



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja
Facultad de la Salud Humana

Carrera de Odontología

**Comparación del hidróxido de calcio y el silicato tricálcico con
respecto a su efectividad en la protección dentino pulpar directa.**

Revisión bibliográfica

**Trabajo de Integración Curricular previo a
la obtención del título de Odontóloga**

AUTORA:

Paola Jazmín Martínez Jiménez

DIRECTORA

Odontóloga Jhoanna Riofrío Herrera. Esp

Loja - Ecuador

2022



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Facultad
de la Salud
Humana

Loja, 17 de octubre del 2022

Od. Jhoanna A. Riofrío H. Esp

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Comparación del hidróxido de calcio y el silicato tricálcico con respecto a su efectividad en la protección dentino pulpar directa. Revisión bibliográfica**, de la autoría de la estudiante Paola Jazmín Martínez Jiménez con cédula de identidad Nro. **1106035544**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Escaneado digitalmente por:
JHOANNA ALEXANDRA
RIOFRIO HERRERA

Od. Jhoanna A. Riofrío H. Esp

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Paola Jazmín Martínez Jiménez**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 1106035544

Fecha: 01 de diciembre del 2022

Correo: paola.j.martinez@unl.edu.ec

Teléfono: 0981094299

Carta de Autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Paola Jazmín Martínez Jiménez**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Comparación del hidróxido de calcio y el silicato tricálcico con respecto a su efectividad en la protección dentino pulpar directa. Revisión bibliográfica**, como requisito para obtener el **título de Odontóloga** autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo a través el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice su tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a un día del mes de noviembre del dos mil veintidós.

Firma:

Autora: Paola Jazmín Martínez Jiménez

Cédula: 1106035544

Dirección: Cariamanga, Loja (Bernardo Valdivieso y Gonzalo Paz)

Correo electrónico: paola.j.martinez@unl.edu.ec

Teléfono: 0981094299

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Integración Curricular

Odt. Jhoanna Riofrío Herrera. Esp

Dedicatoria

El presente trabajo lo dedico a mis queridos padres, Francisco y Nohemí, quienes han sido mis pilares principales de apoyo en todo este proceso de aprendizaje. También a mi preciada Olga Jara, quien ha estado presente como mi segunda madre con sus consejos y ayuda incondicional. Y a mí amado abuelo Vicente, quien ya no está presente, pero hasta donde pudo acompañarme estuvo siempre impulsándome a dar lo mejor de mí y no rendirme.

Paola Jazmín Martínez Jiménez

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios quien ha sido mi fortaleza, guía y compañía fiel durante todos estos años de estudio permitiéndome llegar a culminar esta etapa de formación profesional. De igual manera, agradezco a mi querida institución por abrirme las puertas de sus aulas y darme el espacio donde adquirí mis conocimientos y fortalecí mis valores y principios. A mis docentes por sus grandes enseñanzas, con una entrega total en miras de lograr los mejores resultados y concientizarnos sobre nuestro rol de profesionales de la salud en la sociedad. De manera especial a mi directora de tesis, la Od. Esp. Johanna Riofrío Herrera, quien me orientó con profesionalismo y sabiduría, dedicándome tiempo para poder llegar a la culminación del presente trabajo.

A mis compañeros, quienes con su amistad convirtieron el aula en un espacio de aprendizaje ameno, con anécdotas y momentos que llevaremos como bellos recuerdos de nuestro paso por la universidad.

Paola Jazmín Martínez Jiménez

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	x
1. Título.....	1
2. Resumen.....	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco teórico.....	7
4.1 Protección pulpar.....	7
4.1.1 Definición.....	7
4.1.2 Protección pulpar directa.....	7
4.1.3 Protección pulpar indirecta.....	7
4.2 Histología pulpar.....	8
4.2.1 Complejo dentino-pulpar.....	8
4.2.2 Dentina.....	8
4.2.3 Estructura y composición.....	8
4.2.4 Túbulos dentinarios.....	8
4.2.5 Dentina peritubular.....	9
4.2.6 Dentina intertubular.....	9
4.2.7 Clasificación histogénica de la dentina.....	10
4.2.8 Dentina primaria.....	10
4.2.9 Dentina secundaria.....	10
4.2.10 Dentina terciaria.....	11
4.2.11 Histofisiología.....	11

4.2.12 Actividad mecánica.....	11
4.2.13 Actividad defensiva.....	11
4.2.14 Actividad sensitiva.....	12
4.2.15 Pulpa.....	12
4.2.16 Composición.....	12
4.2.17 Componente celular de la pulpa que participa en la dentinogénesis.....	13
4.3 Causas del daño pulpar.....	15
4.3.1 Irritantes físicos.....	15
4.3.1.1 Calor friccional.....	15
4.3.1.2 Desecación de la dentina.....	16
4.3.1.3 Contracción de polimerización del material restaurador.....	16
4.3.1.4 Presión emitida al tejido dentinario.....	17
4.3.2 Lesiones traumáticas.....	17
4.3.2.1 Traumatismo dental.....	17
4.3.2.2 Iatrogenia y preparaciones cavitarias.....	19
4.3.3 Irritantes químicos.....	20
4.3.4 Irritantes bacterianos.....	21
4.3.4.1 Caries dental.....	21
4.3.4.2 Clasificación de las lesiones cariosas.....	22
4.3.4.3 Características microscópicas del esmalte y la dentina ante el inicio y progreso de la lesión cariosa.....	23
4.3.4.4 Lesión de caries en esmalte.....	23
4.3.4.5 Lesión de caries en dentina.....	24
4.4 Diferencias entre la dentina afectada e infectada.....	25
4.5 Reacción pulpar frente a los agentes agresivos.....	26
4.6 Exposición pulpar.....	26
4.7 Importancia de la formación del puente dentinario.....	27
4.8 Protección pulpar directa.....	27
4.8.1 Características de una exposición pulpar apta para recibir tratamiento de recubrimiento pulpar directo.....	27
4.8.2 Factores que influyen sobre el éxito de un recubrimiento pulpar directo.....	28
4.8.3 Indicaciones y contraindicaciones del recubrimiento pulpar directo.....	29
4.9 Materiales de protección pulpar directa.....	29
4.9.1 Hidróxido de Calcio.....	30

4.9.2 Composición química.....	30
4.9.3 Propiedades.....	30
4.9.4 Ventajas y desventajas del recubrimiento pulpar directo con Hidróxido de Calcio.....	31
4.9.5 Cambios biológicos y micro estructurales del complejo dentino-pulpar frente al recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio.....	32
4.9.6 Protocolo de aplicación.....	33
4.9.7 Biodentine.....	34
4.9.8 Composición química.....	34
4.9.9 Propiedades.....	34
4.9.10 Ventajas y desventajas en la protección pulpar directa con biodentine.....	35
4.9.11 Cambios biológicos y micro estructurales del complejo dentino-pulpar frente al recubrimiento pulpar directo con biodentine.....	36
4.9.12 Protocolo de aplicación.....	37
5. Metodología.....	38
6. Resultados	40
7. Discusión.....	43
8. Conclusiones.....	45
9. Recomendaciones.....	46
10. Bibliografía.....	47
11. Anexos.....	52

Índice de Tablas:

Tabla 1. Composición química de la dentina.....	9
Tabla 2. Composición de la pulpa dental.....	13
Tabla 3. Funciones de la pulpa dental.....	14
Tabla 4. Lesiones traumáticas de los tejidos duros dentales y de la pulpa.....	18
Tabla 5. Clasificación ICDAS para las lesiones cariosas.....	22
Tabla 6. Efectividad en la formación del puente dentinario con hidróxido de calcio.....	40
Tabla 7. Efectividad en la formación del puente dentinario con Biodentine.....	41

Índice de figuras:

Figura1. Comparación entre el hidróxido de calcio y biodentine en la efectividad de formación del puente dentinario.....	42
---	----

Índice de Anexos:

Anexo 1. Artículos seleccionados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario con hidróxido de calcio.....	55
Anexo 2. Artículos seleccionados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario con biodentine.....	57
Anexo 3. Matriz de parámetros considerados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario con hidróxido de calcio.....	56
Anexo 4. Matriz de parámetros considerados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario con biodentine.....	57
Anexo 5. Pertinencia del pre proyecto de Trabajo de Integración Curricular.....	58
Anexo 6. Solicitud de emisión del director de Trabajo de Integración Curricular.....	59
Anexo 7. Designación del director de Trabajo de Integración Curricular.....	60
Anexo 8. Certificado de pertinencia del Trabajo de Integración Curricular.....	61
Anexo 9. Certificado de traducción del resumen.....	62

1. Título

Comparación del hidróxido de calcio y el silicato tricálcico con respecto a su efectividad en la protección dentino pulpar directa. Revisión bibliográfica

2. Resumen

El recubrimiento pulpar directo consiste en una medida terapéutica donde se utilizan biomateriales que ayudan a preservar y proteger los tejidos pulpares expuestos. Este tratamiento cubre al tejido pulpar para aislarlo y protegerlo de noxas externas que puedan limitar su conservación y función. Mediante un proceso regenerativo, la pulpa puede formar dentina reparativa para ayudar a sellar la brecha creada con la exposición, por lo cual, los materiales de protección deben tener dentro de sus propiedades la capacidad de formación del puente de dentina. Es por ello, que el objetivo del presente estudio fue comparar la efectividad del hidróxido de calcio químicamente puro y biodentine en la protección pulpar directa en cuanto a la formación del puente dentinario y su estabilidad subyacente a las restauraciones. La presente investigación es una revisión bibliográfica, de tipo documental, descriptivo, transversal y analítico, donde las bases de datos y buscadores utilizados para la recopilación de información fueron Google Scholar, Scielo, MedlinPubmed y Crochane donde se seleccionaron artículos con un tiempo de publicación comprendida entre el año 2017-2022. Para la elaboración de los resultados, se trabajó con una muestra de 16 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión. Como resultado de la investigación se determinó biodentine presentó valores más altos en comparación con el hidróxido de calcio en cuanto a su efectividad en la formación del puente dentinario. De igual manera presentó valores superiores en la estabilidad sub restauración.

Palabras clave: Recubrimiento de la Pulpa Dental, Recubrimiento Pulpar, Hidróxido de Calcio y Materiales de Recubrimiento Pulpar.

2.1 Abstract

Direct pulp capping is a therapeutic measure where biomaterials are used to help preserve and protect exposed pulp tissues. This treatment covers the pulp tissue to isolate and protect it from external noxae that may limit its preservation and function. Through a regenerative process, the pulp can form reparative dentin to help seal the gap created by the exposure, therefore, the protective materials must have within their properties the ability to form the dentin bridge. Therefore, the objective of the present study was to compare the effectiveness of chemically pure calcium hydroxide and biodentine in direct pulp protection in terms of dentin bridging and its stability underlying the restorations. The present research is a bibliographic review, of a documentary, descriptive, transversal and analytical type, where the databases and search engines used for the collection of information were Google Scholar, Scielo, MedlinPubmed and Crochane where articles with a publication time between 2017-2022 were selected. For the elaboration of the results, we worked with a sample of sixteen that met the inclusion criteria. As a result of the research, it was determined that biodentine presented higher values in comparison with calcium hydroxide in terms of its effectiveness in the formation of the dentin bridge. It also presented higher values in sub restoration stability.

Key words: Dental Pulp Coating, Pulp Coating, Calcium Hydroxide and Pulp Coating Materials.

3. Introducción

El tratamiento de recubrimiento pulpar directo se fundamenta en la aplicación de un biomaterial sobre el tejido pulpar expuesto para así aislar al mismo de la irritación química y bacteriana. Adicionalmente, se protege a la pulpa de lesiones que pudiesen desarrollarse durante la preparación de cavidades, al igual que, se evitará el contacto directo con los materiales de restauración debido a que estos contienen partículas con cierto grado de toxicidad pudiendo producir una inflamación pulpar. Gracias a las propiedades de los materiales de recubrimiento, con este tratamiento se tiene como objetivo promover la reparación de la exposición mediante la estimulación de los odontoblastos para la formación de una barrera mineralizada de tejido dentinario. (Sepúlveda, 2018) y (Mooney, 2006)

La importancia de realizar este tipo de tratamientos se focaliza en aplicar maniobras con mínima invasión dentaria, evitando en lo posible llegar a desarrollar procedimientos más complejos como los tratamientos endodónticos. Al mantener la vitalidad de la pulpa dental esta puede cumplir con sus diferentes funciones como lo es la nutrición, inervación, defensa, función sensitiva y función inductora. Para evaluar el éxito de un recubrimiento pulpar directo no debe haber desarrollo de inflamación post tratamiento, presencia de dolor, lesión periapical y desarrollo de caries. Debe mantenerse la restauración estable para así evitar micro filtraciones y desarrollarse la formación de tejido mineralizado asegurando la protección de la pulpa dental.

La formación y calidad del puente dentinario es un buen indicativo de éxito porque es un medio de aislamiento y protección del tejido pulpar contra los agentes bacterianos y fluidos contaminantes del medio bucal. Cuando hay fracaso en el proceso de formación de este puente y la restauración realizada no se mantiene estable, lo más probable es que se dé un proceso de contaminación interna, donde se produzca un proceso inflamatorio irreversible e incluso necrosis pulpar. (Palacios, 2020)

En los últimos años hay diversos reportes sobre la evaluación de éxito y fracaso de la terapia pulpar vital, donde el recubrimiento pulpar directo tiene porcentajes de éxito del 94.5%, con un porcentaje de fracaso de solo un 5.5%, indicando que la terapia pulpar vital es un procedimiento que registra una buena tasa de éxito. Sin embargo, es adecuado mencionar que la efectividad del recubrimiento tiene sus resultados efectivos si se realiza un correcto diagnóstico pulpar, de acuerdo al tiempo de exposición, la presencia o ausencia de caries dental, los materiales utilizados, la técnica de aplicación, el material restaurador y la edad, que también

es considerado un fuerte factor en la tasa éxito. (Stephan, 2020; Cem Peskersoy, 2020; Sena et al., 2020)

El hidróxido de calcio (CaOH) ha sido uno de los materiales más utilizados como materia prima en los tratamientos odontológicos y desde hace muchos años se lo considera el material estándar para realizar el recubrimiento pulpar directo e indirecto, debido a su gran potencial biológico y curativo. Sin embargo, constantemente ha estado en pruebas y evaluaciones a causa de sus propiedades físicas deficientes y la producción de una calidad de tejido dentinal mineralizado deficiente. Debido a lo previamente mencionado, en el campo odontológico siempre se busca innovar y mejorar las propiedades de los materiales de protección pulpar directa, por lo cual se está constantemente creando y presentando productos nuevos con un principio de acción semejante al del Hidróxido de calcio, pero con elementos y componentes adicionales que les permitan contrarrestar las deficiencias de este.

Dentro de los materiales nuevos está Biodentine que es un nuevo material de recubrimiento pulpar elaborado a base de silicato tricálcico, el cual fue expuesto al mercado dental en el año 2011 y es considerado como un sustituto bioactivo de la dentina, debido a que este tiene propiedades constitutivas y mecánicas similares a la misma. Según algunos estudios, este material ha sido reforzado y elaborado de manera cuidadosa para tener propiedades mecánicas, físicas y biológicas superiores a las de otros materiales. Sin embargo, también se cree que faltan estudios donde se analice y evalúe su efectividad como protector pulpar directo, adicionalmente se considera un producto que requiere de un proceso de preparación minucioso que debe realizarse de manera cuidadosa. Se considera importante que su manipulación sea desarrollada por un profesional que conozca el producto y tenga cierto grado de experticia en su manipulación, volviéndose esto un factor que puede afectar el desempeño adecuado de este material. (Peñaloza & Laquise, 2020).

En función de lo antes mencionado esta investigación de carácter bibliográfico, tuvo como finalidad recopilar información que permitió analizar y establecer que material de protección pulpar directa entre el hidróxido de Calcio químicamente puro y Biodentine tiene un mayor grado de efectividad en la formación del puente dentinario y su estabilidad subyacente a las restauraciones.

Haciendo hincapié en que actualmente se busca implementar los principios de una odontología conservadora, la cual tiene como base fundamental la prevención y aplicación de

tratamientos mínimamente invasivos, se considera importante solventar las dudas presentes con respecto a esta situación clínica que es muy común se produzca durante la atención odontológica, con lo cual se brindarán aquellos criterios necesarios que permitan elegir el mejor material de recubrimiento pulpar y así poder proveer una solución más efectiva a la situación clínica, rescatando la vitalidad pulpar y conservado las piezas dentarias en boca para que estas puedan cumplir con su funcionalidad.

Esta investigación de tipo documental, brinda un aporte dentro del campo profesional y académico, que podría ser tomado como un referente para investigaciones a futuro allegadas al tema aportando y actualizando la información de la presente.

4. Marco Teórico

4.1 Protección pulpar

4.1.1 Definición

La terapia de protección pulpar es considerada como una opción viable al tratamiento de bio pulpectomía, teniendo como objetivo principal tratar aquellos dientes que tienen la pulpa dental afectada por una lesión de exposición pequeña y que presentan una inflamación de tipo reversible. Dentro de estos tratamientos se pueden incluir procedimientos como el recubrimiento pulpar indirecto o directo y la pulpotomía parcial o total. (Wells et al., 2019)

La protección pulpar incluye aquellos procesos clínicos donde se aplican sustancias específicas sobre el tejido dentinario remanente o directamente sobre el tejido pulpar a fin de conservar las funciones de los mismos.

4.1.2 Protección pulpar directa

Este tratamiento se lo realiza cuando el tejido pulpar por determinada situación, ya sea un trauma, eliminación de caries y otros, queda en comunicación con el medio oral. Como medida de aislamiento y protección se cubre directamente la pulpa con un material biocompatible que actúe como un regenerador y formador de una barrera separadora a base de tejido mineral permitiendo así se conserven las actividades biológicas de la pulpa dental. (Hoseinifar et al., 2020)

4.1.3 Protección pulpar indirecta

Este procedimiento de protección pulpar se caracteriza porque en él solo se elimina el tejido cariado infectado, dejando cierta cantidad de tejido remanente o tejido afectado para sobre este colocar un biomaterial que ayudará a que se forme dentina terciaria o reparativa. (Dean, 2018). Es así que, aquellas piezas que no han tenido exposición del tejido pulpar y que se encuentran sin sintomatología serían los candidatos para este tipo de tratamiento.

4.2 Histología pulpar

4.2.1 Complejo dentino-pulpar

El componente dentino-pulpar tiene diversas funciones que son complejas y dinámicas que se desarrollan en conjunto a causa de sus características histológicas, acompañando al diente durante toda su vida funcional, cumpliendo con sus procesos de maduración, función y envejecimiento.

Se considera que la dentina y la pulpa conforman una unidad estructural, debido a que, las prolongaciones odontoblásticas que se originan desde la pulpa se circunscriben en los túbulos dentinarios. La pulpa tiene la función de nutrir a la dentina y la dentina de proteger al tejido pulpar de los agentes externos. Adicionalmente, a lo antes mencionado, la pulpa y dentina son tejidos de íntima relación debido a que ambos tienen el mismo origen embrionario, derivándose del ectomesénquima que forma la papila del germen dentario. (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

4.2.2 Dentina

De acuerdo a Castro (2021), la dentina es el tejido que se encuentra cubierto por el esmalte dental, y es conocida por ser la capa interna del diente que está en relación directa con la pulpa dental. Este tejido constituye el mayor volumen del diente y es el encargado de darle el color característico a la pieza dentaria.

En la parte radicular se encuentra cubierta por cemento, en la parte coronal por el esmalte y en su parte interna adopta la forma de la cámara pulpar y los conductos radiculares contorneando a la pulpa y siguiendo su recorrido.

4.2.3 Estructura y composición

4.2.4 Túbulos dentinarios

De acuerdo a Sahli (2006), los túbulos dentinarios son estructuras cilíndricas y huecas que atraviesan en su totalidad a la dentina. Su extensión va desde la pulpa dental hasta el límite

amelo cementario o cemento dentinario. Estos albergan a las prolongaciones citoplasmáticas de la pulpa y generalmente se caracterizan por poseer una longitud promedio estimada de entre 1,5 y 2 mm. Se caracterizan por tener un trayecto en forma de “S” itálica de gran convexidad en la parte coronal, a nivel radicular esta es menos marcada y a nivel del ápice los túbulos tienen una dirección prácticamente recta.

4.2.5 Dentina peritubular

Es un tipo de dentina altamente mineralizada que carece casi en su totalidad de material colágeno, pero su matriz orgánica está constituida por sustancias no colágenas como glucoproteínas, proteoglicanos y lípidos. Además, sus cristales de hidroxiapatita están constituidos por abundante magnesio, carbonato y fosfato de calcio amorfo. (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

4.2.6 Dentina intertubular

Este tipo de dentina es menos mineralizada y está constituida por una trama tridimensional de fibras colágenas sobre las que se depositan los cristales de hidroxiapatita (Sahli, 2006). La dureza de esta dentina varía dependiendo de si se aleja o se acerca del límite amelodentinario. Entre más cerca se encuentra a la pulpa dental hay una mayor disminución en la dureza de la misma.

Tabla 1

Composición química de la dentina

Composición química de la dentina		
Materia inorgánica	70 %	Cristales de Hidroxiapatita, fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos (flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio, calcio, etc.)
Materia orgánica	18 %	Fibras colágenas, principalmente de colágeno tipo I. Hay proteínas (osteonectina, osteopontina y proteína Gla de la dentina). Además hay proteoglicanos, proteínas del suero (albúmina, fosfolípidos y factores de crecimiento).
Agua	12 %	Existen variaciones de composición entre las diferentes zonas entre corona y raíz.

Fuente: Recuperado de Gómez de Ferraris & Campos Muñoz. Histología y embriología bucodental (2009).

4.2.7 Clasificación histogénica de la dentina

4.2.8 Dentina primaria

Esta es la primera parte de la dentina en crearse y compone el mayor volumen de dentina del diente. Esta dentina se forma desde los primeros estadios de desarrollo embriológico hasta que el diente entra en contacto con la pieza antagonista. Estructuralmente se compone de dos partes, la dentina de manto que es más superficial y la dentina circumpulpar, que es aquella que está en estrecha relación con la cámara pulpar. (Sahli, 2006)

4.2.9 Dentina secundaria

Esta dentina se empieza a producir cuando ya se ha completado la formación radicular de la pieza dental. Se menciona que se desarrolla de manera tardía en relación a la dentina primaria y su producción se mantiene en función durante toda la vida del diente. La dentina secundaria se caracteriza por poseer túbulos dentinarios rectos y paralelos. Se indica que su formación inicia con la oclusión y también es evidente en dientes incluidos. Cabe señalar que a medida que se produce progresivamente esta dentina también va disminuyendo el espacio de la cámara pulpar. (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

Lo antes mencionado es importante de tomar en cuenta para que, al momento de evaluar la anatomía y características de las piezas dentarias, se debe considerar datos importantes como la edad del paciente, ya que, en el caso de una persona joven, existe mayor probabilidad de entrar en contacto con los cuernos pulpares y causar una exposición, debido a que la producción de dentina secundaria tiene un menor tiempo de producción y por ende la cámara pulpar es más amplia. Este tipo de incidentes pueden ocurrir durante la remoción de tejido cariado, una preparación cavitaria e incluso durante la preparación de la pieza dentaria para prótesis.

Por el contrario, en las piezas dentarias de un paciente adulto, la dentina secundaria ya ha tenido un mayor tiempo de desarrollo, por lo cual es evidente una mayor proporción de la misma, haciendo que el riesgo de exposición sea menor al restringir y limitar el espacio del tejido pulpar.

4.2.10 Dentina terciaria

Esta dentina es conocida más comúnmente como dentina reparativa o reaccional, ya que se forma cuando existe alguna noxa o agresión como la caries, un trauma, una interferencia oclusal, etc. La dentina terciaria se forma más internamente deformando la cámara pulpar por acción de los odontoblastos que tienen como objetivo aislar la pulpa de la zona afectada. (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

La formación de dentina terciaria que se origina ante la presencia de lesiones leves, y pequeñas se denomina dentina reactiva, pero, aquellas lesiones mayores y más activas, causan que los odontoblastos primarios desarrollen la formación de una dentina más amorfa denominada reparativa. Continuamente, en aquellas lesiones de progresión más lenta, la respuesta dentinaria suele llevar a la formación de ambos tipos de dentina terciaria. (Castellanos et al., 2011)

Naturalmente, la cantidad y calidad de la dentina terciaria formada se relaciona de manera directa con el tiempo de duración e intensidad del estímulo que la activa. Adicional a esto, al ser un proceso de producción violento, cuanto más marcados sean los factores estimulantes, más rápida e irregular será su aposición.

4.2.11 Histofisiología

4.2.12 Actividad mecánica

La dentina posee dos propiedades físicas esenciales que son la dureza y la elasticidad, las cuales le proporcionan la capacidad de cumplir su función de soporte mecánico, amortiguando y tolerando la acción del resto de tejidos duros de la pieza dentaria. Estas propiedades se le atribuyen a su composición rica en fibras colágenas. Con su gran capacidad de elasticidad y flexibilidad evita que el esmalte, que es un tejido más rígido y quebradizo se fracture durante el acto de la masticación. (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

4.2.13 Actividad defensiva

Este tejido es de suma importancia, pues, gracias que a se encuentra en relación directa con las células pulpares, tiene propiedades reaccionales y regenerativas que favorecen la

producción de dentina terciaria, constituyendo así una barrera de protección e incomunicación entre el tejido pulpar y la zona de la lesión. Internamente esta dentina se divide en dos subtipos como son la dentina translúcida que se forma debajo del esmalte con laminillas o fisuras y la dentina opaca conformada por aquella dentina afectada con prolongaciones odontoblásticas degeneradas. (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

4.2.14 Actividad sensitiva

Algunos autores sustentan que esta actividad se desarrolla gracias a los odontoblastos invaginados en los conductos dentinarios, los cuales sirven como receptores y transmisores de los estímulos externos. Por otra parte, se ha mencionado que la sensibilidad dentinal, se da por un proceso denominado teoría hidrodinámica de Branstromm, la cual indica que la sensibilidad y producción del dolor se debe a la presencia del líquido o licor dentinario que es un ultra filtrado de plasma del tejido conectivo que se almacena dentro de los túbulos. (Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

La teoría postula que los estímulos que actúan sobre la dentina provocan un movimiento del líquido dentinal que transmite las diferencias de presión existentes a las terminaciones nerviosas libres intratubulares y por ende al plexo nervioso subodontoblástico.

4.2.15 Pulpa

La pulpa es un tejido conectivo laxo que se aloja dentro de la cámara pulpar y los conductos radiculares. Este es el único tejido blando de la pieza dentaria y constituye la forma madura de la papila dental. (Sahli, 2006; Gómez de Ferraris & Campos Muñoz, 2009)

4.2.16 Composición

Es de constitución laxa, altamente inervada y vascularizada con diferentes componentes celulares que le permiten actuar de manera eficaz en su sistema de diferenciación y defensa.

Tabla 2

Composición de la pulpa dental

Composición de la pulpa dental	
Materia orgánica	Constituye su 25%. Dentro de esta materia se encuentran diferentes tipos de células como los odontoblastos, fibroblastos, macrófagos, histiocitos, fibrocitos, células ectomesenquimales (células madre de la pulpa), células dendríticas, células plasmáticas, linfocitos y mastocitos. Así mismo, la componen fibras colágenas, fibras reticulares, fibras elásticas y fibras de oxitalán. También se encuentra sustancia fundamental constituida principalmente por proteoglicanos y agua, además de glucosaminoglucagos, proteoglucanos, colágeno, interleucina-1, fibronectina y elastina. Adicionalmente también la constituyen, vasos sanguíneos, fibras nerviosas y linfáticas.
Agua	Constituida en un 75%.

Nota: Recuperado de Sahli. Endodoncia. (2006).

4.2.17 Componente celular de la pulpa que participa en la dentinogénesis

4.2.18 Odontoblastos

Son células pos mitóticas de origen mesenquimático que se ubican en la periferia pulpar y están en relación con la predentina. Estas células presentan procesos citoplasmáticos que se extienden hacia los túbulos dentinarios formando una sola capa de cuerpos columnares y altamente polarizados (Pérez, 2018)

Los odontoblastos son células altamente diferenciadas, responsables de regular la síntesis, secreción y mineralización de la dentina durante toda la vida del diente; estas han demostrado responder ante una injuria que afecte a la dentina y pulpa incrementando su espesor y constituyendo una barrera entre los odontoblastos y el estímulo. La reacción y reparación dentinaria depende de diversos parámetros, incluyendo el número de odontoblastos. (Morales et al., 2014)

Adicionalmente a las propiedades formativas de los odontoblastos, estos también cumplen con funciones sensoriales que ayudan a poder identificar cuando hay presencia de alguna alteración como presión o trauma. Esta capacidad de debe a que dentro de los túbulos

dentinarios poseen determinados receptores transitorios (transient receptor potential: TRP) en sus membranas celulares que les dan dicha capacidad de alertar sobre determinado estímulo.

4.2.19 Células ectomesenquimáticas

Estas células de la pulpa dental también reciben el nombre de células madre y constituyen aquella población celular que se denomina como una reserva pulpar, gracias a su capacidad de diferenciarse en nuevos odontoblastos, productores de dentina. Cabe mencionar que el número de células mesenquimáticas disminuye con la edad, lo cual, conlleva a que así mismo se reduzca la capacidad de autodefensa de la pulpa dental. (Miquet Vega & Báez Ayala, 2019)

Se ha encontrado que la diferenciación a odontoblastos se debe a efectos bioquímicos y/o biológicos. Desde el punto de vista bioquímico la diferenciación se debe al efecto de la proteína morfogenética de hueso tipo 2 (BMP2) y el tipo 4 (BMP4) que son expresadas por las células de origen epitelial e interactúan con la membrana basal. Luego, una vez que llegan estos factores, la membrana basal permite su transporte hasta células que serán diferenciadas a odontoblastos. La BMP2 y BMP4 son los principales factores que permiten la diferenciación, aunque existen muchos más, entre los que cabe mencionar la proteína morfogenética de hueso 7 (BMP7), el factor de crecimiento fibroblástico 10 (FGF10) y el factor de crecimiento fibroblástico 8 (FGF8). (Niño Barrera & Garzón-Alvarado, 2012)

Tabla 3

Funciones de la pulpa dental

Funciones de la pulpa dental	
Nutritiva	Esta función la cumple a través de las prolongaciones odontoblasticas y de los metabolitos derivados del sistema vascular pulpar que se distribuyen a través del licor dentinario.
Formativa	Gracias a la actividad de los odontoblastos ayuda a la formación de dentina que de acuerdo al momento en que esta se produce se constituyen los diferentes tipos de la misma.
Inductora	Esta función se hace presente durante la dentinogénesis, debido a que es indispensable la formación y depósito de dentina para que se dé inicio a la síntesis y depósito del esmalte.
Sensitiva	Debido a la presencia de fibras nerviosas, este tejido responde ante la presencia de diferentes estímulos o agentes agresivos mediante la inducción de dolor.

Defensiva o reparadora	Tienen la capacidad de inducir formación de dentina reparadora frente agresiones y tienen dos formas de defensa: 1. Formación de dentina peritubular con estrechamiento de los conductos (se inhibe el ingreso de microorganismos al tejido pulpar). 2. Formación de dentina terciaria o reparativa. Esta es elaborada por los nuevos odontoblastos que se originan de las células mesenquimáticas.
-------------------------------	---

Nota: Recuperado de Gómez de Ferraris & Campos Muñoz. Histología y embriología bucodental. (2009).

4.3 Causas del daño pulpar

Existen diversos aspectos que se deben valorar al momento de realizar diferentes procedimientos dentales, ya que la pulpa al ser altamente innervada y tener sus prolongaciones inmersas en los túbulos dentinarios es altamente sensible ante las acciones realizadas por el profesional. La reacción del tejido pulpar puede ser causada por los diferentes equipos y materiales utilizados en la atención odontológica que pueden afectar en mayor o menor medida al tejido pulpar con consecuencias de carácter reversible e irreversible.

De igual manera, la experticia que tenga el profesional al momento de manipular sus elementos de trabajo, es en sí mismo un factor que puede o no desencadenar daño pulpar. Es por esto, que se mencionan a continuación las diferentes causas que pueden generar lesión a la pulpar dental.

4.3.1 Irritantes físicos

4.3.1.1 Calor friccional

Este se genera principalmente durante la eliminación de tejido cariado, las preparaciones cavitarias y el pulido de restauraciones, cuando no se cuida adecuadamente de las técnicas aplicadas y de los equipos utilizados. Este calor se vuelve más dañino al haber poco tejido dentinario remanente que proteja la pulpa, haciendo que la misma reaccione produciendo enfermedades inflamatorias e incluso llegando a la necrosis. (Money, 2006)

Al momento de realizar procedimientos que conlleven la eliminación de tejido dentario se deben tener en cuenta diversos factores como la refrigeración con abundante agua, las fresas

utilizadas que se encuentren en buen estado y que además tengan el tamaño correcto de acuerdo a la preparación, el grado de presión emitida durante el uso del instrumental rotatorio y que la técnica aplicada sea la adecuada para el tratamiento dental. Lo más recomendable al momento de hacer preparaciones es realizar cortes pequeños e intermitentes para así evitar el exceso de producción de calor.

4.3.1.2 Deseccación de la dentina

La deseccación de la dentina también se conoce como deshidratación y se produce a causa de utilizar instrumental rotatorio sin la irrigación necesaria, aplicar aire de manera prolongada sobre el tejido y por el uso de agentes químicos como alcoholes, cementos de silicato, etc.

El aire es considerado un factor principal causante de lesión en las células pulpares, ya que, se menciona que cuando es aplicado por más de 10 segundos de manera continua sobre la dentina puede provocar un desplazamiento de los odontoblastos y el líquido intersticial hacia el exterior haciendo que estos mueran posteriormente. (Chang, 2003)

Acompañado a esto, el aire caliente emitido por la fricción de las fresas con el tejido dentario también lleva a que el tejido pulpar desarrolle un proceso inflamatorio.

4.3.1.3 Contracción de polimerización del material restaurador

Las resinas son materiales que, al ser expuestas a la luz, atraviesan un proceso de contracción molecular, lo cual, puede causar en mayor o menor grado la presencia de tensión en la cavidad dentaria, originando que se induzca la separación del material restaurador de las paredes dentinarias y haya presencia de flexión hacia las cúspides.

Cuando no se controlan los incrementos de resina realizados durante las restauraciones, al igual que los tiempos de fotopolimerización, se puede producir una alteración notable del material, con efectos posteriores, donde haya desarrollo de sensibilidad postoperatoria y filtración marginal. Es por ello, que se recomienda realizar incrementos de resina pequeños (no más de 2 mm) con previa fotopolimerización de los mismos, para así fijar el material previamente y evitar el desarrollo de posibles espacios internos y principalmente evitar la

contracción de polimerización excesiva, que puede llevar a la desadaptación de la restauración. (Money, 2006)

4.3.1.4 Presión emitida al tejido dentinario

La presión excesiva al tejido dentinario se da principalmente al momento de realizar la condensación del material restaurador dentro de la cavidad. Este problema se produce cuando se trata de aplicar restauraciones de amalgama, por ejemplo, ya que este material requiere ser condensado de manera inmediata y con fuerza después de haberse realizado la preparación cavitaria. Inmediatamente después de la preparación cavitaria, los túbulos se encuentran expuestos con cortes recientes, brindando el medio perfecto para que al ser manipulados de manera incorrecta y con exceso de presión, se puede llegar a causar la inflamación del tejido pulpar.

Stanley y Swerdlow realizaron un estudio sobre las respuestas pulpares frente a la condensación manual y mecánica de la amalgama, donde los autores encontraron acumulaciones densas de neutrófilos entre la predentina, además de que la capa odontoblástica mostraba evidencia de haberse realizado presión dentro de la profundidad del tejido pulpar. (Chang, 2003)

4.3.2 Lesiones traumáticas

Cuando se dejan puntos de contacto dañinos que fuerzan a realizar movimientos masticatorios inadecuados, la reacción del tejido pulpar en una primera etapa donde el estímulo es corto, es de reacción y recuperación rápida. Sin embargo, cuando el punto de interferencia o la oclusión inadecuada permanece por un tiempo prolongado puede desencadenarse a nivel de la pieza dentaria diversos efectos como calcificaciones pulpares, lesión a nivel del ligamento periodontal, reabsorción ósea, inflamación y necrosis pulpar.

4.3.2.1 Traumatismo dental

Un trauma dental es un impacto fuerte sobre las estructuras biológicas dentales o estructuras adyacentes de las cuales se deriva algún tipo de lesión” (Peralta Cervantes & Curiel Torres, 2019)

Las causas que llevan a que se produzcan traumatismos dentales son diversas, pudiendo estas desarrollarse en diferentes espacios y situaciones, como en la consulta odontológica, en las actividades diarias de las personas que están inmersas en la realización constante de eventos deportivos, actividades lúdicas, accidentes, etc.

Los hechos antes mencionados llevan consigo la producción de traumatismos diversos como luxaciones, fracturas coronales, radiculares, corono radiculares, lesiones a nivel de tejidos de soporte, traumas a nivel articular y demás. Muchas de las veces los efectos de los traumatismos pueden ser tratados de diferentes maneras, ya sea con ortodoncia, cirugía, etc. Sin embargo, al producirse una lesión más severa, puede llegarse a perder el o los órganos dentarios y con esto se desatan otra serie de problemas en la parte estética, funcional, articular, digestiva y hasta psicológica, debido a que suelen ser eventos muy dolorosos. (Leyva et al., 2018)

Al considerar realizar un tratamiento de recubrimiento pulpar ante una lesión traumática, es importante identificar previamente de manera cuidadosa el grado de afectación de los tejidos dentarios para así mismo evaluar la capacidad de reparación de la pulpa dental expuesta. Los traumatismos se pueden clasificar de diferente manera, siendo una de ellas la clasificación de Andreasen, que se basa en el grado de afectación de los tejidos duros del diente y su relación con la pulpa dental. (Andreasen, 1980)

Tabla 4

Lesiones traumáticas de los tejidos duros dentales y de la pulpa

Lesiones traumáticas de los tejidos duros dentarios y de la pulpa	
Fractura incompleta (infracción o concusión)	Hay una rotura o fisura del esmalte, pero sin pérdida de sustancia. Normalmente en esta lesión no existe presencia de sintomatología.
Fractura no complicada de la corona	Existe una fractura que puede presentarse en el esmalte o esmalte y dentina, sin embargo, no hay afectación pulpar. Puede haber sensibilidad a los cambios térmicos y químicos o Sensibilidad durante la masticación.
Fractura complicada de la corona	Hay afectación del esmalte, la dentina y la pulpa. En este caso ya hay dolor que puede ser espontáneo o ante estímulos.
Fractura no complicada de la corona y la raíz	Hay afectación del esmalte, dentina y cemento sin afectación de la pulpa dental. Puede haber dolor o sensibilidad ante cambios térmicos.

Fractura complicada de la corona y la raíz	Hay afectación del esmalte, dentina, cemento y adicionalmente existe afectación pupar. En esta situación existe dolor agudo y el tratamiento recomendado es la extracción.
Fractura de raíz	Este tipo de fractura afectan al cemento, la dentina y la pulpa. Existe dolor persistente espontáneo y la masticación.

Nota: Recuperado de Andreasen. Lesiones traumáticas de los tejidos duros dentales y de la pulpa (1980).

Tomando en cuenta las características clínicas de la clasificación de Andreasen, ante la presencia de una fractura complicada de la corona, donde existe la afectación del tejido pulpar, se podría evaluar la posibilidad de realizar el recubrimiento pulpar directo. Sin embargo, el clínico debe ser minucioso al momento de evaluar aspectos como el tamaño de la exposición, el grado de formación radicular en caso de ser dientes permanentes y en dientes temporales se debe evaluar otro aspecto como es el grado de reabsorción radicular. (Baquedano, 2017)

Con el correcto desarrollo de la anamnesis mediante una buena evaluación radiográfica y clínica, se puede determinar si en expresa situación es factible aplicar un tratamiento conservador como el recubrimiento pulpar directo o se requiere de otro tratamiento como una endodoncia convencional, apexogénesis, etc. En cualquiera de los casos, el tratamiento debe pasar por un seguimiento continuo que permita ir visualizando la evolución de los tejidos dentarios y periodontales.

4.3.2.2 Iatrogenia y preparaciones cavitarias

De manera general se dice que la iatrogenia es el daño ocasionado por el profesional de la salud a pacientes, familias u otras personas, de manera no intencional, que puede provocar desde un ligero malestar emocional hasta la propia muerte. (Domecq et al., 2020)

Ya en el campo odontológico, las iatrogenias pueden producirse por diversas causas como la inadecuada utilización del instrumental, desconocimiento de las indicaciones y contraindicaciones de determinado material entre otras.

Se demostró que la causa más posible de mala praxis se da por incapacidad del odontólogo (39,2%), error de diagnóstico (33,6%), error de planificación (35,0%), por falta de información al paciente (32,2%), negligencia (30,1%), examen clínico de modo superficial

(32,2%), por no lograr las expectativas (16,1%), por una inadecuada relación profesional-paciente (32,2%) y otras (7,7%). (Castillo, 2021)

Las iatrogenias producidas durante la preparación cavitaria o la eliminación de tejido cariado, se dan por diversas causas como el uso de una inadecuada refrigeración, lo cual haría que se desarrolle un exceso de calor durante la utilización de la turbina. Así mismo, se pueden mencionar los errores cometidos durante la elección de las fresas para realizar la apertura y eliminación del tejido cariado.

Al utilizar las fresas, las mismas pueden estar muy desgastadas, no tener la forma y ni la granulación necesaria volviéndose un factor que puede llevar a que se produzca daño pulpar. Cuando no se realizan las preparaciones cavitarias con aislamiento absoluto, también se corre el riesgo de causar iatrogenia, debido a la limitación de visibilidad del área de trabajo por la presencia de sangre, saliva y otros fluidos que pueden interrumpir los tratamientos. Por otra parte, existen situaciones pequeñas que pueden afectar la calidad del trabajo realizado, como el no contar con una unidad en buen estado que brinde una buena iluminación, una posición adecuada del paciente y succión de fluidos deficiente.

Por todo lo antes mencionado, es importante la planificación de los tratamientos dentales, a fin de asegurar previamente el funcionamiento de equipos y materiales a utilizar para así brindar una atención de calidad y evitar los riesgos de producir iatrogenias durante la consulta dental.

4.3.3 Irritantes químicos

Existen agentes químicos y materiales que se utilizan durante las preparaciones cavitarias y eliminación de caries con la finalidad de facilitar y ayudar a la degradación del tejido dental, además de disminuir y combatir la carga bacteriana. Sin embargo, cuando estos no son utilizados en las cantidades y tiempos correspondientes pueden generar daño al tejido pulpar.

Dentro de los principales irritantes químicos tenemos los antisépticos y los limpiadores cavitarios como el ácido cítrico, Edta y el hipoclorito de sodio. De igual manera están los primers y los sistemas adhesivos que al aplicarse acondicionadores desmineralizan la dentina

remanente permitiendo que diferentes agentes puedan llegar a la pulpa y lesionarla. (Gil et al., 2013)

Por otra parte, también se ha indicado que aquellos materiales utilizados para la protección pulpar, pueden afectar el tejido pulpar cuando no se han considerado diferentes aspectos de los mismos como el medio de conservación, la fecha de vencimiento, las dosificaciones adecuadas, la colocación correcta, entre otros. Además, se tiene que considerar las propiedades propias de cada material como el grado de acidez, adhesión, etc.

4.3.4 Irritantes bacterianos

Las bacterias son consideradas una de las principales causas de lesión pulpar, porque estas tienen la capacidad de degradar tanto al componente mineralizado como no mineralizado que conforman a la pieza dentaria. Su acción, puede desarrollarse de manera directa sobre el tejido pulpar o de manera indirecta a causa de las prolongaciones citoplasmáticas inmersas en la dentina, las cuales actúan como receptores de los estímulos externos. (Gades, 2007)

Los microorganismos ingresan al tejido pulpar cuando quedan restos de tejido cariado o no se elimina el barrido dentinario mediante la desinfección de la cavidad, ya sea, con clorhexidina al 2% o el grabado ácido durante el desarrollo del sistema adhesivo. Así mismo, las bacterias tienen acceso al tejido pulpar cuando hay filtración marginal a causa de restauraciones desadaptadas y el instrumental utilizado se encuentra contaminado volviéndose un transmisor de los microorganismos.

4.3.4.1 Caries dental

La caries dental es una patología de etiología multifactorial, transmisible de origen infeccioso que afecta a las piezas dentarias, produciendo la destrucción progresiva de los tejidos duros. Estudios reportados a nivel mundial sobre su prevalencia, tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2004, mostraron su presencia es de en un 60 a 90% de escolares y casi el 100% en adultos. Por otra parte, la Federation Dental International (FDI) en el 2010, encontró una prevalencia del 44%, con afectación de casi la mitad de la población. (Morales Miranda & Gómez Gonzáles, 2019)

La caries dental es una enfermedad que causa la destrucción de los tejidos duros del diente, al punto de formar cavidades que pueden avanzar y llegar al tejido blando y causar

necrosis pulpar. Este proceso de desmineralización se da como resultado de la fermentación y metabolismo de azúcares y carbohidratos por parte de las bacterias. Además, la caries se asocia a otros factores como aquellos propios de huésped (saliva y dientes), la edad, el nivel socioeconómico, el grado de educación, los hábitos alimenticios y los hábitos de higiene instaurados. (Cerón, 2015)

Cuando no existe un temprano abordaje terapéutico, la enfermedad de caries dental avanzará hasta producir inflamación pulpar, pudiendo avanzar de un cuadro reversible o uno irreversible, llevando la terapéutica a un nivel más complicado, donde no es posible instaurar un tratamiento conservativo.

4.3.4.2 Clasificación de las lesiones cariosas

Loga (2020), menciona que el sistema ICDAS, es uno de los métodos de clasificación de la caries más efectivos y se basa en la búsqueda de información minuciosa donde el método de evaluación se centra en el examen clínico y radiográfico, permitiendo la identificación de las lesiones desde sus primeras etapas de desarrollo (mancha blanca).

Tabla 5

Clasificación ICDAS para las lesiones cariosas

Sistema ICDAS		
Código ICDAS	Definición	Características
0	No hay evidencia de caries en esmalte seco	Incluye a todas las superficies con defectos de desarrollo, desgaste por abrasión y erosión. Las manchas de café, mate y por tabaco se registran como sanas.
1	Primer cambio visible en esmalte seco (mancha blanca)	Hay un cambio visible que se presenta como una opacidad de caries o cambio de color ya sea una mancha blanca o marrón.
2	Lesión de caries observable en esmalte húmedo y seco.	Estas manchas se caracterizan por presentarse principalmente en fosas y fisuras, no tienen brillo y es evidente el proceso de desmineralización.
3	Hay ruptura localizada del esmalte por caries. Hay micro cavitación limitada al esmalte.	Una vez seco, se observa una pérdida de estructura dental cariada en la entrada, o dentro de la fosa o fisura. Hay retención de la sonda en la zona explorada.
4	Se evidencia una sombra oscura de dentina subyacente con o sin	Hay una sombra de decoloración visible a través del esmalte dental aparentemente intacta que puede indicar signos de degeneración profunda.

	interrupción localizada del esmalte.	
5	Cavidad detectable con dentina visible >0,5 mm con afectación de hasta la mitad de la superficie.	Hay pérdida de la estructura dental con pérdida clara de tejido adamantino y dentinario. Hay dentina expuesta en el piso y paredes de la cavidad.
6	Cavidad extensa con dentina visible con afectación de más de la mitad de la superficie dental.	Representa lesiones extensas y profundas donde se recomienda utilizar una sonda para determinar la dureza del tejido remanente dentinario.

Nota: Recuperado de Loga, *Clasificación ICDAS para las lesiones cariosas*. (2020)

4.3.4.3.1 Características microscópicas del esmalte y la dentina ante el inicio y progreso de la lesión cariosa.

4.3.4.3.2 Lesión de caries en el esmalte

El grado y forma de avance de la lesión cariosa en la pieza dentaria varía de acuerdo a la zona en donde comienza este proceso. En las caras libres se caracteriza por tener la forma de un cono con base ancha y su punta dirigida hacia el tejido dentinario. Al llegar al límite amelodentinario, este proceso se va desarrollando con mayor rapidez en la dentina y va socavando el esmalte. Por otro lado, en la zona de fosas y fisuras, el progreso de la lesión cariosa se da semejante a un cono invertido que inicialmente se extiende por las paredes siguiendo la orientación de los prismas adamantinos y se va ensanchando hasta llegar al límite amelodentinario prosiguiendo con la degeneración de la dentina.

Ante el inicio de una lesión cariosa, se evidencian modificaciones microscópicas específicas, que de acuerdo a Silverstone, autor mencionado en el libro de Mooney (2015) existen 4 zonas bien identificadas y son las siguientes:

Zona superficial: Hay superficie adamantina levemente afectada. Su espesor oscila entre 20 y 100 mm. Se presenta una desmineralización parcial equivalente a una pérdida de sales minerales de entre el 1 y el 10%. Tiene un volumen poroso de menos del 5% de espacios. Esta zona se encuentra recubriendo el cuerpo de la lesión.

Cuerpo de la lesión: Tiene estrías transversales en los prismas del esmalte (estrías de Retzius) que se encuentran bastante marcadas. En esta zona ya hay una mayor pérdida de tejido

mineral con presencia de una porosidad mínima del 5%. En una lesión más avanzada el grado de porosidad suele incrementarse a un 25%.

Zona oscura: Se localiza debajo del cuerpo de la lesión con un grado de porosidad de entre un 2 y 4% con una pérdida mineral fluctuante entre un 5 y 8%.

Zona translúcida: Se encuentra en la parte más profunda de la lesión y constituye el frente de avance de la lesión cariosa. Su porosidad es mayor equivalente a un 1% en relación al esmalte so que tiene una porosidad del 0,1% (Money, 2015)

4.3.4.5 Lesión de caries en la dentina

Conforme va dándose el avance de la lesión cariosa hacia el tejido dentinario se van constituyendo diferentes zonas de desmineralización que varían en espesor y consistencia de acuerdo al grado de invasión bacteriana. Según un estudio realizado por Bernik, autor mencionado en el libro de Mooney (2006) microscópicamente se pueden diferenciar cuatro zonas en la dentina cariada:

Zona superficial: Es una zona donde existe una descalcificación completa del tejido con una descomposición completa de los tubos dentinarios y la matriz. Además, esta zona es la que presenta la mayor cantidad de bacterias, principalmente cocos y bacilos.

Zona de descalcificación incipiente: Existe una descomposición parcial, ausencia de túbulos e igualmente invasión de microorganismos como bacilos, diplococos, filamentosos y pleomorfos.

Zona transparente: Existe obliteración de los túbulos a causa de la calcificación de las fibras y a causa de este proceso los túbulos cambian de forma ovoide a poligonal.

Zona interna: Hay degeneración de las fibras dentinarias y a la par se desarrolla el inicio de una calcificación.

La zona superficial y de descalcificación incipiente se dan como resultado de la acción bacteriana, en tanto que lo que corresponde a la zona transparente e interna de la lesión se

desarrollan a causa de los trastornos metabólicos producidos por la acción de la irritación de los productos bacterianos. (Mooney, 2015)

4.4 Diferencias entre la dentina afectada e infectada

Dentina infectada

Es aquella capa más superficial de la lesión cariosa y es considerada una zona necrótica con gran cantidad de microorganismos invasores. Clínicamente presenta ciertas características que permiten identificarla con facilidad como es la presencia de un tejido reblandecido, húmedo y de fácil remoción con la cucharilla. Adicionalmente, esta zona se caracteriza por ser un área pulposa, con gran carga bacteriana, una zona de desmineralización superficial constituida por una morfología tubular distorsionada y con una matriz orgánica intacta. Además, se menciona que esta dentina necrótica tiene la consistencia semejante al queso, con un color característico café o amarillo oscuro sin una estructura definida y dentro de los conductos presencia de amplias zonas de licuefacción. (Bordoni et al., 2010; Ruiz Segovia, 2006)

En la parte microscópica Mooney (2015), nos indica que esta dentina se caracteriza por poseer cadenas peptídicas de tropocolágeno desnaturalizadas y los puentes intercatenarios se encuentran cortados, razón por la cual el proceso de remineralización de estos tejidos se imposibilita. Por otra parte, se suma el hecho de que las bandas colágenas pasan por un proceso de degeneración imposibilitando su recuperación.

Dentina afectada

Esta dentina se localiza inmediatamente debajo de la dentina infectada y se presenta como una zona grisácea o amarillo pálido, con menos humedad que la anterior y normalmente es más dura al tratar de eliminarla con la cucharilla, desprendiéndose de manera semejante a una capa de escamas. Esta dentina se encuentra sin invasión bacteriana y aún tiene la capacidad de regenerarse si la pulpa no ha sufrido ninguna alteración. (Bordoni, 2010)

Se debe tomar a consideración que, al entrarnos en esta zona de la lesión, el paciente puede indicar presencia de dolor debido a que ya se encuentra dentro de la localización de las prolongaciones odontoblásticas.

4.5 Reacción pulpar frente a los agentes agresivos

La reacción del complejo dentino pulpar dependerá del tipo de estímulo, intensidad y permanencia del mismo.

La lesión leve produce un aumento en la permeabilidad de los túbulos dentinarios cortados y si se mantiene durante un periodo corto de tiempo la pulpa se recuperará adecuadamente, los odontoblastos sobreviven y habrá estimulación para formar dentina, puesto que son los odontoblastos los responsables de la dentinogénesis y con ello se evidenciará la continuidad de los tubulillos de dentina nueva con los existentes. (Zhang, 2010; Fitzgerald et al., 1990)

Ante lesiones mínimas, el cuadro inflamatorio también lo es y de acuerdo a los odontoblastos primarios son estimulados por factores de crecimiento y otras proteínas haciendo que se dé inicio a la formación de dentina terciaria o reaccional que es menos calcificada y menor número de túbulos. (Mooney, 2006)

Si el agente lesivo es mayor, se produce la formación de dentina reparativa, producida por los odontoblastos nuevos, diferenciados de las células mesenquimales. Sin embargo, cuando una lesión es más grave, puede llegar a producirse la vacuolización del núcleo odontoblastico y darse la atrofia de la capa odontoblastica.

Finalmente se indica que cuando existe una agresión de estancia prolongada, va haber afectación de la zona subodontoblastica y toda la pulpa. A medida que avanza la agresión, la pulpa subyacente a la cavidad presentará infiltraciones celulares, cambios en la sustancia celular, trombosis, hemorragia, y finalmente necrosis. (Miñano. 2014)

4.6 Exposición pulpar

Las exposiciones pulpares se producen por diversas causas como las lesiones cariosas muy profundas, traumatismos y accidentes durante las preparaciones cavitarias. El grado de reparación en una exposición pulpar dependerá de la situación en que se produjo, amplitud y tiempo transcurrido después de haberse producido la lesión. Se estima que la mayor efectividad de reparación por parte de las células pulpares se da cuando la lesión se da por circunstancias

diferentes a la caries dental, ya que, se cree que la invasión bacteriana limitaría el proceso de cicatrización y la actividad regenerativa celular. (Suarez, 2020)

Ante una exposición pulpar, la formación de dentina puede ser estimulada mediante el tratamiento de protección pulpar directa con materiales que impulsen la actividad celular acelerando el depósito de dentina reparativa formando así el puente dentinario. (Laranjo et al., 2019).

4.7 Importancia de la formación del puente dentinario

La formación del puente dentinario es uno de los objetivos principales que se busca obtener al realizar el tratamiento de protección pulpar directa, ya que, se considera un buen indicativo de cicatrización que brinda una barrera de protección para el delicado tejido pulpar. (Sayegh, 1969)

Cuando la formación del puente dentinario no se produce adecuadamente, existe retardo en su desarrollo, irregularidades o incluso ausencia de este. Ante esta situación, el tratamiento se considera como un fracaso, debido a que la pulpa queda expuesta a los fluidos, sustancias, saliva y bacterias del medio oral. (Tanley, 1989)

4.8 Protección pulpar directa

De acuerdo con la Federación Dental Internacional (FDI) y la Organización de Estándar Internacional (ISO), los procedimientos de recubrimiento pulpar son tratamientos endodónticos diseñados para el mantenimiento de la vitalidad del órgano dentino-pulpar. Estos tratamientos son considerados procedimientos conservadores aplicables a dientes con lesiones pulpares reversibles o tratables. (Lasala, 1992)

4.8.1 Características de una exposición pulpar apta para recibir tratamiento de recubrimiento pulpar directo.

Al momento de producirse la lesión de exposición pulpar, deben cumplirse una serie de características clínicas y radiográficas, para que el tratamiento de recubrimiento directo se

pueda realizar y existan mayores posibilidades de éxito. De acuerdo a Mahmoud (2010); Mooney (2006) y Dean (2018), estas características son las siguientes:

- Correcto diagnóstico del estado pulpar. Los dientes diagnosticados con pulpitis reversible están indicados para realizar un tratamiento de recubrimiento pulpar directo. No se realiza este tratamiento en piezas con diagnóstico de pulpitis irreversible, ya sea esta sintomática o asintomática.
- La exposición debe ser pequeña, preferentemente no mayor a 1 mm y el sangrado debe ser controlable.
- Este tratamiento es más efectivo en piezas jóvenes que tienen mayor posibilidad de regeneración y capacidad defensiva.
- No debe haber presencia de tejido cariado y se debe asegurar que residuos de este no hayan contaminado la pulpa dental.
- El paciente no debe presentar sintomatología.
- En caso de desarrollarse la exposición durante una preparación cavitaria, esta debe estarce realizando con dique de goma para así evitar se produzca contaminación.

4.8.2 Factores que influyen sobre el éxito de un recubrimiento pulpar directo

Se indica que para la elección correcta del plan de tratamiento ante la exposición del tejido pulpar, influyen varios factores como el tiempo que la pulpa estuvo expuesta, el tamaño de la lesión, la presencia o ausencia de caires dental, la edad dental y el grado de desarrollo radicular. Se menciona que hay mayor probabilidad de éxito en aquellas piezas con ápices abiertos debido a su mayor vascularización y menor riesgo de infección, favorecen el proceso de cicatrización y regeneración del tejido pulpar y dentinal. (Sahli, 2006)

4.8.3 Indicaciones y contraindicaciones del recubrimiento pulpar directo

Autores como Ensaldo Carrasco & Ensaldo Fuentes (2006), nos mencionan las diferentes situaciones en que el recubrimiento pulpar directo estaría indicado y contraindicado.

Indicaciones

- La exposición se desarrolló por causas mecánicas iatrogénicas.
- El diente debe estar previamente aislado
- La exposición debe ser pequeña y debe haber salud pulpar
- El diente preferentemente debe ser joven y estar asintomático.
- Cuando se presenta una exposición a causa de una fractura complicada de corona con un grado de afectación pulpar mínimo.

Contraindicaciones

- Cuando existen pulpas muy envejecidas
- Pulpas con diagnóstico de pulpitis irreversible. Es importante realizar con un correcto diagnóstico debido a que la pieza puede presentar pulpitis irreversible asintomática.
- Existe exposición del tejido pulpar sin tejido dentinario sano alrededor
- Presencia de hemorragia no controlable

4.9 Materiales de protección pulpar directa

En la actualidad, existen diversos materiales que sirven para realizar el recubrimiento pulpar directo como lo es el Hidróxido de calcio, que se considera una base alcalina que posee muy buenas propiedades regenerativas y microbianas en el tratamiento dental y durante muchos años ha sido considerado como el material estándar por su gran biocompatibilidad con el tejido pulpar. Así mismo, también podemos mencionar la presencia de otros materiales bioactivos como el biodentine, el Agregado de Trióxido Mineral (MTA) y el Theracal LC, que se caracterizan por tener una alta capacidad de reacción que, al entrar en contacto con los tejidos vitales, inducen la estimulación de formación de tejido calcificado (apatita). Es por ello que, constantemente se han estado realizando estudios que permitan evaluar las propiedades de los diferentes materiales de recubrimiento pulpar directo, realizándoles constantes mejoras a fin de poder obtener resultados más efectivos. (Mooney, 2006; Giane, 2017).

4.9.1 Hidróxido de Calcio

El Hidróxido de Calcio, es uno de los materiales más utilizados dentro del campo de la odontología para tratar al tejido pulpar, ya que, se caracteriza por tener buenas propiedades microbianas e inductoras de la formación de dentina reparativa.

4.9.2 Composición química

Este material es químicamente puro de fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y está constituido básicamente por un polvo blanco que se obtiene por calcinación del carbonato de calcio y su transformación en óxido de calcio. Con la hidratación de óxido de calcio se obtiene el CaOH : $\text{Ca}_3\text{CO} = \text{CaO} + \text{Co}_2$, $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$. Este polvo se caracteriza por ser granular e inodoro con un peso molecular aproximado de 74, 08 y un PH alcalino de aproximadamente 12, 5 a 12, 8. (Manzo, 2020; Benavides, 2021)

4.9.3 Propiedades

Biocompatibilidad

Se considera al hidróxido de calcio como uno de los materiales que tiene excelentes propiedades de biocompatibilidad con el tejido pulpar, ya que, diversos estudios y libros mencionan que este genera pocos cambios en el comportamiento de las células con las que entra en contacto y cuando por alguna situación se produce algún tipo de reacción, estas tienden a pasar por una reparación rápida. (Salazar, 1994)

Capacidad antimicrobiana

A causa de su elevado PH, afecta el proceso de crecimiento, desarrollo, metabolismo y división celular microbiana. Su ion hidroxilo actúa a nivel de la membrana citoplasmática de las bacterias, causando daño químico en la materia orgánica de las mismas, alterando el transporte de nutrientes, destruyendo fosfolípidos y ácidos grasos insaturados durante los procesos de peroxidación.

Estimulante de la aposición de dentina reparativa

Gracias a su ion hidroxilo activa diversas de enzimas como la fosfatasa alcalina, la pirofosfatasa de calcio dependiente y la adenosina trifosfatosa. Estas enzimas, actúan estimulando el proceso de mineralización y adicionalmente activan las células inflamatorias que controlan y eliminan el agente que produce irritación, dando paso para que los tejidos se organicen y puedan producir la formación y calcificación del puente dentinario.

A esta etapa inicial se la denomina zona densa, en la cual, conjuntamente hay proliferación de las células mesenquimales y fibras de colágeno bajo la zona de demarcación. Cuando estas células han madurado se van diferenciando en preodontoblastos y seguidamente se convierten en células bien diferenciadas que son los odontoblastos, encargados de depositar matriz, dejando incluidos células y capilares. (Salazar, 1994)

Cicatrización

Al actuar su PH alto directamente sobre el tejido pulpar, causa un proceso de desorganización y destrucción cáustico que se conoce como obliteración, donde partes de tejido dentinal, coágulos, pigmentos de sangre y fragmentos de hidróxido de calcio forman una región momificada que es básicamente una zona de coagulación y necrosis producida por trombosis capilar. Esta zona tiene de 0,2-0,5 mm de grosor y está representada por tejido inactivado con escasa infiltración inflamatoria sin pérdida completa de su estructura. (Giani & Cedrés, 2017)

4.9.4 Ventajas y desventajas del recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio

Ventajas

- Es un material con alta actividad antimicrobiana
- Sus propiedades regenerativas se dan por activación osteoblástica e inhibe la actividad osteoclástica
- Actúa como un inhibidor de la transmisión nerviosa
- Es un buen inductor de formación de dentina reparativa
- Es de fácil remoción
- Tiempo de fraguado corto 2-3 minutos

- Sellado inicial positivo
- De fácil manipulación y aplicación
- Tiene un costo asequible
- De fácil accesibilidad dentro del mercado

Desventajas

- Deficiencia en su proceso de fraguado
- Debido a su alta solubilidad, tiene tendencia crear espacios y microfiltración
- Baja resistencia compresiva y tensional
- No se adhiere al tejido dentinario ni al material restaurador
- No tiene estabilidad a largo plazo

4.9.5 Cambios biológicos y microestructurales del complejo dentino pulpar frente al recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio

Carlos Estrella en el 2005 como se menciona en Solis (2017), indicó que existen cinco zonas producidas como resultado del contacto entre el hidróxido de calcio con el tejido pulpar:

- Zona de necrosis de coagulación (correspondiente al área de desnaturalización proteica del tejido pulpar).
- Zona granulosa superficial (constituida por granulaciones groseras de carbonato de calcio).
- Zona granulosa profunda (exhibe finas granulaciones de sales de calcio y representada un área de calcificación distrofica).
- Zona de proliferación celular.
- Zona de la pulpar normal.

Cuando el Hidróxido de calcio entra en contacto directo con la pulpa destruye cierta cantidad de tejido mediante cauterización química, formándose un área de necrosis por coagulación que se localiza entre el tejido pulpar y el medicamento. (Gómez & Heres, 2019)

Los iones de calcio que se originan en este proceso de disociación y debajo de la zona de necrosis, reaccionan con el gas carbónico del tejido pulpar formando gránulos constituidos por carbonato de calcio sobre una matriz de sustancias orgánicas (zona granular superficial). Estos gránulos se localizarán junto al área de necrosis y por debajo de estas se ubicarán otras

granulaciones de menor tamaño a partir del calcio de la propia pulpa (zona granular profunda). Al fusionarse estas dos zonas de granulación, se forma una capa cálcica que aísla y protege al tejido pulpar constituyendo un sustrato para que posteriormente se deposite dentina. Se menciona que a las 48 horas ya se desarrolla una actividad proliferativa celular, dando inicio a la reparación pulpar y la diferenciación de los odontoblastos.

En promedio en un periodo de 7 días, se hacen presentes células odontogénicas dispuestas de forma irregular. A los 15 días, se evidencia que estas células han conformado una hilera completa y ya hay depósitos de dentina. A los 30 días ya es visible microscópicamente una barrera de tejido mineralizado que en su superficie está conformada por zonas granulares y en la profundidad por dentina tubular. (Gómez & Heres, 2019)

4.9.6 Protocolo de aplicación

De acuerdo Costa et al., (2018) el protocolo de aplicación del hidróxido de calcio es el siguiente:

- Anestesia local
- Aislamiento absoluto
- Preparación de cavidad
- Limpieza de la cavidad
- Aplicación de hidróxido de calcio en la pulpa expuesta. El hidróxido de calcio se puede preparar con hidróxido de calcio químicamente puro más solución salina o se puede colocar el Dycal que viene previamente preparado.
- Colocación de base cavitaria sobre la protección pulpar directa.
- Restauración temporal o definitiva

La preparación del hidróxido de calcio se puede realizar con diferentes soluciones, ya sean estas acuosas como el agua, solución destilada, salina y anestésica o viscosas como el polietilenglicol, propilenglicol, glicerina o metilcelulosa. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que al realizar la combinación con un vehículo acuoso incrementa la solubilidad del material causando que se desarrolle una mayor solubilidad y sea de fácil disolución ante los macrófagos. Por el contrario, al ser combinado con un medio viscoso, disminuye su grado de

solubilidad y disociación, ya que hay un aumento en el peso molecular, haciendo que el material se mantenga estable por mayor tiempo. (Costa et al., 2018)

4.9.7 Biodentine

De acuerdo a Suarez (2020), biodentine, es un material elaborado a base de Silicato tricálcico, al cual se le atribuye la designación de ser un sustituto bioactivo de la dentina, ya que, este tiene propiedades mecánicas semejantes a la dentina sana y puede inducir la generación de la misma.

4.9.8 Composición química

Biodentine tiene una presentación en forma de una cápsula que contiene el polvo y una ampolleta que contiene el líquido. Este material está constituido en un 80, 1% de silicato tricálcico, un 14,9% de carbonato de calcio y 5% de óxido de circonio, además de óxido de hierro. Por otra parte, la parte líquida está constituida por cloruro de calcio, el cual cumple la función de acelerador. (Chalen, 2021)

4.9.9 Propiedades

Biocompatible y bioactivo

Está constituido por minerales de alta pureza y está libre de monómeros. No es citotóxico, mutagénico, sensibilizante o irritante. (Suarez, 2020)

El uso del biodentine como material de recubrimiento pulpar directo, puede dar pie a inducir el desarrollo de la dentina reparadora (presentando un primer signo de formación de puente dentinario) y de esta forma conservar la vitalidad del diente. Este material actúa efectivamente en las profundidades de las cavidades y no produce efectos secundarios al tejido pulpar. (Laurent, 2008)

Efecto cicatrizante

Tiene la capacidad de aumentar la proliferación y migración de las células madres del tejido pulpar, las cuales ayudan a que las células reparativas y de protección actúen de manera eficiente y rápida. (Chalen, 2021)

Acción antibacteriana

Esto se debe a sus componentes moleculares de calcio, los cuales inhiben la acción de microorganismos como *Streptococcus mutans*, *Candida*, *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis*. Tiene una alta capacidad de desintegración celular bacteriana, alterando su desarrollo y división limitando así su proliferación. (Chalen, 2021)

Buen anclaje mecánico

Permite obtener un buen sellado hermético de los túbulos dentinarios ayudando a evitar que posteriormente se desarrolle dolor postoperatorio.

4.9.10 Ventajas y desventajas en la protección pulpar directa con Biodentine

Existen diferentes características de este material a tomar en cuenta al momento de realizar la protección pulpar directa del tejido pulpar que de acuerdo a Navas (2020) y (Suarez, 2020), son las siguientes:

Ventajas

- Dureza, solubilidad baja y fuerte sellado.
- Fuerza compresiva
- Efectivo enlace micromecánico al remanente dentinario
- Resistencia a la microfiltración
- Buena adaptación marginal
- Bajo descoloramiento: Se puede utilizar debajo de restauraciones fotopolimerizables en áreas estéticas sensibles.

- PH alcalino: Posee un PH de 12 que es una característica que influye en el crecimiento, metabolismo y división celular bacteriana proporcionándole poder bactericida.
- Resistencia mecánica
- Alta capacidad como estimulante de las células pulpares en el proceso de protección y regeneración pulpar y dentinal.
- Tiempo de fraguado: Al estar en presencia de un acelerador de fraguado permite ajustar el material en 12 minutos y la presencia de un agente reductor de agua evita la formación de grietas dentro del material (About, 2016).

Desventajas

- Alto costo
- Mayor tiempo de endurecimiento que el Hidróxido de calcio
- Manipulación más rigurosa

4.9.11 Cambios biológicos y micro estructurales del complejo dentino-pulpar frente al recubrimiento pulpar directo con Biodentine.

Biodentine al tener entre los productos finales de su reacción de endurecimiento a los iones Calcio (Ca^{+2}) e Hidróxido (OH) tiene el poder de aumentar la síntesis de proteínas como son la BMP-2 (proteína morfogenética ósea), la que juega un papel fundamental en el desarrollo de huesos y cartílagos, está involucrada en el mecanismo de la TGF β y la interacción citoquina-receptor de citoquinas. Esta proteína es un potente inductor de la diferenciación osteoblástica y odontoblástica. (Ameneiros et al., 2019).

La TGF- β es una citoquina multifuncional perteneciente a la súper familia del factor de crecimiento transformador que incluye cuatro isoformas diferentes y muchas otras proteínas de señalización producidas por los leucocitos. Entre sus funciones está la activación de los procesos de fosforilación. Por activación de las TGF- β 1 la Biodentine® activa las enzimas osteopontina y fosfatasa alcalina responsables de la formación del puente dentinario; en este caso la dentina que se genera se denomina osteodentina, debido a que en su composición se aprecia un menor número de prolongaciones odontoblásticas. (Ameneiros et al., 2019).

Se ha evidenciado que la formación completa del puente dentinario se ha desarrollado 28 días después de haber realizado el recubrimiento pulpar. Siendo este evidente de manera continua y de espesor considerable ante la evaluación radiográfica.

4.9.12 Protocolo de aplicación

Biodentine debe ser manipulado con ayuda de un amalgamador y debe cumplir con pasos precisos de combinación y manipulación del polvo y el líquido. Zanini M. et al., (2012) mencionan los siguientes pasos:

1. Colocar la cápsula que contiene el polvo sola en el amalgamador de 8 a 10 segundos donde el objetivo es disgregar y a su vez unificar el polvo.
 2. Colocar 5 gotas del líquido en el interior de la cápsula.
 3. Programar el amalgamador en 30 segundos con una velocidad de 4000 a 4200 oscilaciones por minuto.
 4. Después se procede a abrir la cápsula y corroborar la consistencia del mismo, que debe ser un poco macilosa o densa; si se desea mayor consistencia se puede colocar 3 segundos más en el amalgamador.
 5. Para el uso adecuado en la transportación del Biodentine es necesario que se manipule con instrumentos metálicos, como con una porta-amalgama.
 6. Al momento de empaquetar debe ser con condensadores bolitas o rectos, pero ejerciendo una ligera presión, donde se observa que la superficie va dejando un leve brillo.
 7. Su primer tiempo de fraguado va desde los 6 minutos y finaliza final en el minuto 12, pasado ese tiempo podemos se continúa con los procedimientos de rehabilitación.
- Zanini M. et al., (2012)

5. Metodología

El presente estudio fue elaborado en base a una revisión bibliográfica de artículos científicos, los mismos que fueron recopilados con la ayuda de buscadores tales como: Google Scholar, Scielo, Pubmed y Crochane en un periodo de publicación comprendido entre el año 2017 y 2022, los cuales permitieron dar respuesta a los objetivos planteados.

Cabe mencionar que, para la elaboración del marco teórico, se empleó bibliografía sin límite de tiempo en su publicación, donde se incluyeron libros y artículos que permitieron fundamentar el presente trabajo.

Los términos MeSH empleados para la búsqueda en las bases de datos fueron: Recubrimiento de la Pulpa Dental, Recubrimiento Pulpar, Hidróxido de Calcio y Materiales de Recubrimiento Pulpar.

Tipo de estudio

La investigación corresponde a un estudio de tipo bibliográfico donde se analizó y recopiló información correspondiente al tema. Este estudio es de tipo documental – descriptivo, transversal y analítico. Se lo considera Documental-descriptivo, ya que, para dar respuesta a los objetivos planteados la información recopilada se basó en evidencia científica.

Es transversal porque para la búsqueda de la información y obtención de datos, los artículos recopilados estuvieron comprendidos en un periodo de tiempo comprendido entre el año 2017 y 2022. Consecuentemente, también es analítico porque se realizó la comparación entre la efectividad del hidróxido de calcio químicamente puro y biodentine en cuanto a la formación del puente dentinario.

Universo y muestra

Se trabajó con artículos que tuvieron relación directa con el tema a investigar, los cuales fueron seleccionados mediante los criterios de inclusión. El universo estuvo conformado por 33 artículos científicos, de los cuales se tomó una muestra de 16, indexados en las bases de datos.

Organización de la información

Se ordenaron los artículos en matrices donde se colocaron los parámetros que permitieron responder a la efectividad de formación del puente dentinario, tanto para el hidróxido de calcio químicamente puro como para biodentine. En base a estas matrices se elaboraron tablas de resumen donde se evaluó la efectividad de formación del puente dentinario de cada material por cada estudio de acuerdo al tiempo en que se realizó la evaluación del mismo.

Los tiempos en que se realizó la evaluación tanto para la efectividad de formación del puente dentinario como para la estabilidad sub restauración, fueron a corto plazo comprendido ente 0-12 meses, mediano plazo entre 1-3 años y largo plazo superior a los 3 años.

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión

- Artículos con búsqueda de información comprendida entre los últimos 5 años.
- Artículos con relación al tema, redactados en idioma inglés y español
- Artículos con resultados cuantitativos (%) en lo referente a las variables de estudio

Exclusión

- Artículos con idioma diferente al inglés y español
- Artículos sin información específica de la variable de estudio (Formación del puente dentinario)
- Artículos con resultados cualitativos en cuanto a las variables de estudio

6. Resultados

Se analizó en cada estudio la efectividad del hidróxido de calcio y biodentine en lo referente a su efectividad en la formación del puente dentinario a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 6. Efectividad en la formación del puente dentinario con hidróxido de calcio

Efectividad de formación del puente dentinario						
Autor/año	Corto plazo (0-1año)	Media	Mediano plazo (1-3 años)	Media	Largo plazo (>3 años)	Media
(Paula, A. B et al., 2018)	-	73, 90%	55%	61, 80%	-	0%
(Ahangari, Z et al., 2021)	60%		-		-	
(Mostafa & Moussa, 2018)	-		68,5%		-	
(Suhag, K et al., 2019)	69%		-		-	
(Al-Sabri et al., 2017)	74,9%		-		-	
(Noor et al., 2021)	80%		-		-	
(Llena et al., 2021)	85, 6%		-		-	
Total	71, 42%		28, 57%		0%	

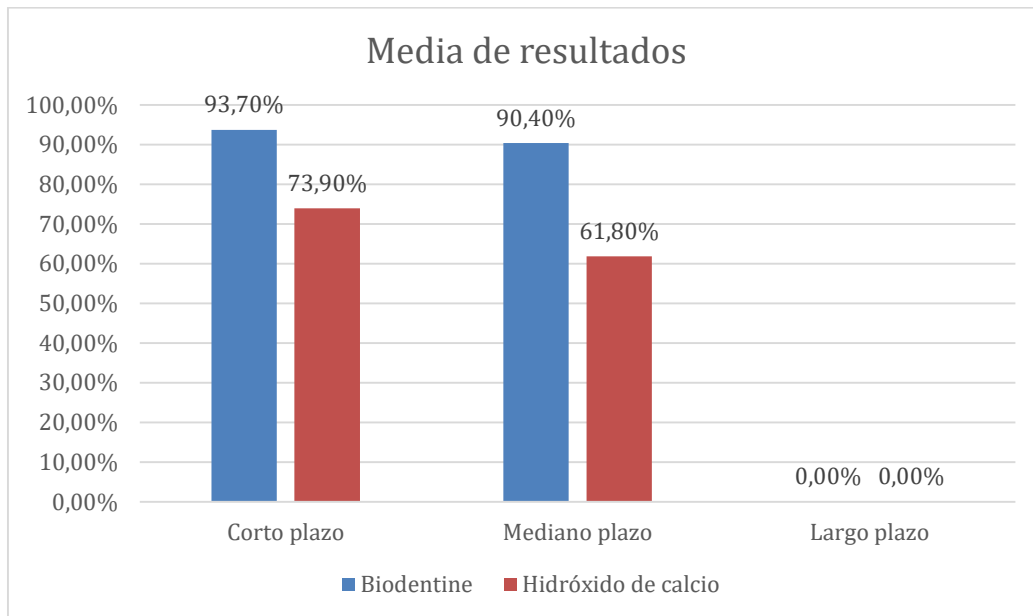
De los 7 artículos analizados para responder a la efectividad de formación del puente dentinario en el recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio químicamente puro, el 71, 42% indicaron una media de efectividad del 73, 90% a corto plazo. Por otra parte, el 28, 57% de estudios presentaron una media de efectividad del 61, 80% a mediano plazo. No hubo artículos que indicaran la efectividad a largo plazo.

Tabla 7. Efectividad en la formación del puente dentinario con biodentine.

Efectividad de formación del puente dentinario						
Autor/año	Corto plazo (0-1año)	Media	Mediano plazo (1-3 años)	Media	Largo plazo (>3 años)	Media
(Lipski M, et al., 2018)	-	93, 70%	82, 6%	90, 40%	-	0%
(Swaroop, et al., 2017)	83, 3%		-		-	
(Kusumvalli et al., 2019)	83, 4%		-		-	
(Nasri Z et al., 2022)	91, 7%		-		-	
(Linu S, et al., 2017)	-		92, 3%		-	
(Matsuura et al., 2019)	-		96, 4%		-	
(Brizuela C, et al., 2017)	100%		-		-	
(Kunert & Lukomska, 2020)	100%		-		--	
(Katge F. A et al., 2017)	100%		-		-	
Total	66, 67%		33, 33%		0%	

De los 9 artículos analizados para responder a la efectividad de formación del puente dentinario en el recubrimiento pulpar directo con biodentine, el 66, 67%, indicaron una media de efectividad del 93,70% a corto plazo. Por otra parte, el 33, 33% de estudios presentaron una media de efectividad del 90, 40% a mediano plazo. No hubo artículos que indicaran la efectividad a largo plazo

Figura 1. Comparación entre el hidróxido de calcio y biodentine en la efectividad de formación del puente dentinario.



Se puede evidenciar de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos que, biodentine tiene mayor efectividad en la formación del puente dentinario con una media a corto plazo del 93,70% y a mediano plazo del 90,40% frente al hidróxido de calcio que presentó una media de efectividad del 73,90% a corto plazo y del 61,80% a mediano plazo.

A largo plazo no hubo resultados para ninguno de los materiales.

7. Discusión

En la presente investigación en relación a la efectividad de formación del puente dentinario, los estudios que evaluaron la efectividad del hidróxido de calcio químicamente puro, indicaron una media del 73, 90% a corto plazo y a mediano plazo una media del 61, 80%.

Garrocho et al., 2020, en su estudio donde evaluó la protección pulpar directa con hidróxido de calcio químicamente puro presentó una efectividad de formación del puente dentinario inferior al obtenido en la presente investigación a mediano plazo con un valor del 53%.

Contrariamente a lo antes mencionado, Caruso et al., 2018 evaluó clínica y radiográficamente la formación del puente dentinario, además de la presencia o ausencia de inflamación pulpar y periapical después del recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio e indicó valores de efectividad superiores a los obtenidos en el presente estudio, correspondientes al 85,5% y el 79,5% en tiempos de evaluación realizados a corto plazo (9 meses) y a mediano plazo (18 meses) respectivamente.

Otros autores como Cushley, S et al., 2021 indicaron que el hidróxido de calcio químicamente puro presentó una efectividad de formación del puente dentinario del 69, 5% a corto plazo y del 59% a mediano plazo, los cuales son valores de efectividad de inferiores a los obtenidos en la presente investigación. Así mismo, en otro estudio Moritz et al., indicó que la efectividad del hidróxido de calcio químicamente puro en el recubrimiento pulpar directo fue del 68% a corto plazo.

Sadek en el año 2019 indicó en su estudio que el puente dentinario formado con hidróxido de calcio había presentado un tejido duro poco homogéneo con defectos de túnel que traspasaban el puente dentinario. La mayoría de puentes dentinarios evaluados presentaron un puente dentinario irregular y la dentina formada al ser evaluada al año del tratamiento presentó deterioro.

En cuanto a biodentine en lo referente a su efectividad de formación del puente dentinario, en la presente investigación se determinó que este material tuvo a corto plazo una media de efectividad del 93,70% y a mediano plazo del 90, 40%. Semejante a estos resultados, Caruso et

al., 2018 indicó valores del 94% de efectividad a corto plazo (9 meses) y del 89,5% a mediano plazo (18 meses).

De igual manera al autor anteriormente mencionado y en concordancia con la presente investigación, Selvendran et al., (2021) en su ensayo clínico también indicó una tasa de efectividad alta para biodentine del 91, 67% a corto plazo.

Semejante a esta investigación, así también, Carrilho, et al., 2019 en su ensayo clínico indicó una efectividad de biodentine correspondiente al 95% en un tiempo de evaluación realizado a corto plazo correspondiente a seis meses.

Al analizar la efectividad de formación del puente dentinario, todos los estudios tomados para la presente investigación, tanto los de hidróxido de calcio como los de biodentine, indicaron tener un resultado positivo, es decir, en todos hubo formación del puente dentinario. Sin embargo, su efectividad difiere en los resultados a corto, mediano y largo plazo, siendo biodentine el material de recubrimiento pulpar directo que presentó los valores de efectividad más altos. Esto puede deberse a que en los artículos analizados adicional a la formación del puente dentinario, también se evaluó la calidad del mismo, donde los estudios de biodentine indicaron la presencia de puentes más completos, homogéneos, de mayor espesor y con menor porosidad a comparación de los formados con hidróxido de calcio que indicaron la presencia de defectos de túnel y puentes menos homogéneos y de menor espesor en su gran mayoría.

8. Conclusiones

En función de la información recopilada en la siguiente investigación se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- La efectividad de formación del puente dentinario en el recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio presentó valores del 73, 90% a corto plazo y del 61,80% a mediano plazo. La efectividad este material tiende a descender a tiempos prolongados de evaluación.
- La efectividad de formación del puente dentinario en el recubrimiento pulpar directo con biodentine presentó valores del 93, 70% a corto plazo y del 90, 40% a mediano plazo. La efectividad de este material mantiene una constante de valores altos a tiempos prolongados de evaluación.
- Biodentine mostró valores superiores de efectividad en la formación del puente dentinario, tanto a corto como a largo plazo correspondientes al 93, 70% y 90, 40% respectivamente, a diferencia del hidróxido de calcio químicamente puro que tuvo resultados inferiores del 73,90% a corto plazo y del 61, 80% a mediano plazo. Se puede considerar a biodentine como una mejor opción para realizar el tratamiento de recubrimiento pulpar directo.

9. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar biodentine como material de recubrimiento pulpar directo debido a que muestra ser un material con excelentes propiedades biológicas y reparativas que tiene una efectividad de formación del puente dentinario superior a otros materiales y de mejor calidad.
- Para la manipulación de biodentine, se recomienda seguir el protocolo de preparación y aplicación del material de acuerdo al fabricante, para así asegurar una correcta preparación y obtener un mayor aprovechamiento de sus propiedades.

10. Bibliografía

- Simancas escorcia, v., & Díaz caballero, A. (2019). Biodentine: ¿sustituto de la dentina? *Revista Salud Uninorte*, 36(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.14482/sun.36.3.617.6>
- Aanchal, M., U Shenoy, V., Sumanthini, V., & Tanvi, S. (2021). Comparative Evaluation of Resin-modified Glass Ionomer Cement, Mineral Trioxide Aggregate, and Calcium Hydroxide When Used as a Direct Pulp Capping Material on Carious Pulp Exposures of Human Permanent Teeth: A Randomized Clinical Trial. *World Journal of Dentistry*, 12(5). <https://doi.org/381-385>
- Abdelaz, P., ElZoghbi, A., Shokry, M., Ahmed, A.-Z., & Rasha, H. (2019). Reparative Dentin Formation Using Stem Cell Therapy versus Calcium Hydroxide in Direct Pulp Capping: An Animal Study. *Braz. Dent. J.* , 30(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0103-6440201902711>
- Ameneiros Narcandi, O., Gamboa Sosa, J., Soto Rico, A., Martinez Betancourt, A., & Ruiz Candina, H. (2019). El uso de materiales bioactivos en la estomatología conservadora contemporánea. *Biodentine®. Invest. Medicoquir*, 11(3), 8-10. <https://doi.org/1995-942>
- Mooney, B. J (2006). Operatoria dental, Integración clínica. In J. Barrancos Mooney, & P. J. Barrancos, *Operatoria dental, Integración clínica*. Ed. Médica Panamericana.
- Bordoni, N., Escobar, A. E., & Castillo Mercado, R. (2010). *Odontología pediátrica: La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual*. Ed. Médica Panamericana.
- Cerón-Bastidas, X. A. (2015). El sistema ICDAS como método complementario para el diagnóstico de caries dental. *Revista CES Odontología*, 28(2), 2. <https://doi.org/0120-971X>
- Dean, J. A. (2018). McDonald y Avery. Odontología pediátrica y del adolescente. In J. A. Dean, *McDonald y Avery. Odontología pediátrica y del adolescente* (p. 224). Elsevier Health Sciences.

- Gades, D. (2007). Principales causas de daño al sistema pulpodentinario. *Odontólogo moderno*(34), 2.
- Gil, P., González, P., & Loor, D. (2013, Febrero 20). Protectores dentino pulpares y su aplicación clínica. Caracas, Venezuela.
- Goldberg, M. (2022). Re-Formation: Reactionary or Reparative Dentin . *Journal of Clinical Medical Research* , 3(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.46889/JCMR.2022.3102>
- Gómez de Ferraris, M. E., & Campos Muñoz, A. (2009). Complejo dentino pulpar I: pulpa dental y dentina. In M. E. Gómez de Ferraris, & A. Campos Muñoz, *Histología y embriología bucodental* (pp. 211-269). Ed. Médica Panamericana.
- Hoseinifar , R., Eskandarizadeh, A., Parirokh, M., Torabi, M., Safarian, F., & Rahmanian, E. (2020). Histological Evaluation of Human Pulp Response to Direct Pulp Capping with MTA, CEM Cement, and Biodentine. *J Dent (Shiraz)*, 21((3)), 1,2. <https://doi.org/10.30476/DENTJODS.2019.81796.0>
- Jefferies, S. R. (2016). Critical Appraisal. Comparative Performance of Mineral Trioxide Aggregate Versus Calcium Hydroxide as a Direct Pulp Capping Agent. *ournal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, 28(2). <https://doi.org/10.1111/jerd.12202>
- Karadas, M., & Gamze Atic, M. (2020). Bond strength and adaptation of pulp capping materials to dentin. *Microscopy research and technique*, 83(5). <https://doi.org/10.1002/jemt.23440>
- Peskersoy, C., & Murat Turkun, J. (2021). Efficacy of different calcium silicate materials as pulp-capping agents: Randomized clinical trial. *Journal of Dental Sciences*, 16(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.08.016>
- Ruiz Segovia, M. J. (2006). *Manual Del Tecnico Superior en Higiene Bucodental. M Test. MAD-Eduforma.*

- Sahli, C. C. (2006). Endodoncia. In C. C. Sahli, *Endodoncia* (p. 7). Elsevier España.
- Salazar Soto, C. (1994). Hidróxido de Calcio, Efectos biológicos y mecánicos de acción. *Revista Facultad de Odontología U, de A*, 5(2).
- Thabet, N. Z. (2021). Minimal Intervention in Dentistry: A Literature Review on Biodentine as a Bioactive Pulp Capping Material. *Biomed Res Int*. <https://doi.org/33884264>
- Valeriano, M. A. (s.f). Agresión y defensa del complejo dentino pulpar. *UNMSM*, 13.
- Vinh Tran, X., Salehi, H., Tam Truong, M., Minic , S., Sadoine, J., Jacquot, B., . . . BoukpeSSI , T. (2019). Reparative Mineralized Tissue Characterization after Direct Pulp Capping with Calcium-Silicate-Based Cements. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/ma12132102>
- Wells, C., Dulong, C., & McCormack, S. (2019). Terapia pulpar vital para el tratamiento endodóntico de dientes maduros: una revisión de la efectividad clínica, la rentabilidad y las pautas. *Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health*, 3. <https://doi.org/31525010>
- Matsuura, T., K S Kawata-Matsuura, V., & Yamada, S. (2019). Long-term clinical and radiographic evaluation of the effectiveness of direct pulp-capping materials. *Journal of oral science*, 61(1), 1–12.
- Suhag, K., Duhan, J., Tewari, S., & Sangwan, P. (2019). Success of Direct Pulp Capping Using Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide in Mature Permanent Molars with Pulps Exposed during Carious Tissue Removal: 1-year Follow-up. *Journal of endodontics*, 45(7), 840–847.
- Ahangari, Z., Mashhadiabbas, F., Feli, M., Jafari, Z., Zadsirjan.S. (2021). Evaluation of Pulp Tissue Following Direct Pulp Capping with Propolis versus Calcium Hydroxide: A Clinical Trial. *Journal of Dental School, Shahid Beheshti University of Medical Sciences*, Vol. 38 No. 4, 134–138.
- Mostafa, N and Moussa, S. (2018). Mineral Trioxide Aggregate (MTA) vs Calcium Hydroxide in Direct Pulp Capping – Literature Review. *Online Journal of Dentistry & Oral Health*.

- Kundzina, R., Stangvaltaite, L., Eriksen, H. M., & Kerosuo, E. (2017). Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide. *International endodontic journal*, *50*(10), 924–932.
- Paula, A. B., Laranjo, M., Marto, C. M., Paulo, S., Abrantes, A. M., Casalta-Lopes, J., Marques-Ferreira, M., Botelho, M. F., & Carrilho, E. (2018). Direct Pulp Capping: What is the Most Effective Therapy? -Systematic Review and Meta-Analysis. *The journal of evidence-based dental practice*, *18*(4), 298–314.
- Llena, C., Hernández, M., Melo, M., Sanz, J. L., & Forner, L. (2021). Follow-up of patients subjected to direct and indirect pulp capping of young permanent teeth. A retrospective study. *Clinical and experimental dental research*, *7*(4), 429–435. <https://doi.org/10.1002/cre2.362>
- Lipski M, Nowicka A, Kot K, Postek-Stefańska L, Wysoczańska-Jankowicz I, Borkowski L, Andersz P, Jarzabek A, Grocholewicz K, Sobolewska E, Woźniak K, Drożdżik A. Factors affecting the outcomes of direct pulp capping using Biodentine. *Clin Oral Investig*. 2018 Jun;*22*(5):2021-2029. doi: 10.1007/s00784-017-2296-7. Epub 2017 Dec 12. PMID: 29234957; PMCID: PMC5945752.
- Brizuela, C., Ormeño, A., Cabrera, C., Cabezas, R., Silva, C. I., Ramírez, V., & Mercade, M. (2017). Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. *Journal of endodontics*, *43*(11), 1776–1780.
- Hegde, S., Sowmya, B., Mathew, S., Bhandi, S. H., Nagaraja, S., & Dinesh, K. (2017). Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. *Journal of conservative dentistry: JCD*, *20*(2), 91–95.
- Linu, S., Lekshmi, M. S., Varunkumar, V. S., & Sam Joseph, V. G. (2017). Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study. *Journal of endodontics*, *43*(10), 1635–1639.

- Katge, F. A., & Patil, D. P. (2017). Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate-based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Split Mouth Study. *Journal of endodontics*, 43(4), 507–513.
- Nasri Z, Jahromi MZ, Aminzadeh A. Clinical and histological response of human pulp tissue to direct pulp capping with mineral trioxide aggregate, Biodentine and propolis. *Dent Res J* 2022; 19:40
- Kumar Khazane, M., Mahalaxmi, S., & Vidhya, S. (2022). Histologic evaluation of dentin bridge formation by pachymic acid and biodentine in human tooth culture model. *Endodontology*, 34(1).
- Miquet Vega, S. A., & Báez Ayala, É. (2019). Células madre dentales, reparación y regeneración en pulpa. *ECIMED*, 58(274), 2.
- Mooney, J. B. (2015). Avances clínicos, restauraciones y estética. 5.a Edición. In J. B.. (pp. 32-58). Editorial Médica Panamericana.
- Morales Miranda, L., & Gómez Gonzáles, W. (2019). Caries dental y sus consecuencias clínicas relacionadas al impacto en la calidad de vida de preescolares de una escuela estatal. *Rev Estomatol Herediana*, 29(1), 2. <https://doi.org/1019-4355>
- Morales, R., Trujillo, E., & Cantín, M. (2014). Caracterización Estereológica de Odontoblastos en Pulpas Dentarias Humanas Sanas y con Pulpitis Reversible. *Int. J. Morphol*, 32(1), 1. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000100027>
- Niño Barrera, D. J., & Garzón-Alvarado, I. D. (2012). Morfogénesis de los túbulos dentinales: un modelo matemático. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 31(2), 2.
- Ouni , M., Kallel , I., & Douki, N. (2022). Direct pulp capping of carious immature tooth using bioactive material: A case report. *SAGE Open Med Case Rep*.

11. Anexos

Anexo 1. Artículos seleccionados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario del hidróxido de calcio.

Nº	Base de Datos	Idioma	Enlace	Título	Año	Tipo de estudio	Autor
1	Pubmed	Ingles	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31104819/	Success of Direct Pulp Capping Using Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide in Mature Permanent Molars with Pulps Exposed during Carious Tissue Removal: 1-year Follow-up	2019	Ensayo clínico aleatorizado	Komal Suhag, Jigyasa Duhan, Sanjay Tewari, Pankaj Sangwan
2	Google scholar	Ingles	https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Evaluation+of+Pulp+Tissue+Following+Direct+Pulp+Capping+with+++Propolis+versus+Calcium+Hydroxide%3A+A+Clinical+Trial+&btnG	Evaluation of Pulp Tissue Following Direct Pulp Capping with Propolis versus Calcium Hydroxide: A Clinical Trial	2021	Ensayo clínico	Zohreh Ahangari, Fatemeh Mashhadiabbas, Mojgan Feli, Zeinab Jafari y Saeede Zadsirjan
3	Google scholar	Ingles	https://scholar.google.com/ec/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=Mineral+Trioxide+Aggregate+%28MTA%29+vs+Calcium+Hydroxide+in+Direct+Pulp+Capping-Literature+Review&btnG=	Agregado de Trióxido Mineral (MTA) vs Hidróxido de Calcio en Recubrimiento Directo de Pulpa- Revisión de Literatura	2018	Revisión bibliográfica	Nawras Maher Mostafa and Shady Ahmed Moussa

4	Google Scholar	Ingles	https://www.researchgate.net/publication/316209260_Role_of_Mineral_Trioxide_Aggregate_MTA_and_Calcium_Hydroxide_in_Conservative_Dentistry_as_Pulp_Capping_Material_A_Review	Role of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Calcium Hydroxide in Conservative Dentistry as Pulp Capping Material: A Review	2017	Artículo de revisión	Fuad Abdo Al-Sabri, Ahmed Mohammed Elmarakby, Nashwan Mohammed Qaid.
5	Google Scholar	Ingles	https://pjmhsonline.com/2021/october/2524.pdf	Effectiveness of Calcium Hydroxide (CaOH) as agent for Direct Pulp Capping in the Mandibular Molars	2021	Estudio clínico prospectivo	Asif Noor, Javeria Afzal, Asad Mahmood, Muhammad Saad Ullah, Mehwish Munawar
6	Pubmed	Ingles	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30514444/	Direct Pulp Capping: What is the Most Effective Therapy?- Systematic Review and Meta-Analysis	2018	Revisión sistemática y meta-análisis	Anabela B Paula, Mafalda Laranjo, , Carlos-Miguel Marto, Siri Paulo, Ana M Abrantes, João Casalta Lopes, Manuel Marques Ferreira, Maria Filomena Botelho, Eunice Carrilho
7	Pubmed	Ingles	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33382210/	Follow-up of patients subjected to direct and indirect pulp capping of young permanent teeth. A retrospective study	2021	Estudio retrospectivo	Carmen Llena, Miriam Hernández, Maria Melo, José Luis Sanz, Leopoldo Forner

Anexo 2. Artículos seleccionados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario con biodentine

Nº	Base de Datos	Idioma	Enlace	Título	Año	Tipo de estudio	Autor
1	Pubmed	Ingles	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5945752/	Factors affecting the outcomes of direct pulp capping using Biodentine	2018	Ensayo clínico	Mariusz Lipski, Alicja Nowicka, Katarzyna Kot, Lidia Postek-Stefańska, Iwona Wysoczańska-Jankowicz, Lech Borkowski, Paweł Andersz, Anna Jarzabek, Katarzyna Grocholewicz, Ewa Sobolewska, Krzysztof Woźniak, and Agnieszka Drożdżik
2	Pubmed	Ingles	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009923991730818X	Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial	2017	Ensayo clínico aleatorizado	Claudia Brizuela, Andrea Ormeño, Carolina Cabrera, Carolina Inostroza Silva, Valeria Ramírez, Montse Mercade
3	Pubmed	Inglés	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28855754/	Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth	2017	Evaluación clínica	Hegde Swaroop, B Sowmya, sylvia mateo, Shilpa H Bandhi, Shruti Nagaraja, K Dinesh
4	Pubmed	Ingles	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28807371/	Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth	2017	Estudio piloto retrospectivo	S Linu, M S Lekshmi, V S Varunkumar, V G Sam Joseph

				with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study				
5	Pubmed	Ingles	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32155997/	Bio-Inductive Materials in Direct and Indirect Pulp Capping—A Review Article	2020	Artículo de revisión	de	Marta Kunert y Monika Lukomska-Szymanska
6	Google Scholar	Ingles	https://www.drjjournal.net/article.asp?issn=1735-3327;year=2022;volume=19;issue=1;spage=40;epage=40;aulast=Nasri	Clinical and histological response of human pulp tissue to direct pulp capping with mineral trioxide aggregate, Biodentine and propolis	2022	Ensayo clínico aleatorizado		Zahra Nasri, Maryam Zare Jahromi and Atousa Aminzadeh.
7	Pubmed	Ingles	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28216271/	Comparative Analysis of 2 Calcium Silicate-based Cements (Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate) as Direct Pulp-capping Agent in Young Permanent Molars: A Split Mouth Study	2017	Ensayo clínico aleatorizado		Farhin A. Katge and Devendra P. Patil,
8	Google scholar	Ingles	https://www.ijdr.in/article.asp?issn=0970-9290;year=2019;volume=30;issue=2;spage=191;epage=195;aulast=kusumvalli	Clinical evaluation of biodentine: Its efficacy in the management of deep dental caries	2019	Ensayo clínico		S Kusumvalli, Abhinav Diwan, Shiraz Pasha, Madhuri R Devale, Chava Deepak Chowdhary, Priyanki Saikia
9	Pubmed	Ingles	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30568047/	Long-term clinical and radiographic evaluation of the effectiveness of direct pulp-capping materials	2019	Artículo de revisión		Takashi Matsuura, Viviane K S Kawata-Matsuura y Shizuka Yamada

Anexo 3. Matriz de parámetros considerados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario con hidróxido de calcio

Autor/año	Dientes tratados	Caries	Edad	Tipo de hidróxido de calcio	Formación de puente dentinario	Tiempo de seguimiento	Efectividad
(Suhag, K et al., 2019)	Primeros y segundos molares mandibulares permanentes	+	15-40 años	Hidróxido de calcio puro + suero fisiológico	+	12 meses	69%
(Ahangari, Z et al., 2021)	Terceros molares	+	20-28 años	Hidróxido de calcio puro + agua estéril	+	24 horas - 45 días (1, 5 meses)	60%
(Mostafa & Moussa, 2018)	Dentición permanente	+	>7 años	Hidróxido de calcio puro	+	2 años	68, 5%
(Al-Sabri et al., 2017)		+	7-45 años	Hidróxido de calcio puro	+	6 meses	74, 9%
(Noor et al., 2021)	Molares inferiores permanentes	+	15-40 años	Hidróxido de calcio puro	+	3 meses	80%
(Paula, A. B et al., 2018)	Molares permanentes	+	6-10 años	Hidróxido de calcio puro	+	3 años	55%
(Llena et al., 2021)	Molares e incisivos	+	6-14 años	Hidróxido de calcio puro	+	6 meses	85, 6%

Al realizar el análisis de los artículos se puede evidenciar que todos los estudios indican resultados positivos en la formación del puente dentinario. 4 estudios de los evaluados (57, 2%) indicaron los tiempos de evaluación más bajos, donde 3 de ellos Al-Sabri et al., 2017; Noor et al., 2021 y Llena et al., 2021 indicaron los valores más altos del 74, 9%, 80% y 85, 6% correspondientes. El otro estudio restante de Ahangari, Z et al., 2021 indicó el 60% de efectividad de formación en un mes y medio aproximadamente (1, 5 meses).

El estudio de Paula, A. B et al., 2018 tuvo el tiempo de evaluación más alto (3 años) con la efectividad de formación más baja del 55%.

Anexo 4. Matriz de parámetros considerados para evaluar la efectividad de formación del puente dentinario con biodentine

Autor/año	Dientes tratados	Caries	Edad	Formación de puente dentinario	Tiempo de seguimiento	Tasa de éxito
(Lipski M, et al., 2018)	Premolares y molares permanentes	+	11-79 años	+	18 meses	82, 6%
(Brizuela C, et al., 2017)	Dientes permanentes	+	11 años	+	12 meses	100%
(Swaroop, et al., 2017)	Molares permanentes	+	18-40 años	+(Puentes continuos)	6 meses	83, 3%
(Linu S, et al., 2017)	Dientes permanentes	+	15-30 ños	+	18 meses	92,3 %
(Kunert & Lukomska, 2020)	Dientes permanentes	+		+ (puentes completos)	12 meses	100%
(Nasri Z et al., 2022)	Premolares permanentes	-	15.25 años	+	2 meses	91, 7%
(Katge F. A et al., 2017)	Primeros molares permanentes	+	7-9 años	+	12 meses	100%
(Kusumvalli et al., 2019)	Molares permanentes	+	15-40 años	+	12 meses	83,4%
(Matsuura et al., 2019)	Dientes permanentes	+		+	14 meses	96, 4%

Al realizar el análisis de los artículos se puede evidenciar que todos los estudios indicaron resultados positivos en la formación del puente dentinario. 3 estudios de los analizados (33, 33%) de Brizuela C, et al., 2017; Kunert & Lukomska, 2020 y Katge F. A et al., 2017) indicaron los valores más altos de efectividad correspondientes al 100% en un tiempo de evaluación de 12 meses para todos. Además, dos de estos artículos Brizuela C, et al., 2017 y Katge F. A et al., 2017 indicaron haber desarrollado sus estudios en pacientes con las edades más bajas, niños de entre los 7-11 años. El estudio de Nasri Z et al., 2022 fue el que indicó haber realizado la evaluación de efectividad de formación del puente dentinario en el menor tiempo (2 meses) indicando un valor considerablemente alto del 91, 7%.

Anexo 5

Pertinencia del pre proyecto de Trabajo de Integración Curricular

Loja, 03 de mayo del 2022

Dra.

Susana González Eras

DIRECTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA FSH-UNL

Ciudad.-

De mi consideración:

Con un atento saludo me dirijo a usted, para dar atención al MEMORANDUN No. 093-DCO-FSH-UNL, recibido el 3 de mayo del presente, en el cual me solicitan emitir informe sobre la estructura y coherencia del proyecto de la autoría de Srta. Paola Jazmín Martínez Jiménez, estudiante de la Carrera de Odontología, cuyo tema de tesis titula **"COMPARACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO Y EL SILICATO TRICÁLCICO CON RESPECTO A SU EFECTIVIDAD EN LA PROTECCIÓN DENTINO PULPAR DIRECTA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA"**

Al respecto debo informar que después de realizar las modificaciones planteadas el mencionado proyecto de investigación, cuenta con los elementos estructurales establecidos en el Reglamento de Régimen Académico capítulo II DEL PROYECTO DE TESIS, art.135, además se encuentra bien fundamentado, por lo tanto lo declaro **PERTINENTE**, para su ejecución.

Sin más que mencionar, le extiendo mis más altos sentimientos de consideración y estima.

Atentamente



Formado a través del sistema Jotit
JHOANNA ALEJANDRA
RIOFRÍO HERRERA

Od. Esp. Jhoanna A. Riofrío H.

DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA FSH/UNL

Anexo 6

Solicitud de emisión del director de Trabajo de Integración Curricular.

Loja 04 de mayo del 2022

Odt. Esp. Susana González Eras
DIRECTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA
Presente.

De mi consideración:

Yo, **Paola Jazmín Martínez Jiménez**, con CI. **1106035544**, estudiante del noveno ciclo de la carrera de Odontología régimen 2019 de la Universidad Nacional de Loja, a su autoridad respetuosamente expongo y solicito:

Una vez recibido el informe favorable de pertinencia de mi proyecto de tesis titulado **“COMPARACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO Y EL SILICATO TRICÁLCICO CON RESPECTO A SU EFECTIVIDAD EN LA PROTECCIÓN DENTINO PULPAR DIRECTA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”** por parte de la asesora científica **Dra. Esp. Jhoanna Riofrio Herrera**, solicito a su autoridad muy comedidamente se me designe el director de tesis para dar continuidad a la ejecución de la investigación.

Por la atención al presente le anticipo mi sincero agradecimiento.

Atentamente,



Paola Jazmín Martínez Jiménez
1106035544

ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

Anexo 7

Designación del director de Trabajo de Integración Curricular

OF. 177-DCO-FSH-UNL
Loja, 06 de mayo de 2022

Odt. Esp. Jhoanna Riofrio Herrera
DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA DE LA FACULTAD DE LA SALUD HUMANA DE LA UNL

Presente. -

En atención a la petición presentada por la Srta. **Paola Jazmin Martínez Jiménez**, y, de acuerdo a lo establecido en el Art. 228 del Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, una vez emitido el informe favorable del trabajo de integración curricular o de titulación denominado **"COMPARACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO Y EL SILICATO TRICÁLCICO CON RESPECTO A SU EFECTIVIDAD EN LA PROTECCIÓN DENTINO PULPAR DIRECTA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA"** de autoría de la Srta. **Paola Jazmin Martínez Jiménez**, me permito designar a usted Directora del trabajo de integración curricular o de titulación autorizando su ejecución.

El director del trabajo de integración curricular o de titulación será responsable de asesorar y monitorear con pertinencia y rigurosidad científico-técnica la ejecución del proyecto y de revisar oportunamente los informes de avance, los cuales serán devueltos al aspirante con las observaciones, sugerencias y recomendaciones necesarias para asegurar la calidad de la investigación. Cuando sea necesario, visitará y monitoreará el escenario donde se desarrolle el trabajo de integración curricular o de titulación.

Particular que comunico para los fines pertinentes,

Atentamente

 Escaneado electrónicamente por:
**SUSANA
PATRICIA
GONZÁLEZ ERAS**

Odt. Esp. Susana González Eras
DIRECTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA DE LA FSH.

Elaborado por: Dra. Elsa Pineda Pineda
Analista de Apoyo a la Gestión Académica
C.c Archivo

Anexo 8

Certificado de pertinencia del Trabajo de Integración Curricular

FECHA: 17 octubre 2022

DE: Od. Jhoanna A. Riofrío H. Esp.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PARA: Od. Susana González Eras Esp.

DIRECTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

ASUNTO: CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que una vez asesorada, monitoreada con pertinencia y rigurosidad científica la ejecución del trabajo de integración curricular del tema: ***"Comparación del hidróxido de calcio y el silicato tricálcico con respecto a su efectividad en la protección dentino pulpar directa. Revisión Bibliográfica"*** de la autoría de ***Paola Jazmín Martínez Jiménez***, el mismo cumple con las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas, que regulan esta actividad académica; consecuentemente, dicho trabajo de integración curricular se encuentra **culminado y aprobado**, por lo que autorizo continuar con el proceso de titulación.



Firmado digitalmente por:
**JHOANNA ALEXANDRA
RIOFRIO HERRERA**

Od. Jhoanna A. Riofrío Herrera Esp.

DIRECTORA TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Anexo 9

Certificado de traducción del resumen

Loja, 27 de septiembre de 2022


Yo, Olga Susana Jara Tapia, con numero de cédula 1103299234, licenciada en Ciencias de la Educación Idioma Extranjero Inglés,

CERTIFICO:

Haber realizado la traducción textual del documento adjunto, correspondiente al trabajo de titulación denominado: **“Comparación del hidróxido de calcio y el silicato tricálcico con respecto a su efectividad en la protección dentino pulpar directa. Revisión bibliográfica”** elaborado por **Paola Jazmín Martínez Jiménez**, con numero de cedula **1106035544**.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, facultando al portador el presente documento para el trámite correspondiente.

Atentamente.



Lic. Olga Susana Jara Tapia

Cédula: 1103299234

Email: susyjara@hotmail.es