

## **Evolución histórica del tratamiento en dientes permanentes inmaduros necróticos**

Historical evolution of treatment in necrotic immature permanent teeth

Elizabeth Santiago Dager<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7832-3131>

Cecilia Venzant Fontaine<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4124-236X>

Bárbara Olaydis Hechavarría Martínez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8570-6947>

Niurka Odalmis La O Salas<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9768-192X>

<sup>1</sup>Facultad de Estomatología, Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>2</sup>Clínica Estomatológica Provincial Docente Mártires del Moncada, Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.

\*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [elizabeth.santiago@infomed.sld.cu](mailto:elizabeth.santiago@infomed.sld.cu)

### **RESUMEN**

El tratamiento de dientes permanentes inmaduros necróticos constituye un desafío en la odontopediatría, y son múltiples las opciones terapéuticas propuestas para solucionar esta problemática. A tales efectos se realizó el presente estudio con el objetivo de exponer la evolución histórica de dicho tratamiento, para lo cual se efectuó una exhaustiva búsqueda bibliográfica. Se consideró como método general de la investigación el dialéctico-materialista y, de manera particular, los métodos de revisión documental histórico-lógico, de análisis-síntesis e inductivo-deductivo. A partir de determinados hitos históricos se establecieron 3 etapas, cada una de ellas con sus aportes y limitaciones; asimismo, se identificaron las regularidades y tendencias, así como los fundamentos que sustentan la necesidad de continuar investigando sobre nuevos enfoques terapéuticos.

**Palabras clave:** dentición permanente; diente no vital; apexificación; endodoncia regenerativa.

## **ABSTRACT**

The treatment of necrotic immature permanent teeth constitutes a challenge in the pediatric dentistry, and there are multiple therapeutic options to solve this problem. To such effects the present investigation was carried out with the objective of exposing the historical evolution of this treatment, reason why an exhaustive literature review was carried out. The dialectical-materialistic method was assumed as the general one of the investigation and in a particular way, the historical-logical, analysis-synthesis and inductive-deductive methods of documental review. Three stages were established based on certain historical landmarks, each one with its contributions and limitations; also, regularities and tendencies were identified, as well as the foundations that sustain the necessity to continue investigating on new therapeutic approaches.

**Keywords:** permanent teething; non vital tooth; apexification; regenerative endodontics.

Recibido: 14/02/2023

Aprobado: 09/05/2023

## **Introducción**

Uno de los desafíos de la odontopediatría es el tratamiento de dientes permanentes inmaduros, que Canalda Sahli<sup>(1)</sup> los define como aquellos dientes erupcionados que no han terminado su desarrollo, por lo que presentan características que dificultan el procedimiento endodóntico, tales como raíces cortas, amplio foramen apical y paredes dentinarias delgadas.<sup>(2)</sup>

Al respecto, González, citado por Moyetones y Zavarce,<sup>(3)</sup> plantea que el daño pulpar irreversible en dientes permanentes en formación trae como resultado la pérdida de la

vitalidad pulpar y, por ende, la detención repentina del desarrollo radicular, lo cual da lugar a los denominados dientes permanentes inmaduros necróticos, que se debilitan e incapacitan para resistir las fuerzas fisiológicas de la masticación; de ahí que ocasionan una tasa elevada de fracturas radiculares, con pronóstico desfavorable a mediano y largo plazos.<sup>(4)</sup> Según Diogenes *et al*,<sup>(5)</sup> se ha demostrado que, a pesar del tratamiento endodóntico, más de 50 % de los dientes se perderán en los primeros 10 años siguientes al trauma.

En pacientes jóvenes con dentición mixta, estas secuelas pueden ocasionar alteración del desarrollo óseo maxilar y mandibular, interferencias con la fonética, la respiración y la masticación; además de gran afectación psicosocial, que tan perjudicial resulta en este grupo de la población.<sup>(6)</sup>

Para la solución de esta problemática han sido propuestas múltiples opciones terapéuticas,<sup>(7)</sup> que son el resultado de los avances científico-técnicos; sin embargo, en la bibliografía médica consultada no se constatan estudios que aborden la evolución histórica de dicho tratamiento.

Tomando en consideración los argumentos que preceden, los autores se sintieron motivados a realizar el presente artículo con el objetivo de exponer la evolución histórica del tratamiento en pacientes con dientes permanentes inmaduros necróticos, por lo que se efectuó un estudio exploratorio de revisión de la literatura<sup>(8)</sup> en la Facultad de Estomatología de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, entre septiembre de 2022 y marzo de 2023. A tal efecto, se asumió como método general de investigación el dialéctico-materialista y, de manera particular, los métodos de revisión documental histórico-lógico, de análisis-síntesis e inductivo-deductivo.

## **Etapas del tratamiento en dientes permanentes inmaduros necróticos**

Como resultado del análisis histórico-lógico fueron identificados los siguientes hitos: introducción de los biomateriales en la práctica clínica estomatológica y surgimiento de la endodoncia regenerativa. Estos acontecimientos permitieron establecer 3 etapas en el

tratamiento de dientes permanentes inmaduros necróticos, cada una con sus aportes y limitaciones.

### **Etapa 1 (desde la antigüedad hasta el 1963). Extracción del órgano dentario**

Antes de la década de 1960 el tratamiento habitual para los dientes necróticos inmaduros era la extracción.<sup>(9)</sup> Como resultado de los pocos avances de la época y la existencia de teorías como la de la infección focal de Hunter, citado por Canalda y Brau,<sup>(10)</sup> se culpaba a la estomatología de crear y mantener focos de infección en la boca. Hunter consideró que los dientes despulpados eran focos infecciosos y podían provocar enfermedades sistémicas; de igual modo, Rivas Muñoz<sup>(11)</sup> señala que Rosenow planteó que las bacterias presentes en dichos focos eran capaces de alcanzar el torrente sanguíneo, diseminarse en un órgano distante y causar alteraciones.

Todos estos postulados constituyeron limitaciones para el desarrollo de la endodoncia, así como también para la enseñanza y práctica asistencial de esta; sin embargo, un importante grupo de estomatólogos mantuvieron sus esfuerzos por comprobar que los dientes desvitalizados podían permanecer en la boca sin causar enfermedades. No fue hasta las décadas de 1940 y 1950 cuando se demostró que estos dientes no cumplían una función directa en la aparición de enfermedades sistémicas.<sup>(11)</sup>

A juicio de las autoras de este artículo, el aporte de esta etapa fue que se logró eliminar la infección; mientras que la limitación consistió en la mutilación del órgano dentario.

### **Etapa 2 (de 1964 a 2000). Apexificación con biomateriales**

Debido a esto, con la intención de favorecer la conservación de estos dientes, surgió un gran interés sobre el tema, por lo que en 1964 se inició la introducción de biomateriales en la práctica clínica estomatológica.

En ese mismo año, Kaiser describe una técnica basada en la utilización del hidróxido de calcio con paramonoclorofenol alcanforado, dadas sus propiedades osteogénicas, la cual fue popularizada por Frank en 1966.<sup>(1)</sup> El procedimiento consistía en rellenar el conducto radicular con hidróxido de calcio y remplazarlo cada 3 meses, hasta que se

formase una barrera apical —en un período de un año o más—, para luego realizar una obturación adicional con gutapercha, lo que se dio a conocer como “técnica de Frank” o apexificación con hidróxido de calcio.

La técnica descrita presenta múltiples ventajas, pues estimula la formación de una barrera mecánica de cicatrización apical, a través de la activación osteoblástica; de igual modo, el hidróxido de calcio empleado tiene un efecto antibacteriano, ya que su potencial de hidrogeniones (pH) es ideal para combatir las infecciones en el conducto radicular y los tejidos periapicales. Además, el material empleado es de fácil acceso y manipulación.<sup>(12,13)</sup>

No obstante lo anterior, se describen algunas limitaciones de la técnica antes señalada; por un lado, el tratamiento conlleva numerosas consultas durante un tiempo prolongado, lo que requiere un alto compromiso por parte del paciente, que en su defecto pudiera provocar un posible abandono terapéutico, con su consecuente fracaso; por otro lado, el hidróxido de calcio reduce la resistencia de la raíz por su efecto proteolítico, se debilita la dentina y aumenta el riesgo de fractura.<sup>(13)</sup>

Durante esta etapa, a pesar de los inconvenientes en cuanto al uso prolongado del hidróxido de calcio, esta técnica se convirtió en el protocolo terapéutico estándar en pacientes con dientes inmaduros necróticos.

En Cuba, el tratamiento propuesto para estos dientes es la apexificación con hidróxido de calcio. Entre las limitaciones figuran la pérdida del diente, las fracturas coronoradiculares, las fracturas del tercio cervical y la discromía.<sup>(14)</sup>

Por otra parte, en Estados Unidos, en 1998, Staffoli *et al*<sup>(15)</sup> comentan lo referido por Torabinejab, quien describió otro tipo de apexificación, donde se utilizó el agregado de trióxido mineral (polvo biocompatible, con finas partículas hidrofílicas, que se endurece con la humedad). Este material, compuesto por polvo de óxido tricálcico, óxido de silicato y silicato tricálcico, posee un pH elevado y cualidades antibacterianas similares a las del hidróxido de calcio; también es biocompatible e induce a la formación de tejido duro. Sin embargo, con esta técnica no se logra el desarrollo en grosor y longitud de la raíz; en tanto, el material presenta como inconvenientes la decoloración de los dientes, las dificultades en el retratamiento y la sobreobtención.<sup>(16,17)</sup>

### **Aportes**

- Conservación de los dientes afectados, con la modificación del tratamiento preexistente de mutilación del órgano dentario.
- Preparación biomecánica del conducto radicular y utilización de hidróxido de calcio en el control de la infección, dado su efecto antibacteriano.
- Reemplazo del tejido pulpar con materiales artificiales, lo que impide la penetración de agentes patógenos (gutapercha y agregado de trióxido mineral).
- Surgimiento de opciones terapéuticas que constituyeron un punto de partida importante para la estomatología contemporánea: la apexificación de Kaiser y Frank, así como la aplicación del agregado de trióxido mineral como sellado apical.

### **Limitaciones**

- No se logró aumentar el grosor de las paredes dentinarias.
- Mayor riesgo de fractura en estos dientes.

### **Etapa 3 (de 2001 a 2023). Apexificación con terapias regenerativas**

En este período las terapias odontológicas están cada vez más orientadas a optar por procedimientos conservadores, que aprovechen el potencial reparador y regenerador del cuerpo humano, en lugar de tratamientos de reemplazo del tejido vital perdido por biomateriales.<sup>(18)</sup>

En consecuencia, se desarrolla la apexificación con terapias regenerativas como un procedimiento de base biológica realizado en el diente permanente inmaduro necrótico, con el objetivo de sustituir el complejo dentino-pulpar, dañado por la formación de un tejido conectivo laxo, constituido, a su vez, por elementos celulares, vasculares y nerviosos, rodeados de un tejido mineralizado neoformado. Estos tejidos son el resultado de la interacción de las células madre dentales de la papila apical, los factores de crecimiento y los biomateriales, con el microambiente donde se desarrolla este proceso.<sup>(19)</sup>

Por su parte, Torabinejad y Abu-Tahun, citados por Canalda Sahli,<sup>(1)</sup> definieron la endodoncia regenerativa como los procedimientos biológicos efectuados en dientes

permanentes, con ápice no formado y necrosis pulpar, encaminados a sustituir los tejidos dañados, incluidas la dentina y la estructura radicular, así como las células del complejo dentino-pulpar.

En ese sentido, los trabajos pioneros que apoyaron el concepto de regeneración de los tejidos dentales fueron publicados desde hace más de 60 años; sin embargo, el hecho de no usar antimicrobianos y tener un protocolo complejo hizo que este tipo de tratamiento declinara, por lo que Nygaard Østby evaluó un método para restablecer el complejo dentino-pulpar en dientes permanentes inmaduros necróticos —sustentado en la importancia del coágulo para la cicatrización de las heridas—, el cual consistió en provocar una laceración en el tejido periapical con una lima para endodoncia.<sup>(1)</sup>

En el 2008, Sonoyama *et al*<sup>(20)</sup> caracterizaron el tejido de la papila apical de dientes inmaduros a través del análisis hístico, inmunohistoquímico e inmunofluorescente, y demostraron que las células de la papila apical proliferaron de 2 a 3 veces más que las de la pulpa en el cultivo celular y que dichas células se coexpresaban con marcadores dentinogénicos STRO-1, con capacidad mineralizante; de igual manera, demostraron la existencia de una zona rica en células entre la pulpa y la papila, por lo que es probable que las células madre de la papila apical sobrevivan a la infección, debido a su proximidad con el tejido periapical.

Posteriormente, en el 2012, Lovelace *et al*<sup>(21)</sup> evaluaron la liberación de células madre mesenquimales en el interior del canal radicular, después de la inducción del sangrado durante los procedimientos endodónticos regenerativos. En ese sentido, los análisis moleculares de la sangre extraída del sistema de conductos indicaron una acumulación significativa de marcadores de células madre CD-73 y CD-105 (hasta 600 veces) en comparación con los niveles encontrados en la sangre sistémica. Los datos presentados hasta aquí no solo demuestran la entrada de células madre al interior del conducto, sino también que se originan en los tejidos locales, adyacentes al ápice de la raíz, y no en la circulación sistémica.

Asimismo, según Canalda Sahli,<sup>(1)</sup> Keswani y Torabinejad introdujeron una nueva modificación en la técnica de endodoncia regenerativa: el empleo de fibrina rica en plaquetas, obtenida de la sangre venosa extraída del propio paciente y procesada, en

contacto con el coágulo sanguíneo provocado tras la inducción, en busca de un tope ideal que contribuyera a la estimulación de células madre y a la formación de tejido duro.

En ese orden de ideas, otros autores<sup>(22)</sup> determinaron la presencia de células madre mesenquimales después de la inducción del sangrado en los procedimientos endodónticos regenerativos. Por consiguiente, se demostró que la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real, en 2 pasos, constituye un método válido para ello.

De acuerdo a lo planteado por Santiago *et al.*<sup>(19)</sup> Hargreaves consideró 3 componentes principales de la ingeniería de tejidos durante el desarrollo de la endodoncia regenerativa: el primero es la existencia de una fuente de células madre procedente de la papila apical, movilizadas al interior del conducto radicular a través de la inducción del sangrado; el segundo, la presencia de moléculas mediadoras en la estimulación celular y, el tercero, la existencia de una matriz para promover el crecimiento y la diferenciación celular, además de moléculas de señalización.

En cuanto al uso de irrigantes en la desinfección y su efecto sobre las células madre, algunos autores<sup>(23)</sup> analizaron la acción del ácido etilendiamino tetracético (EDTA) remanente en la formación del coágulo sanguíneo y se evidenció que inactiva las plaquetas y la formación de fibrina; por ello se sugiere la irrigación con dicho ácido y luego con solución salina.

Al respecto, Hashimoto *et al.*<sup>(24)</sup> señalaron que el EDTA expone las fibras de colágeno y permite una mejor adhesión de las células madre a la matriz dentinaria. De igual modo, evaluaron el efecto de la irrigación con este ácido a diferentes concentraciones, lo cual mostró que entre 3 y 17 % existió supervivencia de las células madre involucradas, aunque refirieron que las concentraciones de 3 % son suficientes para evitar alteraciones innecesarias en la dentina.

También se plantea que el hipoclorito de sodio en concentraciones inferiores de 2,5 % se usó con excelentes resultados, dado que su potente actividad antibacteriana y proteolítica logra disolver el tejido orgánico; concentraciones superiores pueden dañar las células madre involucradas.<sup>(24,25)</sup>

Recientemente Widbiller *et al.*<sup>(25)</sup> señalaron que la irrigación con clorhexidina es perjudicial para las células madre de la papila apical.

De acuerdo con los razonamientos anteriores, los estudios histológicos han mostrado resultados alentadores en los dientes tratados. Al respecto, Digka *et al*<sup>(26)</sup> indican en su serie la formación de un tejido conectivo fibroso, con la presencia de fibroblastos, células mesenquimales y vasos sanguíneos, además de paquetes nerviosos en algunos casos; también observaron que el tejido mineralizado neoformado fue similar al cemento y se depositó en las paredes dentinarias y en el ápice radicular.

En varios estudios<sup>(15,18,27,28)</sup> se ha comprobado que en la mayoría de los pacientes tratados con endodoncia regenerativa desaparecieron las manifestaciones clínicas y las lesiones periapicales; en tanto se logró el cierre apical y aumentaron el largo de la raíz y el espesor de la pared dentinaria radicular.

La gran ventaja de este tratamiento, además de ser una técnica sencilla y económica, es que evita el rechazo inmunológico y la transmisión de gérmenes patógenos.

En el 2021, la Asociación Americana de Endodoncia actualizó en su sitio web un consenso de protocolo, formado a partir del número considerable de pacientes tratados con endodoncia regenerativa;<sup>(29)</sup> igualmente, la Sociedad Europea de Endodoncia proporcionó detalles de procedimientos similares, pero con algunas diferencias en cuanto a medicación, formación de coágulos de sangre, colocación de materiales y criterios de éxito.

Asimismo, a pesar del éxito clínico asociado con esta terapia, se señalan algunas limitaciones, como las de Canalda Sahli,<sup>(1)</sup> quien hace referencia a la discromía asociada al óxido de bismuto en el agregado de trióxido mineral, así como a la minociclina de la pasta triple antibiótica.

Con referencia al fracaso durante los procedimientos endodónticos regenerativos, Almutairi *et al*<sup>(30)</sup> detallan que la principal afectación detectada en su estudio fue la persistencia de la infección. De acuerdo con esto último, resulta importante mantener un alto grado de desinfección para lograr el éxito del tratamiento.

Actualmente, a pesar de los avances obtenidos, se investiga sobre nuevos enfoques terapéuticos que permitan una desinfección eficaz, sin alterar las células madre involucradas ni debilitar la estructura del diente, entre los que se destacan el láser y el ultrasonido para potenciar la acción del irrigante, así como los compuestos químicos y

biológicos tales como el propóleo, el óxido nítrico y el concentrado autólogo de plaquetas, entre otros.<sup>(17)</sup>

Aunque no existe suficiente evidencia para indicar sistemáticamente el uso de estos compuestos en la terapia, es probable que el protocolo clínico sea actualizado en un futuro próximo; de ahí que se impone continuar las investigaciones sobre estos nuevos enfoques, con vistas a lograr la desinfección de los dientes tratados.<sup>(18)</sup>

### **Aportes**

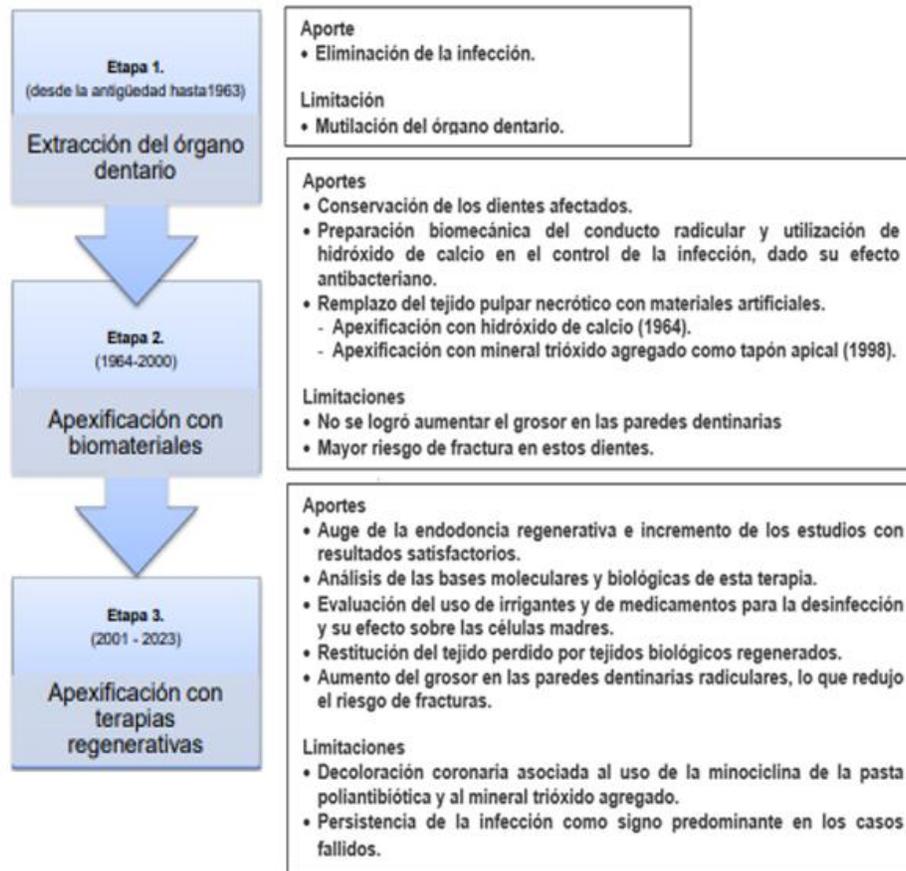
- Auge de la endodoncia regenerativa con un crecimiento exponencial de estudios con resultados satisfactorios.
- Análisis de las bases biológicas que garantizan este procedimiento.
- Aislamiento, identificación y cultivo de las células obtenidas del sangrado del conducto, lo cual demostró la presencia de células madre mesenquimales con diferenciación mineralizante.
- Evaluación del efecto de irrigantes y de la medicación utilizada para la desinfección sobre las células madre.
- Demostración de los resultados en pacientes que recibieron la terapia regenerativa, con el consecuente incremento de las paredes radiculares en ancho y largo, así como la desaparición de las manifestaciones clínicas y radiográficas.
- Realización de estudios histológicos para determinar las características de los tejidos neoformados.
- Restitución del tejido perdido por tejidos biológicos regenerados.
- Estudio de las principales causas del fracaso del procedimiento endodóntico regenerativo.

### **Limitaciones**

- Decoloración coronaria asociada al uso de la minociclina de la pasta poliantibiótica y al óxido de bismuto en el agregado de trióxido mineral.
- Persistencia de la infección como manifestación clínica predominante en los casos fallidos.

Por otra parte, al analizar de manera integral el tratamiento de dientes permanentes inmaduros necróticos, fueron establecidas algunas regularidades tales como el control de la infección procedente del conducto radicular, el tratamiento a favor de la continuidad del desarrollo radicular y la existencia de limitaciones en las opciones terapéuticas propuestas. También se revela como tendencia el tránsito desde un tratamiento mutilador (etapa 1) hasta uno conservador que promueve el desarrollo radicular en largo y ancho (etapas 2 y 3).

A manera de resumen, en la figura elaborada por las autoras de este artículo se muestra la evolución histórica del tratamiento de dientes permanentes inmaduros necróticos.



**Fig.** Evolución histórica del tratamiento del diente permanente inmaduro necrótico desde la antigüedad hasta el 2023

## Consideraciones finales

Aún persisten limitaciones en el tratamiento que se aplica en los dientes permanentes inmaduros necróticos, por lo que se debe continuar investigando sobre nuevos enfoques terapéuticos para solucionar las problemáticas manifiestas.

## Referencias bibliográficas

1. Canalda Sahli C. Tratamiento del diente con ápice inmaduro. En: Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. 4 ed. Madrid: Elsevier; 2019. p. 914-48.
2. Durán JA, Guzmán AB, Flores EC, Segovia EC, Cuellar TE, Díaz YB, et al. Tratamiento de regeneración endodóntica en pulpa vital y necrótica, utilizando fibrina rica en plaquetas y Biodentine: reporte de caso. Rev Minerva. 2021 [citado 03/06/2022];4(1):39-49. Disponible en: <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/102/106>
3. Moyetones Hernández LE, Zavarce SE. Revascularización en dientes permanentes inmaduros. Estado del Arte. Oral. 2018 [citado 03/06/2021];19(60):1615-20. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/oral/ora-2018/ora1860g.pdf>
4. Nazzal H, Ainscough S, Kang J, Duggal MS. Revitalisation endodontic treatment of traumatised immature teeth: a prospective long-term clinical study. Eur Arch Paediatr Dent. 2019 [citado 24/02/2022];21:587-96. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40368-019-00501-0.pdf?pdf=button>
5. Diogenes A, Simon S, Law AS. Regenerative endodontics. En: Berman LH, Hargreaves KM. Cohen's Pathways of the Pulp. 12 ed. Saint Louis, Missouri: Elsevier; 2020. p. 1569-679.
6. Facchin C, D'Anselmo G, Jiménez L. Procedimiento endodóntico regenerativo en diente permanente no vital con ápice inmaduro. Reporte de caso. Odous Científica. 2018 [citado 06/01/2020];19(1):29-41. Disponible en: <http://biblat.unam.mx/hevila/ODOUScientifica/2018/vol19/no1/3.pdf>

7. Hasan Hameed M, Gul M, Ghafoor R, Bilal Badar S. Management of immature necrotic permanent teeth with regenerative endodontic procedures-a review of literature. J Pak Med Assoc. 2019 [citado 06/09/2022];69(10):1514-20. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/334553592\\_Management\\_of\\_Inmature\\_Necrotic\\_Permanent\\_Teeth\\_with\\_Regenerative\\_Endodontic\\_Procedure\\_-\\_A\\_Review\\_of\\_Literature](https://www.researchgate.net/publication/334553592_Management_of_Inmature_Necrotic_Permanent_Teeth_with_Regenerative_Endodontic_Procedure_-_A_Review_of_Literature)
8. Jiménez Paneque R. Metodología de la investigación: Elementos básicos para la investigación clínica. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 1998.
9. Guzmán Pina S. Valoración de la microdureza y la estructura química de la dentina en endodoncia regenerativa [tesis]. Murcia: Universidad de Murcia; 2018 [citado 25/03/2022]. Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/64719/1/Sonia%20Guzmán%20Pina%20Tesis%20Doctoral.pdf>
10. Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Concepto de endodoncia. En: Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. 4 ed. Madrid: Elsevier; 2019. p. 15-7.
11. Rivas Muñoz R. Introducción al estudio de la endodoncia. Iztacala: UNAM; 2011 [citado 25/02/2022]. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/introduccion2.html>
12. Bandeira Lopes L, Albernaz Neves J, Botelho J, Machado V, Mendes JJ. Regenerative Endodontic Procedures: An Umbrella Review. Int J Environ Res Public Health. 2021 [citado 26/02/2022];18(2):754. Disponible en: [https://mdpi-res.com/\\_attachment/ijerph/ijerph-18-00754/article\\_deploy/ijerph-18-00754-v2.pdf?version=1611132280](https://mdpi-res.com/_attachment/ijerph/ijerph-18-00754/article_deploy/ijerph-18-00754-v2.pdf?version=1611132280)
13. Luzón Caigua KL, Sánchez Robles BA, González Eras SP, Gahona Carrión DI. Apicoformación en dientes necróticos. Artículo de revista narrativa. RECIMUNDO. 2020 [citado 06/03/2023];4(4):134-43. Disponible en: <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/892/1430>

14. González Docando YE, García Martínez Y, Ávila García M, Hernández Gonzáles LM, González Docando R, Hernández Morgado Y. Tratamiento pulpo radicular para dientes con aperturas apicales amplias. *MediCiego*. 2016 [citado 20/01/2019];22(2):1-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/mediciego/mdc-2016/mdc162a.pdf>
15. Staffoli S, Plotino G, Nunez Torrijos BG, Grande NM, Bossù M, Gambarini G, et al. Regenerative Endodontic Procedures Using Contemporary Endodontic Materials. *Materials*. 2019 [citado 22/04/2022];12:908. Disponible en: [https://mdpi-res.com/\\_attachment/materials/materials-12-00908/article\\_deploy/materials-12-00908.pdf?version=1552975717](https://mdpi-res.com/_attachment/materials/materials-12-00908/article_deploy/materials-12-00908.pdf?version=1552975717)
16. González Ortega JL, Ordoñez Honores JA, Garzón Ordoñez JM. Agregado trióxido mineral y biodentine en la terapia pulpar (Una revisión de la literatura). *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. 2022 [citado 20/11/2022]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2022/art-3>
17. Quiroga Solís KI. Obturación retrógrada en apicectomías con MTA y Biodentine. [tesis]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2019 [citado 08/05/2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40414/1/QUIROGAKarina.pdf>
18. Bucchi C. Tratamiento del Diente Permanente Necrótico. Un Cambio de Paradigma en el Campo de la Endodoncia. *Int J Odontostomat*. 2020 [citado 20/11/2021];14(4):670-7. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ijodontos/v14n4/0718-381X-ijodontos-14-04-670.pdf>
19. Santiago Dager E, LaO Salas NO, Castellanos Coloma I, Marzo Santiago R. Algunos fundamentos de la endodoncia regenerativa con células madre en el diente permanente inmaduro no vital. *Medisan (Santiago de Cuba)*. 2021 [citado 03/05/2022];25(2):470-88. Disponible en: <http://www.medisan.sld.cu/index.php/san/article/download/3514.pdf>
20. Sonoyama W, Liu Y, Yamaza T, Tuan RS, Wang S, Shi S, et al. Characterization of the apical papilla and its residing stem cells from human immature permanent teeth: a pilot study. *J Endod*. 2008 [citado 05/10/2020];34(2):166-71. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/5635405\\_Characterization\\_of\\_the\\_Apical\\_Pa](https://www.researchgate.net/publication/5635405_Characterization_of_the_Apical_Pa)

[pilla and Its Residing Stem Cells from Human Immature Permanent Teeth A pilot Study](#)

21. Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, Diogenes A. Evaluation of the Delivery of Mesenchymal Stem Cells into the Root Canal Space of Necrotic Immature Teeth after Clinical Regenerative Endodontic Procedure. JOE. 2011 [citado 02/02/2022];37(2):133-8. Disponible en: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(10\)00868-X/pdf](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(10)00868-X/pdf)
22. Negm MI, ElShafei JM, Roshdy NK, Eid GE. Determination of Mesenchymal Stem Cell Origin during Bleeding-Induced Regenerative Endodontic Procedure Using 2-Step Real-Time Reverse-Transcription Polymerase Chain Reaction (qRT-PCR). Acta Scientific Dental Sciences. 2018 [citado 02/05/2021];2(6):05-10. Disponible en: <https://actascientific.com/ASDS/pdf/ASDS-02-0216.pdf>
23. Taweewattanapaisan P, Jantararat J, Ounjai P, Janebodin K. The effects of EDTA on Blood Clot in Regenerative Endodontic Procedures. JOE. 2019 [citado 24/10/2020];45(3):281-6. Disponible en: <https://sci-hub.se/downloads/2019-02-24/81/10.1016@j.joen.2018.10.010.pdf?download=true>
24. Hashimoto K, Kawashima N, Ichinose S, Nara K, Noda S, Okiji T. EDTA treatment for Sodium Hypochlorite-treated Dentin Recovers Disturbed Attachment and Induces Differentiation of Mouse Dental Papilla Cells. JOE. 2018 [citado 24/4/09/2020];44(2):256-62. Disponible en: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(17\)31196-2/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(17)31196-2/fulltext)
25. Widbiller M, Althumairy RI, Diogenes A. Direct and Indirect Effect of Chlorhexidine on Survival of Stem Cells from the Apical Papilla and Its Neutralization. JOE. 2019 [citado 24/01/2020];45(2):156-60. Disponible en: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(18\)30825-2/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(18)30825-2/fulltext)
26. Digka A, Sakka D, Lyroudia K. Histological assessment of human regenerative endodontic procedures (REP) of immature permanent teeth with necrotic pulp/apical periodontitis: A systematic review. Aus Endod J. 2020 [citado 24/01/2020];46(1):140-53. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/31432612/>

27. Kharchi AS, Tagiyeva Milne N, Kanagasingam S. Regenerative Endodontic Procedures, Disinfectants and Outcomes: A Systematic Review. Primary Dent J. 2020 [citado 29/04/2022];9(4):65–84. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/2050168420963302>
28. Rakhmanova MS, Korolenkova MV. Comparative analysis of calcium hydroxide apexification and regenerative endodontic procedure for root dentine growth stimulation in immature incisors with pulp necrosis. Stomatologia (Mosk). 2020;99(6):55-63.
29. American Association of Endodontists. Clinical Considerations for a Regenerative Procedure. Chicago: AAE; 2021 [citado 10/01/2023]. Disponible en: <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/ClinicalConsiderationsApprovedByREC062921.pdf>
30. Almutairi W, Yassen GH, Aminoshariae A, Williams KA, Mickel A. Regenerative Endodontics: A Systematic Analysis of the Failed Cases. JOE. 2019 [citado 05/05/2019];45(5):567-77. Disponible en: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(19\)30110-4/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(19)30110-4/fulltext)

### **Conflicto de intereses**

Las autoras del presente artículo declaran no tener conflictos de interés.

### **Contribución de los autores**

Elizabeth Santiago Dager: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción-borrador final, redacción-revisión y edición. Participación: 45 %.

Cecilia Venzant Fontaine: análisis formal, investigación, redacción-borrador final, redacción-revisión y edición. Participación: 25 %.

Bárbara Olaydis Hechavarría Martínez: redacción-revisión y edición. Participación: 20 %.

Niurka Odalmis La O Salas: análisis formal, redacción-borrador final. Participación 10 %.

