TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Odontología

RECUBRIMIENTO PULPAR DIRECTO EN DIENTES TEMPORALES. MATERIALES INDICADOS, EVOLUCIÓN Y PRONOSTICO.

Madrid, curso académico 2025/2026

Número identificativo: 13

RESUMEN

Introducción: Los dientes temporales desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de la dentición permanente, pero su anatomía los hace más susceptibles a caries y afecciones pulpares. Por ello, han surgido terapias pulpares vitales más eficaces, como el recubrimiento pulpar directo, una técnica conservadora que busca preservar la vitalidad pulpar, mantener la función del diente y evitar tratamientos invasivos. La incorporación de nuevos biomateriales ha mejorado significativamente su pronóstico y tasa de éxito; **Objetivo:** Evaluar la evolución de esta técnica y analizar su pronóstico en función de los materiales empleados, identificando aquellos con mejores resultados clínicos; **Material y Métodos:** Se formuló una pregunta de investigación siguiendo el modelo PICO y se realizó una revisión bibliográfica utilizando diversas fuentes, como la biblioteca CRAI Dulce Cachón, PubMed y Medline. Se empleó una ecuación de búsqueda con diferentes palabras clave y la selección de los artículos se llevó a cabo según criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos; **Resultados:** Se analizaron un total de 12 estudios para comparar las tasas de éxito clínico y radiográfico, observándose variaciones en función del material empleado, aunque en general se reportaron altos porcentajes de éxito; **Conclusiones:** El recubrimiento pulpar directo es una técnica eficaz para mantener la vitalidad pulpar en dientes temporales. Su éxito depende tanto del material utilizado como de factores clínicos, como la adecuada selección del caso, el control de la hemorragia y un correcto sellado coronario, siendo estos determinantes clave en el pronóstico.

PALABRAS CLAVE

Odontología, Dientes temporales, Exposición pulpar, Recubrimiento pulpar directo

ABSTRACT

Introduction: Primary teeth play a fundamental role in the development of the permanent dentition, but their anatomy makes them more susceptible to caries and pulp disorders. Consequently, more effective vital pulp therapies have emerged, such as direct pulp capping, a conservative technique that aims to preserve pulp vitality, maintain tooth function and avoid invasive treatments. The incorporation of new biomaterials has significantly improved its prognosis and success rate; **Objective:** To evaluate the evolution of this technique and analyse its prognosis based on the materials used, identifying those with the best clinical outcomes; **Material and Methods:** A research question was formulated following the PICO model, and a literature review was conducted using various sources, such as the CRAI Dulce Cachón library, PubMed and Medline. A search equation with different keywords was employed, and articles were selected according to pre-established inclusion and exclusion criteria; **Results:** A total of 12 studies were analysed to compare clinical and radiographic success rates, with variations observed depending on the material used, although high success rates were generally reported; **Conclusions:** Direct pulp capping is an effective technique for preserving pulp vitality in primary teeth. Its success depends both on the material used and on clinical factors, such as appropriate case selection, haemorrhage control and proper coronal sealing, all of which are key determinants of the prognosis.

KEYWORDS

Dentistry, Direct pulp capping, Deciduous teeth, Pulp exposure

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1 Indicaciones 3

1.2 Contraindicaciones 4

1.3 Materiales indicados 4

1.3.1 Hidróxido de calcio 5

1.3.2 MTA 5

1.3.3 Biodentine 6

1.3.4 Cemento de Portland 6

1.3.5 TheraCal 7

1.3.6 Simvastatina 7

2. OBJETIVO 9

3. MATERIAL Y MÉTODOS 10

4. RESULTADOS 12

5. DISCUSIÓN 32

6. CONCLUSIONES 37

7. SOSTENIBILIDAD 38

8. BIBLIOGRAFÍA 39

9. ANEXOS 43

1. INTRODUCCIÓN

Los dientes temporales desempeñan un papel esencial, ya que guían la correcta formación y posición de los dientes permanentes, pero al mismo tiempo presentan una gran vulnerabilidad frente a la caries dental (1). Por esta razón, mantenerlos sanos resulta imprescindible y constituye un elemento decisivo para la salud bucodental de los niños (1).

Los dientes temporales poseen características anatómicas que los diferencian de los permanentes (2). Su esmalte es más delgado y menos mineralizado (2,3), la dentina presenta mayor permeabilidad y la pulpa ocupa un volumen relativamente mayor (2).

Estas particularidades incrementan el riesgo de caries dental (3), favorecen una progresión más rápida de la enfermedad, generan lesiones más severas desde fases tempranas y provocan una mayor frecuencia de afecciones pulpares en comparación con la dentición permanente (2).

Actualmente, las terapéuticas más invasivas se han ido sustituyendo poco a poco por técnicas más conservadoras, basadas en una Odontología de mínima intervención y máxima preservación del tejido.

Las técnicas para el manejo de la caries pueden ser sin eliminación del tejido cariado como el empleo de selladores (4), el empleo de fluoruro amino de plata (5) o la técnica de Hall (6), o pueden implicar la eliminación selectiva del tejido cariado (6).

Igualmente, en el caso de que la lesión de caries afecte a la pulpa de forma reversible se opta por terapias pulpares vitales (6).

Entre estas terapias se incluyen el recubrimiento pulpar indirecto, el recubrimiento pulpar directo y la pulpotomía (6). Su propósito fundamental es mantener la vitalidad y el correcto funcionamiento de la pulpa dental (6).

El recubrimiento pulpar indirecto (RPI) se indica cuando una caries profunda se acerca a la cámara pulpar sin llegar a exponerla (7). La pulpa mantiene un estado sano, sin signos clínicos ni radiográficos de alteración (8). Este procedimiento conserva una fina capa de dentina cariada para evitar la exposición, cubriéndola con un material biocompatible que promueve la reparación y protección pulpar (8). Así, el RPI preserva la vitalidad del diente y prolonga su funcionalidad (8).

El recubrimiento pulpar directo (RPD) es considerado un procedimiento terapéutico conservador y mínimamente invasivo que tiene como finalidad preservar la vitalidad del tejido pulpar (8–10). Este tratamiento consiste en la aplicación directa de un material biocompatible

sobre la pulpa dental expuesta (11,12), con el objetivo de aislarla del medio bucal tras la eliminación total del tejido cariado (12), estimular la respuesta reparadora del complejo dentinopulpar, favorecer la formación de un puente dentinario y permitir la continuación del desarrollo radicular en piezas inmaduras (9,10). El éxito de un recubrimiento pulpar directo permite evitar procedimientos pulpares más complejos, como la pulpotomía o la pulpectomía (10). Para lograr ese éxito, es fundamental seleccionar correctamente los casos y aplicar el material de forma adecuada, garantizando un sellado eficaz, biocompatibilidad, efecto antimicrobiano y capacidad de inducir la formación de tejido duro (10).

El RPD se indica específicamente en situaciones donde la exposición pulpar es pequeña —generalmente de 1 mm o menos— y cuando dicha exposición ha ocurrido recientemente, idealmente en un periodo no mayor a 24 horas (6,13). Este enfoque permite intervenir de manera temprana para maximizar las probabilidades de éxito biológico y mantener la funcionalidad del tejido pulpar (6).

Antes de proceder con la colocación del material de recubrimiento, es indispensable realizar un control meticuloso de la hemorragia pulpar (7,13). Para ello, se recomienda utilizar una torunda de algodón ligeramente humedecida con solución salina estéril o agua destilada, aplicándola sobre el sitio de exposición, con ligera presión durante aproximadamente tres minutos, hasta lograr la hemostasia completa (7,12,13).

En caso de que el sangrado no pueda ser controlado mediante este método, el procedimiento no debe llevarse a cabo, ya que la persistencia de hemorragia indica un compromiso pulpar mayor que contraindica la realización del recubrimiento directo (7).

La pulpotomía es una terapia pulpar vital que consiste en retirar la pulpa coronal para conservar la pulpa radicular sana (6). Está indicada en dientes primarios con exposición pulpar por caries (12). Aunque presenta buenos resultados clínicos, es más invasiva que el recubrimiento pulpar, ya que implica una mayor eliminación de tejido dentario (12). Esta pérdida estructural puede afectar la anatomía del diente y suele requerir su restauración con una corona de acero inoxidable (12).

El recubrimiento pulpar directo no solía considerarse una buena opción en dientes temporales porque, durante años, se utilizó principalmente hidróxido de calcio, un material que en dentición primaria mostraba resultados poco fiables y un alto riesgo de reabsorción interna debido a la elevada densidad celular y a la tendencia de la pulpa decidua a formar odontoclastos (10,11,14). Por esta razón, los tratamientos de recubrimiento pulpar con hidróxido de calcio tenían un pronóstico impredecible en dientes de leche, a diferencia de lo que ocurre en dientes

permanentes, donde este material si ha demostrado ser eficaz y se considera un estándar terapéutico (14).

Sin embargo, con la llegada de nuevos materiales biocerámicos y agentes más estables y biocompatibles, el recubrimiento pulpar directo se ha convertido actualmente en una alternativa válida y mucho más predecible para los dientes temporales, mejorando notablemente los resultados clínicos (9).

Hoy en día, tanto el recubrimiento pulpar indirecto (RPI) como el recubrimiento pulpar directo (RPD) y la pulpotomía se consideran procedimientos terapéuticos altamente eficaces en el manejo de dientes temporales vitales comprometidos por lesiones cariosas (15). Presentan una elevada tasa de éxito cuando se aplican en dientes cuya pulpa mantiene su vitalidad, ya sea en un estado completamente sano o mostrando signos compatibles con una pulpitis reversible (15).

1.1 Indicaciones

El recubrimiento pulpar directo se indica solo en situaciones clínicas específicas (8). Se aplica en dientes temporales cercanos a su exfoliación fisiológica, con exposiciones pulpares pequeñas, puntuales, generalmente de 1 mm o menos, causadas por traumatismos o procedimientos mecánicos, durante la preparación cavitaria (8,12,13).

Se realiza cuando la pulpa dental se encuentra vital, es decir, mantiene su funcionalidad y su capacidad de respuesta normal (8). Además, puede realizarse en aquellos casos en los que la pulpa presenta signos y síntomas compatibles con una pulpitis reversible, lo que implica que el daño pulpar aún es limitado y existe la posibilidad de recuperación completa del tejido mediante una adecuada intervención terapéutica (8,12). Se realiza aplicando una base biocompatible con propiedades radiopacas que actúa como una barrera protectora sobre los túbulos dentinarios, creando una interfase entre el material restaurador y la pulpa (8). Su función principal es favorecer la regeneración del tejido pulpar, minimizar la irritación y disminuir la sensibilidad posterior al procedimiento (8).

Es fundamental reducir las complicaciones postoperatorias, como sensibilidad, dolor o inflamación, que pueden afectar el éxito del tratamiento (8). Para ello, se utilizan biomateriales bioactivos y biocompatibles que estimulan la formación de un puente dentinario y la reparación del tejido pulpar expuesto (8). Pueden aplicarse directamente sobre la pulpa, con o sin desinfección previa, según el protocolo clínico, y se sellan con un material restaurador que evite la filtración bacteriana y proteja el complejo dentinopulpar (8).

En condiciones clínicas adecuadas, el tratamiento debe lograr una respuesta biológica favorable, con recuperación total del tejido pulpar y formación de dentina reparadora como barrera protectora (8). El éxito se evalúa por la ausencia de signos patológicos detectados en radiografías, como reabsorciones o áreas radiolúcidas que pueden indicar inflamación o necrosis (8). Además, es esencial evitar cualquier daño al germen o al diente permanente sucesor, preservando así la integridad del desarrollo dentario futuro (8).

1.2 Contraindicaciones

El recubrimiento pulpar directo presenta ciertas limitaciones en cuanto a sus indicaciones clínicas, por lo que su aplicación debe evaluarse cuidadosamente en función del estado del diente y de los tejidos circundantes (12). Este procedimiento no está indicado en dientes que manifiesten movilidad patológica o sensibilidad a la percusión (10,12). Tampoco debe realizarse en dientes que muestren pérdida de continuidad de la lámina dura, ni en aquellos que presenten alteraciones en los tejidos periodontales de soporte, presencia de fístulas o signos evidentes de inflamación (10,12). No es un tratamiento apropiado en casos de pulpitis irreversible o de necrosis pulpar (13).

Desde el punto de vista radiográfico, también existen criterios de exclusión que deben tenerse en cuenta antes de realizar la técnica (12). La detección de reabsorciones internas o externas, radiotransparencias periapicales o furcales, calcificaciones pulpares o cualquier signo patológico en el germen del diente sucesor permanente contraindican el tratamiento (10,12).

Asimismo, el tamaño y las características de la exposición pulpar constituyen factores determinantes (12). Cuando la exposición resultante de la eliminación del tejido cariado supera los 2 mm de diámetro o cuando no es posible controlar la hemorragia tras un tiempo clínicamente razonable, el recubrimiento pulpar directo debe descartarse, ya que dichas condiciones reducen significativamente las probabilidades de éxito y comprometen la conservación de la vitalidad pulpar (12).

1.3 Materiales indicados

Un material ideal para el recubrimiento pulpar directo debe estimular biológicamente a las células pulpares u odontoblastos, favoreciendo la formación de nuevo tejido duro sobre la zona

expuesta (8,12). Su biocompatibilidad y baja citotoxicidad son factores esenciales, ya que están en contacto directo con la pulpa dental (10).

1.3.1 Hidróxido de calcio

Dentro de los materiales empleados en la práctica clínica para el recubrimiento pulpar directo, el hidróxido de calcio o $Ca(OH)_2$ ha sido tradicionalmente considerado el material de referencia o "gold standard" en dientes permanentes (10–12). Este compuesto destaca por su bajo costo, su fácil manipulación y su capacidad para inducir la formación de dentina reparadora, además de permitir una aplicación rápida y sencilla sobre la zona expuesta (12). No obstante, su utilización en dientes temporales ha sido objeto de controversia, ya que diversos estudios han reportado tasas de éxito significativamente menores cuando se emplea en recubrimientos pulpares directos en piezas primarias (11,12).

1.3.2 MTA

El agregado de trióxido mineral (MTA) fue incorporado a la práctica odontológica como una alternativa al hidróxido de calcio para mejorar los resultados de los procedimientos de recubrimiento pulpar (10,12). Es un material biocerámico, a base de silicato de calcio, ampliamente empleado en los tratamientos pulpares, como los recubrimientos pulpares directos que se caracteriza por ser un cemento bioactivo y altamente biocompatible (9,10). Este material ha demostrado una superioridad significativa en varios aspectos clínicos y biológicos, especialmente en su excelente capacidad para proporcionar un sellado hermético frente a la microfiltración bacteriana y en la inducción de la formación de un puente dentinario más homogéneo, espeso y resistente (10,12). Al igual que otros materiales de última generación, como la Biodentine, ha demostrado una elevada eficacia en la preservación de la vitalidad pulpar y en la estimulación de la formación de dentina reparadora (9).

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, el uso del MTA presenta ciertas limitaciones que han restringido su aplicación rutinaria en odontopediatría (9,12). Entre los principales inconvenientes se destacan su prolongado tiempo de fraguado, que puede dificultar el manejo clínico, su elevado coste económico (9,10,12) y la posibilidad de generar decoloraciones en la estructura dental (9).

1.3.3 Biodentine

Con el propósito de conservar la vitalidad pulpar y favorecer la permanencia del diente en la cavidad oral, se han desarrollado diversos materiales bioactivos destinados al recubrimiento pulpar directo (9). Entre ellos destaca la Biodentine, un material biocompatible con excelentes propiedades físicas y biológicas, compuesto por silicato tricálcico de base orgánica no metálica (9,12), que con el paso del tiempo se ha consolidado como una de las opciones preferentes en la práctica clínica (9). En comparación con el MTA, ofrece una manipulación más sencilla, un tiempo de fraguado más corto y una mayor resistencia a la compresión y densidad (12). Además, su menor porosidad favorece un sellado más eficaz y contribuye a su capacidad para inducir la formación de dentina reparadora (12). Este material ha mostrado una alta tasa de éxito en la preservación de la vitalidad pulpar y, como ventaja adicional, no provoca alteraciones en la coloración dental (9).

1.3.4 Cemento de Portland

El cemento Portland puro es un material a base de silicato de calcio que fue incorporado a la práctica odontológica como una alternativa potencial al agregado de trióxido mineral (MTA) (12).

Este cemento se caracteriza por su elevada biocompatibilidad y por estar constituido principalmente por cemento Portland sin la adición de componentes secundarios como el óxido de bismuto, que suele emplearse como agente radiopaco en otros cementos, como el MTA (12). Su composición, más simple, le confiere propiedades físico-químicas y biológicas comparables a las del MTA, destacando por su adecuada estabilidad cromática, buenas características bioinductivas y resistencia mecánica suficiente para aplicaciones clínicas (12). Además, presenta un tiempo de fraguado más corto, lo que facilita su manipulación durante el procedimiento, y su coste es considerablemente inferior en comparación con otros materiales basados en MTA, lo que lo convierte en una opción más accesible (12). Sin embargo, a pesar de estas ventajas teóricas, la evidencia científica disponible sobre su uso clínico en odontopediatría aún es limitada (12). Los estudios existentes se centran principalmente en su aplicación en tratamientos pulpares como la pulpotomía o el recubrimiento pulpar indirecto, por lo que se requiere más investigación para determinar su eficacia y seguridad en el recubrimiento pulpar directo de dientes primarios (12).

1.3.5 TheraCal

Con el propósito de superar las desventajas asociadas al MTA, se desarrolló un nuevo material conocido como TheraCal (10). Es un tipo de material basado en cemento Portland modificado con resina, y se usa en tratamientos pulpares, particularmente en el recubrimiento pulpar directo (10). Una de las principales particularidades de TheraCal es su capacidad de fraguado inmediato por fotopolimerización, lo que no solo disminuye el tiempo clínico del procedimiento, sino que también puede favorecer una mejor cooperación por parte de los pacientes pediátricos (10).

Durante este proceso de fraguado, libera iones de calcio de forma controlada, los cuales favorecen la alcalinización del medio y estimulan diversas propiedades bioactivas, como la formación de apatita, la deposición de nueva dentina y la promoción del crecimiento y proliferación celular (10). Diversos estudios han evidenciado que TheraCal presenta una mayor liberación de iones de calcio, además de menor solubilidad y absorción de agua en comparación con otros materiales convencionales, como el MTA o el hidróxido de calcio autopolimerizable, lo que puede ser potencialmente estimulante para las erupciones dentales (10).

TheraCal ofrece también múltiples beneficios, entre los que destacan su facilidad de manipulación, la posibilidad de una colocación más exacta, propiedades físicas mejoradas y una eficacia antibacteriana superior frente a los materiales derivados del hidróxido de calcio (10).

Estas propiedades le otorgan ventajas potenciales para su uso en procedimientos de RPD, ya que contribuyen a mejorar la respuesta biológica del tejido pulpar y la estabilidad del material a lo largo del tiempo, lo que convierte a TheraCal en una alternativa eficaz para el recubrimiento de exposiciones pulpares (10).

1.3.6 Simvastatina

La simvastatina, una estatina hipolipemiante que inhibe la enzima HMG-CoA reductasa, es un fármaco seguro y de bajo costo con efectos adicionales como la reducción de la inflamación, la estimulación de la angiogénesis y la mejora de la función endotelial (11). También se ha observado su acción anabólica sobre el hueso, favoreciendo su formación y regeneración (11).

Sin embargo, frente al hidróxido de calcio, la simvastatina muestra menor capacidad para inducir la formación de tejido duro (11). Esto podría deberse al posible efecto citotóxico sobre células pulpares y odontoblásticas, lo que reduce su viabilidad y función regenerativa, dificultando su participación en los procesos de regeneración y reparación del tejido pulpar (11). Además, dosis elevadas de simvastatina disminuyen la formación de puentes dentinarios y aumentan la

inflamación y necrosis pulpar, en contraste con el hidróxido de calcio, que ofrece mejores resultados por sus propiedades antibacterianas, antiinflamatorias y osteogénicas (11). Esto puede deberse a los efectos citotóxicos que el fármaco ejerce cuando se encuentra en concentraciones altas (11).

Por ello, aunque las estatinas poseen cierto potencial biológico, no son una alternativa adecuada al hidróxido de calcio en el recubrimiento pulpar directo (11).

JUSTIFICACION

El recubrimiento pulpar directo o RPD se justifica como una opción terapéutica conservadora y mínimamente invasiva orientada a preservar la vitalidad del tejido pulpar (8–10). Su indicación responde al objetivo de prevenir la necesidad de tratamientos pulpares más invasivos, como la pulpotomía o la pulpectomía (10).

2. OBJETIVO

El objetivo de nuestro trabajo es evaluar, a través de la literatura científica, la evolución del recubrimiento pulpar directo en los dientes temporales y el pronóstico de este tratamiento en función de los materiales empleados.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión documental basada en la literatura científica, con el propósito de evaluar los distintos materiales indicados en el recubrimiento pulpar directo, en los dientes temporales, el pronóstico de este tratamiento, así como su evolución.

Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica, se ha realizado una búsqueda bibliográfica utilizando diversas fuentes, entre ellas la biblioteca CRAI Dulce Cachón, así como diversas bases de datos fiables, como PubMed y Medline.

La fuente principal utilizada para esta investigación fue PubMed, donde los términos de búsqueda y las palabras clave incluidos fueron los siguientes: “direct pulp capping”, “primary teeth”, “not permanent”, “Calcium Hydroxide”, “Mineral Trioxide Aggregate”, “Biodentine”, “Vital Pulp Therapies”, “pulp exposure”, “dental caries”.

La ecuación de búsqueda principal utilizada en las bases de datos fue («Pulp exposure») AND ("carious lesion") AND («Direct Pulp Capping" OR "Vital pulp therapy") OR (« primary teeth" OR « not permanent » OR "deciduous teeth") AND ("Calcium Hydroxide" OR "Mineral Trioxide Aggregate" OR MTA OR Biodentine OR bioceramic) AND ("treatment outcome" OR success OR prognosis OR survival rate). De los 293 artículos encontrados, hemos elegido 24 estudios para llevar a cabo nuestra revisión documental.

La pregunta de investigación PICO (paciente, intervención, comparación y resultado) que se formuló para encontrar el objetivo de este estudio fue la siguiente:

En dientes temporales con exposición pulpar y vitalidad pulpar, ¿cuál es la evolución y el pronóstico del recubrimiento pulpar directo en función del material empleado en términos de éxito clínico y radiográfico?

La selección de los artículos se realizó de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión que se presentan en la tabla 1.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios que analizan al menos uno de los siguientes aspectos: 1. Materiales utilizados 2. Evolución 3. Pronóstico	Artículos centrados en dientes con patologías irreversibles o con dientes necrosados
Artículos que evalúan el tratamiento de recubrimiento pulpar directo	Aquellos artículos que tratan exclusivamente otros tratamientos pulpares como el recubrimiento pulpar indirecto o la pulpotomía
Artículos centrados en dientes temporales y humanos	Artículos centrados en los dientes permanentes o en los dientes de animales

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

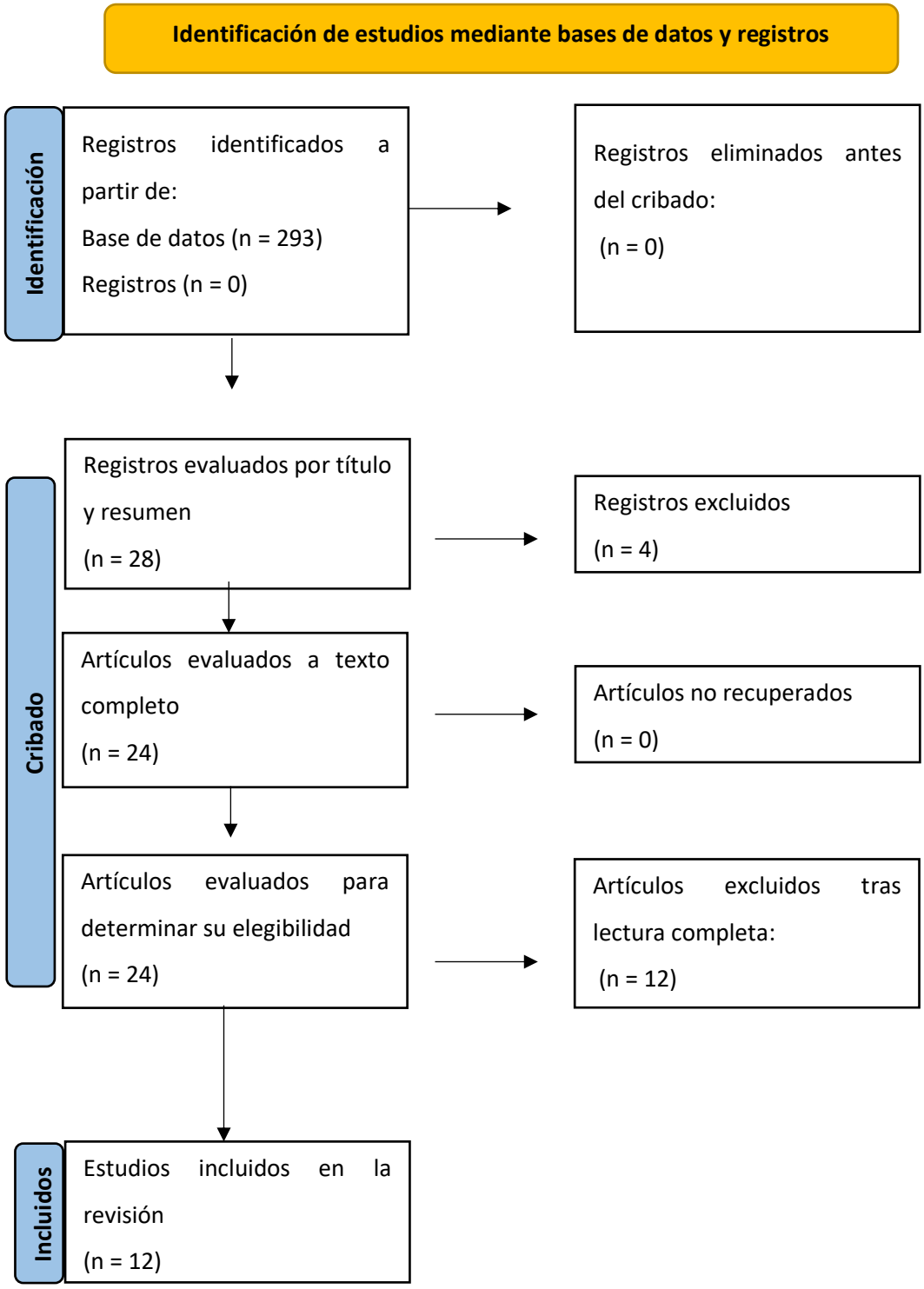


Figura 1. Diagrama PRISMA de los estudios incluidos en la revisión.

4. RESULTADOS

	Autores y año	Revista	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra (n)	Rango de edad	Objetivo	Materiales empleados	Resultados
1	2018 Erfanparast L, Iranparvar P, Vafaei A (10)	European Archives of Paediatric Dentistry	Ensayo clínico aleatorizado	92	5 a 7 años	Comparar dos grupos: -Grupo 1: tratamiento de recubrimiento pulpar directo (RPD) en molares temporales con MTA -Grupo 2: tratamiento de RPD en molares temporales con TheraCal	MTA TheraCal	Tras 12 meses, TheraCal **(**tasa de éxito: 91,9%) mostró resultados clínicos y radiográficos comparables a MTA **(**tasa de éxito: 94,6%) en el recubrimiento pulpar directo de molares temporales, sin diferencias estadísticamente significativas (p=0,66).

2	2013 Asl Aminabadi N, Maljaei E, Erfanparast L, Ala Aghbali A, Hamishehkar H, Najafpour E (11)	Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects	Ensayo clínico aleatorizado	104	7 a 9 años	Comparar la eficacia del hidróxido de calcio y de la simvastatina, aplicada en distintas concentraciones, como materiales de recubrimiento pulpar directo en molares temporales.	Hidróxido de calcio Simvastatina	El hidróxido de calcio mostró mejores resultados, con una mayor frecuencia de formación de tejido duro y una menor afectación inflamatoria pulpar, mientras que los dientes tratados con simvastatina presentaron una respuesta reparadora inferior y un incremento de los signos de inflamación y necrosis, y se

								evidenció un efecto dosis-dependiente desfavorable.
3	2022 Chatzidimitriou K, Vadiakas G, Koletsi D. (12)	European Archives of Paediatric Dentistry	Ensayo clínico prospectivo	79	3 a 12 años	Valorar el tratamiento de recubrimiento pulpar directo en molares temporales con exposición pulpar, comparando el uso de hidróxido de calcio, cemento Portland puro y Biodentine.	Hidróxido de calcio Cemento Portland puro Biodentine	El porcentaje global de éxito fue aproximadamente del 84%, con una tasa de fracaso total del 16%. Los porcentajes de éxito fueron similares entre los materiales utilizados: alrededor del 82% para el hidróxido de calcio, 83% para el cemento Portland y 87% para Biodentine, sin diferencias

								significativas entre los grupos.
4	2022 Canoğlu E, Güngör HC, Uysal S. (13)	Pediatric Dentistry	Ensayo clínico aleatorizado	118	4 a 8 años	Analizar cómo influye la elección del agente hemostático (suero fisiológico, sulfato férrico o hipoclorito sódico) y del material utilizado para el recubrimiento pulpar directo (hidróxido de calcio o MTA) en los resultados clínicos y radiográficos de este tipo de tratamiento en molares temporales.	Hidróxido de calcio MTA	A los dos años de seguimiento, el procedimiento mostró una alta tasa de éxito: 94,1% de los dientes sin signos clínicos de fracaso y 88,9% sin alteraciones radiográficas. El MTA obtuvo mejores resultados que el hidróxido de calcio, con un 98,3% de éxito clínico y

				radiográfico, frente al 89,7% de éxito clínico y 79,3% radiográfico del hidróxido de calcio ($p < 0,05$). En cuanto a las sustancias empleadas para la hemostasia (suero fisiológico, sulfato férrico o hipoclorito de sodio), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($p > 0,05$).

5	2017 Luczaj-Cepowicz E, Marczuk-Kolada G, Pawinska M, Obidzinska M. (18)	The Journal of Clinical Pediatric Dentistry	Estudio in vivo clínico	30	3 a 9,75 años	Evaluar la eficacia clínica y radiográfica del agregado de trióxido mineral (MTA) como material de recubrimiento pulpar directo en molares temporales con exposición pulpar causada durante la eliminación de caries profundas.	MTA	De los 30 molares temporales tratados con MTA, se realizó seguimiento completo en 24. De estos, 19 presentaron resultados clínicos y radiográficos satisfactorios y 5 mostraron fracaso terapéutico. Entre los casos exitosos, 13 dientes permanecieron en boca sin alteraciones y 6 se exfoliaron de forma fisiológica.

			Los fracasos se observaron solo en pacientes menores de 7 años (5 casos), mientras que en los de 7 años o más no se registraron. Además, cuando la restauración se realizó en la misma sesión, el éxito fue del 94,4%, frente al 33,3% cuando se colocó en una segunda cita. En conjunto, el MTA se considera un material eficaz para el

								recubrimiento pulpar directo en dientes primarios.
6	2014 Kotsanos N, Arapostathis KN, Arhakis A, Menexes G. (19)	The Journal of Clinical Pediatric Dentistry	Estudio prospectivo clínico basado en la práctica especializada	67	3 a 9 años	Evaluar el comportamiento clínico y radiográfico a mediano y largo plazo del recubrimiento pulpar directo con hidróxido de calcio en molares primarios.	Hidróxido de calcio	Inicialmente se incluyeron 62 niños (67 dientes); tras una pérdida de seguimiento del 11,3%, el análisis final incluyó 60 molares en 55 pacientes. De ellos, 7 fracasaron por signos clínicos o hallazgos radiográficos, mientras que 53 permanecieron asintomáticos y sin alteraciones, con

	una tasa de éxito del 88,3%. La supervivencia pulpar fue del 95% al año y la tasa acumulada de éxito del 80% a los 4 años (Kaplan-Meier). El hidróxido de calcio mostró buenos resultados en molares primarios con caries, aunque se requieren estudios comparativos con materiales más recientes para evaluar cuál ofrece mejores

								resultados a largo plazo.
7	2021 Ali H, Raslan N. (17)	European Archives of Paediatric Dentistry	Ensayo clínico aleatorizado	44	5 a 11 años	Comparar la eficacia del recubrimiento pulpar directo en molares temporales utilizando 3Mix-MP en comparación con hidróxido de calcio y analizar si las características de la lesión cariosa influyen en la tasa de éxito clínico y radiográfico.	3Mix-MP Hidróxido de calcio	Tras 12 meses, el éxito fue del 54,5% (12/22) con 3Mix-MP y del 77,3% (17/22) con hidróxido de calcio en el análisis por intención de tratar (ITT), sin diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05). En el análisis por protocolo, el éxito fue del 66,7% (12/18) para 3Mix-MP y del 81% (17/21) para

								hidróxido de calcio. La tasa global de éxito fue del 65,9% (ITT) y del 74,7% (por protocolo).
8	2019 Vafaei A, Azima N, Erfanparast L, Løvschall H, Ranjkesh B. (20)	Biomaterial Investigations in Dentistry	Ensayo clínico aleatorizado	90	5 a 7 años	Comparar la eficacia clínica y radiográfica del recubrimiento pulpar directo en molares temporales utilizando un cemento de silicato cálcico de fraguado rápido aplicado en una sola capa frente al empleo de MTA cubierto con ionómero de vidrio.	MTA Nuevo cemento de silicato de calcio de fraguado rápido (Protooth)	De los 45 niños incluidos inicialmente (90 molares tratados), 41 completaron el seguimiento al año, analizándose 82 dientes. A los 6 meses, el éxito clínico y radiográfico fue del 95,5% con MTA y del 93,2% con el nuevo cemento de silicato de calcio,

								sin diferencias significativas. A los 12 meses, las tasas de éxito fueron del 90,2% para MTA y del 85,4% para el nuevo cemento de silicato de calcio de fraguado rápido. Ambos materiales mostraron altos porcentajes de éxito y resultados clínicos comparables (p > 0,05).
9	2023 Jha S, Namdev R, Singhal R,	International Journal of Clinical	Ensayo clínico aleatorizado	90	5 a 8 años	Analizar y comparar el rendimiento clínico y radiográfico de tres biomateriales utilizados para el recubrimiento pulpar directo en	TheraCal LC MTA	Se trataron 90 molares temporales divididos en tres

Goel N, Singhal P, Rani R. (21)	Pediatric Dentistry		molares temporales durante un periodo de seguimiento de 9 meses.	Hidróxido de calcio	grupos (30 por grupo). A los 3 meses, las tasas de éxito fueron 93,3% con TheraCal LC, 86,6% con MTA y 85,7% con hidróxido de calcio. A los 6 meses, disminuyeron a 73,3%, 75,86% y 64,28%, respectivamente. A los 9 meses, la supervivencia clínica y radiográfica fue 72,41% con MTA, 60% con TheraCal LC y 48,14% con hidróxido de

								calcio. Aunque el MTA presentó el mayor éxito final, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p = 0,178). Los fracasos fueron más frecuentes con hidróxido de calcio.
10	2022 ElSebaai A, Wahba AH, Grawish ME, Elkalla IH. (22)	Pediatric Dentistry	Ensayo clínico aleatorizado	60	4 a 8 años	Comparar la efectividad clínica y radiográfica del recubrimiento pulpar directo en molares temporales empleando tres materiales distintos: hidróxido de calcio, MTA y una técnica premedicada con formocresol.	MTA Hidróxido de calcio Formocresol	Se trataron 60 segundos molares temporales mandibulares. Tras 12 meses, el grupo tratado con MTA presentó una tasa de éxito del 100%, sin fracasos

			clínicos ni radiográficos. El hidróxido de calcio mostró un éxito del 88,2%, con algunos fallos asociados principalmente a reabsorción radicular, mientras que el formocresol alcanzó un 73,3% de éxito, con más fracasos clínicos y radiográficos. El éxito combinado fue del 98,3% a los 3 meses, 96% a los 6 meses y 87,7% a los 12 meses, sin diferencias significativas entre

								los materiales (p > 0,05). El éxito global fue del 93,8% clínicamente y del 91,8% radiográficamente.
11	2024 Tiwari T, Tyagi P, Tiwari S, Mali S, Moudgalya MS, Jaiswal N. (23)	International Journal of Clinical Pediatric Dentistry	Ensayo clínico prospectivo aleatorizado	50	5 a 9 años	Analizar comparativamente la evolución clínica y radiográfica del recubrimiento pulpar directo en molares temporales utilizando fibrina rica en plaquetas (PRF) frente a agregado de trióxido mineral (MTA).	MTA Fibrina rica en plaquetas (PRF)	Tras 12 meses, el 82,6% de los dientes tratados con PRF permanecieron asintomáticos y sin alteraciones radiográficas, frente al 61,9% en el grupo MTA. Se registraron 4 fracasos con PRF y 8 con MTA, sin diferencias estadísticamente

								significativas (p = 0,124). Aunque ambos materiales mostraron resultados aceptables, el PRF presentó una mayor tasa de mantenimiento de la vitalidad pulpar.
12	2016 Haghgoo R, Ahmadvand M. (24)	Contemporary Clinical Dentistry	Ensayo clínico aleatorizado	22	7 a 8 años	Analizar y comparar cómo responde histológicamente la pulpa de dientes primarios sometidos al recubrimiento pulpar directo usando dos materiales biocompatibles diferentes: bioactive glass (BAG) y MTA.	Bioactive glass (BAG) MTA	Tras la intervención, se evaluaron 22 dientes deciduos a las 8 semanas. En el grupo tratado con bioactive glass, 3 de 11 casos presentaron inflamación leve o moderada, sin observarse

				resorción interna ni abscesos. En el grupo con MTA, 1 de 11 casos mostró inflamación moderada, también sin resorciones ni abscesos. La diferencia en inflamación entre ambos grupos no fue estadísticamente significativa (p > 0,05). En cuanto a la formación de puente dentinario, se observó en 5 de 11 dientes con

	BAG y en 6 de 11 con MTA.

Tabla 2. Tabla que resume los 12 estudios centrados en el recubrimiento pulpar directo utilizando distintos tipos de materiales

5. DISCUSIÓN

Durante décadas, los materiales a base de hidróxido de calcio han constituido la opción tradicional para el recubrimiento pulpar directo (20), siendo considerados incluso el material de referencia o “gold standard” en dentición permanente (10–12).

No obstante, su aplicación en dientes temporales sigue siendo controvertida, ya que diversos estudios han evidenciado tasas de éxito inferiores en comparación con su uso en dientes permanentes (11,12). Estas limitaciones podrían explicarse, en parte, por problemas de microfiltración y por la mayor predisposición a la reabsorción interna observada en la dentición temporal (11).

Desde el punto de vista de sus propiedades, el hidróxido de calcio presenta una serie de inconvenientes que pueden comprometer el pronóstico a largo plazo del tratamiento (20), entre los que destacan su baja capacidad adhesiva a la dentina, su elevada solubilidad y sus pobres propiedades mecánicas (10–13). Asimismo, el tejido dentinario que induce suele ser de menor calidad estructural, con la presencia de puentes dentinarios con defectos tipo túnel (10–12). Con el tiempo, el material tiende a desintegrarse, lo que favorece la microfiltración y aumenta el riesgo de contaminación bacteriana, comprometiendo el sellado pulpar (13). En conjunto, estas características pueden influir negativamente en el pronóstico a largo plazo del tratamiento (10–12).

Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de alternativas más eficaces, destacando entre ellas los materiales bioactivos como el agregado de trióxido mineral o MTA (18,19).

En este contexto, los cementos de silicato de calcio han emergido como una opción prometedora para el recubrimiento pulpar directo, debido a su capacidad para superar algunas de las deficiencias del hidróxido de calcio (20).

Su naturaleza hidrófila los hace especialmente adecuados en situaciones clínicas donde el control absoluto de la humedad resulta complejo, como ocurre frecuentemente en odontopediatría (20). Además, estos materiales presentan una elevada biocompatibilidad, una excelente capacidad de sellado y propiedades antibacterianas, así como la capacidad de inducir la formación de apatita y estimular la dentinogénesis en la pulpa dental (20). En particular, el MTA ha demostrado un comportamiento biológico más favorable, promoviendo una respuesta pulpar más estable, menor grado de inflamación y la formación de puentes dentinarios más homogéneos y predecibles, lo que se traduce en mayores tasas de éxito tanto a nivel clínico como radiográfico (13).

De hecho, se ha documentado su eficacia en el recubrimiento pulpar directo tanto en dentición temporal como permanente (20).

Asimismo, cuando el MTA se combina con distintos agentes hemostáticos, como el hipoclorito de sodio o el sulfato férrico, se obtienen resultados altamente satisfactorios a largo plazo, con tasas de fracaso prácticamente nulas, en contraste con lo observado con el hidróxido de calcio (13). Estos hallazgos refuerzan la idea de que el MTA proporciona una mayor estabilidad y fiabilidad clínica, posicionándose como una opción preferente en el recubrimiento pulpar directo en dientes temporales, especialmente cuando se busca optimizar la predictibilidad del tratamiento y reducir las complicaciones postoperatorias (13).

Sin embargo, a pesar de sus beneficios clínicos, el MTA presenta algunas limitaciones prácticas que restringen su uso habitual, como su prolongado tiempo de fraguado, la dificultad de manipulación, la tendencia del material a ser arrastrado por líquidos durante el procedimiento (20), su elevado coste económico (9,10,12) y la posibilidad de generar decoloraciones en la estructura dental (9).

En esta línea de evolución de los materiales bioactivos, recientemente se ha introducido un cemento de silicato de calcio innovador, denominado Protooth, que se caracteriza por un tiempo de fraguado reducido y una baja liberación de flúor (20). Aunque comparte la composición básica del MTA —incluyendo silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, sulfato de calcio y óxido de circonio como radiopacificador—, presenta un comportamiento clínico más versátil (20).

En función de la consistencia de la mezcla, su tiempo de fraguado varía entre 4 y 6 minutos en textura pastosa y entre 8 y 10 minutos en una consistencia más fluida (20). Además, en situaciones que requieren una rápida estabilización del material, como en el recubrimiento pulpar directo, se dispone de una variante ultrarrápida (Ultrafast Protooth), capaz de endurecerse en menos de dos minutos (20).

Desde el punto de vista biológico, su citotoxicidad es comparable a la de otros cementos de silicato de calcio, como el MTA o Biodentine, y más favorable que la del hidróxido de calcio (20). En el contexto clínico, su aplicación en una única capa en molares temporales ha mostrado resultados satisfactorios, similares a los obtenidos mediante técnicas más complejas que combinan MTA con un recubrimiento adicional de ionómero de vidrio (20), lo que podría simplificar el procedimiento clínico sin comprometer la eficacia.

Junto a Protooth, otros materiales más recientes como el cemento Portland puro y Biodentine han sido propuestos como alternativas al MTA, al compartir propiedades fisicoquímicas

similares y, en algunos casos, mejorar aspectos como la capacidad de sellado y el potencial bioinductor (12). Estas características favorecen una respuesta pulpar más controlada y predecible (12).

Aunque la comparación con el hidróxido de calcio no ha mostrado diferencias estadísticamente significativas en las tasas de éxito (12), se observa una tendencia favorable hacia estos materiales más modernos, especialmente Biodentine, seguido del cemento Portland, mientras que el hidróxido de calcio presenta resultados ligeramente inferiores (12).

Asimismo, tanto el cemento Portland como Biodentine parecen asociarse a un menor riesgo de fracaso a lo largo del tiempo en comparación con el hidróxido de calcio (12).

Por otro lado, en la búsqueda de alternativas que potencien la regeneración tisular, ha surgido la fibrina rica en plaquetas (PRF), un biomaterial autólogo rico en factores de crecimiento que favorecen los procesos de cicatrización y reparación pulpar (23).

Aunque el MTA continúa siendo un material de referencia ampliamente utilizado en el recubrimiento pulpar directo (23), el PRF ha mostrado, en estudios clínicos, tasas de éxito clínico y radiográfico ligeramente superiores tras 12 meses de seguimiento, si bien estas diferencias no alcanzaron significación estadística (23). Esta tendencia podría estar relacionada con su mayor capacidad regenerativa y su menor citotoxicidad (23).

Por lo tanto, el PRF se presenta como una alternativa prometedora capaz de mejorar los resultados en las terapias pulpares conservadoras (23).

En la misma línea de evolución, el bioactive glass (BAG) ha emergido como como una alternativa eficaz y fiable, especialmente frente al hidróxido de calcio, y como una opción comparable al MTA en términos de resultados clínicos y biológicos (24).

A diferencia del hidróxido de calcio, el BAG presenta una mayor estabilidad química y una mejor capacidad de sellado, lo que reduce el riesgo de microfiltración y, en consecuencia, de contaminación bacteriana y complicaciones pulpares (24).

Además, su capacidad para liberar iones y formar una capa de apatita en contacto con los fluidos biológicos favorece los procesos de remineralización y regeneración tisular, superando las limitaciones asociadas al hidróxido de calcio, como la formación de puentes dentinarios defectuosos o su elevada solubilidad (24).

En comparación con el MTA, el BAG muestra tasas de éxito clínico y radiográfico similares, sin diferencias estadísticamente significativas (24). No obstante, algunos estudios sugieren que el MTA podría inducir una respuesta pulpar ligeramente más favorable, con menor inflamación y una formación de dentina reparadora más consistente (24). A pesar de ello, el BAG destaca por

su elevada biocompatibilidad y su acción antibacteriana, lo que contribuye a mantener la vitalidad pulpar y a prevenir procesos patológicos como la reabsorción interna o la necrosis (24).

Por otro lado, los materiales modificados con resina, como TheraCal, han surgido con el objetivo de mejorar algunas de las limitaciones asociadas a los cementos tradicionales (10). Su principal ventaja radica en su capacidad de fotopolimerización, lo que permite un fraguado inmediato, reduce significativamente el tiempo clínico y facilita la cooperación del paciente pediátrico (10,21). Además, TheraCal ha demostrado ser capaz de inducir la formación de tejido duro, gracias a la liberación de iones calcio, lo que favorece los procesos de reparación pulpar (10).
No obstante, a pesar de estas ventajas, algunos estudios han señalado ciertas limitaciones, como una posible polimerización incompleta en profundidad y la presencia de monómeros residuales, que podrían afectar negativamente a su biocompatibilidad (21). Asimismo, aunque presenta tasas de éxito elevadas a corto plazo, sus resultados tienden a ser ligeramente inferiores en comparación con otros materiales más consolidados, como el MTA (10,21).
En comparación con el MTA, TheraCal ofrece ventajas claras desde el punto de vista clínico, especialmente en términos de manejo y tiempo de trabajo (10,21). Sin embargo, el MTA continúa mostrando una respuesta biológica más predecible y consistente, con mejores resultados en cuanto a inflamación pulpar y formación de dentina reparadora (10,21). En consecuencia, aunque ambos materiales pueden considerarse opciones válidas para el recubrimiento pulpar directo en dientes temporales, el MTA sigue siendo el material de referencia, mientras que TheraCal puede resultar una alternativa útil en situaciones clínicas donde la rapidez y facilidad de uso sean factores determinantes (10,21).

En contraste con estos materiales, la simvastatina, evaluada a distintas concentraciones, ha mostrado un rendimiento inferior al del hidróxido de calcio en el recubrimiento pulpar directo (11). Su uso se asocia a una menor formación de tejido duro y a un incremento de los procesos inflamatorios y de necrosis pulpar, especialmente a dosis elevadas (11). Aunque presenta cierto potencial en la estimulación de la mineralización, su posible efecto citotóxico dependiente de la dosis limita su aplicabilidad clínica (11).
Por ello, a pesar del interés creciente en nuevos biomateriales, el hidróxido de calcio continúa siendo una opción más predecible que la simvastatina en dentición temporal (11).

Finalmente, al comparar el hidróxido de calcio con la mezcla antibiótica 3Mix-MP, se observa que el primero presenta una tasa de éxito clínico ligeramente superior, aunque sin diferencias estadísticamente significativas (17).

En general, ambos materiales ofrecen resultados de moderados a altos (17). Mientras que el hidróxido de calcio favorece la formación de tejido duro, la mezcla 3Mix-MP contribuye principalmente al control de la infección y la inflamación (17). No obstante, diversos estudios sugieren que factores como el adecuado control bacteriano y un correcto sellado de la restauración desempeñan un papel más determinante en el éxito del tratamiento que el material empleado, lo que podría explicar la similitud en los resultados observados a medio plazo (17).

6. CONCLUSIONES

1. El desarrollo de nuevos biomateriales bioactivos ha permitido que el recubrimiento pulpar directo en dientes temporales pase de ser una técnica con un pronóstico incierto a consolidarse como una alternativa terapéutica conservadora, eficaz y predecible en casos correctamente seleccionados, al mejorar la respuesta biológica pulpar y las tasas de éxito clínico y radiográfico. Aunque el hidróxido de calcio ha sido históricamente el material de referencia presenta limitaciones en dentición temporal, con resultados menos consistentes. En la actualidad, biocerámicos como el MTA y la Biodentine ofrecen mejores propiedades, destacando por su biocompatibilidad, capacidad de sellado y potencial regenerativo. Otros materiales como TheraCal también muestran resultados prometedores, mientras que la simvastatina no ha demostrado ser una alternativa viable.

2. El éxito del recubrimiento pulpar directo no depende exclusivamente del material empleado, sino que está fuertemente condicionado por una serie de factores clínicos que deben ser cuidadosamente controlados. Es fundamental realizar una adecuada selección del caso, limitando esta técnica a dientes temporales con pulpas vitales y sin signos clínicos ni radiográficos de patología irreversible (deben considerarse el tamaño de la exposición pulpar y su origen —traumático o carioso—, siendo más favorables las exposiciones pequeñas y recientes; el control eficaz de la hemorragia, ya que una hemorragia persistente puede indicar inflamación pulpar subyacente; y la obtención de un sellado coronario hermético).

3. El recubrimiento pulpar directo debe considerarse una opción terapéutica válida y predecible en dentición temporal siempre que se respeten estrictamente sus indicaciones clínicas y se utilicen materiales con evidencia científica contrastada. Esta técnica se enmarca en los principios actuales de la odontología mínimamente invasiva, cuyo objetivo es preservar al máximo los tejidos dentarios y mantener la vitalidad pulpar.

7. SOSTENIBILIDAD

El recubrimiento pulpar directo puede considerarse un tratamiento verdaderamente sostenible, ya que se enmarca dentro de las terapias de mínima intervención. Este enfoque no solo reduce el coste económico para el paciente y la clínica, sino que también disminuye de manera significativa el impacto medioambiental y aporta beneficios relevantes desde el punto de vista social.

Desde la perspectiva económica, se trata de un procedimiento conservador que requiere menos tiempo clínico, menos materiales y menos recursos en comparación con tratamientos más invasivos como la pulpotomía o la extracción seguida de rehabilitación. Esto se traduce en una reducción de costes tanto directos como indirectos, favoreciendo una mayor accesibilidad a la atención odontológica y optimizando la eficiencia de los servicios de salud.

En cuanto al impacto ambiental, al ser una técnica menos invasiva, implica un menor consumo de materiales clínicos, una reducción en la generación de residuos sanitarios y un uso más racional de los recursos energéticos asociados a los procedimientos odontológicos. Además, al preservar la estructura dentaria y evitar tratamientos más complejos en el futuro, se disminuye la necesidad de intervenciones adicionales, lo que contribuye a una menor huella ecológica a largo plazo.

Por último, desde el punto de vista social, el recubrimiento pulpar directo favorece el bienestar del paciente pediátrico al ser un procedimiento menos agresivo, más rápido y generalmente mejor tolerado. Esto reduce la ansiedad y mejora la experiencia del paciente, facilitando la adherencia al tratamiento y promoviendo una relación más positiva con la atención odontológica. Asimismo, al preservar la dentición temporal y su función, contribuye al correcto desarrollo oral del niño, lo que tiene implicaciones importantes en su calidad de vida.

En conjunto, el recubrimiento pulpar directo no solo representa una alternativa clínica eficaz, sino también una opción alineada con los principios de sostenibilidad en salud, al equilibrar beneficios económicos, ambientales y sociales.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Kazeminia M, Abdi A, Shohaimi S, Jalali R, Vaisi-Raygani A, Salari N, et al. Dental caries in primary and permanent teeth in children's worldwide, 1995 to 2019: a systematic review and meta-analysis. Head Face Med. 6 de octubre de 2020;16(1):22. doi:10.1186/s13005-020-00237-z PubMed PMID: 33023617; PubMed Central PMCID: PMC7541284.

2. Bolette A, Truong S, Guéders A, Geerts S. The importance of pulp therapy in deciduous teeth. Rev Med Liege. 2016 Dec;71(12):567-572.

3. Shetty RM, Walia T, Muthu MS, Luke A, Berdouses E, Yadadi SS, et al. Enamel thickness and density of primary teeth with and without early childhood caries: a micro-computer tomography assessment. Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent. 22 de agosto de 2025. doi:10.1007/s40368-025-01098-3 PubMed PMID: 40846830.

4. Amend S, Boutsiouki C, Winter J, Kloukos D, Frankenberger R, Krämer N. Clinical effectiveness of pit and fissure sealants in primary and permanent teeth of children and adolescents: an umbrella review. Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent. junio de 2024;25(3):289-315. doi:10.1007/s40368-024-00876-9 PubMed PMID: 38488955; PubMed Central PMCID: PMC11233332.

5. Larie Baghal SM, Salem K, Saati K. An In-Vitro Comparative Study of Fluoride Varnish and Two Calcium-Containing Fluoride Products on the Remineralization of Primary Teeth Enamel. Front Dent. 2023;20:23. doi:10.18502/fid.v20i23.13167 PubMed PMID: 37701656; PubMed Central PMCID: PMC10493113.

6. James A. Coll, Dhar V, Chen CY, Crystal YO, Guelmann M, Marghalani AA, et al. Primary Tooth Vital Pulp Treatment Interventions: Systematic Review and Meta-Analyses. Pediatr Dent. 15 de noviembre de 2023;45(6):474-546. PubMed PMID: 38129755.

7. Maldupa I, Al-Yaseen W, Giese J, Ahmed Elagami R, Raggio DP. Recommended procedures for managing carious lesions in primary teeth with pulp involvement-a scoping review. BDJ Open. 18 de septiembre de 2024;10(1):74. doi:10.1038/s41405-024-00259-8 PubMed PMID: 39294126; PubMed Central PMCID: PMC11410820.

8. Boutsiouki C, Frankenberger R, Krämer N. Relative effectiveness of direct and indirect pulp capping in the primary dentition. Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent. octubre de 2018;19(5):297-309. doi:10.1007/s40368-018-0360-x PubMed PMID: 30187263.

9. Mendez Romero J, Espinoza-Espinoza G, Serón P, Villasanti Torales UA. Efectividad de bioceramicos en el mantenimiento de la vitalidad pulpar en recubrimiento pulpar directo en denticion primaria y permanente: revisión sistemática con metaanálisis. Med Clínica Soc. 9 de enero de 2024;8(1):27-34. doi:10.52379/mcs.v8i1.327

10. Erfanparast L, Iranparvar P, Vafaei A. Direct pulp capping in primary molars using a resin-modified Portland cement-based material (TheraCal) compared to MTA with 12-month follow-up: a randomised clinical trial. Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent. junio de 2018;19(3):197-203. doi:10.1007/s40368-018-0348-6 PubMed PMID: 29767382.

11. Asl Aminabadi N, Maljaei E, Erfanparast L, Ala Aghbali A, Hamishehkar H, Najafpour E. Simvastatin versus Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping of Human Primary Molars: A Randomized Clinical Trial. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2013;7(1):8-14. doi:10.5681/joddd.2013.002 PubMed PMID: 23487477; PubMed Central PMCID: PMC3593207.

12. Chatzidimitriou K, Vadiakas G, Koletsi D. Direct pulp capping in asymptomatic carious primary molars using three different pulp capping materials: a prospective clinical trial. Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent. octubre de 2022;23(5):803-11. doi:10.1007/s40368-022-00720-y PubMed PMID: 35780237.

13. Canoğlu E, Güngör HC, Uysal S. Direct Pulp Capping of Primary Molars with Calcium Hydroxide or MTA Following Hemorrhage Control with Different Medicaments: Randomized Clinical Trial. Pediatr Dent. 15 de mayo de 2022;44(3):167-73. PubMed PMID: 35799339.

14. Ruschel HC, Ligocki GD, Flaminghi DL, Fossati ACM. Microstructure of mineralized tissues in human primary teeth. J Clin Pediatr Dent. 2011;35(3):295-300. doi:10.17796/jcpd.35.3.918k0t3270v01285 PubMed PMID: 21678673.

15. Coll JA, Dhar V, Chen CY, Crystal YO, Guelmann M, Marghalani AA, et al. Use of Vital Pulp Therapies in Primary Teeth 2024. Pediatr Dent. 15 de enero de 2024;46(1):13-26. PubMed PMID: 38449041.

16. Kulkarni P, Tiwari S, Agrawal N, Kumar A, Umarekar P, Bhargava S. Clinical outcome of direct pulp therapy in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2022;40(2):105-11. doi:10.4103/jisppd.jisppd_210_22.

17. Ali H, Raslan N. Direct pulp capping (DPC) in primary molars using (3Mix-MP) and the characteristics of the carious lesion as predictor factors for its success: a randomized controlled trial. Eur Arch Paediatr Dent. 2021;22(4):633–642. doi:10.1007/s40368-020-00600-3.

18. Luczaj-Cepowicz E, Marczuk-Kolada G, Pawinska M, Obidzinska M. Direct pulp capping in primary molars using mineral trioxide aggregate: an in vivo study. J Clin Pediatr Dent. 2017;41(6):446-449. doi:10.17796/1053-4628-41.6.5.

19. Kotsanos N, Arapostathis KN, Arhakis A, Menexes G. Direct pulp capping of carious primary molars. A specialty practice based study. J Clin Pediatr Dent. 2014;38(4):307-312.

20. Vafaei A, Azima N, Erfanparast L, Løvschall H, Ranjkesh B. Direct pulp capping of primary molars using a novel fast-setting calcium silicate cement: a randomized clinical trial with 12-month follow-up. Biomater Investig Dent. 2019;6(1):73-80.

21. Jha S, Namdev R, Singhal R, Goel N, Singhal P, Rani R. Comparative evaluation of effectiveness of TheraCal LC, MTA, and calcium hydroxide in direct pulp capping in primary molars: randomized clinical study. Int J Clin Pediatr Dent. 2023;16(Suppl 2):S213–S219. doi:10.5005/jp-journals-10005-2642.

22. ElSebaai A, Wahba AH, Grawish ME, Elkalla IH. Calcium hydroxide paste, mineral trioxide aggregate, and formocresol as direct pulp capping agents in primary molars: a randomized controlled clinical trial. Pediatr Dent. 2022;44(6):411-5.E14-E15.

23. Tiwari T, Tyagi P, Tiwari S, Mali S, Moudgalya MS, Jaiswal N. To evaluate and compare platelet-rich fibrin and mineral trioxide aggregate as direct pulp capping agents in primary molars: a randomized prospective clinical study. Int J Clin Pediatr Dent. 2024;17(Suppl 1):S25–S29. doi:10.5005/jp-journals-10005-2859.

24. Haghgoo R, Ahmadvand M. Evaluation of pulpal response of deciduous teeth after direct pulp capping with bioactive glass and mineral trioxide aggregate. *Contemp Clin Dent*. 2016 Jul-Sep;7(3):332-5. doi:10.4103/0976-237X.188552.

9. ANEXOS

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Figura 1. Diagrama PRISMA de los estudios incluidos en la revisión.

Tabla 2. Tabla que resume los 12 estudios centrados en el recubrimiento pulpar directo utilizando distintos tipos de materiales.