Son fibras muy finas que se distribuyen de forma abundante en el tejido mesenquimático de la papila dental, están formadas por delgadas fibrillas de colágeno tipo III asociadas a fibronectina. Estas fibras se disponen al azar en el tejido pulpar, excepto a nivel de la región odontoblástica donde constituyen el plexo de Von Korff.

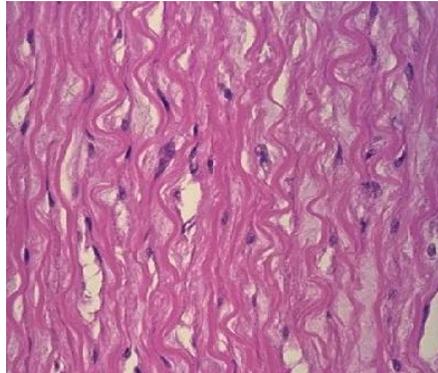
El plexo de Von Korff consiste en disposiciones únicas de haces de colágeno en la pulpa periférica, los cuales tienen forma de sacacorcho y se originan entre los odontoblastos y pasan hacia la matriz de la dentina. Además, pueden aumentar en diámetro con la edad.<sup>4,5</sup> (**Fig. 9**)



**Fig. 9.** Vista microscópica de las fibras reticulares mediante tinción de PAS.  
(Fuente: Gómes de Ferraris ME. Histología, Embriología e Ingeniería Bucodental. 3ª ed. México: Médica Panamericana; 2009)

- Fibras elásticas.

Son muy escasas en el tejido pulpar y se encuentran localizadas exclusivamente en las delgadas paredes de vasos sanguíneos y su principal componente es la elastina. **(Fig. 10)**



**Fig. 10.** Vista microscópica de las fibras elásticas y su amplificación microscópica mediante la tinción de hematoxilina y eosina.

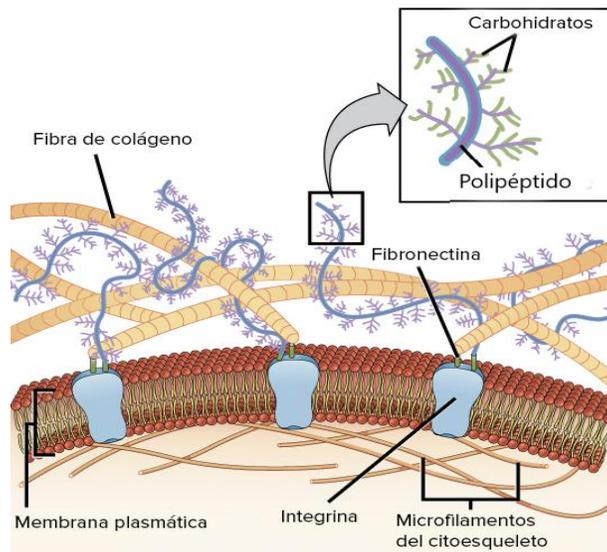
(Fuente: Gomes de Ferraris ME. Histología, Embriología e Ingeniería Bucodental. 3ª ed. México: Médica Panamericana ; 2009)

- Sustancia amorfa o matriz no colagenosa.

Las fibras colagenosas de la matriz pulpar están rodeadas por una masa amorfa en forma de gel claro histológicamente constituido principalmente por complejos de proteínas, polisacáridos, agua, carbohidratos y otras moléculas de adhesión.

Cabe mencionar que los polisacáridos se van a unir a las proteínas y a otros sacáridos formando proteoglucanos; un grupo de moléculas muy variado, hidrófilas y voluminosas que forman el gel con el agua.

En la matriz pulpar se han identificado al menos seis tipos de moléculas de adhesión; una de ellas, la fibronectina, responsable de la adhesión celular a la matriz.<sup>11</sup> **(Fig. 11)**



**Fig. 11.** Sustancia amorfa.

(Fuente: <https://soclalluna.com/1obach-biologia-y-geologia/ud02-la-vida-secreta-de-las-celulas/la-matriz-extracelular/>)

- Calcificaciones.

Antiguamente los cálculos pulpares o denticulos, se clasificaban como verdaderos o falsos dependiendo de la presencia o no de una estructura tubular. Sin embargo, se ha puesto en duda esta clasificación y se ha propuesto una nueva nomenclatura basada en la génesis de la calcificación. Los cálculos pulpares pueden clasificarse según su localización. Se han descrito tres tipos de cálculos pulpares: 1) cálculos libres rodeados por tejido pulpar, 2) cálculos adheridos, que se continúan con la dentina y 3) cálculos incluidos, rodeados totalmente por dentina terciaria.<sup>11</sup>

Los cálculos pulpares pueden aparecer en pacientes jóvenes adultos en uno o varios dientes, también pueden aparecer en las pupas normales y en pulpas inflamadas crónicamente. No producen síntomas dolorosos, independientemente de su tamaño.

Las calcificaciones pueden formar depósitos difusos o lineales asociados a fascículos neurovasculares del núcleo pulpar, este tipo de calcificación es más frecuente en las pulpas viejas o expuestas a inflamación crónica o a traumatismos.<sup>2</sup>

#### 1.4. Fisiología pulpar.

El complejo u órgano dentino-pulpar responde por medio de su función defensiva ante los distintos irritantes que actúan sobre ella, formando la dentina terciaria.

Los estímulos nocivos además de provocar el depósito de dentina terciaria, pueden inducir cambios en los túbulos dentinarios de la dentina primaria y secundaria. Las porciones dentinarias que son sometidas a estímulos lentos, persistentes o no muy severos, pueden producir un depósito de sales de calcio sobre las prolongaciones odontoblásticas en degeneración, aumentando de esta forma la cantidad de dentina peritubular, la cual puede producir la obliteración de los túbulos y en consecuencia toda la región queda constituida por una matriz mineralizada denominada dentina translúcida o esclerótica.

Cuando la dentina es afectada por una lesión intensa, los odontoblastos se defienden retrayendo sus prolongaciones quedando segmentos de los túbulos vacíos, es decir, sin procesos odontoblasticos; en cambio si el estímulo es excesivo se produce la muerte de los odontoblastos y una necrosis de sus prolongaciones, quedando restos celulares incluidos en los túbulos acompañados de líquido y sustancia gaseosa. Esta zona de dentina afectada se conoce como dentina opaca o tractos desvitalizados.<sup>7</sup>

En cuanto a la actividad sensitiva de la dentina, se conoce que ésta es un tejido sensible y que todos los estímulos externos recibidos por las terminaciones nerviosas de la pulpa producen la sensación del dolor.

#### 1.4.1. Funciones pulpares.

- Formativa.

Esta función no solo se contempla durante el desarrollo embrionario, sino durante toda la vida del diente con la formación de dentina secundaria fisiológica o en situaciones patológicas de dentina secundaria reparativa o terciaria.

- Nutritiva.

Dicha función está a cargo de los vasos sanguíneos existentes en la pulpa y que penetran por el foramen apical. La pulpa nutre a la dentina a través de las prolongaciones odontoblásticas provenientes del sistema vascular pulpar.

Proporcionando el suministro vascular y medio de transferencia de la sustancia fundamental para las funciones metabólicas, el mantenimiento de las células y de la matriz orgánica.

- Sensitiva.

Corresponde a los mecanismos de sensibilidad dentinaria que estimulan las fibras A- $\delta$  y a la estimulación de las fibras C de la pulpa.

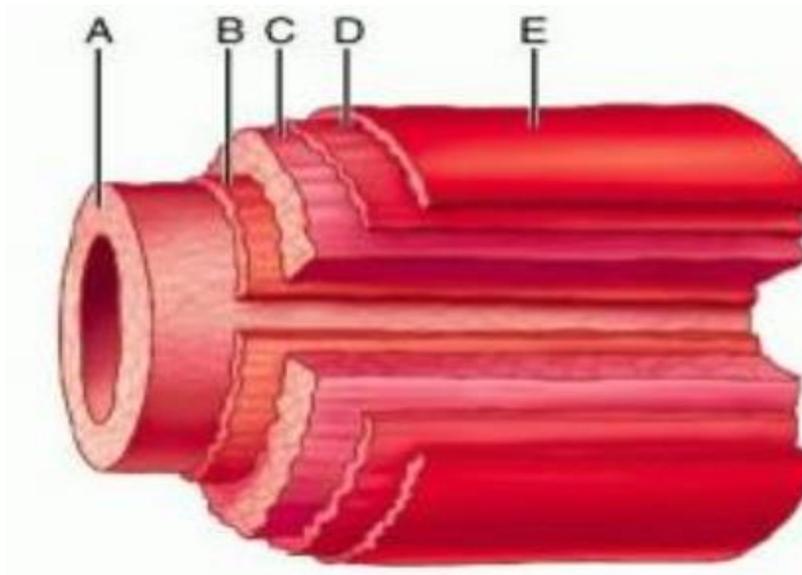
- Protección.

La pulpa realiza la protección a través de la formación de dentina secundaria reparativa y/o terciaria; de igual manera por las células propias del tejido conectivo que responden ante un proceso infeccioso.<sup>19</sup>

#### 1.4.2. Circulación pulpar.

La pulpa dental es un tejido muy vascularizado, al menos durante la juventud. El flujo capilar en la región coronal es casi dos veces mayor que en la zona radicular.

El aporte sanguíneo está regulado fundamentalmente por los esfínteres precapilares y su inervación simpática; como en otros tejidos, el volumen del lecho vascular es mucho mayor que el volumen de sangre que circula habitualmente por el mismo.<sup>20</sup> **(Fig. 12)**



**Fig. 12.** Esquema de las diferentes capas de arteriolas de la pulpa dental.  
(A)Capa interna, (B)Lámina elástica interna, (C)Capa media, (D)Lámina elástica externa, (E)Capa externa.

(Fuente:<https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas6Histologia/fisnutarterial.html>)

- Vasos sanguíneos.

La pulpa madura tiene un patrón vascular muy extenso y especializado por lo que para examinar esta red vascular se han empleado varias técnicas, como la perfusión de la tinta china, el microscopio electrónico de transmisión, el microscopio electrónico de barrido y la microrradiografía.

Los vasos de mayor calibre que penetran por el foramen apical son las arteriolas que nacen de las arterias alveolar inferior, alveolar posterosuperior o infraorbitaria; una vez dentro del conducto las arteriolas se dirigen hacia la corona, se estrechan y después se ramifican ampliamente y pierden su vaina muscular antes de formar un lecho capilar.

Las fibras musculares existentes antes del lecho capilar forman los esfínteres precapilares, que controlan el flujo y presión de la sangre. Cabe mencionar que la ramificación más extensa de los capilares se localiza en la capa subodontoblástica de la pulpa coronal, donde los vasos forman un plexo muy denso. Algunos de estos capilares proyectan asas vasculares entre los odontoblastos por lo que el intercambio de nutrientes y productos de desecho se produce a través de estos capilares. Existe un amplio sistema de comunicación constituido por anastomosis arteriovenosas y venovenosas; estas conexiones se activan en caso de lesión pulpar y durante la reparación.<sup>19</sup>

La parte eferente de la circulación pulpar está constituida por las vénulas, que son algo mayores que las arteriolas correspondientes. Las vénulas se forman por la unión de los capilares venosos y van aumentando de calibre al juntarse con más ramas capilares, circulan junto con las arteriolas y salen por el foramen apical para ir a drenar posteriormente a la vena maxilar a través del plexo pterigoideo o anteriormente a la vena facial.

- Vasos linfáticos.

Son considerados como vasos de paredes muy finas, formados por un endotelio rico en organelos y gránulos; se localizan en la periferia pulpar y salen formando uno o dos vasos de mayor calibre a través del foramen apical permitiendo el paso del líquido tisular. Su principal función es eliminar los exudados y trasudados inflamatorios, así como los restos celulares.

Después de abandonar la pulpa algunos vasos se unen a vasos parecidos procedentes del ligamento periodontal y drenan en los ganglios linfáticos regionales (submentonianos, submandibulares o cervicales) antes de alcanzar las venas subclavia y yugular interna.

Es importante tener conocimiento del drenaje linfático, ya que nos permitirá diagnosticar las infecciones de origen endodóntico.

#### 1.4.3. Inervación pulpar.

Las fibras nerviosas sensitivas que inervan las piezas dentarias son ramas del nervio trigémino (V par craneano). Dicho nervio se divide en tres ramas: oftálmico, maxilar y mandibular.

Los nervios alveolares superiores anteriores, medios y posteriores, ramas del nervio maxilar, inervan a las piezas dentarias superiores; mientras que las inferiores son inervadas por ramas pulpares del nervio alveolar inferior que, a su vez, es rama del nervio mandibular. Se ha sugerido que algunas piezas dentarias pueden recibir inervación suplementaria de los nervios milohioideo, bucal y lingual.

Se considera que la inervación sensitiva principal de la pulpa de los dientes superiores e inferiores depende de la segunda y la tercera división del nervio trigémino, respectivamente.

Los premolares inferiores pueden recibir también ramas sensitivas del nervio milohioideo, que es fundamentalmente un nervio motor. Las ramas de estos nervios acceden a los dientes a través de unos agujeros muy pequeños existentes en la superficie lingual de la mandíbula. En ocasiones, los molares inferiores reciben inervación sensitiva del segundo y tercer nervio espinal cervical.<sup>23</sup>

Los cuerpos neuronales de los nervios trigéminos se localizan en el ganglio trigeminal. Las dendritas de estos nervios hacen sinapsis con neuronas del núcleo sensitivo trigémino, en el tronco del encéfalo. Desde ahí neuronas de segundo orden viajan hasta determinados núcleos talámicos. Neuronas de tercer orden y sus ramas alcanzan la corteza sensorial, así como otros centros superiores.

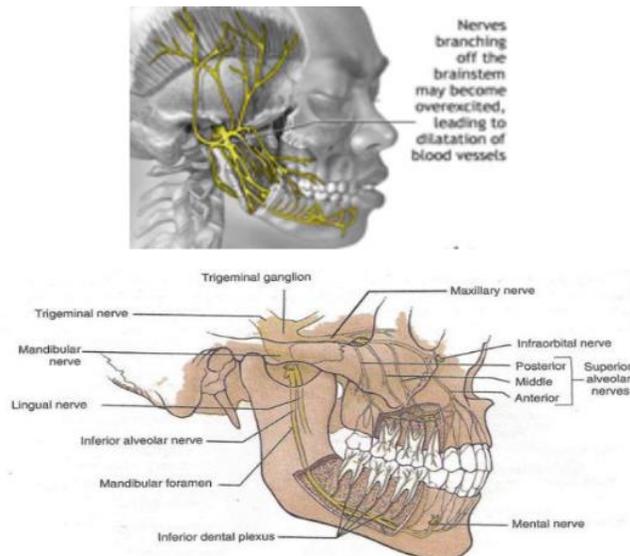
Referente al complejo dentinopulpar, se encuentra constituido por una inervación vegetativa; a éste le llegan fibras posganglionares simpáticas provenientes del ganglio cervical superior y fibras parasimpáticas.

Es importante hacer mención de que el complejo dentinopulpar cuenta con una inervación muy abundante, ya que en cada diente humano se han encontrado de 1.000 a 2.000 fibras nerviosas que entran y salen en forma de haces a través del foramen apical; de ellas, aproximadamente el 75% son amielínicas y el 25% mielínicas. Los dientes humanos están inervados por fibras del grupo A (la mayoría A $\delta$  y pocas A $\beta$ ) y del grupo C.<sup>20</sup>

En su trayecto desde el ápice a la pulpa coronal, las fibras nerviosas se ramifican y forman en la periferia pulpar una red subodontoblástica densa de fibras delgadas (Plexo de Rashkow). Desde este plexo, muchas de estas fibras pierden su mielina y terminan en la porción interna de la dentina. Las fibras nerviosas tienen la capacidad de penetrar de 100 a 200 micrómetros en los túbulos dentinarios y una fibra puede inervar cientos de ellos, lo cual provoca que las distintas zonas de la dentina no estén uniformemente inervadas.

Es así como, la dentina coronaria está más densamente inervada que la radicular. En los dientes permanentes, la densidad de los túbulos inervados es máxima en la región de los cuernos pulpares (más de 40%) y disminuye hacia el ápice.

En los dientes temporales, las fibras nerviosas en su mayoría entran en los túbulos dentinarios hasta unos 30 micrómetros, aunque algunas pueden llegar a 150 micrómetros. El tercio cervical es el más densamente inervado, seguido por los cuernos pulpares.<sup>23</sup> **(Fig. 13)**



**Fig. 13.** Esquema en el que se muestra la inervación pulpar. La pulpa dental como cualquier otro tejido conjuntivo, requiere un aporte nervioso para proporcionar sus dos primarias y relacionadas funciones: control vasomotor y defensa.  
(Fuente: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/NotasHistologia/fisnerviosa.html>)

#### 1.4.3.1. Fibras sensitivas y motoras de la pulpa dental.

La inervación sensitiva está constituida por fibras aferentes sensoriales del trigémino, son fibras mielínicas de tipo A y amielínicas tipo C.

Las fibras A son de conducción rápida y responden a estímulos hidrodinámicos, táctiles, osmóticos o térmicos que transmiten la sensación de un dolor agudo o bien localizado. Estas fibras se distribuyen fundamentalmente en la zona periférica de la pulpa.<sup>20</sup>

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 Weil, dichas ramificaciones constituyen el plexo nervioso subodontoblástico de Raschkow.

Como anteriormente se mencionó, la pulpa dental se encuentra inervada en su gran mayoría por fibras A $\delta$  y en poca proporción por fibras A $\beta$ .

Las fibras A $\delta$  presentan una función nociceptora y su estimulación produce un dolor agudo, de breve duración y localizado típico de la sensibilidad dentinaria; motivo por el cual se activan por estímulos que producen flujo de líquidos en los túbulos dentinarios como el tallado cavitario, calor, frío, desecación, exploración con sonda, el aire seco y las soluciones hiperosmóticas colocadas en la superficie dentinaria expuesta.<sup>23</sup>

Por otro lado, se considera que las fibras A $\beta$  presentan una función mecanorreceptora, vinculada a la percepción de la vibración, recibiendo información de estímulos generados en la oclusión fisiológica y que podrían estar relacionadas con los reflejos secuenciales de apertura realizados durante el acto masticatorio.

La inervación autónoma está constituida por fibras amielínicas tipo C. Los axones amielínicos provienen del ganglio cervical superior y llegan a la pulpa apical para dirigirse a la túnica muscular de las arteriolas. Estas fibras son de conducción lenta e intervienen en el control del calibre arteriolar (función vasomotora).

Las fibras C presentan una función nociceptora, poseen una velocidad de conducción lenta y se distribuyen en general en la zona interna de la pulpa respondiendo a los estímulos de la bradicinina, la histamina y la capsaicina y no a los estímulos hidrodinámicos. La estimulación de estas fibras da origen a una sensación de dolor sordo, difuso, prolongado y mal localizado por estimulación pulpar directa.

La estimulación de las fibras C está asociada a los daños tisulares del proceso inflamatorio y reaccionan frente a estímulos que alcanzan la pulpa directamente, como un cambio térmico intenso, la irritación mecánica y sustancias químicas.<sup>7</sup>

#### 1.4.3.2. Teorías de la hipersensibilidad dentinaria.

La hipersensibilidad dentinaria se caracteriza por un dolor breve y agudo ocasionado por la exposición de la dentina a estímulos térmicos, osmóticos y químicos.

Se considera de etiología multifactorial y para que se produzca es necesaria la presencia de dos condiciones, tiene que haber exposición de la dentina (localización de la lesión) y tiene que haber apertura del sistema tubular dentinario (el inicio de la lesión).

Debido a que la hipersensibilidad dentinaria es una sensación subjetiva, para su evaluación se emplean cuestionarios sobre sus características y una diversidad de pruebas clínicas.

La metodología para la valoración de la hipersensibilidad dentinaria se basa principalmente en la respuesta pulpar a los cambios térmicos, de percusión, osmóticos y/o eléctricos.

Cabe mencionar que el método eléctrico se ha considerado como no fisiológico porque estimula de manera directa los nervios pulpares, en lugar de probar el complejo pulpodentinario mediante estimulación hidrodinámica; por tanto, es una prueba limitada y utilizada en los últimos casos para determinar un diagnóstico pulpar.

Históricamente se han planteado tres teorías para explicar la sensibilidad dentinopulpar, las cuales serán abordadas a continuación.<sup>23</sup>

- **Teoría de la inervación dentinaria:** Esta teoría sugiere la existencia de terminaciones nerviosas en la dentina, las cuales pueden estimular directamente a la pulpa. Se basa en que las terminaciones nerviosas que están en la pulpa pasan a través del agujero apical, se ramifican y forman el plexo de Raschkow en la periferia de la pulpa y en la zona celular subyacente, y se extiende a la capa odontoblástica. Las fibras nerviosas forman asas, de las cuales algunas de ellas llegan a la predentina y regresan al plexo y otras penetran al interior de los túbulos dentinarios alcanzando una distancia no mayor de 100  $\mu\text{m}$  dentro de la dentina. No existe suficiente evidencia científica que sustente que las fibras penetran hasta la unión amelodentinaria ya que los estudios ultraestructurales han mostrado que las fibras intratubulares se asemejan más a terminaciones simpáticas motoras que a receptores

sensoriales. Esta teoría se descartó al demostrar que las fibras nerviosas no penetran más que 200 micrómetros en la dentina.<sup>17</sup>

- **Teoría del mecanismo de transducción que comprende al odontoblasto y a sus prolongaciones dentinarias:** Planteaba que los odontoblastos pudieran funcionar como receptores. Por lo tanto, la estimulación de las prolongaciones odontoblásticas en la dentina periférica provoca cambios en el potencial de membrana de los odontoblastos, el cual, permite a través de uniones sinápticas con las células nerviosas transmitir el impulso, y de esta manera producir el dolor. Si bien se han encontrado relaciones espaciales muy cercanas entre ambos tipos celulares, no se han podido encontrar aún interacciones de tipo sinápticas o gap entre los nervios pulpares y los odontoblastos, lo que le ha restado apoyo por el momento a esta teoría.

La prueba más controversial de la falla de esta hipótesis fue que, mediante la observación al microscopio electrónico de barrido, no ha sido posible comprobar que las prolongaciones odontoblásticas se extiendan más allá de un tercio de la mitad de la longitud de los túbulos dentinarios. Así mismo, no se ha demostrado la presencia de acetilcolinesterasa adyacente al cuerpo y al proceso odontoblástico, así como la posibilidad de que el potencial de membrana generado por el odontoblasto sea el suficiente para producir un estímulo que ocasione dolor.<sup>7</sup>

- **Teoría hidrodinámica:** Fue propuesta por Brannstrom y es la teoría más aceptada actualmente. Dicha teoría afirma que diversos estímulos provocan flujo de líquido dentro de los túbulos dentinarios y es este flujo lo que estimula a las fibras nerviosas dentinopulpares. Aunque la mitad periférica de la dentina carece de nervios o prolongaciones odontoblásticas, el movimiento del líquido dentro del túbulo dentinario produce una estimulación a través de la cual ocurren deformaciones de los mecanorreceptores pulpares, convirtiendo la energía mecánica en energía eléctrica.

El aumento de flujo de líquido dentinario dentro del túbulo causa un cambio de presión en toda la dentina, lo que activa las fibras nerviosas tipo A delta en el límite pulpodentinario o dentro de los túbulos dentinarios. Los odontoblastos y las terminaciones nerviosas A delta funcionan juntos a modo de unidades sensitivas, y pueden ser considerados como una cápsula sensitiva periférica.<sup>23</sup>

## 2. DIAGNÓSTICO PULPAR EN DIENTES DECIDUOS

Las indicaciones, objetivos y el tratamiento pulpar indicado se basan en un diagnóstico clínico que determine el estado de la pulpa. Un examen preoperatorio completo es esencial para obtener un diagnóstico correcto y poder establecer el tratamiento adecuado, así como orientar en el pronóstico de éste.

Este examen debe incluir una completa historia médica y dental, con especial interés en las características del dolor, una exploración clínica y radiológica, con las pruebas complementarias necesarias como la palpación, percusión y evaluación de la movilidad; sin olvidar la exploración directa pulpar que permitirá confirmar nuestro diagnóstico.

Es necesario que el profesional realice un buen diagnóstico y conozca los diferentes procedimientos clínicos que permitan la conservación del diente temporal libre de enfermedad y cumpliendo su función dentro del arco dental.

Las enfermedades pulpares pueden ser clasificadas desde el punto de vista etiológico, clínico, sintomatológico, terapéutico e histopatológico.

Desde el punto de vista etiológico, las enfermedades pulpares pueden ser de origen biológico, físico y químico; mientras que, sintomatológicamente las enfermedades pueden ser clasificadas en reversibles e irreversibles e histopatológicamente, son clasificadas en regresivas, degenerativas o inflamatorias.<sup>1</sup>

Los factores etiológicos que provocan las enfermedades pulpares se dividen en agentes biológicos, físicos y químicos.

Los agentes biológicos (microbianos) son la causa más común de la enfermedad pulpar y están asociados a la caries dental que es el resultado de la desmineralización del esmalte y la dentina por el producto de la biopelícula dental. La pulpa manifiesta respuestas desde el principio de la caries en esmalte y se agrava en la medida que la lesión avanza a través de la dentina en dirección hacia la pulpa. La respuesta pulpar dependerá del tipo de caries (activa o crónica), de su extensión (lesión superficial o profunda) y de la capacidad de remoción de la biopelícula.

Los agentes físicos (mecánicos y térmicos), los más comunes son los traumas, tanto dental u oclusal, y los patológicos como hábitos parafuncionales, abrasión, atrición y erosión. Los agentes térmicos son causados por cambios de temperatura como calor generado durante la preparación cavitaria y por materiales restauradores, los cuales también son considerados como iatrogénicos.

Y finalmente, los agentes químicos que se generan por el empleo de diversas sustancias durante el tratamiento odontológico.<sup>18</sup>

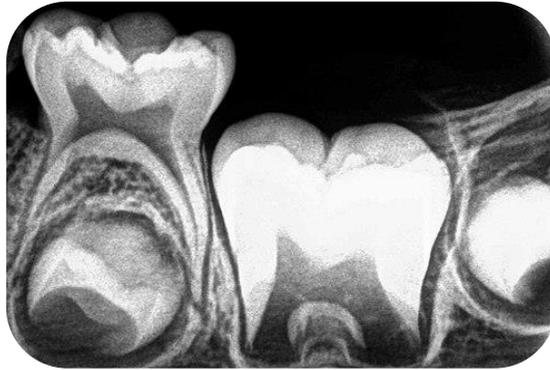
Es así como, las alteraciones pulpares dependen en mayor o menor grado del estado de salud del tejido pulpar dental y son clasificadas de la siguiente manera.

### 2.1. Pulpa sana.

Una pulpa normal es sintomática y produce una respuesta transitoria de débil a moderada a los estímulos térmicos y eléctricos. Sin embargo, la respuesta cesa casi inmediatamente cuando el estímulo desaparece. **(Tabla 1), (Fig. 14), (Fig. 15)**

<b>PULPA SANA</b>	
<b>Etiología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diente sin caries o con caries grado 1 que solo afecta el esmalte</li> <li>-Tejidos perirradiculares sin inflamación</li> </ul>
<b>Características clínicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Responde normalmente a las pruebas de sensibilidad pulpar</li> <li>-No existe evidencia de sintomatología espontánea y presenta signos clínicos dentro de los límites normales de corta duración que desaparecen en pocos segundos después de retirar el estímulo</li> <li>-No existe presencia de dolor a la palpación ni a la percusión</li> </ul>
<b>Características radiográficas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Observamos tejidos duros del diente intacto</li> <li>-Cámara pulpar, conducto radicular y ligamento periodontal sin alteración</li> <li>-No se observan cambios en los tejidos periapicales</li> </ul>
<b>Características histopatológicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se conserva su estructura normal y no se observan alteraciones patológicas</li> </ul>
<b>Tratamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Protección del complejo pulpo dentinario por medio de tratamientos preventivos, selladores de fosetas y fisuras, aplicación de fluoruro, restauraciones mínimamente invasivas de resina o un ionómero de vidrio.<sup>21</sup></li> </ul>

**Tabla 1.** Etiología, características clínicas, radiográficas e histopatológicas, así como el tratamiento preventivo de la pulpa sana.



**Fig. 14.** Radiografía periapical de dientes deciduos en los que se muestra el órgano dentario No. 85 sin hallazgos radiográficos significativos.  
(Fuente: <https://www.lifeder.com/odontogenesis/>)



**Fig. 15.** Fotografía intraoral de la arcada superior de dentición temporal clínicamente sana.  
(Fuente: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2016/art-28/>)

## 2.2. Pulpitis reversible.

En dicho estadio pulpar, la pulpa se encuentra inflamada hasta el punto que el estímulo térmico provoca una respuesta rápida y aguda, que desaparece tan pronto el estímulo es retirado.

Su diagnóstico clínico está basado en hallazgos objetivos y subjetivos, lo cual indica que la inflamación puede resolverse y la pulpa podría regresar a su estado normal. **(Tabla 2), (Fig. 16)**

<b>PULPITIS REVERSIBLE</b>	
<b>Etiología</b>	-Es causada generalmente por restauraciones mal ajustadas, caries, erosión, abrasión, retracciones gingivales o fractura coronaria
<b>Características clínicas</b>	-Responde a todo tipo de estímulo (frío, aire, calor, dulce) con dolor de leve a moderado, respuesta rápida, de corta duración y desaparece en pocos segundos después de retirar el estímulo -No existe presencia de dolor a la palpación ni a la percusión
<b>Características radiográficas</b>	-Apariencia radiográfica normal -Zonas radiopacas coronales asociadas a restauraciones y zonas radiolúcidas coronales asociadas a lesiones cariosas que afectan esmalte y dentina -Ausencia de cambios periapicales
<b>Características histopatológicas</b>	-La primera respuesta es un deterioro de la capa odontoblástica -Las paredes vasculares se tornan más permeables y el plasma comienza a infiltrarse en los espacios intersticiales con producción de edema -Hay presencia de leucocitos neutrófilos polimorfonucleares (LNP) por medio de un mecanismo llamado diapédesis.
<b>Tratamiento</b>	-Eliminar el agente causal -Protección adecuada de complejo dentino-pulpar -Recubrimiento pulpar indirecto o directo -Pulpotomía. <sup>4,7</sup>

**Tabla 2.** Etiología, características clínicas, radiográficas e histopatológicas, así como el tratamiento para la pulpitis reversible.



**Fig. 16.** Fotografía clínica de dientes anteriores superiores, OD No. 51 y 61 en el que se muestran con caries afectando esmalte y dentina.  
(Fuente:<https://odontologiasalud.blogspot.com/2010/03/puede-la-caries-de-un-diente-temporal.html>)

### 2.3. Pulpitis irreversible.

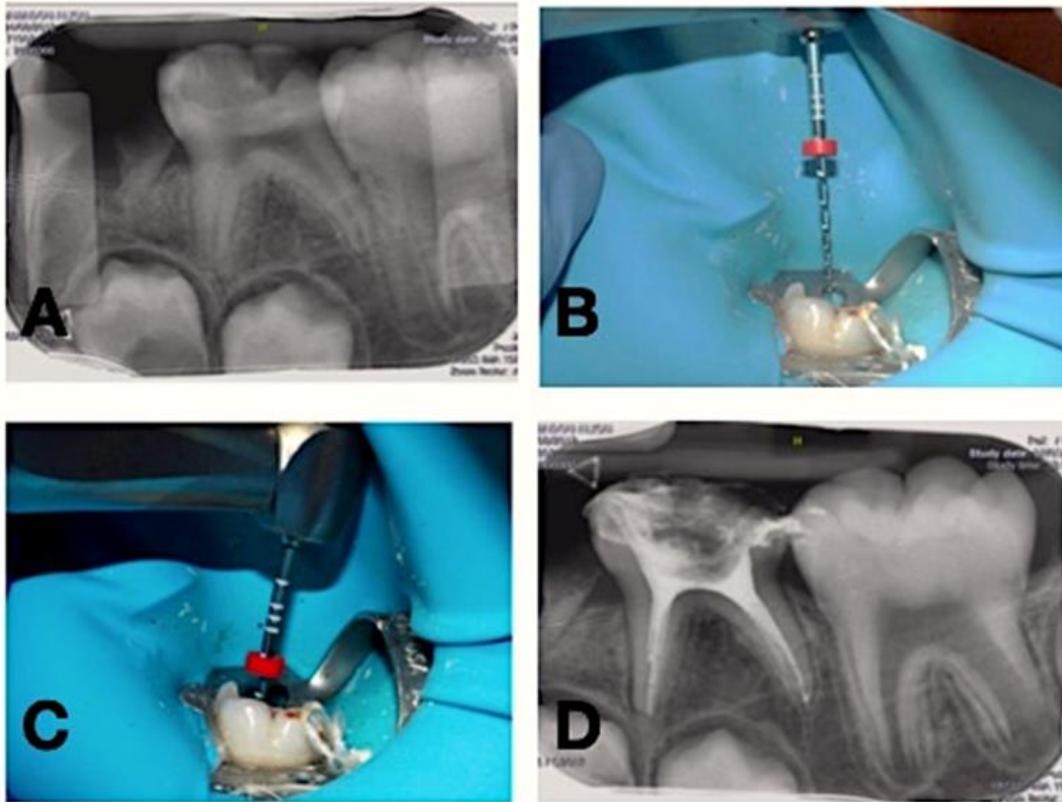
El diagnóstico clínico de dicha patología se encuentra basado principalmente en hallazgos subjetivos y objetivos que indican que el tejido pulpar se encuentra inflamado de manera irreversible.

Cuando esto llegar a ocurrir, el tejido pulpar es incapaz de cicatrizar, causando así la necesidad de realizar su amputación de manera permanente, es decir una pulpectomía.

Motivo por el cual, es necesario llenar adecuadamente la historia clínica y hacer uso de cada una de las pruebas pulpares para determinar un correcto diagnóstico para el diente que se encuentra afectado. **(Tabla 3), (Fig. 17)**

<b>PULPITIS IRREVERSIBLE</b>	
<b>Etiología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Caries dental de tercer grado</li> <li>-Pulpitis reversible no tratada</li> <li>-Restauraciones profundas y/o mal ajustadas</li> <li>-Exposición pulpar</li> <li>-Traumatismos con o sin exposición pulpar</li> <li>-Iatrogenia</li> </ul>
<b>Características clínicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dolor prolongado, persistente, espontáneo, referido y de aparición inmediata ante un estímulo térmico que persiste durante larga tiempo, después de haberlo retirado</li> <li>-Puede haber o no dolor a las pruebas de percusión vertical y horizontal</li> <li>-El paciente requiere tomar analgésicos para aliviar el dolor</li> </ul>
<b>Características radiográficas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pérdida de la continuidad de los tejidos a nivel esmalte y dentina Puede estar involucrada la pulpa</li> <li>-Ensanchamiento del ligamento periodontal</li> </ul>
<b>Características histopatológicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acumulación de células y líquidos en los espacios intersticiales que causan edema inflamatorio</li> <li>-Macrófagos, linfocitos y células plasmáticas</li> <li>-Se produce una proliferación de vasos sanguíneos diminutos y frágiles</li> </ul>
<b>Tratamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Eliminar el agente causal</li> <li>-Pulpectomía.<sup>3,1</sup></li> </ul>

**Tabla 3.** Etiología, características clínicas, radiográficas e histopatológicas, así como el tratamiento para la pulpitis irreversible.



**Fig. 17.** Caso clínico de O.D.No. 75.

Diagnóstico: pulpitis irreversible.

Tratamiento: pulpectomía.

A) radiografía inicial, B) y C) Instrumentación con lima rotatoria recíproc blue R25, D) radiografía final de pulpectomía.

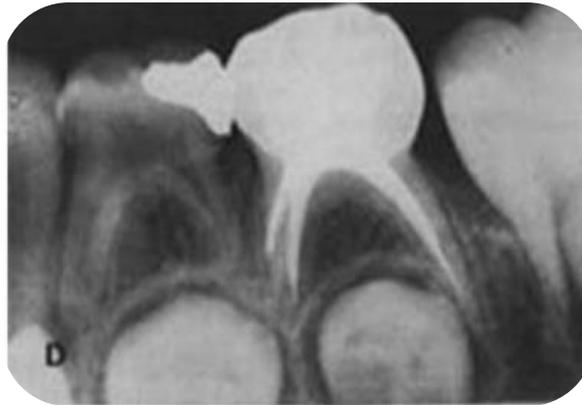
(Fuente: <https://la.dental-tribune.com/news/comparacion-de-pulpectomias-en-molares-temporales-con-lima-manual-y-reciprocante/>)

#### 2.4. Necrosis pulpar.

Es una patología que se produce como consecuencia del deterioro y la inflamación del tejido pulpar. Es provocada por la exposición de la pulpa y la infiltración de bacterias que causan la infección y a su necrosis. **(Tabla 4), (Fig. 18)**

<b>NECROSIS PULPAR</b>	
<b>Etiología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Caries de tercer y cuarto grado</li> <li>-Pulpitis irreversible no tratada o en estado crónico</li> <li>-Restauraciones coronarias filtradas</li> <li>-Trauma oclusal</li> <li>-Enfermedad periodontal</li> <li>-Aparatos ortodóncicos</li> </ul>
<b>Características clínicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pruebas de sensibilidad pulpar negativas</li> <li>-Cambios de color en el diente</li> <li>-Pérdida de la continuidad del tejido dental</li> <li>-Puede presentar absceso periapical agudo o presencia de tracto sinusal</li> </ul>
<b>Características radiográficas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ensanchamiento del ligamento periodontal a nivel periapical</li> </ul>
<b>Características histopatológicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La región con necrosis contiene irritantes de la destrucción de los tejidos y de microorganismos tanto aerobios como anaerobios</li> </ul>
<b>Tratamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pulpectomía</li> <li>-En dientes con ápice inmaduro debe procurarse el cierre apical.<sup>18</sup></li> </ul>

**Tabla 4.** Etiología, características clínicas, radiográficas e histopatológicas, así como el tratamiento de la necrosis pulpar.



**Fig. 19.** Fotografía intraoral lateral donde se observa O.D.No. 75 con absceso dentoalveolar a causa de una necrosis pulpar.  
Radiografía periapical del O.D. No.75 con pulpectomía y corona acero cromo.  
(Fuente: Tratamiento Endodóntico no Instrumentado en dientes deciduos  
([www.revistaodontopediatria.org](http://www.revistaodontopediatria.org)))

### 3. TRATAMIENTOS PULPARES EN DIENTES DECIDUOS

El objetivo principal de los tratamientos pulpares en dientes deciduos consiste en mantener la integridad y salud del diente afectado y por lo tanto de los tejidos orales.

Existen dos tipos de tratamientos pulpares para dientes deciduos, los cuales son clasificados en dos grandes categorías:

- 1) Los conservadores.- ayudan a mantener la vitalidad pulpar.
- 2) Los radicales.- eliminan por completo la pulpa cameral o radicular para su posterior obturación.

Cuando no se puede detener la infección por ninguno de los métodos mencionados, y no se recupera el soporte óseo, es necesario extraer el diente.

Para cualquiera de los tratamientos pulpares se requiere el uso de aislamiento absoluto con dique de hule para minimizar la contaminación bacteriana.

Por último, en todos los tratamientos pulpares debe realizarse un seguimiento clínico y radiológico cuya periodicidad debe ajustarse según el caso clínico.<sup>10</sup>

#### 3.1. Recubrimiento pulpar indirecto.

El sellado de una lesión cariosa progresiva produce una respuesta bacteriostática dentro del cuerpo de la lesión y favorece la curación pulpar estimulando la formación de una dentina reaccional.

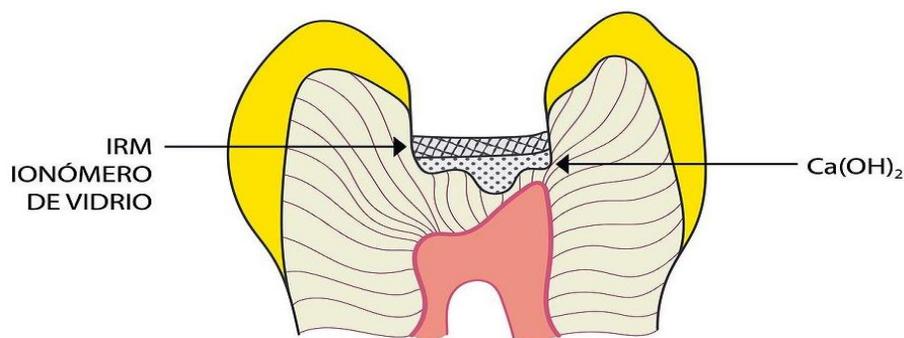
Ésta es la base del recubrimiento pulpar indirecto, tanto en la dentición decidua, como en la permanente. El recubrimiento pulpar indirecto es también considerado la base de la técnica restaurativa atraumática y de las restauraciones terapéuticas interinas.<sup>21</sup>

Desde el punto de vista biológico y clínico, dicho tratamiento presenta importantes mecanismos para el mantenimiento de la vitalidad pulpar; motivo por el cual es considerado un tema controversial debido a la complejidad del diagnóstico y a la delicada conducta terapéutica necesaria para obtener éxito en el tratamiento.

Los siguientes puntos a considerar, son claves para evaluar la evolución satisfactoria del caso clínico:

- Ausencia de dolor espontáneo o persistente.
- Ausencia de dolor a la percusión y la palpación.
- Ausencia de movilidad patológica.
- Ausencia de signos radiográficos patológicos.
- Aspecto clínico de la pulpa.

Posterior a la eliminación del tejido reblandecido por caries, la dentina se encuentra con una muy delgada capa hacia la pulpa que clínicamente se puede observar ya que a ese nivel se torna translúcida reflejando que el tejido pulpar no está expuesto pero que gracias a que no existe sintomatología y que la zona se encuentra totalmente estéril podemos realizar el recubrimiento pulpar. Podemos utilizar hidróxido de calcio o MTA, posteriormente es necesario colocar una base de ZOE o ionómero de vidrio y la restauración final.<sup>8</sup> **(Fig. 19)**



**Fig. 19.** Esquema donde se representa gráficamente la colocación del recubrimiento pulpar indirecto, seguido de una base sin la colocación de la restauración final.  
(Fuente:<https://www.directorioodontologico.info/2016/10/recubrimiento-pulpar-directo-e.html>)

### 3.2. Recubrimiento pulpar directo.

En dientes temporales, el tratamiento se llevará a cabo cuando la pulpa haya sido expuesta accidentalmente durante el procedimiento operatorio o en casos de mínimas exposiciones traumáticas.

Para que dicho tratamiento se pueda realizar, el diente afectado debe estar asintomático, la exposición pulpar debe de ser mínima y estar libre de contaminación por parte de los fluidos orales; motivo por el cual no se debe de realizar en exposiciones provocadas por lesiones cariosas, ya que fácilmente se produce contaminación e inflamación pulpar.

La finalidad del tratamiento es mantener la vitalidad del diente sin evidencias clínicas ni radiográficas de patología pulpar, pudiéndose apreciar formación de dentina reparativa.

Cuando la eliminación de la caries y del tejido reblandecido provoca la exposición de la pulpa coronal y dicho tejido es brillante, de color rojo no intenso y presenta hemorragia fácilmente controlable, además el diente afectado en ningún momento presenta signos y síntomas de pulpitis

irreversible; se procede a la colocación de un material protector directo seguido de una base y un material de restauración final.<sup>21,18</sup> **(Fig. 20)**



**Fig. 20.** Fotografía clínica donde se muestra una comunicación pulpar y la hemorragia ha sido controlada fácilmente o no pudo haber existido y en la cual se procede a la colocación del protector pulpar directo.

(Fuente:<https://twitter.com/oralthbcn/status/866938039993552899>)

### 3.3. Pulpectomía.

Retomando la importancia de la terapia pulpar en Odontología pediátrica para el mantenimiento de la dentición primaria hasta su correcta erupción de la dentición permanente, mantener las piezas deciduas hasta su exfoliación fisiológica le va a permitir al niño desarrollar correctamente funciones como la masticación, deglución y fonación, además nos permite prevenir maloclusiones y preservar la estética; cuando la pulpa dental se ve afectada, frente a una pulpitis irreversible o una necrosis pulpar, el tratamiento de elección es la pulpectomía.

La pulpectomía es una técnica endodóntica que permite el retiro total, tanto como de los conductos, de la pulpa vital o necrótica, preparando la cavidad pulpar para recibir un material obturador.

El tratamiento debe permitir la reabsorción de la raíz y del material de obturación en el momento oportuno para permitir la erupción normal de la pieza sucesiva.

Después del tratamiento, los síntomas deben desaparecer, el proceso infeccioso debe resolverse y radiográficamente se debe evidenciar disminución del área radiolúcida.

Dicho tratamiento está indicado siempre que la pieza dentaria afectada pueda reconstruirse y lograr un correcto sellado, función y estética.<sup>10</sup>  
**(Fig. 21)**

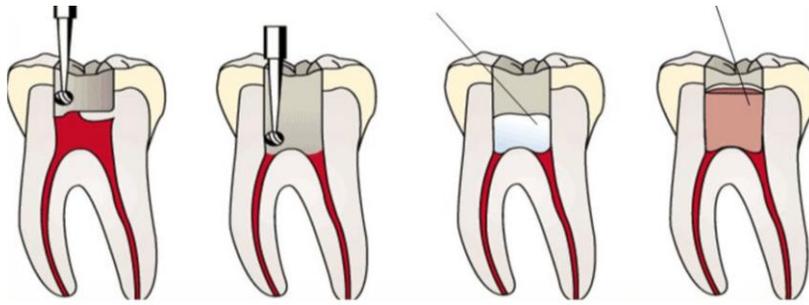


**Fig. 21.** Radiografía periapical donde se muestra el OD No.75 con un material de obturación posterior al tratamiento de pulpectomía.

(Fuente:<https://www.odontovida.com/search/label/Endodoncia?&max-results=5>)

### 3.4. Pulpotomía.

Es un tratamiento que consiste en la eliminación de la pulpa coronal afectada mientras que el tejido radicular remanente se mantiene vital sin signos clínicos o radiográficos de inflamación o afectación.<sup>10</sup> **(Fig. 22)**



**Fig. 22.** Esquema en el cual se muestran los pasos para el tratamiento de pulpotomía.  
(Fuente:<https://us.toluna.com/opinions/3992809/Pulpotomía>)

### 3.4.1. Antecedentes históricos.

Durante muchos siglos, probablemente desde el principio de los tiempos para los seres humanos, ha habido una búsqueda de los mejores métodos para tratar las diferentes patologías pulpares, tanto de la dentición decidua como permanente.

La primera referencia que se puede tener acerca de la pulpotomía, se remonta al año 1756 en el que P. Pfaft realizó el recubrimiento de exposiciones pulpares con pequeñas piezas de oro cuidadosamente adaptadas a la base de las cavidades dentales. Posteriormente en 1826, L. Koeker realizó la cauterización de porciones de pulpas expuestas con un alambre metálico incandescente, cubriendo la lesión con una fina capa de plomo.

Hasta mediados del siglo XIX, se empezaron a emplear sustancias como cera de abeja, polvo de vidrio y toda una variedad de compuestos que contenían calcio, algunos de ellos eugenol.

Los primeros datos que se conocen acerca del uso de un material con formaldehído datan de 1874, cuando Nitzel empleó un compuesto de tricresol y formalina en casos de exposiciones pulpares.

En 1904, Buckley colocó un algodón empapado en una mezcla de tricresol y formaldehído en una cámara pulpar. Después de unos días, la apertura de la cámara pulpar, mostró que los gases y líquidos tóxicos habían sido convertidos en líquidos y sólidos no tóxicos. La técnica fue un éxito gracias a la actuación germicida y antiséptica de los materiales empleados.<sup>1,3</sup>

Durante los años 30, Sweet propuso la aplicación de una mezcla de óxido de zinc, eugenol y formocresol para el tratamiento pulpar de los molares deciduos.

#### 3.4.2. Definición.

La justificación para este procedimiento es que el tejido pulpar coronal, que es adyacente a la exposición cariosa, suele contener microorganismos y muestra evidencia de inflamación y cambios degenerativos; es así como, dicho tratamiento permite la eliminación del tejido afectado y la posterior cicatrización del tejido sano pulpar que se encuentra en la entrada del conducto radicular.<sup>9</sup>

#### 3.4.3. Objetivos.

El principal objetivo de dicho tratamiento consiste en mantener la integridad pulpar radicular vital hasta que se lleve a cabo el proceso natural de exfoliación del diente deciduo.

#### 3.4.4. Indicaciones.

- Dientes vitales con pulpa expuesta sin historia de dolor espontáneo.
- Dientes sin reabsorción radicular externa o interna.
- Dientes sin movilidad patológica.
- Cuando a la apertura de la cavidad pulpar, los conductos pulpares se encuentran normales (control de la hemorragia).
- Dientes sin sensibilidad a la percusión.
- Dientes que después del tratamiento pulpar puedan ser restaurados adecuadamente.
- Dientes con reabsorción radicular fisiológica, menos del 30% de la longitud de la raíz.

#### 3.4.5. Contraindicaciones.

- Dientes con historia dolorosa crónica.
- Dientes con movilidad patológica.
- Dientes con procesos infecciosos apicales y/o interradiculares.
- Reabsorción radicular extensa.
- Dientes que presentan fístulas.
- Dientes con hemorragia no controlable por presión después de la remoción de la pulpa cameral.
- Dientes que no presentan sangrado pulpar.
- Cuando hay reabsorción radicular del diente temporal y el permanente no se encuentra cubierto por hueso alveolar.
- Pacientes con mal estado de salud general o con enfermedades tales como: hemofilia, leucemia, pielonefritis, cardiopatías, diabetes.
- Diente próximo a exfoliar.
- Diente no restaurable.

### 3.4.6. Ventajas.

Se considera que las evidencias del éxito en los tratamientos de pulpotomía en dientes temporales son las siguientes:

- Vitalidad de la mayor parte de la pulpa radicular.
- Ausencia de síntomas o signos clínicos patológicos como dolor, tumefacción o sensibilidad.
- Ausencia de signos radiográficos de reabsorción interna.
- Ausencia de trastornos de los tejidos perirradiculares.
- Ausencia de lesiones en los dientes permanentes.

### 3.4.7. Desventajas.

Debido al alto grado de complejidad, incluso para su diagnóstico, el tratamiento de pulpotomía debe realizarse con una zona libre de microorganismos que garantice una técnica quirúrgicamente aséptica y se realice en una sola cita, así como utilizar adecuadamente los materiales para que este procedimiento sea exitoso, de lo contrario tendrá un índice de fracaso considerable que nos conducirá a una pulpectomía o en casos severos a la extracción dental.<sup>22</sup>

### 3.4.8. Técnica.

1. Anestesia tópica en forma de gel o pomada (Benzocaína al 20%).

- Secar la mucosa con aire.
- Frotar con un aplicador o torunda de algodón durante 30 segundos.

2. Anestesia local infiltrativa (Lidocaína al 2%).
  - Supraperióstica para dientes de la arcada superior, empleando preferentemente aguja extra corta.
  - Regional mandibular y submentoniana para dientes mandibulares, empleando preferentemente aguja corta.
  - También podemos reforzar con técnicas complementarias de anestesia, empleando preferentemente aguja extra corta.
  
3. Aislamiento absoluto (Dique de hule 5cm x 5cm).
  - Se realiza la perforación del dique de hule en una zona céntrica a la altura del diente a tratar.
  - Se mide la grapa en el diente a tratar y se coloca en el dique de hule para posteriormente llevarlo al diente tratando de no hacer presión en la encía.
  - Se liberan las aletas y se coloca el arco de Young.
  
4. Eliminación del tejido afectado (Fresas de diamante y carburo).
  - Utilizamos fresas de diamante para esmalte y carburo para dentina (pieza de alta velocidad, fresas de forma redonda).
  - Remoción de tejido carioso con refrigeración agua-aire constante, empleando fresas de bola de alta velocidad, tanto de diamante para esmalte, como de carburo para dentina.
  - Utilizar una cucharilla para remoción del tejido dentinario reblandecido.
  
5. Eliminación del techo cameral (Fresa de bola o Endo Z).
  - Se realiza con fresa Endo Z, siendo esta la técnica más recomendada, práctica y segura; con fresa de carburo No. 3; con fresa de tungsteno No. 330 o fresa redonda de diamante del No. 6 al No. 11 con turbina de alta velocidad con buena irrigación.
  
6. Amputación quirúrgica de la pulpa cameral (Cucharilla estéril).

- Se debe eliminar todo el tejido pulpar hasta los orificios de entrada de los conductos radiculares empleando una cucharilla de dentina estéril.
- No es recomendable utilizar anestesia local intrapulpar ni otro agente hemostático para reducir la hemorragia, ya que éste es un indicador clínico del estado de la pulpa radicular.<sup>11</sup>

#### 7. Irrigación (Suero fisiológico).

- Se realiza una irrigación con suero fisiológico utilizando un jeringa de 3 o 5 ml y se aspira suavemente con cánula estéril, lo anterior con la finalidad de eliminar o retirar los restos de tejido pulpar.

#### 8. Localización de la entrada de los conductos radiculares (Explorador de conductos).

- La morfología y anatomía individual de cada diente temporal nos indicará la posición exacta de la entrada de los conductos radiculares.

#### 9. Hemostasia (Torunda de algodón estéril).

- Se realiza con torundas pequeñas de algodón estériles.
- Realizando presión hasta que se forme un coágulo.

#### 10. Material para realizar la pulpotomía.

- Elegir y colocar el material en la entrada de los conductos radiculares.

#### 11. Restauración final.

- Elegir y colocar el material definitivo para tratar al diente afectado.

#### 12. Seguimiento.

- Realizar la exploración del diente afectado, de los tejidos circundantes y toma de radiografías de seguimiento para valorar la evolución del caso clínico.<sup>6</sup> **(Fig. 23)**



**Fig. 23.** Fotografía clínica y radiográfica de pulpotomía en OD No. 84 y 85.  
(Fuente:<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2585/TRABAJO%20DE%20SUFICIENCIA%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

## 4. MATERIALES PARA PULPOTOMÍAS

Los materiales dentales han sido parte importante en el diario evolucionar de la Odontología y gracias a los grandes adelantos tecnológicos y bioquímicos, se ha logrado una generación de nuevos elementos con mejores propiedades físicas, químicas y biológicas.

El tipo de material que se utilice para el tratamiento de pulpotomías condiciona la situación pulpar perdiendo su vitalidad, manteniéndola o regenerando, a continuación, se describen los diferentes materiales que se utilizan para el tratamiento de pulpotomías.<sup>8,13</sup>

1. Desvitalización: Destrucción del tejido vital pulpar.

- Formocresol.
- Glutaraldehído.

2. Preservación: Conservación de la vitalidad pulpar sin reparación dentinaria.

- Sulfato férrico.

3. Remineralización: Estimulación de la función pulpar para la formación de un puente dentinario, es decir Inducción reparativa.

- Hidróxido de calcio.
- Biodentine.
- MTA.

A continuación, se describen a detalle cada uno de los materiales mencionados anteriormente.

#### 4.1. Formocresol.

Este medicamento ha sido ampliamente utilizado para su aplicación sobre los muñones pulpares en una dilución de 1:5 de la fórmula del formocresol de Buckley.

Dicho material contiene los siguientes elementos:

- Formaldehído 19%.
- Tricresol 35%.
- Glicerina 15%.
- Agua destilada 31%.

El formocresol contiene formaldehído que es un potente agente antimicrobiano y fijador de tejidos. También contiene tricresol, que es antimicrobiano.<sup>16</sup>

La técnica de formocresol en pulpa vital ha sido utilizada para dientes deciduos desde 1950 con mucho éxito. La solución mencionada antes fue introducida en 1970 y su efectividad es comparable al medicamento puro.

En general, el resultado de muchos estudios histológicos sobre la pulpotomía con formocresol, han mostrado que ordinariamente varias zonas distintivas están presentes en la pulpa después de aplicado el medicamento:

1. Restos superficiales, así como virutas dentinarias en el sitio de la amputación pulpar.
2. Tejido comprimido y teñible con eosinófilos.
3. Una zona levemente teñida con pérdida de definición celular.
4. Un área de actividad inflamatoria y de fibrosis.
5. Un área de tejido pulpar con apariencia normal que puede ser considerada vital.

De acuerdo a lo anterior, la tasa de éxito de las pulpotomías empleando dicha sustancia, va del 80 al 100%. **(Fig. 24)**



**Fig. 24.** Respuesta histológica de la pulpa dental ante el formocresol.

(Fuente:<https://www.odontologiavirtual.com/2022/01/tesis-respuesta-histologica-de-la-pulpa.html>)

Sin embargo, existe una preocupación creciente sobre la seguridad incluso de la dilución de 1:5 de formocresol, debido a que uno de sus constituyentes, el formaldehído, es soluble en agua, altamente reactivo y se metaboliza rápidamente.

Los efectos del formocresol citados en la literatura en reportes en humanos, animales de laboratorio y cultivos celulares, son los siguientes:

- Efectos locales: quemaduras de tejidos blandos, formación alterada del germen dentario subyacente (reportado en casos humanos), alteraciones en la erupción del diente permanente sucedáneo (reportado en casos humanos).
- Efectos generales: El formocresol tiene una distribución sistémica rápida (reportado en estudios en primates y perros de laboratorio) y se conoce su

potencial carcinogénico y mutagénico (reportado en estudios con primates, cultivos celulares y ratas de laboratorio), así como que se sabe sus efectos embriotóxicos y teratogénicos (reportado en estudios con pollos de laboratorio).<sup>13,16</sup>

A pesar de todo esto, y aun considerando los riesgos potenciales, la pulpotomía con formocresol sigue siendo el tratamiento de elección de los dientes temporales con pulpa vital expuesta, en la cual se juzga que la inflamación o aún la degeneración pulpar está limitada a la pulpa coronal.

La última investigación mundial sobre escuelas dentales reportada (1989) mostró que la mayoría de departamentos de Odontología Pediátrica y odontopediatras practicantes, aconsejan la técnica de pulpotomía con formocresol y que es usada ampliamente en la práctica diaria.

A pesar de que sigue siendo ampliamente enseñada en las escuelas dentales en los Estados Unidos, hay una falta de consenso en la terapia vital pulpar de dientes temporales.

Como consecuencia de esto, en Odontología, la decisión para dejar de utilizar el formocresol de muchos especialistas se basa en el reporte de prensa que hizo la International Agency for Research on Cancer (IARC), en junio de 2004.

En este reporte se dice que el vapor de formaldehído es un carcinógeno para los humanos. La extensiva y sistemática revisión concluyó que el formaldehído tiene relación positiva con el carcinoma nasofaríngeo y posiblemente con otros sitios del tracto respiratorio alto como la mucosa nasal y senos paranasales.<sup>13</sup>

Aunque la técnica de pulpotomía con formocresol se ha recomendado durante muchos años como método principal para tratar los dientes temporales, con

exposiciones pulpares, en la actualidad debido a las dudas de sus efectos tóxicos se han desarrollado y empleado otros materiales.

#### 4.2. Glutaraldehído.

El glutaraldehído es un tipo de aldehído de bajo peso molecular, que se propuso como agente fijador de tejido desde el año 1975.

Es considerado como un producto con capacidad para fijar tejidos, que presenta un menor grado de penetración que el formocresol y provoca menos lesiones apicales, además es un germicida potente y algunos autores consideran que se trata de un agente con el que se consigue un éxito clínico elevado con un buen pronóstico.

El glutaraldehído es una alternativa química que ha sido propuesta para el tratamiento de las pulpotomías de dientes primarios y ha recibido particular atención como sustituto del formocresol, porque es un fijador suave y menos tóxico. Además, es un potente antiséptico y antibacteriano, con una molécula muy grande, lo cual hace que su distribución sistémica sea más limitada.

Muchos estudios han demostrado que la aplicación de una solución acuosa de glutaraldehído al 2%, permite efectuar una fijación rápida de superficie del tejido pulpar subyacente, aunque de profundidad limitada.

No obstante, otros estudios evaluaron y concluyeron que la citotoxicidad y la mutagenicidad del glutaraldehído en la pulpotomía son similares a las del formocresol, motivo por el cual no se recomienda como un sustituto apropiado.<sup>22</sup> **(Fig. 25)**



**Fig. 25.** Presentación del Glutaraldehído.

(Fuente:<https://insumosmedent.com/productos/momicide-20ml-glutaraldehido-2-momificante-pulpar/>)

#### 4.3. Sulfato férrico.

El sulfato férrico es un compuesto químico no aldehído de estructura química  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , de pH ligeramente ácido, con propiedades bacteriostáticas.

En Odontología, inicialmente se utilizó como agente hemostático y coagulante en cirugía oral, así como para provocar retracción gingival para la toma de impresiones.

Referente al tratamiento de pulpotomía, el sulfato férrico en contacto con el tejido pulpar forma un complejo de ion proteína-hierro y la membrana de este complejo sella los vasos contados mecánicamente produciendo hemostasia.<sup>1</sup>

Además, la aglutinación de las proteínas sanguíneas permite la formación de tapones que ocluyen los orificios capilares, lo cual se da como resultado de la reacción de la sangre con los iones de sulfato y hierro, además por el pH ácido de la solución.<sup>2,3</sup>

Según Schroeder, teóricamente el sulfato férrico puede ser usado en el tratamiento de pulpotomías debido a su mecanismo hemostático y a su capacidad de minimizar los cambios inflamatorios crónicos y la reabsorción interna que se cree se asocia con la formación de un coágulo fisiológico; basado en pruebas disponibles, hasta ahora el sulfato férrico y el formocresol, presentan un éxito clínico y radiográfico similar.

Otras referencias, hacen mención de que el sulfato férrico es considerado como una opción viable, debido a su poder bacteriostático y bactericida proporcionado por la combinación de antibióticos que lo constituyen, además de que favorece adecuadamente en la cicatrización del tejido pulpar remanente y ayuda a mantener las funciones pulpares normales.

Por otro lado, el sulfato férrico como medicamento hemostático, demuestra un adecuado control de la hemorragia y con ello la permanencia de una pulpa vital remanente de los conductos radiculares, dicha pulpa al mantenerse vital realiza sus funciones normales de regeneración y con ello nos asegura un éxito en el tratamiento.

En conclusión, es un medicamento biocompatible y que puede ser considerado como una alternativa para realizar el tratamiento de pulpotomías. **(Fig. 26)**



**Fig. 26.** Presentación del sulfato férrico para uso en pulpotomías.  
(Fuente: astringident-ultradent-dentaltvweb.jpg (500x286) (esy.es))

#### 4.4. Hidróxido de calcio.

La pulpotomía con hidróxido de calcio  $\text{Ca(OH)}_2$  fue estudiada desde 1940 hasta 1950, ya que este material se consideraba aceptable desde el punto de vista biológico, en vista de que mantenía la vitalidad pulpar y favorecía un puente de dentina restauradora.

Dicho material, ha sido ampliamente utilizado en Odontología debido a sus propiedades antibacterianas y a su biocompatibilidad favorable, en comparación con otros agentes antibacterianos, motivo por el cual fue propuesto como alternativa al formocresol en pulpotomías en dientes deciduos.

Fue el primer agente utilizado para mostrar la capacidad de inducir la regeneración de la dentina. Los iones de calcio reaccionan con el dióxido de carbono en los tejidos productores de granulación de calcio. Este proceso conduce a una acumulación de fibronectina, que permite la adhesión celular y la diferenciación, resultando en un puente de tejido dentinario. Para que esta mineralización se produzca, el  $\text{Ca(OH)}_2$  tiene que estar en contacto directo con el tejido. Inicialmente una zona necrótica se forma junto al  $\text{Ca(OH)}_2$ . A continuación se forma un puente de dentina directamente en contra de la zona de necrosis o la zona necrótica, se reabsorbe y se sustituye por un puente de dentina.

A pesar de su amplia aplicación, sus bajas tasas de éxito han limitado el uso de hidróxido de calcio como un apósito en pulpotomías en dentición decidua. Por otro lado, diversas investigaciones han demostrado que el uso del hidróxido de calcio provoca el desarrollo de inflamación crónica pulpar y reabsorción radicular. Motivo por el cual, la desventaja principal de dicho

material es la reabsorción interna; la cual es producida por un coágulo de sangre que interviene entre el material y el tejido pulpar.<sup>15</sup> **(Fig. 27)**



**Fig. 27.** Fotografías del Hidróxido de calcio puro en polvo el cual al mezclarse con agua destilada obtendremos una consistencia cremosa ideal para el tratamiento de pulpotomía. (Fuente:<https://gacetadental.com/2009/03/importancia-del-hidrxido-de-calcio-como-medicamento-intraconducto-en-endodoncia-a-proposito-de-un-caso-clinico-31678/>)

#### 4.5. Biodentine.

Actualmente, existe una creciente investigación y desarrollo de biomateriales que presenten la capacidad de estimular la regeneración y/o formación de dentina y hueso.

Al tomar como referencia las propiedades del Mineral Trióxido Agregado (MTA), se desarrolló un material basado en silicato de calcio bajo el nombre de Biodentine (sustituido bioactivo de dentina) en el laboratorio de la Universidad del Mediterráneo en Marsella, Francia.

Entre sus componentes se encuentra una fase en polvo de silicato tricálcico con adición de carbonato de calcio, como relleno y óxido de zirconio como

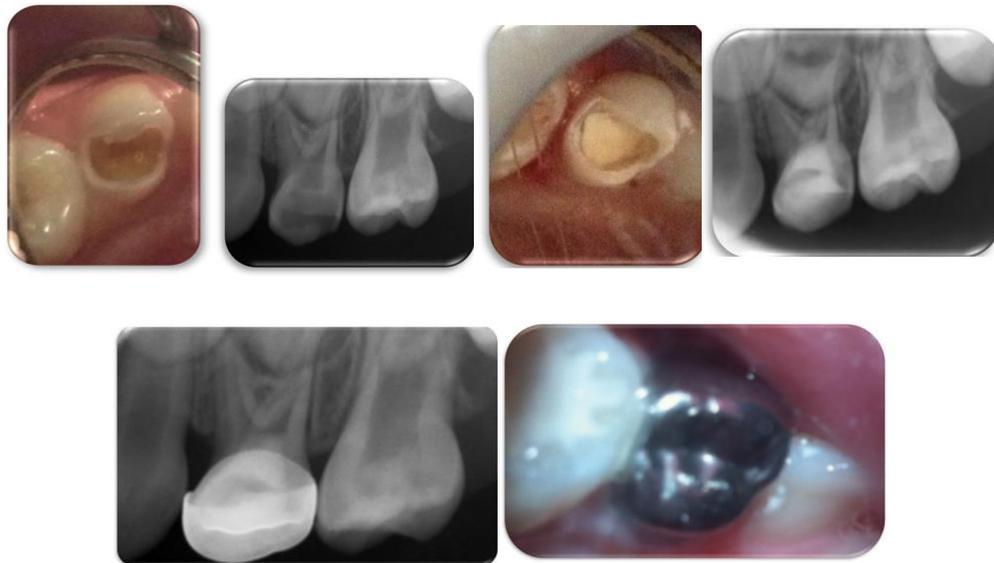
elemento de radiopacidad. Tiene también una fase líquida de cloruro de calcio, agua y un agente reductor. Se caracteriza por ser inorgánico y no metálico.

Las principales propiedades del material se relacionan con mejores propiedades físicas y biológicas como mejor manipulación, tiempo de fraguado rápido, resistencia mayor a la compresión, densidad incrementada, porosidad disminuida y síntesis temprana de dentina reparativa.

La acción antibacteriana del biodentine está determinada por los componentes de calcio, los cuales se convierten en soluciones acuosas de hidróxido de calcio. La disociación de los iones de calcio e hidroxilo aumenta el pH de la solución y promueve un ambiente desfavorable para el crecimiento bacteriano. Otros estudios hacen referencia de que el biodentine podría promover la cicatrización, estimular la reparación pulpar y completar la formación de un puente de dentina sin signos de inflamación después de efectuar una pulpotomía; lo cual se promueve gracias a que dicho material aumenta la proliferación, la migración y la adhesión de las células madre pulpares, confirmando sus características bioactivas y de biocompatibilidad.

Entre los reportes de casos, se encuentra el trabajo de Goupy, en el cual se expone el uso de biodentine en una pulpotomía en un primer molar superior derecho, con un seguimiento de tres meses y mostrando ausencia de lesión.

Otro reporte es el de Villat y colaboradores, en el cual los autores practicaron una pulpotomía con seguimiento por 6 meses; los hallazgos radiográficos mostraron la formación de un puente dentinario y la continuidad en el desarrollo radicular. Por tal motivo, dicho material podría considerarse como un medicamento prometedor para el tratamiento de pulpotomías en dentición primaria.<sup>16</sup> **(Fig. 28)**

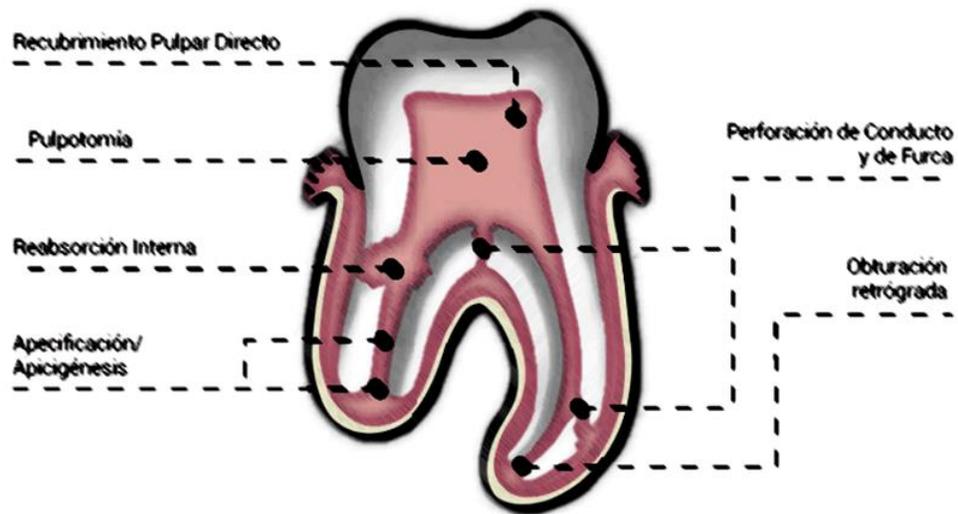


**Fig. 28.** Fotografías clínicas y radiográficas de un tratamiento de pulpotomía con Biodentine en el cual se aprecia de principio a fin la técnica.

(Fuente: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/8759>)

#### 4.6. Mineral Trióxido Agregado (MTA).

El MTA es un material biocompatible que conduce a la regeneración de los tejidos dentales donde esté indicada su colocación. Tiene efectos antiinflamatorios sobre la pulpa, osteoconductor y cemento inductivo. Estimula la formación de cementoblastos y es biocompatible con los tejidos perirradiculares. El MTA permite el crecimiento de cemento directamente sobre el material después de su colocación y neoformación ósea lo cual puede permitir la regeneración del ligamento periodontal. <sup>14</sup> **(Fig. 29)**



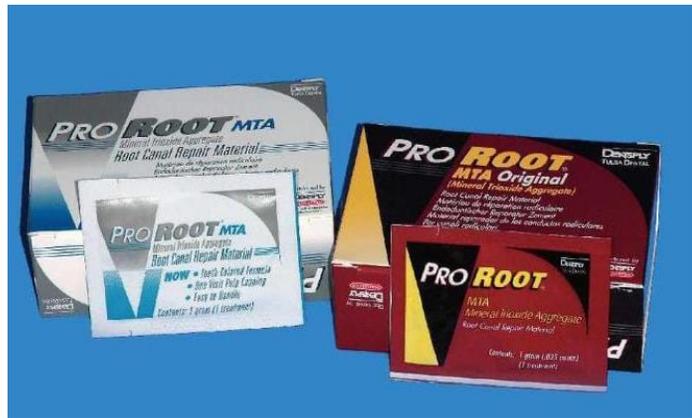
**Fig. 29.** Indicaciones del MTA.  
 (Fuente:<https://www.aliadadental.es/archivos/categorias/1491480532.pdf>)

El MTA fue descrito por primera vez en 1993 por Lee, Monsef y Toranibejad, este material ha sido investigado y empleado en múltiples y diversas intervenciones no quirúrgicas y quirúrgicas en el ámbito odontológico.

Fue aplicado y patentado en 1995 por Toranibejad y White.

En 1999, fue aprobado para el uso en humanos por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) y comercializado con el nombre de ProRoot MTA (Dentsplay) y MTA Angelus (Brasil).

La presentación inicial era de color gris, luego se comercializó de color blanco, en el disminuyeron el óxido férrico.<sup>13</sup> **(Fig. 30)**



**Fig. 30.** Agregado trióxido mineral (MTA; ProRoot MTA, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Izquierda: polvo blanco; derecha: polvo gris.  
 (Fuente: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-agregado-trioxido-mineral-indicaciones-descripcion-X0214098510817387>)

#### 4.6.1. Composición.

Principalmente está compuesto por silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato férrico tetracálcico, óxido de bismuto que le brinda una radiopacidad ligeramente superior a la dentina y sulfato de calcio dihidratado.

El MTA se presenta en forma de polvo y agua estéril.

El polvo contiene finas partículas hidrofílicas que al hidratarse forman un gel coloidal que fragua y se transforma en una estructura sólida en un periodo de 3 a 4 horas.

Este gel coloidal está compuesto por cristales de óxido cálcico de estructura amorfa con: 33% de calcio, 49% de fósforo, 6% de sílica, 3% de cloruros y 2% de carbono.<sup>22</sup> **(Fig. 31)**



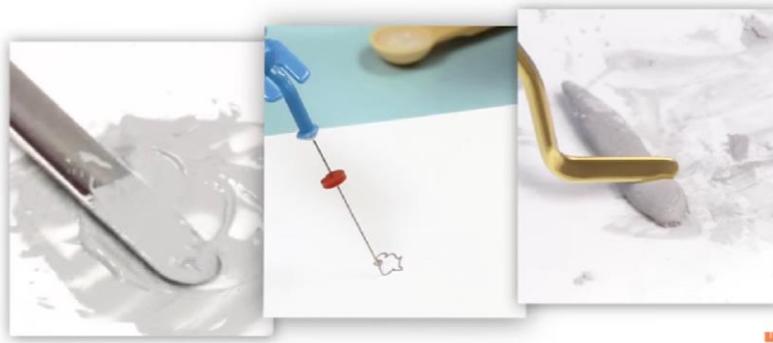
**Fig. 31.** Fotografía de la presentación del MTA polvo-líquido y sus dosificadores.  
(Fuente:[https://www.youtube.com/watch?v=gLwLQke\\_iKU](https://www.youtube.com/watch?v=gLwLQke_iKU))

#### 4.6.2. Manipulación.

El MTA debe prepararse inmediatamente antes de su utilización, el polvo se mezcla con agua estéril en una porción 3:1 sobre una loseta de vidrio, espatular durante 30 segundos con una espátula de plástico, hasta que adquiera una consistencia arenosa.

Durante su preparación, una vez añadida el agua al polvo, adquiere una consistencia fluida que dificulta su manipulación y su transporte.

El MTA debe ser almacenado en contenedores sellados herméticamente y lejos de la humedad, para evitar su endurecimiento.<sup>13,14</sup> **(Fig. 32)**



**Fig. 32.** Fotografía de las diferentes consistencias que pueden variar dependiendo el tipo de tratamiento a realizar.

(Fuente: [https://www.youtube.com/watch?v=gLwLQke\\_iKU](https://www.youtube.com/watch?v=gLwLQke_iKU))

#### 4.6.3. Propiedades físicas y químicas.

El MTA es considerado como un material con diversas propiedades físicas y químicas que serán descritas a continuación.<sup>9</sup>

##### 4.6.3.1. Hidratación.

El polvo del MTA consiste en finas partículas hidrófilas, que cuando se mezclan con agua destilada, forman un gel coloidal que se solidifica en una estructura dura en 3 o 4 horas. Al endurecer mantiene sus propiedades fisicoquímicas en presencia de humedad.

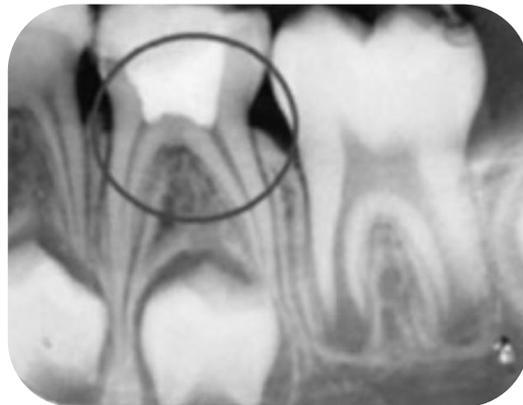
Es hidrofílico, puede utilizarse en presencia de humedad. La hidratación de los tejidos adyacentes actúa como un activador de una reacción química en este material, haciendo que el material se expanda al atrapar agua, obteniéndose una mejor retención del mismo hacia el tejido dentario.<sup>14</sup>

Algunos estudios mencionan que, en presencia de sangre, la estructura del MTA se debilita y por lo tanto su rigidez se ve afectada.

#### 4.6.3.2. Radiopacidad.

El óxido de bismuto es el que le da las propiedades de radiopacidad. La medida de radiopacidad del MTA es de 7.17 milímetros de lo equivalente al espesor del aluminio.

La radiopacidad del MTA permite que se puede distinguir fácilmente en las radiografías.<sup>13,22</sup> **(Fig. 33)**



**Fig. 33.** Radiografía periapical OD No. 75, en el cual se aprecia la radiopacidad gracias al óxido de bismuto que contiene el MTA en un tratamiento de pulpotomía.  
(Fuente:<https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&sw=w&issn=&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA439805742&sid=googleScholar&linkaccess=abs&userGroupName=anon~cad50ca9>)

#### 4.6.3.3. pH.

El pH del MTA después de mezclarse es de 10.2 y a las 3 horas es de 12.5, presentando un pH similar al del hidróxido de calcio.

Cabe mencionar que cuando el MTA se mezcla con agua, forma hidróxido de calcio; aumentando el pH por disociación de iones de calcio e hidroxilo y no permitiendo el desarrollo de bacterias ni hongos.

Al presentar un pH semejante al cemento de hidróxido de calcio, este podría usarse como material de obturación apical, promoviendo la formación de tejido duro.<sup>14</sup>

#### 4.6.3.4. Tiempo de endurecimiento.

La hidratación del MTA resulta en un gel coloidal que solidifica de 3 a 4 horas y a los 21 días alcanza su mayor resistencia. Este material al tener un fraguado lento permite que tenga una menor contracción lo que explica su gran capacidad de sellado.

Para reducir este tiempo se ha intentado reducir algunos de los componentes del MTA e introducir aceleradores de fraguado.

El MTA de Ángelus tiene una composición química ligeramente diferente con respecto del MTA de Dentsply, por contener menos sulfato dicálcico y óxido de bismuto con la finalidad de disminuir el tiempo de fraguado.<sup>13</sup>

#### 4.6.3.5. Solubilidad.

El MTA tiene una solubilidad entre 0.1% y 1%, eso le confiere una característica muy favorable para emplearlo como material de obturación y sellado.

Posee una baja solubilidad lo cual le permite permanecer estable en la cámara pulpar y adaptarse adecuadamente a las paredes de la dentina.

#### 4.6.3.6. Capacidad de sellado.

El MTA estimula la formación de cementoblastos y es biocompatible con los tejidos perirradiculares por lo que hace que tenga un buen sellado.

El MTA evita la filtración de bacterias y fluidos desde el sistema de conductos hacia los tejidos perirradiculares, es capaz de unirse íntimamente a las paredes dentinarias, consiguiendo un mejor efecto en zonas secas o húmedas.

13

#### 4.6.3.7. Resistencia compresiva.

La resistencia compresiva es el esfuerzo máximo que puede soportar un material ante las fuerzas masticatorias.

La resistencia a la compresión se relaciona con la etapa de hidratación y presión durante la aplicación del MTA. Su resistencia real es de 40 y 70 MPa (megapascales) a los 21 días donde alcanza su dureza máxima.

#### 4.6.4. Propiedades biológicas.

El MTA es un material prometedor y empleado en diversos tratamientos odontológicos. La interacción entre el material y la respuesta de un huésped

está favorecida por los componentes de ese material y por la capacidad de respuesta inmunológica del huésped.

Múltiples estudios realizados con MTA demuestran que este tiene un sustrato propicio en la activación de los osteoblastos y puede estimular la formación de fosfato de calcio, que favorece la comunicación con el contenido celular, promueve la cicatrización tisular y no provoca inflamación de los tejidos perirradiculares.

Por lo tanto, diferentes autores concluyen que el MTA desencadena una reacción del sistema inmune de defensa produciendo citoquinas, así como diversas células mediadoras capaces de estimular la formación de tejidos duros como hueso y cemento.<sup>16</sup>

#### 4.6.4.1. Actividad antimicrobiana.

Según Torabinejad y col en Witherspoon (2006), el MTA reduce las infecciones bacterianas específicamente con bacterias facultativas, pero no con bacterias anaerobias.

En un estudio realizado en el 2008, se demostró el efecto antimicrobiano del MTA contra las siguientes especies: *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguis*, *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*.

Autores como Aguado y Srinivasan, establecen que el MTA no permite el desarrollo de bacterias ni hongos, ya que posee una alta capacidad para resistir la penetración de microorganismos que podrían filtrarse después de la eliminación de caries.<sup>13</sup>

#### 4.6.4.2. Biocompatibilidad.

La biocompatibilidad se refiere a la capacidad de un biomaterial para desempeñar la función deseada de acuerdo con un tratamiento médico, sin provocar ningún efecto indeseable, pero al mismo tiempo generando la mejor respuesta celular o del tejido en esa situación específica.

#### 4.6.5. Mecanismo de acción.

El óxido de calcio del polvo del MTA, cuando se mezcla con agua se convierte en hidróxido de calcio y cuando entra en contacto con los fluidos tisulares forma iones de calcio e hidroxilo.

Los iones de calcio junto con el gas carbónico de los tejidos dan origen a granulaciones cálcicas y fibronectina, lo que va a permitir la adhesión y diferenciación celular, lo que a su vez va a provocar la formación de un puente de tejido duro.<sup>9</sup>

#### 4.6.6. Indicaciones.

Gracias a las características anteriormente mencionadas, el MTA es empleado en diversos casos:

- Material de obturación endodóntico.
- Se ha aplicado en tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos.
- Recubrimiento pulpar directo.
- En casos de apicoformación o apexificaciones.

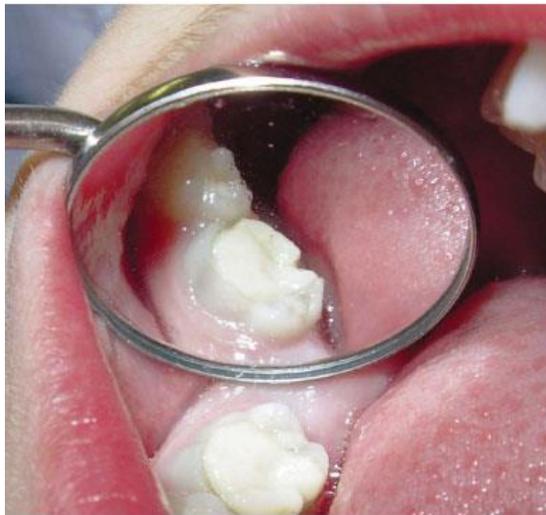
- Como barrera de aislamiento para el blanqueamiento dental interno de piezas tratadas con endodoncia, colocándolo en conducto radicular, debajo del margen gingival, pues por la composición química puede provocar pigmentación.
- Para sellar perforaciones de furca y radiculares.
- En pulpotomías de dientes temporales.
- En pulpectomías de dientes temporales, cuando hay agenesia del diente permanente que lo sustituirá.
- En obturaciones retrógradas.
- Para tratar reabsorciones internas.
- Para sellar fracturas verticales.

#### 4.6.7. Ventajas.

- No es tóxico.
- Es biocompatible con los tejidos.
- No es mutagénico.
- Es radiopaco.
- Fácil de eliminar excedentes.
- Tiene propiedades hidrofílicas.
- Es de fácil manipulación.
- Tiene un efecto antibacteriano.
- Favorece la formación de hueso y cemento.
- Capacidad de sellado a la microfiltración.
- Baja solubilidad.
- Garantiza la formación de puente dentinario.
- Promueve la reparación y regeneración dentinaria.<sup>21</sup>

#### 4.6.8. Desventajas.

- Largo tiempo de fraguado o endurecimiento.
- Tiene un alto costo.
- Puede causar decoloración de la estructura dental. **(Fig. 34)**
- Desplazamiento dentro de la cavidad.
- Obliteración del conducto radicular (también conocida como “calcificación del canal pulpar” o “metamorfosis calcificada”) está caracterizada por la deposición o acumulación de tejido calcificado por todo el trayecto del conducto radicular, así como en sus paredes.<sup>9</sup>



**Fig. 34.** Cambio de color por MTA de O.D. No. 85.  
(Fuente: Pulpotomías con Sulfato Férrico y MTA en Dientes Primarios: Serie de Casos (conicyt.cl))

## 5. PULPOTOMÍA CON MTA

Como anteriormente se mencionó, el objetivo principal del tratamiento de pulpotomías consiste en la eliminación de la pulpa vital inflamada y afectada de la cámara coronal, así como la aplicación de medicamentos sobre los muñones pulpaes radiculares para fijar o estimular la reparación de la pulpa radicular vital, de manera que los tejidos radiculares clínicamente normales puedan seguir desarrollándose de forma fisiológica.<sup>6</sup>

Es así como, dicho tratamiento ha sido considerado a lo largo del tiempo, como una terapia pulpar conservadora para los dientes primarios cuyo principal objetivo es mantener la vitalidad de la pulpa, reducir la necesidad de una pulpectomía, promover la integridad y retención de los dientes temporales hasta su exfoliación. La pulpotomía es una mejor opción de tratamiento que la pulpectomía ya que nos permite preservar el tejido pulpar coronal rico en células y mejora la formación fisiológica de la dentina en el área cervical.

Una pulpotomía generalmente se realiza cuando existen lesiones cariosas profundas en dientes primarios que presentan un diagnóstico pulpar de pulpitis coronal reversible o irreversible; así como en dientes primarios en los que la pulpa queda expuesta por algún traumatismo. Motivo por el cual, para que se pueda realizar una pulpotomía, es necesaria la presencia de una pulpa radicular sana que tenga la capacidad de cicatrizar después de la amputación de la pulpa coronal inflamada.

Los procedimientos de pulpotomía pueden clasificarse según los objetivos del tratamiento en: desvitalización, preservación o regeneración. Cabe recalcar que, actualmente, en el mercado de la odontología existen y se utilizan una gran cantidad de materiales que deben de cumplir con características específicas para poder ser empleados en dicho tratamiento; entre las cuales

deben ser biocompatibles, antibacterianos, tener dimensiones estables, ser libres de efectos secundarios, promover el proceso de curación y no deben interferir con la resorción fisiológica de la raíz.

Dentro de los diversos materiales que existen, el MTA es considerado como el nuevo estándar de oro para realizar las terapias pulpares vitales, ya que proporciona un muy buen sellado, es biocompatible y estimula la formación de puentes de dentina.<sup>6</sup>

En la actualidad existen distintas casas comerciales que elaboran el MTA y que lo distribuyen con diferentes nombres. (**Tabla. 5**)

NOMBRE COMERCIAL	FABRICANTE
ProRoot MTA	Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, USA
White ProRoot MTA	Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, USA
MTA-Angelus (Grey)	Angelus, Londrina, Brazil
MTA (White)	Angelus, Londrina, Brazil
MM MTA	MicoMegha, Besancon, France
Ortho MTA	BioMTA, Seoul, Korea
Retro MTA	BioMTA, Seoul, Korea
EndoCem MTA	Maruchi, Wonju, Korea
MTA Plus	Avalon Biomed, Bradenton, USA
EndoCem Zr	Maruchi, Wonju, Korea
EndoSeal	Maruchi, Wonju, Korea
MTA Fillapex	Angelus, Londrina, Brazil
NeoMTA	NuSmile, Houston, USA

**Tabla 5.** Lista de las diferentes marcas de MTA que están disponibles en el mercado. (Fuente: [https://www.researchgate.net/figure/MTA-materials-commercially-available\\_tbl1\\_331886067](https://www.researchgate.net/figure/MTA-materials-commercially-available_tbl1_331886067)).

Referente al MTA de Angelus, presenta en su composición una elevada concentración de hidróxido de calcio, en contacto con fluidos es disociado en iones de calcio e iones hidroxilo. La acumulación de iones de hidroxilo

ocasiona que su pH se vuelva alcalino inhibiendo la proliferación bacteriana; también se activa la fosfatasa alcalina, enzima que estimula la liberación de fosfatos inorgánicos. Los iones de fosfatos inorgánicos reaccionan con los iones de calcio formando fosfato de calcio, que es el principal componente de la hidroxiapatita.<sup>24</sup>

El MTA de Angelus está indicado en tratamientos de recubrimiento pulpar directo, pulpotomía, reabsorción interna, apexificación y apicogénesis.

La liberación de iones de calcio induce la remineralización ósea, proporciona el sellado biológico de perforaciones, la reparación de los tejidos periradiculares lesionados.<sup>24</sup>

Por otro lado, el ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental) es un material utilizado en la terapia pulpar vital. Sin embargo, tiene algunos inconvenientes, como son: potencial de decoloración, presencia de metales pesados (arsénico, cromo y plomo), alto costo, manipulación compleja y un largo tiempo de fraguado.

El Ortho MTA (BioMTA, Seoul, Corea) y el Retro MTA (BioMTA) se desarrollaron recientemente para superar estas desventajas. Se conoce que Ortho MTA contiene concentraciones más bajas de metales pesados, una baja tasa de expansión, así como una buena capacidad de sellado. Además, puede evitar la contaminación bacteriana del entorno pulpar por la mineralización intratubular y reduce la microfiltración.<sup>14</sup>

Por otro lado, la ventaja clínica de Retro MTA es su tiempo de fraguado más corto causado por el complejo de zirconio. Además, se observó una menor

decoloración con Retro MTA que con ProRoot MTA. También se encontró que Retro MTA resultó con una mayor inflamación pulpar y una menor reacción de calcificación en comparación con ProRoot MTA.<sup>12</sup>

Entre endodoncistas y odontopediatras, acordaron que el formocresol será reemplazado como agente primario y que el MTA, es la primera elección para sustituirlo.

Según Eidelman, al comparar el MTA con el formocresol como agente en pulpotomías de molares primarios con exposición por caries, el MTA mostró éxito clínico y radiológico muy alto.<sup>22</sup>

En otro estudio, se comparó el MTA con el Biodentine, dichos materiales fueron empleados en pulpotomías de primeros molares permanentes en niños de 7 a 9 años. Clínicamente y radiográficamente, no hubo diferencias significativas y después de un periodo de seguimiento de 6 meses, se observó que la formación de puentes de dentina fue más elevada en los dientes tratados con MTA que con Biodentine. Después de 12 meses de seguimiento no hubo signos de dolor, no se presentó absceso, ni formación de trayectos sinusales. Ninguno de los pacientes mostró hallazgos radiográficos como: ensanchamiento del ligamento periodontal, calcificaciones, reabsorción interna y lesiones periapicales. Logrando concluir que tanto el MTA, como el Biodentine tienen la capacidad de inducir la mineralización y mantienen la vitalidad pulpar, por lo tanto, se indica su uso en el tratamiento de pulpotomías.<sup>6</sup>

En otro estudio comparativo, se comparó el Hidróxido de Calcio con el MTA, en donde el Hidróxido de Calcio presentó como principal desventaja, su baja capacidad de sellado, teniendo como consecuencia microfiltración bacteriana e inflamación pulpar. Mientras que el MTA presentó una excelente capacidad

de sellado y adhesión celular, esto debido a que contiene partículas finas de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico y óxido de silicato.

La composición del MTA es prácticamente muy parecida a la composición del Hidróxido de Calcio, pero en una matriz de silicato y presenta una mayor biocompatibilidad con el tejido pulpar.<sup>15</sup>

Por otro lado, Naik y Hedge presentaron un estudio donde evaluaron el MTA en pulpotomías realizadas en molares temporales, con un periodo de seguimiento clínico y radiográfico de 6 meses. Utilizaron 50 molares deciduos, se realizaron las pulpotomías de forma convencional utilizando formocresol en 25 dientes y 25 con MTA. Ninguno de los dientes mostró signos patológicos, la única diferencia encontrada fue la decoloración observada en un 60% de los dientes que fueron tratados con MTA después de 24 horas.

En otro estudio, Barrieshi-Nusair y Qudeimat evaluaron el éxito del ProRoot MTA gris y blanco, utilizándolos en el tratamiento de pulpotomías parciales en exposiciones pulpares por caries. Se incluyeron en el estudio 31 dientes de 23 pacientes jóvenes en un rango de edad de 7 a 13 años, los dientes se evaluaron clínica y radiográficamente a los 3, 6, 12 y 24 meses y ningún diente mostró signos patológicos. En 18 casos se observó radiográficamente, un puente de tejido dentinario y 7 dientes que presentaron ápices abiertos en el inicio del tratamiento, mostraron la continuación del desarrollo normal radicular. Los autores concluyen que, en lugar de realizar un tratamiento de conductos a edad temprana, la pulpotomía es la mejor opción de tratamiento y que el uso del MTA en dientes inmaduros permite mantener la vitalidad pulpar en la porción radicular.<sup>6</sup> **(Fig. 35)**



**Fig. 35.** A) Rx inicial que muestra la lesión cariosa en el primer molar inferior. B) Rx final tomada inmediatamente después de colocar MTA en el tratamiento de la pulpotomía parcial. C) Rx a los 16 meses después del tratamiento. Nótese la formación del puente dentinario en mesial del diente. D) Rx después de 26 meses. Nótese el puente de dentina bien formado (flechas) y la continua formación fisiológica radicular.

(Fuente: Odontólogo Invitado - Carlos Bóveda Z. - Endodoncia - Caracas, Venezuela (carlosboveda.com))

### 5.1. Técnica.

- Realizar historia clínica completa para obtener un diagnóstico exacto de acuerdo a los signos y síntomas que refiere el paciente de acuerdo a las pruebas de vitalidad pulpar y de la evolución de la caries.
- Realizar toma de radiografías periapicales que nos permitan identificar las estructuras anatómicas que están involucradas.<sup>6</sup> **(Fig. 36)**



**Fig. 36.** Radiografía periapical del diente No. 54 con caries de grado 2.  
(Fuente: [https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Anestesia tópica de la zona a tratar, secar la mucosa, aplicación del anestésico tópico en forma de gel o pomada (Benzocaína al 20%) frotando la mucosa durante 30 segundos.<sup>22</sup> **(Fig. 37)**



**Fig. 37.** Anestesia tópica.  
(Fuente: [https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Anestesia local según la zona a tratar, si es en la arcada superior utilizamos una técnica supraperióstica y si es en la arcada inferior empleamos una técnica regional mandibular, intrapapilar o submentoniana.<sup>13</sup> **(Fig. 38)**



**Fig. 38.** Anestesia local.

(Fuente: [https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Aislar absolutamente utilizando grapas, dique de goma y arco de Young.
- Eliminar caries con fresa de bola con turbina de alta velocidad, fresa redonda y refrigeración con aire y agua constante.
- Apertura de la cámara pulpar con fresa redonda del No. 6 con pieza de alta velocidad con irrigación.
- Eliminar el techo de la cámara pulpar con una fresa de bola y movimientos de tracción o bien, con fresa Endo Z siendo esta la técnica más recomendada y segura para evitar la perforación de las paredes o el piso de la cámara pulpar. **(Fig. 39)**



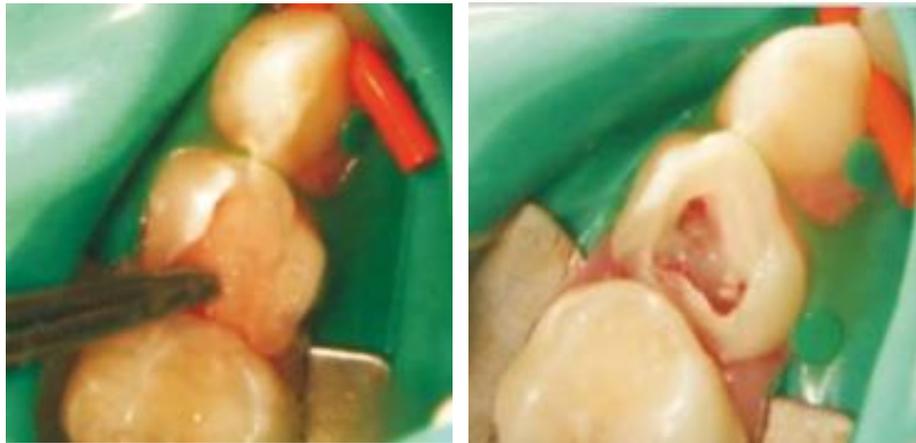
**Fig. 39.** Eliminación del techo de la cámara pulpar.  
(Fuente:[https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Extirpar la pulpa cameral con una cureta bien afilada o fresa de bola grande hasta la entrada de los conductos radiculares. Los muñones de la pulpa a nivel de los orificios de entrada de los conductos deben ser amputados de forma que no deben quedar restos de tejido pulpar sobre la cámara ni en los bordes de la dentina, ya que pueden provocar hemorragias que dificultan el diagnóstico correcto. Se puede realizar de las siguientes formas: Con un excavador agudo, con fresa de tungsteno redonda No.4 o 6 de baja velocidad, con una fresa redonda de diamante No.4 o 6 de alta velocidad. **(Fig. 40)**



**Fig. 40.** Eliminación de la pulpa cameral.  
(Fuente:[https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Lavado e irrigación con suero fisiológico y torundas de algodón hasta eliminar los restos pulpares.
- Realizar hemostasia con una torunda de algodón estéril embebida en suero fisiológico durante 5 minutos, presionando hacia la entrada de los conductos. Debe comprobarse que se han formado coágulos en dicha entrada.<sup>6</sup> **(Fig. 41)**



**Fig. 41.** Hemostasia con torundas de algodón estéril de 3 a 5 minutos y comprobación clínica de los coágulos en la entrada de los conductos radiculares. (Fuente:[https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Aplicación del MTA en la pulpa radicular vital remanente de la siguiente forma: Abrir la bolsa del material y colocar el polvo en una loseta, cortar la ampollita micro dispensadora del líquido y verter el contenido cerca del polvo.
- Incorporar gradualmente el polvo en el líquido, mezclar y asegurarse que todas las partículas del polvo estén hidratadas, el material no debe ser mezclado tan rápidamente como otros cementos.

- Transportar el material mezclado mediante un portador MTA o porta amalgama. **(Fig. 42)**



**Fig. 42.** Aplicación del MTA en la cámara pulpar.  
(Fuente: [https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Adaptar el material a la cámara pulpar por presión con una torunda de algodón estéril humedecida en suero fisiológico o agua destilada.
- Colocar una torunda de algodón húmeda estéril, dejándola de uno a tres días para ayudar al fraguado del MTA.
- Obturar la cavidad con cemento de óxido de zinc y eugenol reforzado (IRM) o ionómero de vidrio.<sup>6</sup> **(Fig. 43)**



**Fig. 43.** Obturación de la cavidad con IRM.  
(Fuente: [https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- Realizar la toma de una radiografía periapical final. **(Fig. 44)**



**Fig. 44.** Radiografía final.

(Fuente:[https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia\\_mta\\_caso\\_clinico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomia_mta_caso_clinico))

- En la siguiente cita, retirar el IRM y la torunda de algodón que se habían dejado.
- Verificar que el MTA haya endurecido.
- Colocar la restauración final del diente afectado.
- Indicar al tutor del paciente la importancia de citas de seguimiento clínico y radiográfico.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se puede concluir lo siguiente:

1. El MTA actualmente, es empleado en diversos tratamientos odontológicos tanto de la dentición temporal como de la permanente, según lo investigado. Por lo que su aplicación en Odontopediatría podría modificar el plan de tratamiento de las diferentes patologías pulpares en la dentición temporal.
2. El mantenimiento del diente temporal en su posición dentro de la cavidad oral, es considerado como el mejor mantenedor de espacio existente, por este motivo se han creado y buscado diferentes materiales cuyas propiedades nos ayuden y permitan lograr nuestros objetivos.
3. El MTA es un material dental novedoso y varios estudios han demostrado su gran eficacia, por lo que ofrece una alternativa de tratamiento que permite la conservación de los dientes temporales en la cavidad oral hasta el tiempo de su exfoliación.
4. Como material de apósito pulpar para pulpotomías en dientes deciduos, el MTA mostró una tasa de éxito clínico elevada, ya que provee una salud pulpar más confiable y una formación de dentina que sirve de barrera calcificada.
5. Según las investigaciones existentes, el MTA puede ser el material dental sustituto del formocresol, igualmente para el hidróxido de calcio, si las investigaciones siguen mostrando resultados competentes. Motivo por el cual, dicho material es aceptado clínicamente como de primera elección para ser empleado en procedimientos de pulpotomía.

6. Diferentes estudios demuestran que, el MTA es un material con grandes ventajas; como son su baja toxicidad, anticarcinogénico, excelente biocompatibilidad, gran capacidad de sellado, fragua en presencia de humedad, promueve la regeneración tisular y la cicatrización del tejido pulpar.

7. A pesar de lo anteriormente mencionado, se necesitan realizar más estudios e investigaciones que muestren controles a largo plazo.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Assed BSL. Tratado de Odontopediatría. 2a.ed. Bogotá (Colombia): Editorial AMOLCA, 2008. Volumen II. Pp 520- 528.
2. Barrancos Mooney. Operatoria Dental. 5a.ed. Buenos Aires (Argentina): Editorial Panamericana, 2015. Pp. 56- 150.
3. Cameron A, Widmer R. Manual de Odontología Pediátrica. 3a.ed. Barcelona (España): Editorial Elsevier Mosby, 2010.Pp 205-230.
4. Canalda C, Brau E. Endodoncia, Técnicas clínicas y bases científicas. 4a.ed. Barcelona (España): Editorial Elsevier, 2019.Pp.15-50.
5. Chiego D. Pulpa dental. Principios de Histología y Embriología Bucal con Orientación Clínica. 4a.ed. Barcelona (España): Editorial Elsevier Health Sciences, 2014. Pp. 114- 128.
6. Contreras M. Sáez S. Bellet L. Pulpotomía con MTA en molares primarios. A propósito de un caso, Dendum, 2007. Disponible en: [https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomía\\_mta\\_caso\\_clínico](https://issuu.com/isaacalaver/docs/pulpotomía_mta_caso_clínico).
7. Darwin Castillo Yaguana y Dr. Esteban Astudillo, Generalidades de la pulpa, 2015, [https://www.academia.edu/13131335/Pulpa\\_Dental](https://www.academia.edu/13131335/Pulpa_Dental).
8. Escalaya C.E. Pulpectomía y materiales de obturación. Odontología Pediátrica. Vol.8 No.2. 2009. Disponible en: <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/op/v8n2/a6.pdf>.)
9. Fridland M, Rosado R. Mineral Trioxide Aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. Journal of endodontics. 2003.

Disponible en: Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios - PubMed (nih.gov)

10. García A.L. Pulpotomías en dientes deciduos. Materiales y técnica. Lima (Perú), 2011. Disponible en: <http://www.cop.org.pe/bib/investigacionbibliografica/AYLINLORELEYGARCIASOLIS.pdf>. Pp. 15-45.

11. Gómez de Ferraris ME. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3a.ed. México: Editorial Médica Panamericana, 2009. Pp 250-302.

12. Hargreaves KM, Cohen S. Vías de la pulpa. 10a.ed. Barcelona (España): Editorial Elsevier; 2011. Pp. 2-71,511-550.

13. Holguín García SG. Eficacia clínica del MTA en Pulpotomías de pacientes pediátricos: Una Revisión Sistemática. Rev. Odontopediatría Latinoamérica. [Internet]. 23 de enero de 2021 [citado 8 de abril de 2022];11(1). Disponible en: <https://www.revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/view/228>.

14. Kang CM et al. A randomized controlled trial of various MTA materials for partial pulpotomy in permanent teeth, Journal of Dentistry 2017. Disponible en: [www.intl.elsevierhealth.com/journals/jdent](http://www.intl.elsevierhealth.com/journals/jdent).

15. Katge FA, Patil DP. Comparative analysis of 2 Calcium Silicate - based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp - capping Agent in Young Permanent Molar: A split Mouth Study. JOE 2017; 43:4: 507 - 513 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.11.026>.

16. L.Brearley Messer. "Evidence-Based dentistry Mineral Trioxide Aggregate, Formocresol, Ferric Sulphate, Calcium Hydroxide. European Archives of Pediatric Dentistry. 2008. Disponible en: Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy medicament: an evidence-based assessment - PubMed (nih.gov)

17. Mahmoud Torabinejad, Richard E. Walton. Endodoncia principios y práctica. 4a.ed. Barcelona (España), Editorial Elsevier, 2010. Pp 7-45.

18. McDonald y Avery, Odontología Pediátrica y de Adolescente, 10a.ed. España. 2018. Editorial Elsevier.Pp 160-187.

19. Menis L. y Arena A. L. Histofisiología y patología del complejo pulpo-dentinario. Área clínica. Córdoba (Argentina) Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/15811/Histofisiología%20y%20patología%20del%20complejo%20pulpo-dentinario.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Pp. 38-70.

20. Navarro MA. Carlos Bóveda Z. Conceptos actuales sobre el Complejo Dentino-Pulpar. Fisiología Pulpar. Universidad Central de Venezuela (Venezuela), 2006. Disponible en: [https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_24.htm](https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_24.htm) Pp 152.

21. Pinkham. J.R. Odontología pediátrica. 2a.ed. CDMX (México). Editorial McGraw Hill Interamericana, 1996. Pp. 430-445.

22. Rodríguez P. Y Bolaños V. Propiedades y Usos en Odontopediatría del MTA (Agregado de Trióxido Mineral). Costa Rica. 2011. Disponible en:

Propiedades y Usos en Odontopediatría del MTA (Agregado de Trióxido Mineral)\_0.pdf (ucr.ac.cr) Pp. 3-70.

23. Romero Amaro Ilusión Melina, Escalona Laura, Acevedo Ana María. Teorías y factores etiológicos involucrados en la hipersensibilidad dentinaria. Acta Odontológica. Venezuela [Internet]. 2009 Mar [citado 2022Abr08];47(1):260-269. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652009000100029&Ing=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000100029&Ing=es)

24. MTA of Angelus. 2021. Disponible en: <https://www.aliadadental.es/archivos/categorias/1491480532.pdf>.