

**REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS EN LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



Trabajo final de grado para optar por el título de:
Doctor en Odontología

**“Alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes
jóvenes”**

Estudiante:

Germán Tavarez 14-0317

Luis Luciano 18-0763

Los conceptos emitidos en el presente trabajo final son de la exclusiva responsabilidad del estudiante.

Docente Especializado:

Dra. Yaireni López

Docente Titular:

Dra. María T. Thomas PhD

Santo Domingo, Distrito Nacional

Viernes 17 diciembre, 2021

DEDICATORIAS

A Dios, por demostrarme que, aunque no lo puedo ver, ni escuchar ha sabido guiarme y hacerme entender cuál es mi camino y la manera de llegar a mis metas.

A mis padres, Geannette y Germán por ser pacientes y siempre poder contar con ellos mediante consejos, su presencia y conversaciones motivacionales por las cuales priorice mis metas, de manera que puedo sacar lo mejor de mí en cada situación.

A mis hermanos, Germany y Eduard por siempre estar presentes y pendientes de cualquier cosa que necesitara, hasta un simple consejo, pudieron brindarme sin ningún inconveniente y ser pieza fundamental la cual el engranaje de mi motor no serviría sin ellos presentes en mi vida.

A mi segunda madre, Mayra por ser ese hombro en el cual siempre puedo recostarme y poder volver a cargar mis baterías para ser mejor en cada uno de los aspectos de mi vida.

A Víctor García, una persona llena de cualidades de las cuales me nutro y aprendí en el tiempo que ha estado presente en mi vida, charlas espontáneas y anécdotas tuyas que de un modo u otro me han hecho mejor y me han ayudado a superar momentos negativos y convertirlos en positivos.

A mi novia, Astrid Peralta que desde que llego a mi vida todo ha sido una montaña rusa de emociones, el cual solo me ha hecho bien ya que he querido ser mejor en todos los

ámbitos de mi vida, queriendo dar lo mejor de mí y ser esa persona la cual pueda servirte de guía para que juntos o separados lleguemos a nuestras metas.

A mis mejores amigos, Junior y Willy que con sus charlas, consejos y planes a futuro, siempre me nutrí, aprendí de sus enseñanzas de vida y me motivé a lograr metas, sueños y coleccionar momentos. A Junior por estar presente aun en la distancia y a Willy que en paz descansa en el cielo, algún día nos volveremos a ver. Los quiero.

A cada una de las personas ya mencionadas, como a esas que no están aquí, pero de un modo u otro me han hecho fuerte, valiente, dedicado, motivado y con ansias de siempre superarme, un millón de gracias.

Con amor,

Germán R. Távarez Rodríguez

Este proyecto final de grado se lo dedico a las siguientes personas:

- A mis padres y mis hermanos, que me han apoyado siempre y que han estado conmigo en todo momento, se han sacrificado por darme lo mejor de sí mismos.
- A mi mamá Silene, la cual ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en mis estudios, porque nunca perdiste la fe en tu hijo, por tus consejos, por estar siempre a mi lado, por su apoyo incondicional, comprensión, por ayudarme en todo lo que necesité y por su amor.
- A mi padrastro Jepherson un gran hombre, que ha sabido formarme con buenos hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en momentos difíciles, que me ha guiado por un buen camino y por creer en mí
- A mi tía Marlene, pues sin ella no lo pude haber logrado, tu bendición a lo largo de mi vida me protege, me cuida y me lleva por el camino del bien.

Con amor,

Luis F. Luciano De La Cruz

AGRADECIMIENTOS

El hecho de haber llegado hasta me da la oportunidad de agradecer a las siguientes personas:

- A Dios, porque siempre está conmigo y que me ha guiado y que me ha dado fortaleza para seguir adelante.
- A mis amigos: Anthony, Gabriela, José Luis, Kelvin, Navila y Paola porque he disfrutado de su compañía y colaboración durante todo este tiempo y verdaderamente he disfrutado de todos estos momentos juntos. Gracias por permitirme compartir con ustedes algo tan importante en nuestras vidas.
- A la Universidad Iberoamericana, con su Escuela de Odontología y sus docentes quienes sembraron sus conocimientos que serán frutos de grandes resultados.
- A la Dra. Yairení López y la Dra. Maria T. Thomas por su paciencia y disposición con nosotros y que colaboraron desinteresadamente para que esto llegara a ser una realidad.
- Todas las personas que de una manera u otra me apoyaron en la realización de este trabajo.

Con amor,

Luis F. Luciano De La Cruz

A mi familia, que con su apoyo incondicional me han hecho lograr una de tantas metas.

A la Universidad Iberoamericana (UNIBE) por tener tantos docentes capaces y dedicados por los cuales hoy en día puedo ser un profesional integral e hicieron de este un bonito viaje.

A la Dra. Yairení Lopez (docente especializada), como también a la Dra. María T. Thomas (docente titular) por aceptar estar presente en este trabajo de grado junto con nosotros y estar disponible a cualquier duda o pregunta aun estando escasos de tiempo, para hacer de este un trabajo de grado de mucha calidad.

A Eileen Riego, mi docente de la materia “genética”, gracias por apostar a mí en un momento en el cual yo mismo no confiaba, no tengo manera de agradecer su gesto el cual fue en el momento exacto. Agradecido estaré por siempre.

A todos esos amigos que en este viaje logré conocer y que ya forman parte de mi vida.

Con amor,

Germán R. Távarez Rodríguez

RESUMEN

La endodoncia representa una disciplina clínica que comprende el desarrollo de actividades académicas especializadas en microbiología, biología oral, patología, epidemiología, radiología y biomateriales, todas al servicio del diagnóstico, la prevención y el tratamiento de la patología pulpar y periapical. Cuando un diente permanente inmaduro se ve afectado a nivel pulpar/periapical por un traumatismo dental, el tratamiento se presenta como un desafío para el endodoncista. Por lo que, se hace importante conocer cuáles son las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes. Es por lo antes mencionado, que el objetivo general del presente trabajo de investigación fue el identificar las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes. Se llevó a cabo usando una metodología de revisión sistemática, en donde se revisaron alrededor de 180 artículos para la formulación del mismo así cumplió con un diseño de estudio no experimental. En donde, se concluye que las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes, pueden ser: apexificación, apicogénesis, y la apicoformación.

Palabras Claves:

Endodoncia regenerativa, diente permanente joven, materiales, biocerámicos.

ABSTRACT

Endodontics represents a clinical discipline that includes the development of specialized academic activities in microbiology, oral biology, pathology, epidemiology, radiology and biomaterials, all at the service of the diagnosis, prevention and treatment of pulp and periapical pathology. When an immature permanent tooth is affected at the pulpal / periapical level by dental trauma, the treatment presents a challenge for the endodontist. Therefore, it is important to know the alternatives of endodontic treatments in young permanent teeth. It is because of the aforementioned that the general objective of this research work is to identify the different alternatives for endodontic treatments in young permanent teeth. It was carried out using a systematic review methodology, where around 180 were reviewed for the formulation of the same thus it complied, with a non-experimental study design. Where, it is concluded that the different alternatives for endodontic treatments in young permanent teeth can be: apexification, apicogenesis, and apicoformation.

Keywords:

Regenerative endodontics, young permanent tooth, materials, bioceramics.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	2
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	7
Palabras Claves:	7
ABSTRACT	8
Keywords:	8
ÍNDICE	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
1. INTRODUCCIÓN	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4. MARCO TEÓRICO	18

4.1	LA PULPA	18
4.1.1	FUNCIONES DE LA PULPA	19
4.1.2	ALTERACIONES FISIOLÓGICAS DE LA PULPA SEGÚN LA EDAD	20
4.2	DIENTES PERMANENTES JOVENES VS. DIENTES PERMANENTES ADULTOS	21
4.3	ENDODONCIA	22
4.3.1	TRATAMIENTOS CONSERVADORES PARA LA PULPA	22
4.3.2	TRATAMIENTOS NO CONSERVADORES DE LA PULPA	35
4.4	MATERIALES ENDODÓNTICOS	40
4.4.1	MATERIALES PARA LA OBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES	40
4.4.2	MATERIALES BIOCERÁMICOS	43
5.	ASPECTOS METODOLÓGICOS	45
5.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	45
5.2	TIPO DE ESTUDIO	45
5.3	MÉTODO DE ESTUDIO	46
5.4	FUENTES	46
6.	DISCUSIÓN	47
7.	CONCLUSIONES	51

8.	RECOMENDACIONES	53
9.	PROSPECTIVA DEL ESTUDIO	54
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Pulpa dental	17
Figura 2	Técnica de recubrimiento pulpar directo	23
Figura 3	Hidróxido de calcio	24
Figura 4	Técnica de recubrimiento pulpar indirecto	27
Figura 5	Imagen radiográfica de un molar inferior permanente joven	33
Figura 6	Imagen radiográfica de apexificación con Biodentine en paciente de 9 años	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de Patterson

39

1. INTRODUCCIÓN

La salud bucal preventiva durante los primeros años de una persona juega un papel importante en el desarrollo de su dentición, y la responsabilidad es compartida entre los odontólogos, familiares y niños ⁽¹⁾. Si trabajan juntos, se puede garantizar una vida sin problemas dentales. ⁽²⁾

Pero, la ausencia de higiene oral trae consigo la formación de lesiones cariosas en los dientes permanentes. Y es que, la higiene oral es la clave para el éxito de la salud oral, mientras más temprano se empiece con este tipo de hábitos mejores serán los resultados a futuro y habrá menor probabilidad de desarrollar enfermedades bucales ⁽³⁾. Ahora bien, cuando el diente presenta una lesión cariosa cuya afección se extiende hasta la pulpa o raíz del diente se hace necesario un tratamiento endodóntico.

La endodoncia representa una disciplina clínica que comprende el desarrollo de actividades académicas especializadas en microbiología, biología oral, patología, epidemiología, radiología y biomateriales, todas al servicio del diagnóstico, la prevención y el tratamiento de la patología pulpar y periapical ⁽⁴⁾. El diagnóstico endodóntico se define como el proceso para identificar una condición pulpar y

periapical, mediante la comparación de los signos y síntomas propios de cada patología.

Hoy en día, las opciones de tratamiento tradicionales incluyen apexificación con la utilización de medicación intraconducto (MIC) de hidróxido de calcio (CaOH₂), o la colocación del agregado de trióxido mineral (MTA) o Biodentine (Septodont) como barrera apical antes de obturar el sistema de conductos radiculares ⁽⁵⁾. Sin embargo, estas opciones de tratamiento requieren un pronóstico a largo plazo debido a las paredes de dentina delgadas, ápice no formado completamente y, en algunos casos, raíces cortas ^{(6) (7)}. En la última década, la revascularización pulpar fue preconizada como una nueva opción de tratamiento para estos casos, promoviendo el desarrollo radicular en dientes inmaduros. ⁽⁸⁾

Es por lo antes mencionado, que el propósito del presente trabajo de investigación es identificar las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuando un diente permanente inmaduro se ve afectado a nivel pulpar/periapical por un traumatismo dental, el tratamiento se presenta como un desafío para el endodoncista⁽⁹⁾. La mayoría de los traumatismos dentales se producen en el grupo de edad comprendido entre los siete y 10 años, cuando aún la raíz no alcanzó su desarrollo completo⁽¹⁰⁾. Los dientes permanentes jóvenes sin pulpa vital a menudo tienen paredes delgadas y frágiles, por lo que es difícil lograr la instrumentación eficiente y obtener el sellado apical adecuado⁽¹⁾. Adicionalmente, las paredes delgadas del conducto radicular pueden predisponer estos dientes a fracturas.⁽²⁾⁽⁴⁾

Los dientes permanentes jóvenes se distinguen por su erupción reciente y un cierre radicular apical incompleto. La maduración finaliza habitualmente alrededor de los tres años siguientes a la aparición del diente en cavidad oral⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾. Estos dientes, se caracterizan por presentar un conducto radicular troncocónico con base mayor apical y un diámetro exageradamente amplio.⁽¹⁰⁾

Por lo que, se hace importante conocer cuáles son las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes, por lo que se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuándo es necesario realizarle un tratamiento endodóntico conservador versus un tratamiento radical a un diente permanente joven?
2. ¿Cuáles son las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes?
3. ¿Cuáles son las indicaciones para la realización de cada uno de estos procedimientos?
4. ¿Cuáles son los materiales necesarios para llevar a cabo cada uno de los posibles tratamientos a realizar en dientes permanentes jóvenes?
5. ¿Qué impacto han tenido los materiales biocerámicos en estas alternativas de tratamiento?
6. ¿Cuál es la relación éxito-fracaso de cada uno de los posibles tratamientos a realizar?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la indicación de la realización de un tratamiento endodóntico conservador versus un tratamiento radical a un diente permanente joven.
- Describir las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes.
- Establecer las indicaciones para la realización de cada uno de estos procedimientos.
- Enumerar los materiales necesarios para llevar a cabo cada uno de los posibles tratamientos a realizar en dientes permanentes jóvenes.
- Describir la influencia de los materiales biocerámicos en estas alternativas de tratamiento.

- Determinar la relación éxito-fracaso de cada uno de los posibles tratamientos a realizar.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 LA PULPA

La pulpa se conoce como un tejido conjuntivo laxo compuesto de células, fibras colágenas y reticulares, sustancia fundamental, vasos sanguíneos y nervios (Fig.1). Es la forma madura de la papila dentaria y el único tejido blando del diente. ⁽¹¹⁾

Figura 1 Pulpa dental



Fuente: <http://es.nextews.com/492b2adb/>

Mientras que las células periféricas se diferencian hacia odontoblastos, el resto se diferencian hacia fibroblastos, lo que supone un grado de diferenciación mucho menor. Muchas de las células mesenquimales permanecen indiferenciadas una vez finalizada la odontogénesis, conservando su potencial de diferenciación. ⁽¹¹⁾

Se pueden diferenciar 4 zonas en la pulpa dental:

- Zona odontoblástica en la periferia. Justo debajo de los odontoblastos se encuentran las células de Höhl, que son preodontoblastos ⁽¹²⁾
- Zona acelular o zona de Weil por debajo de los odontoblastos. Esta zona es pobre en células y rica en colágeno
- Zona muy rica en células adyacente a la capa anterior
- Zona central, donde están presentes los nervios y vasos ⁽¹¹⁾

4.1.1 FUNCIONES DE LA PULPA

De acuerdo con lo descrito por Vásquez et al. ⁽¹³⁾ (2018), las funciones de la pulpa dentaria pueden ser:

- Función formativa: La formación de la raíz dentaria, es posterior a la de la corona. En su configuración y en la del ápice, interviene la vaina de Herwig, que es una continuidad del epitelio reducido del esmalte. Mientras los odontoblastos producen dentina en la parte interna, la vaina de Herwig se fragmenta y entre sus células epiteliales crecen elementos celulares procedentes de la mesénquima del folículo dentario, que iniciarán la aposición de la matriz cementaria por fuera. Estas células reciben el nombre de cementoblastos. El

principal producto de elaboración de los cementoblastos es el colágeno el cual forma la matriz orgánica cementaria. Una vez depositada cierta cantidad de matriz, se inicia la mineralización del cemento, que no es más que el depósito de cristales minerales de origen tisular entre las fibrillas de colágeno de la matriz. Estos cristales están constituidos principalmente por hidroxiapatita y son similares a los del hueso y la dentina.

- **Función nutritiva:** La pulpa proporciona nutrientes y líquidos hísticos a los componentes orgánicos de los tejidos mineralizados circundantes.
- **Función sensorial:** La rica innervación de la pulpa la hace reaccionar frente a cualquier estímulo, con una respuesta mayor en intensidad que la de cualquier otro tejido de naturaleza conjuntiva.
- **Función defensiva:** Similar a todo tejido conectivo laxo, la pulpa responde a las lesiones con inflamación. Los irritantes, cualquiera que sea su origen, estimulan una respuesta quimiotáctica que impide o retarda la destrucción del tejido pulpar. La inflamación es un proceso de defensa normal del organismo, aunque también tiene un efecto destructor si los irritantes nocivos son suficientemente fuertes y permanecen por algún tiempo en los tejidos.

4.1.2 ALTERACIONES FISIOLÓGICAS DE LA PULPA SEGÚN LA EDAD

El envejecimiento es un proceso de deterioro progresivo, intrínseco y universal que, con el transcurso del tiempo ocurre en los seres vivos, a consecuencia de la interacción de la genética del individuo y el medio ambiente ⁽¹⁴⁾. En los órganos y sistemas del cuerpo humano se observan signos de envejecimiento, pero no todos se manifiestan al

mismo tiempo. Así, los cambios morfológicos y funcionales relacionados con la edad y que tienen lugar en la cavidad bucal, forman parte del envejecimiento del organismo. ⁽¹⁵⁾

De entre toda la patología pulpar, los procesos como la hiperemia pulpar o apical, las pulpitis (agudas o crónicas), necrosis, gangrenosa y periodontitis periapicales, pueden ser procesos que se dan en el adulto y en el anciano, aunque las periodontitis periapicales crónicas como proceso de larga evolución también se han de mencionar.

Para Laplace ⁽¹⁶⁾ (2013), merecen especial atención en el anciano los procesos degenerativos pulpares siguientes:

- Atrofia pulpar
- Degeneración hidrópica o vacuolar
- Degeneración grasa
- Degeneración fibrohialina
- Degeneración cálcica

Estos procesos degenerativos son típicos y a veces propios o específicos de la edad avanzada y pueden aparecer sin presencia de gérmenes. Un mismo proceso causal puede ocasionar distintos tipos degenerativos; pero éstos no siempre responden a la misma causa, aun tratándose de procesos degenerativos idénticos. Se explica así que en un mismo caso se observan zonas con degeneraciones distintas. ⁽¹⁷⁾

4.2 DIENTES PERMANENTES JOVENES VS. DIENTES PERMANENTES ADULTOS

Un diente permanente joven es aquel que no ha completado la formación radicular, su conducto es amplio y adopta una forma de trabuco, con base hacia apical, de paredes delgadas y divergentes o paralelas de acuerdo al grado de desarrollo. El tejido pulpar es rico en células con amplio aporte circulatorio, características histológicas que explican su capacidad reparativa ⁽¹⁸⁾. Mientras que, el diente permanente adulto o dentición permanente es la que sucede producto de un proceso de erupción es más lento que en la temporal, puesto que la corona tiene que enfrentarse a la destrucción del hueso alveolar y a las raíces de los dientes deciduos. Una vez que la corona ha roto el tejido óseo y rasgado la fibromucosa, el movimiento se acelera. ⁽¹⁹⁾

4.3 ENDODONCIA

Según la Asociación Americana de Endodoncia (20), la endodoncia es la rama de la odontología, que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares. Su estudio y práctica abarca las ciencias básicas y clínicas, incluida la biología de la pulpa normal y la etiología, el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de patologías y lesiones de la pulpa y las alteraciones perirradiculares asociadas.

Los avances en esta ciencia, las técnicas asépticas y los principios de preparación y obturación de los conductos radiculares han aumentado las tasas de éxito del tratamiento endodóntico, especialmente en los dientes, en los que se logra un buen

sellado apical; Sin embargo, todavía hay problemas que surgen en los retratamientos, dependiendo principalmente de las variaciones anatómicas y otros factores condicionantes que complican la terapia ⁽²¹⁾. Los criterios cada vez más conservadores de la estructura dental establecen un aumento en la demanda de este tratamiento, por lo que debe proporcionarse de manera predecible, a fin de optimizar el potencial reparador y promover el éxito. ^{(22) (23)}

4.3.1 TRATAMIENTOS CONSERVADORES PARA LA PULPA

4.3.1.1 TÉCNICA DE RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO

El recubrimiento pulpar directo es el procedimiento en el cual la pulpa dental es expuesta accidentalmente durante la preparación cavitaria o por fractura, ésta debe ser recubierta con un material protector de injurias y al mismo tiempo, estimular la formación de una barrera o puente de dentina reparadora ⁽²⁴⁾. El recubrimiento y el sellado marginal que se obtiene al aplicar sobre el tejido pulpar, puede ser el factor clave que determine el resultado final de dicho procedimiento (Fig. 2). ⁽²⁵⁾

La pulpa puede formar una barrera de tejido duro, si fuera proporcionado un sello biológico adecuado, de manera que los microorganismos no tengan acceso al tejido pulpar. El material ideal para el recubrimiento pulpar directo debe controlar la infección, adherirse a la dentina para evitar la microfiltración, ser de manejo clínico simple y promover la formación de un puente dentinario. ⁽²⁶⁾

El sangrado de la pulpa expuesta durante más de cinco y hasta 10 min se usa como umbral para la clasificación de pulpitis reversible frente a irreversible. En los casos donde cesa el sangrado se debe colocar este protector directamente. ⁽²⁷⁾

Figura 2 Técnica de recubrimiento pulpar directo



Fuente: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2011/1/art-15/>

4.3.1.1.1 MATERIALES DE LA TÉCNICA DE RECUBRIMIENTO

PULPAR DIRECTO

Tradicionalmente el hidróxido de calcio ha sido seleccionado como el material de elección para el recubrimiento pulpar directo, aunque en los últimos años el MTA se está imponiendo entre los profesionales, como el material elegido para dicho tratamiento, ya que además de las ventajas del hidróxido de calcio ofrece mejores resultados en dientes permanentes y añade mejores propiedades, las cuales desarrollaremos. Además de estos dos materiales, se han utilizado a lo largo del tiempo gran variedad de estos para el recubrimiento pulpar directo como antibióticos o

corticosteroides, sulfato de calcio, biodentina, moléculas bioactivas, cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, biocerámicas, óxido de zinc-eugenol y formocresol. ⁽²⁸⁾

El hidróxido de calcio ha sido ampliamente aceptado desde 1920 como el material para el recubrimiento pulpar debido a sus propiedades como biocompatibilidad, protección de la pulpa a estímulos térmicos y eléctricos y su pH alcalino que le proporciona potencial antibacteriano e induce la neoformación de tejido mineralizado (Fig. 3).

Figura 3 Hidróxido de calcio



Fuente: <https://www.eufar.com/HEMOFAR-Sulfato-Ferrico-15-5-7-mL>

El formocresol es otro material que también se ha usado para el recubrimiento pulpar directo hallándose incluso artículos que apoyan unos mejores resultados que los obtenidos con hidróxido de calcio, el inconveniente, y por lo cual no se usa, es que posiblemente el formocresol sea un material carcinogénico, mutagénico y citotóxico, con posibles efectos sistémicos. ⁽²⁹⁾

El cemento de Ionómero de Vidrio fue desarrollado teniendo como base los beneficios de los fluoruros y la baja alteración dimensional proporcionada por los cementos de silicato, así como la adhesividad a la estructura dentaria del cemento de policarboxilato. Debido a su capacidad de neoformación ósea viene siendo clasificado como material bioactivo ⁽³⁰⁾. También, se encuentra la biodentina es un cemento bioactivo basado en

silicato cálcico, utilizado como sustituto de la dentina. Tiene un efecto positivo en las células pulpares vitales y estimula la formación de puentes dentinarios (31). Produce un buen sellado, reduce la sensibilidad postoperatoria y previene la microfiltración bacteriana. (32)

El Agregado Trióxido Mineral (MTA) fue desarrollado a comienzos de la década de 1990 por Torabinejad y sus colaboradores de la Universidad de Loma Linda (California) (33), y se usa en la reparación de conductos radiculares y como material de recubrimiento pulpar. Tiene defectos tales como una difícil técnica para su manipulación, largo tiempo de fraguado, su alto costo y el gran potencial de decoloración que puede provocar en el diente, por ello, las casas comerciales produjeron una nueva fórmula de MTA blanco llamado MTA White, pero su tiempo de fraguado es significativamente mayor que el MTA convencional (34). Este material, posee la característica de tener un pH inicial de 10.2 e incrementarse en las primeras cinco horas hasta 12.5. Además, nos ofrece también ventajas como la formación de un puente dentinario mucho más homogéneo y de mayor grosor, mejor sellado sobre el tejido expuesto y por lo tanto mejor pronóstico a largo tiempo al evitar la filtración bacteriana.

4.3.1.1.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA DE RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO

El recubrimiento pulpar directo se recomienda cuando la exposición pulpar es pequeña y cuando se puede tratar casi inmediatamente después del accidente. La pulpotomía

implica la remoción de la pulpa coronal; este tratamiento se ha visto como temporal, seguido de una endodoncia cuando el ápice ha completado su maduración. Además, se recomienda cuando:

- La exposición tuvo causas mecánicas iatrogénicas
- El diente estaba previamente aislado
- La exposición pulpar es pequeña y el diente presenta condiciones de salud pulpar
- El diente es joven, rico en células y está asintomático
- Exposición pulpar por fractura complicada de la corona

Pero no se recomienda el uso de técnica cuando:

- Pulpa envejecida
- Pulpa con patología irreversible
- Hemorragia excesiva en el lugar de la exposición

4.3.1.2 TÉCNICA DE RECUBRIMIENTO PULPAR INDIRECTO

El recubrimiento pulpar indirecto, es un procedimiento que da la posibilidad a la pulpa de recuperarse de las toxinas liberadas por los microorganismos productores de caries, cuando no ha existido una historia de dolor persistente a los estímulos externos y cuando la pulpa no ha sido expuesta al ambiente oral de manera accidental (Fig. 4). Es un tratamiento bien aceptado para las piezas dentales con caries profundas, el cual

debe permitir la colocación de un material que permita su aislamiento de los fluidos orales. ⁽²⁵⁾ ⁽³⁵⁾

Figura 4 Técnica de recubrimiento pulpar indirecto



Fuente:

<https://www.proyectosonlineagencia.com/recubrimiento-pulpar-indirecto-con-hidroxido-de-calcio/>

4.3.1.2.1 MATERIALES DE LA TÉCNICA DE RECUBRIMIENTO

PULPAR INDIRECTO

El material utilizado es generalmente cemento de ionómero de vidrio comercializado con el nombre de patrón de oro, óxido de zinc y eugenol. A continuación, se aplica un segundo material a la primera capa que cumple los siguientes requisitos: ausencia total de microfiltración mediante un sellado perfecto de la interfaz diente, material; soporte suficiente de cargas oclusales; y debe ser insoluble. ⁽³⁶⁾

El propósito de este paso es atrapar todas las bacterias restantes, aislándolas de cualquier ingesta de nutrientes. El material ayudará a remineralizar la estructura de colágeno de la dentina afectada y reducirá la inflamación pulpar. ⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾

El hidróxido de calcio es otro de los materiales más comúnmente utilizado en la mayoría de los tapones, representado por la fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Fue propuesto al inicio de 1930 como un agente remineralizante en el recubrimiento pulpar directo, juega un papel clave en los eventos biológicos de la dentinogénesis reparadora cuando se encuentra muy cerca de los tejidos pulpares, debido a la liberación de calcio y iones hidroxilo. ⁽³⁹⁾

El paso de estos iones desde el material hacia la pulpa ocurre a través de la dentina restante. Este calcio va a desencadenar la incorporación y la proliferación de células indiferenciadas de la pulpa y activa las células madres. El hidróxido de calcio con un pH alcalino va a crear condiciones desfavorables para cualquier organismo remanente y va a ejercer una acción antibacteriana y bacteriostática, así aumentando la expresión de

fosfatasa alcalina y proteína morfogenética y promoviendo la formación de nódulos calcificados. Cuando se encuentra en contacto directo con la pulpa va a destruir localmente una capa de tejido pulpar, creando una zona necrótica. Esta capa necrótica induce una reacción inflamatoria que persiste en el tiempo o conduce a la formación de calcificaciones intrapulares. El campo de acción del hidróxido de calcio ha seguido desarrollándose y continúa siendo un producto de principal elección para el dentista. ⁽³⁹⁾

4.3.1.2.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA DE RECUBRIMIENTO PULPAR INDIRECTO

El recubrimiento pulpar indirecto es el procedimiento mediante el cual se retiene una pequeña cantidad de dentina cariada en la zona profunda de la preparación de la cavidad, a fin de evitar la exposición pulpar, como sostiene Paula et al. (2018) ⁽⁴⁰⁾, se debe indicar esta técnica cuando:

- Existan caries profunda que no involucren la pulpa
- Pulpitis agudas puras ocasionadas al preparar cavidades o muñones, y las producidas por fracturas a nivel dentinario
- En pulpitis transicionales o reversibles, que puedan provocar un daño irreversible a la pulpa
- Ocasionalmente en pulpitis crónica parcial sin necrosis

En ocasiones es difícil diferenciar clínicamente el límite entre la dentina infectada y la dentina afectada ⁽⁴⁰⁾. Ésta última capa de dentina puede estar un poco reblandecida y probablemente con bacterias, esto podría contradecir el principio de Black de

eliminación de toda dentina cariosa remanente, pero la experiencia clínica lo justifica. El recubrimiento pulpar indirecto está contraindicado en:

- Caries profunda que involucre la pulpa
- Pulpitis aguda irreversible
- Pulpitis crónica parcial con necrosis
- Pulpa con retracción cameral severa y conductos estrechos

4.3.1.3 TÉCNICA DE PULPOTOMÍA CVEK

En el año 1978, Cvek propone a la pulpotomía parcial como una alternativa de tratamiento para las fracturas coronarias con exposición pulpar de etiología traumática, también conocida como pulpotomía parcial superficial. ⁽⁴¹⁾

Respecto de las denominaciones diversas para este procedimiento, los autores preferimos referirnos al mismo como microamputación pulpar, debido a que el término pulpotomía suele asociarse a la excéresis de toda la pulpa cameral, a diferencia de la técnica propuesta por Cvek, donde la amputación del tejido pulpar se limita solo a 1 o 2 mm por debajo de la exposición, para luego proceder a su recubrimiento, usualmente con polvo de hidróxido de calcio y la reconstrucción provisoria coronaria adecuada para evitar la microfiltración. La filosofía de este tratamiento está basada en la ejecución de maniobras endodónticas de naturaleza esencialmente preventivas y conservadoras, y si bien existen factores que pudieran tener influencia en el pronóstico y merecen ser tenidos en cuenta, como ser el tamaño de la exposición, el grado de desarrollo apical, el tiempo transcurrido entre el traumatismo y la intervención profesional, entre otros,

para Cvek estos no representan factores necesariamente excluyentes para optar por su técnica. ⁽⁴¹⁾

4.3.1.3.1 MATERIALES DE LA TÉCNICA DE CVEK

El material utilizado sobre la herida pulpar en la pulpotomía parcial, es el hidróxido de calcio. Este material produce una fina línea de necrosis en el tejido pulpar más superficial, debido a que produce un leve grado de irritación pulpar, lo suficiente para estimular la formación de tejido duro. La pulpa del diente permanente joven posee todos los elementos necesarios para producir una excelente respuesta, contiene un gran aporte vascular y celular; esto permite que la pulpa tenga un potencial reparador altamente positivo. Los excelentes cambios circulatorios, la buena nutrición y metabolismo pulpar son condiciones esenciales para su recuperación. ⁽⁴²⁾

4.3.1.3.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA DE CVEK

De acuerdo con lo planteado por Iparrea et al. (2017) ⁽⁴²⁾, las indicaciones pueden ser:

- Dientes permanentes jóvenes con exposición pulpar, en los cuales no se ha completado el desarrollo 3 radicular y cierre de ápice
- Dientes permanentes jóvenes con una exposición pulpar por caries pequeña, en la cual la hemorragia pulpar se puede controlar rápidamente
- El diente debe estar vital con un diagnóstico de pulpa normal o pulpitis reversible
- En dientes permanentes jóvenes con exposición pulpar vital por trauma. Se debe controlar la hemorragia 3 pulpar después de remover el tejido inflamado

- Cuando se desea conservar la vitalidad en dientes permanentes jóvenes

A su vez, el mismo autor infiere que las contraindicaciones son ⁽⁴²⁾:

- Dientes con exposiciones pulpares mayores de 2 mm
- Dientes con evidencia clínica o radiográfica de patología periapical o intrapulpar
- Dientes con movilidad
- Dientes temporales

4.3.1.4 TÉCNICA DE APEXOGÉNESIS

La apexogénesis se define como el desarrollo final radicular fisiológico y formación y está indicada cuando la pulpa vital de un diente se expone y existen dos condiciones especiales: la pulpa no está irreversiblemente inflamada, el desarrollo apical y el cierre es incompleto, esto involucra una remoción de la pulpa coronal afectada pero permite que la pulpa sana remanente lleve a un desarrollo y formación apical normal, el contenido celular rico y la vascularización de una pulpa joven deben respetarse para la defensa y los mecanismos de curación. ⁽⁴³⁾

El procedimiento es el de la pulpotomía con hidróxido de calcio y cuanto antes sea aplicada, mejor es el pronóstico de mantener la vitalidad de la pulpa radicular y de esta forma permitir un normal desarrollo radicular (Fig. 5). Una pulpotomía con formocresol no se recomienda para los dientes permanentes jóvenes. Inclusive si la pulpa radicular joven remanente está comprometida (inflamada crónicamente), la pulpa puede también ser capaz de depositar dentina antes de llegar a estar totalmente necrótica. ⁽⁴⁴⁾

4.3.1.4.1 MATERIALES DE LA TÉCNICA DE APEXOGÉNESIS

Entre los materiales más utilizados en los procedimientos de apexogénesis está el hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), introducido por Hermann como un relleno biológico⁽⁴³⁾. Sin embargo, su aparente éxito en la terapia pulpar vital ha sido cuestionado, ya que genera necrosis superficial del tejido pulpar cuando es colocado en contacto directo con este en su estado puro, gracias a su pH alcalino (pH 12), siendo cáustico para el tejido pulpar⁽⁴⁵⁾. Estudios han mostrado que el hidróxido de calcio es muy tóxico para las células, además de presentar un efecto de disolución del tejido, lo que hace que su uso en terapias pulpares sea cuestionado.⁽⁴⁶⁾

Otro material que actualmente ha sido muy utilizado en estos procedimientos es el mineral trióxido agregado, más comúnmente conocido como MTA. Este material provee una excelente capacidad de selle sobre la pulpa vital al no disolverse fácilmente al utilizarse⁽⁴⁷⁾. El material fue introducido en 1993 por Torabinejad, patentado en 1995 y aprobado para procedimientos endodónticos en 1998.

Figura 5 Imagen radiográfica de un molar inferior permanente joven



Fuente: <https://saudijournals.com/media/articles/SJODR-2243-48.pdf>

4.3.1.4.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA DE APEXOGÉNESIS

De acuerdo con lo expresado por Shabahang (2013) ⁽⁴⁸⁾, las indicaciones y contraindicaciones de esta técnica han de ser:

- Indicaciones:
 - Diente inmaduro con formación incompleta de la raíz y daño a la pulpa coronal con pulpa radicular sana
 - La corona debe estar casi intacta con posibilidad de restauración
- Contraindicaciones:

- o Dientes avulsionados, reimplantados o muy luxados
- o Fractura corono – raíz grave
- o Diente con fractura corono-radicular horizontal desfavorable
- o Diente muy cariado que no se puede restaurar

4.3.2 TRATAMIENTOS NO CONSERVADORES DE LA PULPA

4.3.2.1 TÉCNICA DE APEXIFICACIÓN

Es el procedimiento que promueve la formación de una barrera apical que permite el cierre de un ápice abierto de un diente inmaduro con pulpa necrótica con el fin de lograr conformar el espacio radicular para la recepción de un material de obturación adecuado ⁽⁴⁹⁾. Se basa en el recambio trimestral de pastas alcalinas hasta lograr un cierre o stop apical de tejido duro, capaz de contener una obturación definitiva (Fig. 6). ⁽⁵⁰⁾

Con esta técnica no se logra mayor desarrollo radicular ni engrosamiento de las paredes dentinarias, debido a que el espacio está ocupado físicamente por un material que no permite el crecimiento y desarrollo de otros tipos celulares. Sumado a esto la pieza dentaria se conservará en cavidad bucal con una proporción coronoradicular desfavorable, pudiendo sufrir fracturas al estar frente a las fuerzas masticatorias de la cavidad bucal. ⁽⁵¹⁾

Figura 6 Imagen radiográfica de apexificación con Biodentine en paciente de 9 años



Fuente: https://www.researchgate.net/publication/269929678_Apexification_with_MTA_apical_barrier_case_series_of_5_cases

4.3.2.1.1 MATERIALES DE LA TÉCNICA DE APEXIFICACIÓN

- HIDRÓXIDO DE CALCIO

El primer medicamento a base de hidróxido de calcio fue introducido en odontología por B. W. Hermann, en los años 1920 y fue denominado Calxyl⁽²⁵⁾. Desde entonces, este material ha sido usado ampliamente en el tratamiento de las lesiones endodónticas. El uso del hidróxido de calcio en Endodoncia abarca diversas situaciones clínicas; su aplicación se ha expandido incluso por su adicción a fórmulas de muchos materiales, como bases dentinarias, agentes recubridores

pulpaes, materiales de obturación temporal del conducto radicular y cementos selladores de conductos radiculares.

- AGREGADO DE TRIÓXIDO MINERAL (MTA)

En ocasiones durante el tratamiento endodóntico, tales como perforaciones a nivel de furcación; perforaciones laterales de la raíz; falsas vías, apexificación y o apicectomías, se requiere el uso de materiales y técnicas adecuadas para poder solventar exitosamente este tipo de problemas. Los materiales que históricamente se han utilizado para estas condiciones no garantizan a largo plazo un pronóstico adecuado. Idealmente, el material de reparación, debe ser no-tóxico, bacteriostático y no reabsorbible; debe promover la cicatrización tisular, además de proveer un sello hermético óptimo. Dentro de los diferentes materiales que se han utilizado para este propósito se encuentran: Amalgama, Cemento de óxido de Zinc y Eugenol, Cemento de Oxifosfato de Zinc, Guttapercha, IRM, Super-EBA, ionómeros de vidrio, Hidróxido de Calcio, Agentes de enlace, Cavit, Hidroxiapatita y, finalmente se ha desarrollado en la Universidad de Loma Linda (California - EE.UU.) ⁽³³⁾

- BIODENTINE

El Biodentine se cómo un polvo con materiales que consisten en silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de calcio y relleno de óxido, tono de óxido de hierro y óxido de circonio. El silicato tricálcico y el silicato dicálcico se indican como materiales del núcleo principal y segundo, respectivamente, mientras que el óxido de circonio sirve como radiopacificante. El líquido, por otro lado, contiene cloruro de

calcio como acelerador y un polímero hidrosoluble que sirve como agente reductor de agua. También se ha establecido que el tiempo de fraguado rápido, una de las características únicas del producto, se logra aumentando el tamaño de las partículas, agregando cloruro de calcio al componente líquido y disminuyendo el contenido de líquido. El período de fraguado del material es tan breve como de 9 a 12 minutos. Este tiempo de fraguado más corto es una mejora en comparación con otros materiales de silicato de calcio. ⁽⁵²⁾

4.3.2.1.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA DE APEXIFICACIÓN

Por lo expuesto por Shabahang (2013) ⁽⁴⁸⁾, las indicaciones y contraindicaciones de esta técnica han de ser:

- Indicaciones:
 - Dientes inmaduros con necrosis pulpar
- Contraindicaciones:
 - Todas las fracturas radiculares verticales y casi todas las horizontales
 - Resorción por hidróxido de calcio
 - Raíces muy cortas

4.3.2.2 TÉCNICA DE APICOFORMACIÓN

Cuando se detiene la formación radicular, como consecuencia de la pérdida de la vitalidad pulpar, uno de los tratamientos indicados es el de apicoformación, que consiste en realizar una limpieza y antisepsia del conducto, seguida de la obturación

con pasta de hidróxido de calcio o con el compuesto de trióxido mineral (MTA), que conducirán al periodonto al cierre apical con la formación de un tejido duro de tipo osteocemento o similar (18). Otro de los tratamientos indicados es el tratamiento de revitalización pulpar o revascularización. Patterson de acuerdo al grado de desarrollo radicular hizo una clasificación teniendo en cuenta la dirección de las paredes del conducto y midiendo el lumen apical (diámetro transversal del ápice). De acuerdo con Patterson⁽⁵³⁾, su clasificación es la siguiente (Tab. 1):

Tabla 1 Clasificación de Patterson

Desarrollo de la raíz		Lumen apical
Clase I	Parcial	Mayor que el diámetro del conducto
Clase II	Casi completo	Mayor que el diámetro del conducto
Clase III	Completo. Paredes paralelas	Igual que el diámetro del conducto
Clase IV	Completo. Paredes convergentes	Menor que el diámetro del conducto
Clase V	Completo	Normalmente desarrollado

Fuente: Elaboración propia de los autores

4.3.2.2.1 MATERIALES DE LA TÉCNICA DE APICIFORMACIÓN

El material por excelencia de esta técnica es el MTA. Afirman Castillo et al. (2019)⁽⁵⁴⁾, que el mecanismo de acción del óxido de calcio del polvo del mineral de trióxido agregado (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 originan granulaciones cálcicas

y fibronectina lo que va a permitir la adhesión y diferenciación celular, lo que va a provocar la formación de un puente de tejido duro.

4.3.2.2.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA TÉCNICA DE APICOFORMACIÓN

Sustenta Gutiérrez (2019) ⁽¹⁸⁾, que las indicaciones y contraindicaciones de esta técnica pueden ser:

- Indicaciones:
 - Apexogénesis incompleta
 - Pulpa vital sana o hiperémica
 - Pulpa expuesta (Herida pulpar) no más de 24h
- Contraindicaciones:
 - Pulpa expuesta por más de 24 horas
 - Pulpitis
 - Procesos terminales

4.4 MATERIALES ENDODÓNTICOS

4.4.1 MATERIALES PARA LA OBTURACIÓN DE CONDUCTOS

RADICULARES

A lo largo de los años se han descrito en varias ocasiones las características ideales que deberían cumplir los materiales de obturación. Un material de obturación debería ser, de acuerdo con Santaella ⁽⁵⁵⁾ (2021):

- Flexible y amoldable
- Capaz de rellenar y sellar completamente el ápice
- No sufra expansión y ni contracción
- Impermeable a los fluidos
- Antiséptico
- No altere el color del diente
- Químicamente neutro
- Sin sabor ni olor

Ademas, según RajaSekhar ⁽⁵⁶⁾ (2018), deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ser de fácil de manipulación e introducción en el interior de los conductos
- Tener suficiente plasticidad como para adaptarse a las paredes de los mismos
- Ser antiséptico
- Tener pH neutro
- No ser irritante para la zona periapical

- Ser mal conductor de los cambios térmicos
- No sufrir variaciones volumétricas (contracción)
- No ser poroso ni absorber humedad
- No producir cambios en la coloración del diente
- No reabsorberse dentro del conducto
- Poder ser retirado con facilidad
- No provocar reacciones alérgicas

Hasta la actualidad no se ha encontrado un material que cumpla todas estas características. La cantidad de materiales utilizados a lo largo de la historia para la obturación de conductos radiculares ha sido muy variada, dentro estos podemos encontrar: algodón, amianto, caña de bambú, cementos medicamentosos, cera, clororesinas, cobre, dentina, resinas epóxicas, fibra de vidrio, fosfato tricálcico, gutapercha, hidróxido de calcio, yodoformo, marfil, oro, parafina, pastas antisépticas, plásticos, plata, plomo, resinas vinílicas e instrumentos de acero. De todos estos materiales muy pocos tienen una vigencia actual. ⁽⁵⁶⁾

4.4.1.1 CEMENTOS SELLADORES ENDODÓNTICOS

La mayoría de técnicas actuales de obturación de conductos incluyen el uso combinado de un material de obturación y de un cemento sellador. El cuerpo del material principal actúa como pistón en un sellador fluido causando la adaptación de este a las paredes del conducto. La capa de sellador debe ser lo más fina posible para minimizar los cambios dimensionales durante y después del fraguado. ⁽⁵⁷⁾

El uso del sellador es independiente de la técnica utilizada. En un estudio comparativo entre condensación lateral y compactación vertical; sin el uso de un sellador ambas técnicas están asociadas a una mayor filtración. ⁽⁵⁸⁾

A pesar de que las técnicas en las que se utiliza calor mejoran la compactación de la gutapercha, cuando las comparamos con las técnicas de condensación lateral, continúa siendo necesario el uso de selladores para evitar la existencia de espacios, posibles vías de filtración, entre las paredes dentinarias y el cuerpo central del material de obturación. Las características que debería tener un sellador ideal son que no contraiga, no soluble en tejidos, no absorción de agua, no produzca decoloración, que se adhiera a la dentina y al material principal de obturación, que produzca un sellado hermético, antimicrobiano y biocompatible, radiopaco y que estimule una curación apical. También debería facilitar la colocación del cono de gutapercha actuando como lubricante. ⁽⁵⁹⁾

Además de estas características, descritas por distintos autores, como ya se ha comentado, se puede agregar que los cementos selladores no deben ser mutagénicos ni carcinogénicos, no deben provocar una reacción inmunitaria en los tejidos, no deben ser modificados en presencia de humedad ni corroerse. ⁽⁶⁰⁾

4.4.2 MATERIALES BIOCERÁMICOS

Durante las últimas dos décadas, una serie de importantes avances se han hecho en el campo de los materiales bioactivos utilizados para el tratamiento endodóntico,

materiales también llamados biocerámicos, con su naturaleza biocompatible y excelentes propiedades físico-químicas. ⁽⁶¹⁾

Los biocerámicos son un subtipo importante de material biocompatible. Están específicamente diseñadas para ser utilizados en la fabricación de implantes quirúrgicos, prótesis y órganos artificiales, así como para cumplir una determinada función fisiológica en el cuerpo humano, lo cual es la base fundamental de un material biocerámico. ⁽⁶²⁾

Pueden funcionar como cementos, materiales de reparación de la raíz, selladores de conductos radiculares y materiales de relleno. Nuevos materiales biocerámicos han demostrado la capacidad para superar algunas de las limitaciones importantes de las generaciones anteriores de materiales endodónticos. Fueron introducidos en la Endodoncia en la década de 1990, primero como materiales de obturación retrógrada y luego como cementos de reparación de la raíz, selladores de conductos radiculares, y recubrimientos para conos de gutapercha. Hoy presentan múltiples aplicaciones en el campo de la endodoncia. ⁽⁶³⁾

Las ventajas potenciales de los materiales biocerámicos en endodoncia están relacionados con sus propiedades físico-químicas y biológicas. La presencia de humedad es necesaria normalmente para el fraguado de los materiales biocerámicos. La humedad presente dentro de los túbulos dentinarios puede iniciar y ayudar a un fraguado completo. ⁽⁶⁴⁾

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

5.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de estudio es no experimental. Según Hernández et al. ⁽⁶⁵⁾ (2014), es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones; en el presente estudio se presentaron las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes.

5.2 TIPO DE ESTUDIO

El estudio es de tipo exploratorio. Según la definición del autor Linares et al. ⁽⁶⁶⁾ (2018), este tipo de investigación se lleva a cabo especialmente cuando el tema seleccionado es poco explorado y reconocido, lo que es más importante, es difícil formular supuestos precisos o tiene cierta generalidad al respecto. También, suele aparecer cuando aparecen nuevos fenómenos, por su novedad, no se permite la descripción sistemática, o cuando los recursos de los investigadores son insuficientes para un trabajo más profundo.

Del mismo modo, en la siguiente investigación se exploraron diversas literaturas permitiendo responder los diversos objetivos específicos propuestos. Además, es de

tipo descriptivo o narrativo por ser una selección detallada, selectiva y crítica que integra la información esencial en una perspectiva unitaria y de conjunto, con la finalidad de identificar las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes.

5.3 MÉTODO DE ESTUDIO

La adquisición de conocimientos se basó en una metodología de analítica documental, complementada con técnicas deductivas e inductivas. De acuerdo con Herrera ⁽⁶⁷⁾ (2015), el método analítico es un método de investigación que se desprende del método científico y es utilizado en las ciencias naturales y sociales para el diagnóstico de problemas y la generación de hipótesis que permiten resolverlos.

El método que se utilizó es el análisis aplicándolo en la descomposición de las diversas literaturas, resaltando sus aspectos más importantes que conlleven a responder los diversos objetivos específicos existentes.

También, se suma la síntesis como un proceso que permitió a los investigadores conocer la realidad. Según lo planteado por Fernández et al. ⁽⁶⁸⁾ (2020), la síntesis considera los objetos como un todo, la interrelación de los elementos que identifican el objeto.

5.4 FUENTES

Se utilizaron como fuentes primarias revistas literarias, libros y artículos científicos, los cuales son fuentes que se originan en el momento de un evento, un testigo del evento que describe el evento en sus propias palabras.

La información se recopiló en un análisis exhaustivo de artículos, libros e investigaciones previas realizadas, para lo cual se utilizaron diversas bases de datos como Google Académico, PubMed, SciELO, Redalyc, LILACS entre otras sin usar restricción de idioma. Los artículos incluidos en la presente revisión incluyen diversos estudios que describen la mayoría de los aspectos buscados con la realización del presente proyecto, se incluyó en la búsqueda el idioma español e inglés.

6. DISCUSIÓN

De acuerdo a la revisión realizada, el operador clínico debe tener conocimiento de las diferentes alternativas que se presentan para el tratamiento endodóntico de los dientes permanentes jóvenes, basados en los criterios clínicos y radiográficos para su selección. En cuanto al criterio de cuándo se necesita realizar un tratamiento endodóntico conservador en comparación a un tratamiento radical a un diente permanente joven, Gutiérrez et al. ⁽¹⁸⁾, en este sentido mencionan que se hace necesario practicar un procedimiento de este tipo a dientes permanentes jóvenes, cuando este no presente vitalidad pulpar, en pacientes niños y adolescentes. Por lo tanto, indica Cardoso et al. ⁽⁶⁹⁾, que esto permite el incremento del espesor de las paredes dentinarias del conducto, el cierre apical y el desarrollo de la longitud radicular

ante un procedimiento tratamiento radical, del mismo modo infieren los autores López et al. ⁽⁷⁰⁾. La regeneración endodóntica es el tratamiento ideal para los dientes con necrosis pulpar y ápice abierto sería la formación de tejido vascularizado en el espacio pulpar capaz de inducir el desarrollo radicular, según conclusiones presentadas por Pazos et al. ⁽⁷¹⁾. Además, cabe mencionar, que un diente permanente joven es aquel diente permanente erupcionado que no ha completado su desarrollo, según lo expresado por Santiago ⁽⁷²⁾ y Fernández ⁽⁷³⁾.

Segundo, actualmente existen diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes. Se encuentra como primera alternativa apexificación con la utilización de medicación intraconducto (MIC) de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), o la colocación del agregado de trióxido mineral (MTA) o Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des Fossés, Francia) como barrera apical antes de obturar el sistema de conductos radiculares, desarrollaron Torabinejad et al. ⁽⁷⁴⁾. También, como otras alternativas están la apicogénesis, y la apicoformación, como mencionan Bravo et al. ⁽⁷⁵⁾.

Y es que, la apexificación se indica como una alternativa de tratamiento para dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar o lesión periapical, es un procedimiento que promueve la formación de una barrera apical para lograr el cierre del ápice abierto y permitir la obturación y el sellado del sistema de conductos radiculares, enfatizan Shabahang ⁽⁴⁸⁾ y Guerrero et al. ⁽⁵¹⁾ Mientras que, la apicoformación, se recomienda cuando la pieza dentaria es vital, las posibilidades de cierre apical son mejores, siendo

el remanente pulpar vital el que realiza la formación en longitud y espesor de las paredes del conducto establecen Cardoso et al. ⁽⁶⁹⁾. Por último, en este sentido se encuentra apicogénesis, está indicada cuando la pulpa vital de un diente se expone y existen dos condiciones especiales: la pulpa no está irreversiblemente inflamada y el desarrollo apical y el cierre es incompleto, desarrolla Ospina et al. ⁽⁴³⁾.

Cada uno de los procedimientos indicados en el párrafo anterior, deben llevarse a cabo con diferentes materiales en los dientes permanentes jóvenes, el principal a mencionar es el MTA. Son diversos los estudios demuestran la eficacia del MTA cuando se utiliza en procedimientos de apexificación. Los autores Pradhan et al. ⁽⁷⁶⁾, compararon el tratamiento de dientes con rizogénesis incompleta utilizando Ca(OH)_2 o MTA, encontrando que el tiempo total del tratamiento y el tiempo medio necesario para la formación de la barrera biológica fue mucho menor en los pacientes tratados con MTA, luego de haber llevado a cabo un análisis comparativo con 15 pacientes. Por otro lado, Annamalai et al. ⁽⁷⁷⁾, evaluaron la eficacia del MTA en dientes permanentes jóvenes con ápice abierto y concluyeron que había una tasa de éxito del 100%, tanto clínica como radiológicamente después de 12 meses de seguimiento. Sin embargo, el MTA también tiene algunas limitaciones al no proporcionar un refuerzo de las paredes dentinarias del conducto radicular, alto costo, tiempo de fraguado alto y la ausencia de un disolvente conocido en caso de ser necesaria su remoción de acuerdo con lo planteado por Al-Kahtani ⁽⁷⁸⁾.

Sin embargo, los materiales biocerámicos han tenido un impacto positivo en estas alternativas de tratamiento. De acuerdo con Giacomino et al. ⁽⁷⁹⁾ la nueva generación de selladores biocerámicos se ha desarrollado para que presente características deseables similares, tiene el mismo potencial y puede modular el entorno del tejido apical ya sea mediante el contacto directo de estas moléculas con los tejidos apicales como en los casos de extrusión. Tras la eliminación de las bacterias, la curación de la periodontitis apical requiere la remodelación del tejido granulomatoso y la inducción de la proliferación de las células madre de la médula ósea y los precursores de los osteoblastos en osteoblastos maduros, lo que conduce a la remineralización de los tejidos apicales. Así mismo, sostiene Zhekov et al. ⁽⁸⁰⁾, sostienen que los selladores con capacidad para mejorar la osteogénesis tienen el potencial de promover una curación más rápida y predecible de la periodontitis apical dado por los materiales biocerámicos. También, López-García et al. ⁽⁸¹⁾, concluyen que en general, los selladores biocerámicos premezclados evaluados presentaron propiedades biológicas favorables en comparación con otros selladores de uso en común. Este efecto no citotóxico mejorado de estos selladores puede darse por la elución de los iones de calcio. Además, también podría ser posible que los aditivos patentados del líquido desempeñen un papel relevante en la biocompatibilidad superior de este material.

Para culminar, se debe discutir la relación éxito-fracaso de cada uno de los posibles tratamientos. Éxito y fracaso son términos usualmente empleados para la evaluación del resultado de la terapia endodóntica. Los autores Taylor et al. ⁽⁸²⁾, establecieron que no existe una definición clara de fracaso endodóntico y los endodoncistas no

concuerdan en lo que es fracaso. Friedman ⁽⁸³⁾, describe los factores preoperatorios, como posibles influenciadores del fracaso, considerados como las variables biológicas, que pudieran tener influencia sobre el resultado del tratamiento de conductos, pueden mencionarse: (a) diagnóstico y selección de casos; (b) estado pulpar previo; (c) estatus periapical y presencia de periodontitis apical crónica previa; (d) localización del diente, edad, sexo y estado sistémico del paciente; (e) sintomatología; (f) tamaño de la lesión periapical; (g) condición periodontal del diente tratado. Es por tal razón, que algunos autores como Hoen et al. ⁽⁸⁴⁾ y Seltzer et al. ⁽⁸⁵⁾, sugieren que no debe considerarse el tratamiento de conductos como un procedimiento 100% exitoso ni garantizarse como tal; debido a las múltiples variables que pueden afectar los resultados, así como la combinación de situaciones y la particularidad de los casos. Seltzer ⁽⁸⁵⁾, señala que adicionalmente debe recordarse el porcentaje de fracasos que pueden ocurrir explicables sólo por medio de la discordancia cognitiva.

7. CONCLUSIONES

Luego de haber llevado a cabo esta revisión de literatura titulada: “Alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes”, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La indicación del tratamiento conservador versus el tratamiento radical está directamente relacionado al diagnóstico de la patología pulpar y/o periapical,

edad del paciente y destrucción del diente remanente, así como al nivel de formación radicular.

- En cuanto, a las diferentes alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes, se determinó que están pueden ser: apexificación, apicogénesis, y apicoformación.
- Cada uno de los procedimientos mencionados con anterioridad presenten indicaciones diferentes, se determinó que pueden ser:
 - Apexificación: se indica como una alternativa de tratamiento para dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar o lesión periapical.
 - Apicoformación: se recomienda cuando la pieza dentaria es vital, las posibilidades de cierre apical son mejores.
 - Apicogénesis: está indicada cuando la pulpa vital de un diente se expone y existen dos condiciones especiales: la pulpa no está irreversiblemente inflamada y el desarrollo apical y el cierre es incompleto.
- Los diferentes materiales necesarios para llevar a cabo cada uno de los posibles tratamientos a realizar en dientes permanentes jóvenes, se concluyen que son el hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) o el agregado de trióxido mineral (MTA) o Biodentine.
- Se ha incrementado la influencia positiva de los materiales biocerámicos en estas alternativas de tratamiento, esto se debe porque presentan propiedades biológicas favorables en comparación con otros selladores de uso común.

- La relación éxito-fracaso de cada uno de los posibles tratamientos a realizar, deriva de los factores preoperatorios, que estos pueden ser:
 - Diagnóstico y selección de casos
 - Estado pulpar previo
 - Estatus periapical y presencia de periodontitis apical crónica previa
 - Localización del diente, edad, sexo y estado sistémico del paciente
 - Sintomatología
 - Tamaño de la lesión periapical
 - Condición periodontal del diente tratado

8. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado esta revisión de literatura para optar por el título de Doctor en Odontología bajo el tema: Alternativas de tratamientos endodónticos en dientes permanentes jóvenes”, se puede recomendar lo siguiente:

- Teniendo en cuenta la revisión literaria para la elaboración de la investigación, se recomienda seguir realizando más investigaciones acerca del tema, ya que fue escasa la información en el idioma español.
- Para el área de endodoncia conjuntamente con el área de odontopediatría de la Universidad Iberoamericana y su Clínica Odontológica, se recomienda la formulación de un protocolo de manejo de pacientes con ápices inmaduros.
- Se recomienda, realizar una investigación de campo en donde se midan los últimos avances técnicos en la terapéutica endodóntica y los materiales dentales: la tasa de éxito de los tratamientos de conductos.
- Motivar a los padres a practicar con sus hijos una buena higiene bucal. Esto se debe, porque las caries dentales, es la entidad con mayor prevalencia que conllevan a la pérdida prematura de los dientes, causando alteraciones en el crecimiento de los maxilares, maloclusiones, alteraciones en la fonación.
- Se recomienda, un manejo odontológico rápido y apropiado, para no permitir que se desencadene una inflamación pulpar irreversible, que evoluciona a una necrosis y posteriormente a una periodontitis apical, con resorción radicular externa inflamatoria asociada.

9. PROSPECTIVA DEL ESTUDIO

Partiendo de esta revisión literatura y conclusiones expuestos en apartados anteriores, se sugieren algunas prospectivas de investigación para futuras investigaciones y/o revisiones de literatura:

- Desarrollar investigaciones sobre el tema, pero adentrándose más en la relación éxito-fracaso de estos tipos de tratamientos en una población específica.
- Se incentiva a conocer posibles nuevos manejos de estos tipos de paciente con base al tratamiento a realizar.
- Establecer protocolos basados en la evidencia según cada una de las alternativas de tratamientos para los dientes permanentes jóvenes.
- Llevar un análisis comparativo entre la limpieza de los conductos radiculares utilizando varias técnicas de instrumentación.
- Por último, se incita a identificar la resistencia antimicrobiana de la bacteria *Enterococcus faecalis*.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De Moraes Pini D, Cristina P, Ritter Fröhlich G, Rigo L. Oral health evaluation in special needs individuals Avaliação da saúde bucal em pessoas com necessidades especiais. 2016;14(4):501-8.

2. Herrera XJN, Gómez MJR, Rodríguez CC. PREVALENCIA DE TRATAMIENTOS DE PULPOTOMÍA Y PULPECTOMÍA EN LAS CLÍNICAS INTEGRALES DEL NIÑO EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ENTRE 2007 A 2011. Ustasalud [Internet]. 1 de enero de 2013 [citado 22 de septiembre de 2021];12(1):33-40. Disponible en: http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD_ODONTOLOGIA/article/view/1113
3. Jáuregui Lucero JM, Vásquez Palacios AC, Sacoto Figueroa FK. Índice de Higiene Oral en los Escolares de 12 años de la Parroquia Checa en el Cantón Cuenca, Provincia del Azuay - Ecuador, 2016. Odontoestomatología [Internet]. 12 de diciembre de 2019 [citado 18 de octubre de 2021];21(34):27-32. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392019000200027&lng=es&nrm=iso&tlng=es
4. Feigin K, Shope B. Regenerative Endodontics: <http://dx.doi.org/10.1177/0898756417722022> [Internet]. 16 de agosto de 2017 [citado 22 de septiembre de 2021];34(3):161-78. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0898756417722022>
5. Neelamurthy PS, Kumar RA, Balakrishnan V, Venkatesan SM, Narayan GS, Karthikeyan I. Revascularization in Immature and Mature Teeth with Necrotic Pulp: A Clinical Study. J Contemp Dent Pract [Internet]. 1 de noviembre de 2018 [citado 4 de octubre de 2021];19(11):1394-400. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30602647/>

6. Najeeb S, Al-Quraini A, Almusallam H, Zafar M, Khurshid Z. Effect of laser treatment on outcomes of tooth replantation - A systematic review. *J Taibah Univ Med Sci* [Internet]. 1 de junio de 2020 [citado 4 de octubre de 2021];15(3):169-76. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32647510/>
7. Flake N, Gibbs J, Diogenes A, Hargreaves K, Khan A. A standardized novel method to measure radiographic root changes after endodontic therapy in immature teeth. *J Endod* [Internet]. enero de 2014 [citado 4 de octubre de 2021];40(1):46-50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24331990/>
8. Ramachandran N, Singh S, Podar R, Kulkarni G, Shetty R, Chandrasekhar P. A comparison of two pulp revascularization techniques using platelet-rich plasma and whole blood clot. *J Conserv Dent* [Internet]. 1 de noviembre de 2020 [citado 4 de octubre de 2021];23(6):637-43. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34083923/>
9. Ayala-Galdámez TL, Roque W, Fuentes R. Tratamientos endodónticos regenerativos en dientes permanentes jóvenes con necrosis pulpar. Revisión bibliográfica. *Rev Científica Multidiscip la Univ El Salvador - Rev Minerva* [Internet]. 25 de marzo de 2021 [citado 21 de septiembre de 2021];4(1):63-74. Disponible en: <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/98>
10. Alvarez D, Rivera N, Pineda A. Efectividad del Agregado de Trióxido mineral (MTA) para pulpotomías en dentición primaria. Revisión sistemática. *Cienc*

- Odontol [Internet]. 2020 [citado 22 de septiembre de 2021];17(1):51-64. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343848201_Revision_sistematica
11. Bergenholtz G, Mjör IA, Cotton WR, Hanks CT, Kim S, Torneck CD, et al. The biology of dentin and pulp. Consensus report. J Dent Res [Internet]. 29 de abril de 1985 [citado 4 de octubre de 2021];64 Spec No(4):631-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3857267/>
 12. Sinanan AC, Hunt NP, Lewis M. Human adult craniofacial muscle-derived cells: neural-cell adhesion-molecule (NCAM; CD56)-expressing cells appear to contain multipotential stem cells. Biotechnol Appl Biochem [Internet]. 1 de agosto de 2004 [citado 4 de octubre de 2021];40(Pt 1):25. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15270704/>
 13. Vasquez de Leon A, Mora Perez C, Palenque Guillemi A, Sexto Delgado N, Cueto Hernandez M. Actualización sobre afecciones pulpares. MediSur [Internet]. 2018 [citado 4 de octubre de 2021];6(3):25-8. Disponible en: <http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/549/570>
 14. Chávez-Reátegui B, Manrique-Chávez J, Manrique-Guzmán J. Odontogeriatría y gerodontología: el envejecimiento y las características bucales del paciente adulto mayor: Revisión de literatura Geriatric dentistry and gerodontology: aging and oral characteristics of elderly patients. Review. Rev Estomatol Hered [Internet]. 2014;2424(33):199-207. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/4215/421539382010.pdf>

15. Loredó-Figueroa MT, Gallegos-Torres RM, Xequé-Morales AS, Palomé-Vega G, Juárez-Lira A. Nivel de dependencia, autocuidado y calidad de vida del adulto mayor. *Enfermería Univ* [Internet]. julio de 2016 [citado 26 de septiembre de 2020];13(3):159-65. Disponible en: www.elsevier.es/reu
16. Laplace B, Legrá S, Fernández J, Quiñones D, Piña L, Castellanos L. Enfermedades bucales en el adulto mayor. *Correo Científico Médico* [Internet]. 2013;17(4):477-88. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812013000400008
17. Haya Fernández MC, Blasco Garrido I, Cabo Pastor MB. La atención odontológica del paciente geriátrico con deterioro cognitivo. *Av Odontoestomatol*. 2015;31(3):117-27.
18. Marisa G, Patricia F. Tratamiento del diente permante joven. *Rev UNC*. 2017;3(2):1-9.
19. Fleite Ramos Y, Gonzalez Duardo K, Rico Perez M. Prevalencia de los defectos del desarrollo del esmalte en la dentición permanente. *Medicentro Electron* [Internet]. 2019 [citado 6 de octubre de 2021];23(3):177-91. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1029-30432019000300177&script=sci_arttext&lng=en
20. AAE. Concept of Endodontics [Internet]. American Association of Endodontics.

- 2021 [citado 4 de octubre de 2021]. p. 1. Disponible en: <https://www.aae.org/>
21. Vázquez C, García F, Reyes V, Jach M. Fracasos del tratamiento endodóntico en pacientes atendidos en el servicio de urgencias estomatológicas. Medimay [Internet]. 5 de enero de 2015 [citado 4 de octubre de 2021];20(2):219-30. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>
 22. Golberg F, Cantarini C. Visualizador: El retratamiento endodóntico: consideraciones clínicas. Rev Odontológica Online [Internet]. 2014 [citado 4 de octubre de 2021];102(2):76-82. Disponible en: [https://raoa.aoa.org.ar/revistas/pdfvisualizador?t=212&d=El_retratamiento_endodóntico:_consideraciones_clínicas&volumen=102&numero=2](https://raoa.aoa.org.ar/revistas/pdfvisualizador?t=212&d=El_retratamiento_endod%C3%B3ntico:_consideraciones_cl%C3%ADnicas&volumen=102&numero=2)
 23. Toledo L, Alfonso. M., Barreto E. Evolución del tratamiento endodóntico y factores asociados al fracaso de la terapia. Medicentro Electrónica [Internet]. 2016 [citado 4 de octubre de 2021];20(3):202-8. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432016000300006
 24. Pereira JC, Esteves Barata T de J, Costa LC, Ramos de Carvalho CU, Fagundes TC, Ribeiro de Mattos MC, et al. Recubrimiento pulpar directo e indirecto: mantenimiento de vitalidad pulpar. Acta odontol venez [Internet]. 2011 [citado 5 de octubre de 2021];49(1):118-21. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2011/1/art14.asp>
 25. YEPES DELGADO FL, CASTRILLON YEPES CA. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO, COMO PARADIGMA CLÍNICO, ES SUPERADO POR EL AGREGADO DE

- TRIOXIDO MINERAL (MTA). Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2013 [citado 5 de octubre de 2021];25(1):176-207. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2013000200011
26. Venkata TK, Sindhu R. Pulpotomy as an alternative to root canal treatment in mature permanent teeth with closed apex: A review. Biomedicine [Internet]. 11 de noviembre de 2020 [citado 5 de octubre de 2021];40(2):111-4. Disponible en: <https://www.biomedicineonline.org/index.php/home/article/view/50>
27. Hegde S, Sowmya B, Mathew S, Bhandi SH, Nagaraja S, Dinesh K. Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. J Conserv Dent [Internet]. 1 de marzo de 2017 [citado 5 de octubre de 2021];20(2):91-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28855754/>
28. Fagogeni I, Metlerska J, Lipski M, Falgowski T, Maciej G, Nowicka A. Materials used in regenerative endodontic procedures and their impact on tooth discoloration. J Oral Sci [Internet]. 1 de septiembre de 2019 [citado 21 de octubre de 2021];61(3):379-85. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31378754/>
29. Block RM, Lewis RD, Sheats JB, Burke SH. Antibody formation to dog pulp tissue altered by camphor paramonochlorophenol via the root canal. Oral Surg Oral Med Oral Pathol [Internet]. 1981 [citado 21 de octubre de 2021];51(6):637-42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6942363/>

30. Krämer N, Schmidt M, Lücker S, Domann E, Frankenberger R. Glass ionomer cement inhibits secondary caries in an in vitro biofilm model. Clin Oral Investig [Internet]. 1 de marzo de 2018 [citado 21 de octubre de 2021];22(2):1019-31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28741172/>
31. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, A K, et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. J Endod [Internet]. junio de 2013 [citado 21 de octubre de 2021];39(6):743-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23683272/>
32. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. Int Endod J [Internet]. septiembre de 2013 [citado 21 de octubre de 2021];46(9):808-14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23402321/>
33. Mente J, Geletneky B, Ohle M, Koch MJ, Friedrich Ding PG, Wolff D, et al. Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: an analysis of the clinical treatment outcome. J Endod [Internet]. mayo de 2010 [citado 21 de octubre de 2021];36(5):806-13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20416424/>
34. Islam I, Chng HK, Jin A. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. J Endod [Internet]. marzo de 2006 [citado 21 de octubre de 2021];32(3):193-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16500224/>
35. Leye Benoist F, Gaye Ndiaye. F., Kane. A. W., Benoist HM, Farge P. Evaluation of

- mineral trioxide aggregate (MTA) versus calcium hydroxide cement (Dycal®) in the formation of a dentine bridge: a randomised controlled trial. *Int Dent J* [Internet]. febrero de 2012 [citado 5 de octubre de 2021];62(1):33-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22251035/>
36. Giacaman RA, Muñoz-Sandoval C, Neuhaus KW, Fontana M, Chalas R. Evidence-based strategies for the minimally invasive treatment of carious lesions: Review of the literature. *Adv Clin Exp Med* [Internet]. 1 de julio de 2018 [citado 21 de octubre de 2021];27(7):1009-16. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29962116/>
37. Boddeda KR, Rani CR, Vanga NR, Chandrabhatla SK. Comparative evaluation of biodentine, 2% chlorhexidine with RMGIC and calcium hydroxide as indirect pulp capping materials in primary molars: An in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* [Internet]. 1 de enero de 2019 [citado 21 de octubre de 2021];37(1):60-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30804309/>
38. Santos P, Pedrotti D, Braga MM, Rocha RO, Lenzi TL. Materials used for indirect pulp treatment in primary teeth: a mixed treatment comparisons meta-analysis. *Braz Oral Res* [Internet]. 18 de diciembre de 2017 [citado 21 de octubre de 2021];31(1):e101. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29267662/>
39. Fagundes TC, Barata TJE, Prakki A, Bresciani E, Pereira JC. INDIRECT PULP TREATMENT IN A PERMANENT MOLAR: CASE REPORT OF 4-YEAR FOLLOW-UP. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2009 [citado 21 de octubre de

- 2021];17(1):74. Disponible en: [/pmc/articles/PMC4327618/](#)
40. Paula AB, Laranjo M, Marto CM, Paulo S, Abrantes AM, Casalta-Lopes J, et al. Direct Pulp Capping: What is the Most Effective Therapy?-Systematic Review and Meta-Analysis. J Evid Based Dent Pract [Internet]. 1 de diciembre de 2018 [citado 21 de octubre de 2021];18(4):298-314. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30514444/>
41. M C. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. J Endod [Internet]. 1978 [citado 5 de octubre de 2021];4(8):232-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/283188/>
42. Iparrea RM, Brito TP, Bonilla RE, Peral GA, Vasquez de Lara SL. Técnica de Cvek. Oral Rev [Internet]. 2017;8(25):388-91. Disponible en: [http://www.cmd.buap.mx/oral/24 Ano 08 :: Numero 25/03 Tecnica de Cvek.pdf](http://www.cmd.buap.mx/oral/24%20Ano%2008%20::%20Numero%2025/03%20Tecnica%20de%20Cvek.pdf)
43. Ospina AC, Builes WAJ. Apexogénesis de un molar inferior permanente joven con MTA. Rev Nac Odontol [Internet]. 30 de junio de 2013 [citado 5 de octubre de 2021];9(16):93-7. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/od/article/view/15>
44. Ruiz A. Selle apical con MTA en un diente con apexogénesis incompleta: reporte de caso. Rev CES Odontol [Internet]. 2012 [citado 5 de octubre de 2021];25(1):54-61. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3977890&info=resumen&idioma>

=ENG

45. Dean JA, Jones JE, Vinson LAW. McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent. 10.^a ed. Vol. 1. Michigan: Elsevier Health Sciences; 2015. 1-720 p.
46. Andersen M, Lund A, Andreasen JO, Andreasen FM. In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. Endod Dent Traumatol [Internet]. 1992 [citado 21 de octubre de 2021];8(3):104-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1289067/>
47. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endod [Internet]. 1999 [citado 21 de octubre de 2021];25(3):197-205. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10321187/>
48. Shabahang S. Treatment options: apexogenesis and apexification. J Endod [Internet]. marzo de 2013 [citado 21 de octubre de 2021];39(3 Suppl):26-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23439042/>
49. Nicoloso GF, Goldenfum GM, Pizzol T da SD, Scarparo RK, Montagner F, de Almeida Rodrigues J, et al. Pulp Revascularization or Apexification for the Treatment of Immature Necrotic Permanent Teeth: Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Pediatr Dent. 1 de enero de 2019;43(5):305-13.
50. Songtrakul K, Azarpajouh T, Malek M, Sigurdsson A, Kahler B, Lin LM. Modified Apexification Procedure for Immature Permanent Teeth with a Necrotic Pulp/Apical Periodontitis: A Case Series. J Endod. 1 de enero de

2020;46(1):116-23.

51. Guerrero F, Mendoza A, Ribas D, Aspiazu K. Apexification: A systematic review. J Conserv Dent [Internet]. 2018 [citado 4 de octubre de 2021];21(5):465. Disponible en: /pmc/articles/PMC6161512/
52. Baybora Kayahan M, Hossein Nekoofar M, McCann A, Sunay H, Figen Kaptan R, Meraji N, et al. Effect of Acid Etching Procedures on the Compressive Strength of 4 Calcium Silicate-based Endodontic Cements. JOE [Internet]. 2013 [citado 22 de octubre de 2021];39(12):1646-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.008>
53. Mendiburu C, Peñaloza R, Chuc I, Medina S. Enfermedades pulpares y periapicales en estructuras dentales permanentes en pacientes con edades de seis-catorce años. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2017 [citado 5 de octubre de 2021];54(3):1-10. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>
54. Castillo V, Gonzalez T, Guaycha D, Encalada G. Mineral de trióxido agregado (MTA) como material de obturación usado en pulpotomías de dientes temporales. Conoc para el Desarro. 29 de junio de 2019;10(1):151-62.
55. Santaella J, Palencia L, Weffer R. MATERIALES MÁS UTILIZADOS EN TRATAMIENTOS ENDODONTICOS DE DIENTES PRIMARIOS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. MOST USED MATERIALS IN ENDODONTIC TREATMENTS OF PRIMARY TEETH. BIBLIOGRAPHIC REVIEW. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. RODYB [Internet]. 2021 [citado 18 de octubre de 2021];10(2):31-9. Disponible en:

<http://www.rodyb.com/endodonticos-primarios>

56. Rajsheker S, Mallineni SK, Nuvvula S. Obturating Materials Used for Pulpectomy in Primary Teeth-A Mini Review. J Dent Craniofac Res [Internet]. 2018 [citado 18 de octubre de 2021];3(1):9. Disponible en: www.imedpub.com
57. Heredia-Veloz D, Abad-Coronel D, Villavicencio-Caparó E. Eficacia antibacteriana de tres selladores endodónticos frente al Enterococcus faecalis. Rev Estomatológica Hered [Internet]. 25 de octubre de 2017 [citado 18 de octubre de 2021];27(3):132-40. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552017000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=en
58. Schäfer E, Zandbiglari T, Schäfer J. Influence of resin-based adhesive root canal fillings on the resistance to fracture of endodontically treated roots: an in vitro preliminary study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod [Internet]. febrero de 2007 [citado 18 de octubre de 2021];103(2):274-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17234547/>
59. Stephen Buchanan L. Continuous Wave Warm Gutta-Percha Obturation: Using Bio-Ceramic Sealers. Dent Today [Internet]. octubre de 2018 [citado 27 de junio de 2020];1-3. Disponible en: <https://www.dentistrytoday.com/endodontics/10481-continuous-wave-warm-gutta-percha-obturation-using-bio-ceramic-sealers>
60. Bouvard V, Baan R, Straif K, Grosse Y, Secretan B, El Ghissassi F, et al. Special

- Report: Policy A review of human carcinogens-Part B: biological agents [Internet]. New York; 2009 abr [citado 19 de junio de 2021]. Disponible en: www.thelancet.com/oncology
61. Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. The use of bioceramics in endodontics - literature review. Clujul Med [Internet]. 2016 [citado 18 de octubre de 2021];89(4):470-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27857514/>
 62. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics - a review. J Istanbul Univ Fac Dent [Internet]. 17 de noviembre de 2017 [citado 18 de octubre de 2021];51(Suppl 1):51-3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29354316/>
 63. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. J Endod. 1 de enero de 2019;45(1):51-6.
 64. Zafar K, Jamal S, Ghafoor R. Bio-active cements-mineral trioxide aggregate based calcium silicate materials: A narrative review. J Pak Med Assoc. 2020;70(3):497-504.
 65. Hernandez R, Fernandez C, Baptista M. Metodología de la investigación [Internet]. VI. CDMX: McGraw Hill; 2014 [citado 12 de julio de 2021]. 1-634 p. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

66. Linares-Espinós E, Hernández V, Domínguez-Escrig JL, Fernández-Pello S, Hevia V, Mayor J, et al. Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*. 1 de octubre de 2018;42(8):499-506.
67. Herrera Riveros LK. EL MÉTODO CIENTÍFICO EN LA ECONOMÍA, CRITICAS A LA CIENTIFICIDAD ECONÓMICA. *Academia*. 2015;1(3):1-13.
68. Fernández-Sánchez H, King K, Enríquez-Hernández CB. Revisiones Sistemáticas Exploratorias como metodología para la síntesis del conocimiento científico. *Enfermería Univ* [Internet]. 14 de febrero de 2020 [citado 4 de octubre de 2021];17(1):87-94. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-70632020000100087&lng=es&nrm=iso&tlng=es
69. Cardoso M, De La Vega M, Meza C, González MJ, Galiana A. Apicoformación en una pieza dentaria permanente joven con rehabilitación. *Rev Tamé*. 2018;7(19):738-41.
70. López C, Mendoza A, Solano B, Yáñez Vico R. Revascularization in immature permanent teeth with necrotic pulp and apical pathology: Case series. *Case Rep Dent*. 2017;59(3):401-12.
71. Aboy Pazos S, Martín Biedema B, Varela Patiño P, Fernández Alonso P, Castelo Baz P. Regeneración pulpar en diente permanente con ápice inmaduro | *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España* | RCOE. RCOE [Internet]. 2016 [citado 22 de noviembre de

- 2021];21(4):201-7. Disponible en:
<https://rcoe.es/articulo/26/regeneracion-pulpar-en-diente-permanente-con-apice-inmaduro>
72. Santiago Medina NM. Tratamiento endodóntico y rehabilitación en un diente permanente joven no vital. [Lima]: Universidad Nacional de San Marcos ; 2015.
73. Fernández Monjes EJ. Tratamiento regenerativo de lesión interproximal consecuente a fractura del tercio medio en diente permanente joven. Rev Ateneo Argent Odontol [Internet]. 2021 [citado 3 de diciembre de 2021];64(1):13-7. Disponible en: <http://fi-admin.bvsalud.org/document/view/9mrnp>
74. Torabinejad M, Abu-Tahun I. Management of teeth with necrotic pulps and open apices. Endod Top [Internet]. 1 de septiembre de 2012 [citado 22 de noviembre de 2021];23(1):105-30. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1601-1546.2012.00288.x>
75. Bravo Zhunio A, Díaz Sánchez D, Yupanqui Barrios K, Mendiola Aquino C. Apicogénesis en canino permanente joven con resorción intracoronal pre eruptiva: reporte de caso. Rev Estomatológica Hered [Internet]. 16 de abril de 2019 [citado 3 de diciembre de 2021];29(1):80-8. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552019000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
76. Pradhan D, Chawla H, Gauba K, Goyal A. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and

- calcium hydroxide - PubMed. J Dent Clin [Internet]. 2006 [citado 22 de noviembre de 2021];73(2):79-85. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16948368/>
77. Annamalai S, Mungara J. Efficacy of mineral trioxide aggregate as an apical plug in non-vital young permanent teeth: preliminary results. J Clin Pediatr Dent [Internet]. 1 de diciembre de 2010 [citado 22 de noviembre de 2021];35(2):149-55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21417116/>
78. Al-Kahtani A. Avulsed Immature Permanent Central Incisors Obturated With Mineral Trioxide Aggregate: A Case Report. J Int Oral Heal JIOH [Internet]. junio de 2016 [citado 4 de octubre de 2021];5(3):96. Disponible en: </pmc/articles/PMC3769868/>
79. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. J Endod [Internet]. 1 de enero de 2019 [citado 22 de noviembre de 2021];45(1):51-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30558798/>
80. Zhekov KI, Stefanova VP. Retreatability of Bioceramic Endodontic Sealers: a Review. Folia Med (Plovdiv) [Internet]. 30 de junio de 2020 [citado 22 de noviembre de 2021];62(2):258-64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32666747/>
81. López-García S, Myong-Hyun B, Lozano A, García-Bernal D, Forner L, Llena C, et al. Cytocompatibility, bioactivity potential, and ion release of three premixed calcium silicate-based sealers. Clin Oral Investig 2019 245 [Internet]. 9 de agosto

- de 2019 [citado 22 de noviembre de 2021];24(5):1749-59. Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-019-03036-2>
82. Taylor GD, Vernazza CR, Abdulmohsen B. Success of endodontic management of compromised first permanent molars in children: A systematic review. *Int J Paediatr Dent* [Internet]. 1 de mayo de 2020 [citado 10 de diciembre de 2021];30(3):370-80. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31778237/>
83. Friedman S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endod Top* [Internet]. 1 de marzo de 2012 [citado 10 de diciembre de 2021];1(1):54-78. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1034/j.1601-1546.2002.10105.x>
84. Hoen MM, Pink FE. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. *J Endod* [Internet]. 2002 [citado 10 de diciembre de 2021];28(12):834-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12489654/>
85. Seltzer B, Bender IB. Cognitive dissonance in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* [Internet]. octubre de 1965 [citado 10 de diciembre de 2021];20(4):505-16. Disponible en:
<http://www.evidencebasedendo.com/index.cfm?fuseaction=pub.article&aid=193>