

ARTICULO REVISIÓN

Uso del láser de bajo nivel en la analgesia y el movimiento dental con ortodoncia

Use of low-level laser in analgesia and dental movement with orthodontics

Uso do laser de baixa intensidade na analgesia e no movimento dentário com ortodontia

Mariuxi Alexandra Gonzalez-Torres¹  , **Leo Daniel Cabascango-Perugachi¹**  ,
Carmen Julia Espinoza-Arias² ¹Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ibarra. Ecuador.²Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.**Recibido:** 09 de diciembre de 2025**Aceptado:** 10 de diciembre de 2025**Publicado:** 11 de diciembre de 2025**Citar como:** Gonzalez-Torres MA, Cabascango-Perugachi LD, Espinoza-Arias CJ. Uso del láser de bajo nivel en la analgesia y el movimiento dental con ortodoncia. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso]; 29(S1): e6969. Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/6969>**RESUMEN****Introducción:** la odontología contemporánea enfrenta el reto de optimizar los tratamientos endodónticos y ortodónticos, reduciendo dolor, tiempo clínico y riesgo de complicaciones, mediante el uso de tecnologías y medicamentos complementarios.**Objetivo:** analizar el papel del láser de baja intensidad, los localizadores apicales y el hidróxido de calcio como recursos auxiliares en ortodoncia y endodoncia.**Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos, empleándose un algoritmo de búsqueda que permitió la identificación de fuentes vigentes y de destacada pertinencia en el tema, las cuales cumplieron los criterios de selección, permitiendo su posterior análisis.**Desarrollo:** la literatura evidencia que la fotobiomodulación con láser de baja intensidad favorece la remodelación ósea y disminuye la percepción de dolor en ortodoncia, acelerando el movimiento dental sin efectos invasivos. Los localizadores apicales, por su parte, han demostrado alta precisión en la determinación de la longitud de trabajo en endodoncia, reduciendo la dependencia de radiografías y mejorando la seguridad del procedimiento, aunque presentan limitaciones en casos de conductos calcificados o pacientes con marcapasos. Finalmente, el hidróxido de calcio se confirma como una medicación intraconducto eficaz, con propiedades antimicrobianas, remineralizantes y antiinflamatorias.

Conclusiones: la integración de láser terapéutico, localizadores apicales y medicación con hidróxido de calcio aporta beneficios sustanciales en ortodoncia y endodoncia. Estos recursos mejoran la eficacia terapéutica, reducen complicaciones y optimizan la experiencia del paciente, consolidándose como estrategias seguras y complementarias para la innovación en la atención odontológica.

Palabras clave: Analgesia; Ortodoncia; Técnicas de Movimiento Dental; Terapia por luz de Baja Intensidad.

ABSTRACT

Introduction: contemporary dentistry faces the challenge of optimizing endodontic and orthodontic treatments by reducing pain, clinical time, and risk of complications through the use of complementary technologies and medications.

Objective: to analyze the role of low-level laser therapy, apical locators, and calcium hydroxide as auxiliary resources in orthodontics and endodontics.

Methods: a bibliographic review was conducted in different databases, using a search algorithm that allowed the identification of current and highly relevant sources on the subject. These sources met the established selection criteria and were subsequently analyzed.

Development: the literature shows that photobiomodulation with low-level laser therapy promotes bone remodeling and decreases pain perception in orthodontics, accelerating tooth movement without invasive effects. Apical locators, in turn, have demonstrated high accuracy in determining working length in endodontics, reducing reliance on radiographs and improving procedural safety, although they present limitations in cases of calcified canals or patients with pacemakers. Finally, calcium hydroxide is confirmed as an effective intracanal medication, with antimicrobial, remineralizing, and anti-inflammatory properties.

Conclusions: the integration of therapeutic laser, apical locators, and calcium hydroxide medication provides substantial benefits in orthodontics and endodontics. These resources enhance therapeutic efficacy, reduce complications, and optimize patient experience, consolidating themselves as safe and complementary strategies for innovation in dental care.

Keywords: Analgesia; Orthodontics; Tooth Movement Techniques; Low-Level Light Therapy.

RESUMO

Introdução: a odontologia contemporânea enfrenta o desafio de otimizar os tratamentos endodônticos e ortodônticos, reduzindo dor, tempo clínico e risco de complicações, por meio do uso de tecnologias e medicamentos complementares.

Objetivo: analisar o papel do laser de baixa intensidade, dos localizadores apicais e do hidróxido de cálcio como recursos auxiliares em ortodontia e endodontia.

Métodos: foi realizada uma revisão bibliográfica em diferentes bases de dados, utilizando-se um algoritmo de busca que permitiu a identificação de fontes atuais e de destaque pertinência sobre o tema, as quais atenderam aos critérios de seleção, possibilitando posterior análise.

Desenvolvimento: a literatura evidencia que a fotobiomodulação com laser de baixa intensidade favorece a remodelação óssea e diminui a percepção de dor em ortodontia, acelerando o movimento dentário sem efeitos invasivos. Os localizadores apicais, por sua vez, demonstraram alta precisão na determinação do comprimento de trabalho em endodontia, reduzindo a dependência de radiografias e aumentando a segurança do procedimento, embora apresentem limitações em casos de canais calcificados ou em pacientes com marcapasso. Finalmente, o hidróxido de cálcio confirma-se como uma medicação intracanal eficaz, com propriedades antimicrobianas, remineralizantes e anti-inflamatórias.

Conclusões: a integração do laser terapêutico, dos localizadores apicais e da medicação com hidróxido de cálcio proporciona benefícios substanciais em ortodontia e endodontia. Esses recursos melhoram a eficácia terapêutica, reduzem complicações e otimizam a experiência do paciente, consolidando-se como estratégias seguras e complementares para a inovação na atenção odontológica.

Palabras-chave: Analgesia; Ortodontia; Técnicas de Movimentação Dentária; Terapia com Luz de Baixa Intensidade.

INTRODUCCIÓN

Durante más de medio siglo de investigación ininterrumpida se ha logrado abarcar una cantidad importante de evidencia de los efectos clínicos de la luz láser en los tejidos orales, existen muchos casos exitosos de diversas condiciones clínicas orales ayudando a la mitigación de la ulceración aftosa, el tratamiento de hipersensibilidad dentinaria, la aceleración del movimiento dental y el control del dolor durante el tratamiento de ortodoncia obteniendo una tasa alta de resultados prometedores.^(1,2)

Los mecanismos que están asociados a las fotobiomodulación (PBM) trabajan a nivel sistémico, regional y local, produciendo un aumento en el metabolismo mitocondrial como respuesta intracelulares, este aumento termina en aumento de producción de trifosfato de adenosina (ATP), óxido nítrico (NO) y especies reactivas de oxígeno (ROS). Se ha estudiado que una respuesta de estrés de ROS fotoactivada puede estar asociada a la analgesia inducida por láser. La terapia láser posee características de analgesia, antiinflamatoria y reparadoras de tejidos, por lo que en primera instancia se lo aplicó en el campo médico para el uso cutáneo, posteriormente fue introducido a la odontología.^(3,4)

El movimiento dental ortodóntico trae como consecuencia efectos físicos y biológicos que pueden ser observados de manera prematura ya que estos afectan la matriz extracelular, las células presentes en el hueso celular y el ligamento periodontal siendo estas células afectadas los granulocitos, fibroblastos, osteoclastos y osteoblastos. Cambiando la síntesis y liberación de citosinas, factores de crecimiento y factores quimiotácticos. Durante las primeras 24 horas el dolor provocado se conserva porque existe producción de prostaglandinas, mientras que cuando existe hiperalgesia sería una circunstancia desalentadora para el tratamiento de ortodoncia, se han hecho estudios para evaluar la percepción de dolor durante el movimiento dental cuando se utilizan separadores de ortodoncia evaluando el uso de anfisbióticos, analgésicos, radiación con láser de baja intensidad y otras terapias.^(5,6)

Los beneficios obtenidos con la PBM están asociados la capacidad que tiene esta terapia en penetrar en los tejidos, la absorción selectiva y la producción de efectos biológicos importantes en la inflamación y reparación de tejidos, teniendo que algunas terapias promueven la estimulación del ligamento periodontal logrando el aumento en la calidad y velocidad del proceso de remodelación ósea, el láser de baja intensidad mejora la reparación en las fases finales del proceso infiamatorio por lo que se considera muy eficaz para controlar el dolor después de la activación del tratamiento de ortodoncia sin alterar la mecánica del mismo ya que no es una aplicación invasiva, es indoloro y aséptica, produce reacciones fotoquímicas en las células, ayuda a la producción de colágeno y cambia la síntesis de proteínas.^(7,8)

Según Fujita et al.,⁽⁹⁾ Los láseres de diodo provocan actividad osteoblástica en el lado de tensión y estimulación osteoclástica en el sitio de compresión para estimular la remodelación ósea. Un mecanismo propuesto sobre la osteoclastogénesis es a través de la modificación del sistema RANK/RANKL/OPG, lo que provoca un movimiento dental acelerado ya que el láser se basa en dos determinantes que son el tipo de absorción (intermedia) y la longitud de onda responsable de la profundidad de penetración. En consecuencia, se desarrolla la presente investigación, la cual tuvo por objetivo analizar el papel del láser de baja intensidad, los localizadores apicales y el hidróxido de calcio como recursos auxiliares en ortodoncia y endodoncia.

MÉTODOS

Fue un estudio con un diseño documental, retrospectivo que se basó en los principios de las revisiones sistemáticas exploratorias según lo que establece la lista de chequeo PRISMA Extensión for Scoping Reviews (PRISMA-ScR). Se analizaron publicaciones de estudios sobre el uso del láser de baja intensidad en la aceleración del movimiento durante el tratamiento de ortodoncia.

Estrategia de búsqueda y criterios de elegibilidad de los estudios

Se realizaron búsquedas en bases de datos electrónicas especializadas en ciencias de la salud, entre ellas PubMed / Medline, Tripdatabase, LILACS, ScienceDirect y Epistemonikos. Además de ello, se realizó una búsqueda en las referencias bibliográficas de los artículos encontrados para garantizar la inclusión de artículos relevantes para la presente revisión. Las búsquedas se realizaron en inglés, español y en portugués.

Palabras clave de búsqueda en inglés: "photobiomodulation in orthodontics"; "accelerated tooth movement", "orthodontic movement", "accelerated movement in orthodontics", "photobiomodulation" "orthodontics", "anchorage in orthodontics", "dental laser", "wavelength". Palabras clave de búsqueda en español: "fotobiomodulacion en ortodoncia", "movimiento dental acelerado", "movimiento ortodontico", "movimiento acelerado en ortodoncia", "fotobiomodulacion", "ortodoncia", "laser dental", "longitud de onda".

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Tipo de publicación: artículo publicado en revista arbitrada.
- Año de publicación: período entre el 2013 y 2023.
- Diseño del estudio: ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas con metaanálisis, revisiones sistemáticas sin metaanálisis, revisiones narrativas, estudios comparativos, estudios de cohorte, estudios de casos y controles y estudios transversales.

Durante la búsqueda inicial se localizaron 832 artículos potenciales. El proceso de cribado llevó a descartar la gran mayoría. En la fase de elegibilidad se evaluaron 96 publicaciones a texto completo, pero se descartaron 85. Los motivos por los cuales se descartaron los artículos durante todo el proceso fueron los siguientes: artículos duplicados, no correspondencia con el objetivo ni las variables del estudio, imposibilidad de acceder al texto completo y no cumplimiento de los criterios de inclusión previamente definidos (Fig. 1).

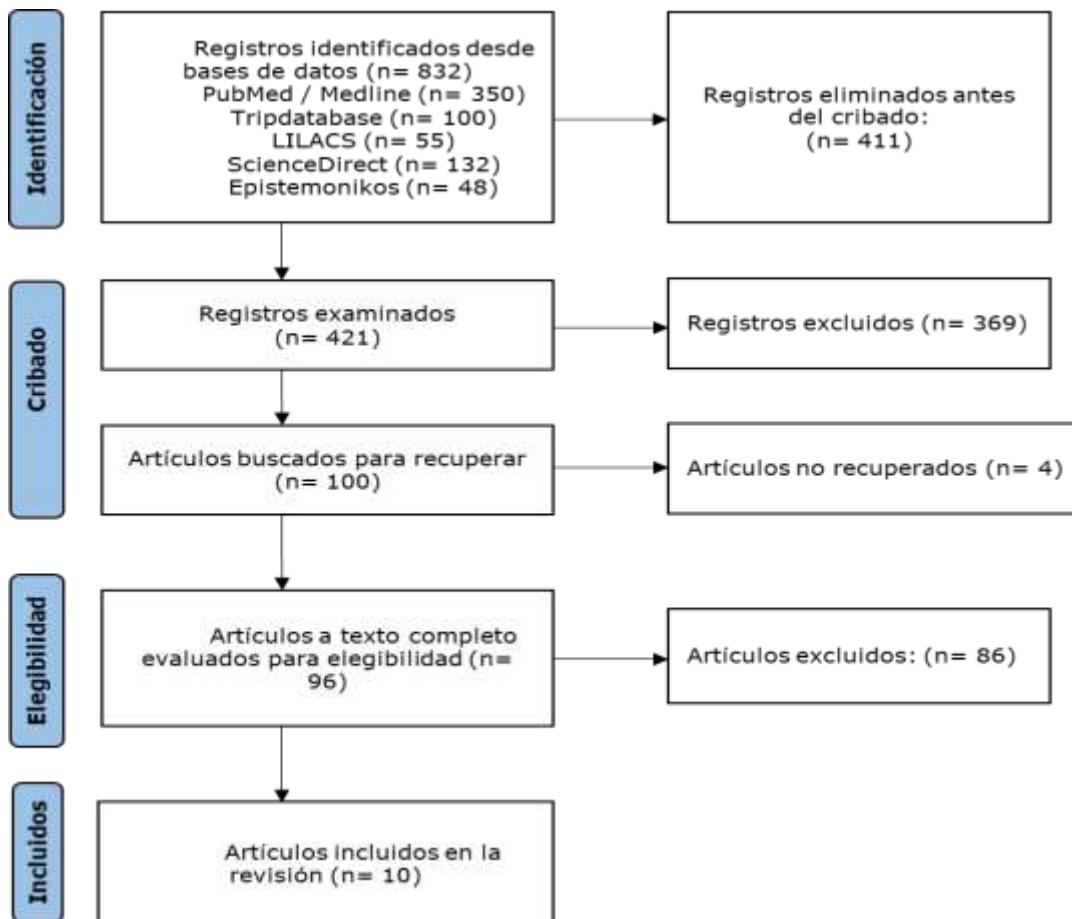


Fig. 1 Diagrama de flujo de la revisión desarrollada.

DESARROLLO

El estrés mecánico aplicado sobre la corona dental durante el tratamiento ortodóntico desencadena una serie de respuestas biológicas en los tejidos periodontales. Este estímulo mecánico provoca la remodelación del ligamento periodontal y del hueso alveolar, procesos indispensables para que se produzca el movimiento dentario. La presión ejercida en determinadas zonas genera actividad osteoclástica responsable de la reabsorción ósea, mientras que en áreas de tensión se estimula la actividad osteoblástica que favorece la formación de nuevo tejido óseo.⁽¹⁰⁾

Desde una perspectiva biológica, la remodelación inducida por fuerzas ortodóncicas está regulada por una compleja red de mediadores inflamatorios secretados principalmente por fibroblastos y células del ligamento periodontal. Citocinas como IL-1 β , IL-6, TNF- α y prostaglandina E2 (PGE2) desempeñan un papel esencial en la activación osteoclástica y en la modulación del equilibrio entre resorción y aposición ósea, facilitando así el movimiento dental controlado. Estos mecanismos han sido ampliamente descritos en la literatura, que confirma la participación del sistema inflamatorio y de la señalización celular en la remodelación periodontal inducida por fuerzas mecánicas.^(11,12)

La fotobiomodulación, ha adquirido un papel destacado en diversas áreas clínicas debido a su capacidad para modular procesos biológicos sin generar daño térmico. Este tipo de láser, también denominado láser de bioestimulación, láser terapéutico, láser frío o láser para tejidos blandos, actúa mediante la interacción de la luz con los componentes celulares, promoviendo respuestas fisiológicas específicas. Su fundamento teórico se sustenta en la ley de Arndt-Schultz, la cual establece que estímulos de baja intensidad generan efectos bioestimuladores, mientras que dosis elevadas producen efectos inhibitorios. En el contexto odontológico, esta relación dosis-respuesta ha permitido comprender cómo la energía lumínica puede desencadenar procesos regulados y beneficiosos en los tejidos periodontales.^(13,14)

Diversos estudios han demostrado que la también denominada terapia láser de baja intensidad (LILT, por sus siglas en inglés), contribuye a acelerar el movimiento dental ortodóncico al optimizar los mecanismos de remodelación ósea. Entre los efectos más relevantes se encuentran el aumento en el número de osteoclastos en zonas de presión, la mayor proliferación de células del ligamento periodontal y la estimulación en la formación de hueso mineralizado en áreas de tensión. Estos cambios favorecen una remodelación más dinámica del hueso alveolar, reduciendo así el tiempo total requerido para lograr desplazamientos dentarios controlados. La evidencia señalada por Dantas et al.,⁽¹⁵⁾ respalda que la fotobiomodulación actúa como un coadyuvante eficaz en ortodoncia, al mejorar la respuesta biológica del tejido periodontal frente a fuerzas mecánicas aplicadas de manera sostenida.

Los resultados de los ensayos clínicos de bioestimulación y radiación LILT mostraron una reducción de las molestias y el dolor, una curación acelerada de heridas y huesos y una prevención eficaz de los procesos inflamatorios. Los estudios clínicos con LILT en el tratamiento de ortodoncia han demostrado una aceleración del movimiento dentario y una reducción del tiempo de tratamiento de ortodoncia.^(16,17,18) El efecto de la radiación LILT en el tratamiento de ortodoncia de ratones con expansión de sutura orientada mostró una regeneración maxilar del 20 % al 40 % en comparación con la intervención LILT. Este resultado depende en gran medida de la dosis, la frecuencia de uso y el tratamiento. Otros estudios han demostrado que el movimiento molar interfiere con LILT un 30 % más rápido que la radiación sin LILT debido a una mayor actividad de las células de remodelación ósea.

El-sayed et al.,⁽¹⁹⁾ realizó un estudio clínico evaluando el fluido crevicular gingival con LILT para evaluar los niveles de RANKL y OPG y encontró una ligera mejoría en OTM. Notaron una tendencia de aumento del movimiento de los dientes al comienzo de su período de observación con una disminución a más lenta que su grupo de control a los 30-45 días. En general, el grupo de láser exhibió un mayor movimiento dentario acumulado con un cambio en la tasa de movimiento similar al observado en los estudios con animales.

Diversos investigadores han empleado un amplio espectro de longitudes de onda en la terapia con láser para aplicaciones ortodóncicas, generalmente dentro del rango de 600 a 1000 nm, utilizando dispositivos como láseres de diodo, láseres Ga-Al-As y láseres He-Ne. Estos equipos se han aplicado con densidades de energía que varían entre 0,04 y 60 J/cm², lo que refleja la heterogeneidad de protocolos existentes. A pesar de estas variaciones en los parámetros operativos, los estudios coinciden en reportar resultados favorables tanto en la modulación del dolor como en la facilitación del movimiento dental, lo que sugiere que la bioestimulación inducida por el láser es eficaz dentro de un rango relativamente amplio de dosis y longitudes de onda.^(20,21)

Los avances recientes en fotobiomodulación han permitido comprender con mayor precisión cómo la energía luminosa interactúa con los tejidos mineralizados, lo cual tiene implicaciones directas en el movimiento dentario ortodóncico. La revisión sistemática de Lopes et al. demostró que la fotobiomodulación favorece la regeneración ósea humana mediante el aumento de la proliferación celular, la diferenciación osteoblástica y la deposición de matriz mineral. Estos efectos dependen de parámetros específicos como la longitud de onda, la densidad energética y la frecuencia de aplicación, confirmando que la luz actúa sobre rutas intracelulares clave, particularmente la activación del citocromo c oxidasa y el incremento de ATP mitocondrial. En conjunto, estos mecanismos respaldan la capacidad de la fotobiomodulación para optimizar la remodelación ósea fisiológica, un proceso indispensable para el movimiento dentario eficiente.⁽²²⁾

En un plano clínico más amplio, Glass,⁽¹⁴⁾ destaca que la fotobiomodulación es capaz de modular respuestas tisulares complejas, incluyendo la reducción de edema, la mejora del metabolismo celular y la aceleración de la reparación de tejidos blandos y duros. Este autor subraya que la terapia con luz de baja intensidad no solo promueve una recuperación más rápida, sino que también reduce la necesidad de intervenciones farmacológicas analgésicas. Aplicado al contexto ortodóncico, estos hallazgos explican por qué los pacientes sometidos a irradiación láser presentan menor percepción de dolor y una respuesta inflamatoria más controlada, factores que contribuyen a una experiencia clínica más confortable y a una mejora en la cooperación del paciente durante el tratamiento.

Finalmente, la convergencia entre la evidencia experimental, clínica y de revisión sistemática sugiere que la fotobiomodulación constituye una herramienta adyuvante prometedora para la ortodoncia moderna. Su capacidad para acelerar la remodelación ósea, modular el dolor y mejorar la cicatrización posiciona a esta tecnología como un complemento terapéutico de alto valor, siempre que se utilicen parámetros dosimétricos adecuados y protocolos estandarizados.^(13,15,16)

Las limitaciones metodológicas todavía presentes en la literatura, como la heterogeneidad de dosificación y el reducido tamaño muestral en algunos estudios, indican la necesidad de investigaciones más robustas; sin embargo, el consenso actual apunta a que la fotobiomodulación puede aportar beneficios clínicamente significativos cuando se integra de forma correcta en los planes de tratamiento ortodóncico.

CONCLUSIONES

En este estudio demuestra que el láser de baja intensidad ha obtenido resultados prometedores en lo que corresponde a la disminución del tiempo de tratamiento de ortodoncia debido a la aceleración del movimiento dental, así como los beneficios sobre el alivio del dolor, se considera una terapia no invasiva y segura, por lo que el láser de baja intensidad como ayudante a una buena mecánica de ortodoncia conllevara a un tratamiento exitoso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hamblin M, Ferraresi C, Huang Y, Freitas L, Carroll J. Low-Level Light Therapy: Photobiomodulation. Tutorial. Texts in Optical Engineering. Volume TT115 [Internet]. SPIE Press: Bellingham, WA, USA; 2018 [Citado 20/05/2025]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/322512905 Low-Level Light Therapy Photobiomodulation](https://www.researchgate.net/publication/322512905_Low-Level_Light_Therapy_Photobiomodulation)
2. Rahman SU, Mosca R, Reddy SG, Nunez S, Andreana S, Mang T, et al. Learning from clinical phenotypes: Low-dose biophotonics therapies in oral diseases. *Oral Dis* [Internet]. 2018 [Citado 20/05/2025]; 24(1-2): 261-276. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/odi.12796>
3. Ryu JJ, Yoo S, Kim K, Park JS, Bang S, Lee S, et al. Laser Modulation of Heat and Capsaicin Receptor TRPV1 Leads to Thermal Antinociception. *J. Dent. Res* [Internet]. 2010 [Citado 20/05/2025]; 89(12): 1455-60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20935279/>
4. Neves LMG, Matheus RL, Santos G, Esquisatto M, Amaral MEC, Mendonça F. Effects of microcurrent application and 670 nm InGaP low-level laser irradiation on experimental wound healing in healthy and diabetic Wistar rats. *Laser Phys* [Internet]. 2013 [Citado 20/05/2025]; 23(3): 035604. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1054-660X/23/3/035604>
5. Spadari GS, Zaniboni E, Vedovello SAS, Santamaria MP, Amaral MEC, Santos GMT, et al. Electrical stimulation enhances tissue reorganization during orthodontic tooth movement in rats. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2017 Jan [Citado 20/05/2025]; 21(1): 111-20. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-016-1759-6>
6. Farias RD, Closs LQ, Miguens SAQ Jr. Evaluation of the use of low-level laser therapy in pain control in orthodontic patients: a randomized split-mouth clinical trial. *Angle Orthod* [Internet]. 2016 Mar [Citado 20/05/2025]; 86(2): 193-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26132512/>
7. Yassaei S, Fekrazad R, Shahraki N. Effect of low level laser therapy on orthodontic tooth movement: a review article. *J Dent* [Internet]. 2013 May [Citado 20/05/2025]; 10(3):264-72. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4264099/>
8. Alazzawi MMJ, Husein A, Alam MK, Hassan R, Shaari R, Azlina A, et al. Effect of low level laser and low intensity pulsed ultrasound therapy on bone remodeling during orthodontic tooth movement in rats. *Prog Orthod* [Internet]. 2018 Apr [Citado 20/05/2025]; 19(1):10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29658096/>

9. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res* [Internet]. 2008 Aug [Citado 20/05/2025]; 11(3): 143-55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18713151/>

10. Zheng Y, Yao Lam X, Wu M, Lin Y. Aceleración del movimiento dental ortodóncico: un análisis bibliométrico y visual. *Revista Dental Internacional* [Internet]. 2025 [Citado 20/05/2025]; 75(2): 1223-1233. Disponible en: https://www.sciencedirect.com.translate.goog/science/article/pii/S0020653924014722?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc

11. Kitaura H, Ohori F, Marahleh A, Ma J, Lin A, Fan Z, et al. The Role of Cytokines in Orthodontic Tooth Movement. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2025 [Citado 20/05/2025]; 26(14):6688. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/26/14/6688>

12. Behm C, Zhao Z, Andrukhov O. Immunomodulatory Activities of Periodontal Ligament Stem Cells in Orthodontic Forces-Induced Inflammatory Processes: Current Views and Future Perspectives. *Front Oral Health* [Internet]. 2022 May 4 [Citado 20/05/2025]; 3: 877348. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35601817/>

13. Theodoro LH, Marcantonio RAC, Wainwright M, Garcia VG. LASER in periodontal treatment: is it an effective treatment or science fiction? *Braz Oral Res* [Internet]. 2021 Sep 24 [Citado 20/05/2025]; 35(Supp 2): e099. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34586213/>

14. Glass GE. Photobiomodulation: The Clinical Applications of Low-Level Light Therapy. *Aesthet Surg J* [Internet]. 2021 May 18 [Citado 20/05/2025]; 41(6):723-738. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33471046/>

15. Dantas CMG, Vivan CL, Dominguez GC, de Fantini SM, de Freitas PM. Light in Orthodontics: Applications of High-Intensity Lasers, Photobiomodulation, and Antimicrobial Photodynamic Therapies in Daily Practice. *Photonics* [Internet]. 2023 [Citado 20/05/2025]; 10(6): 689. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-6732/10/6/689>

16. Isola G, Matarese M, Briguglio F, Grassia V, Piccioli G, Fiorillo L, et al. Effectiveness of Low-Level Laser Therapy during Tooth Movement: A Randomized Clinical Trial. *Materials (Basel)* [Internet]. 2019 Jul 8 [Citado 20/05/2025]; 12(13): 2187. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31288379/>

17. Alam MK, Hajeer MY, Alanazi DA, Alanazi SA, Alruwaili HO. The Effect of Low-Level Laser Therapy on Accelerating Tooth Movement in Orthodontic Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Pharm Bioallied Sci* [Internet]. 2024 Dec [Citado 20/05/2025]; 16(Suppl 4):S3658-S3660. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39926885/>

18. Gonçalves A, Monteiro F, Brantua S, Basset P, Estevez A, Silva FS, Pinho T. Clinical and preclinical evidence on the bioeffects and movement-related implications of photobiomodulation in the orthodontic tooth movement: A systematic review. *Orthod Craniofac Res* [Internet]. 2025 Feb [Citado 20/05/2025]; 28(1):12-53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39096021/>

19. El-sayed OH, Ibrahim SA, Attia MS, El Kabbany SM. Assessment of pain sensation and release of rankl in gingival crevicular fluid accompanying laser application in orthodontic treatment: a randomized controlled clinical trial. ADJ-for Girls [Internet]. 2022 [Citado 20/05/2025]; 9(2): 355-364. Disponible en: https://journals.ekb.eg/article_439585_e92f7c869a26b462cd2e5f9384f75c43.pdf?utm_source=chatgpt.com

20. Rumão WL, Valdighi HC, Furletti VF, Gouvêa GR, Santamaria-Jr M. Influence of photobiomodulation on pain perception during initial orthodontic tooth movement. Rev Odontol UNESP [Internet]. 2020 [Citado 20/05/2025]; 49: e20200003. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rounesp/a/t8mX7t3tLzfkZVzmGxbpvmK/?lang=en>

21. Shrinivasa KA. Comparison of Tumor Necrosis Factor-Alpha (TNF- α) Levels in Gingival Crevicular Fluid During Orthodontic Tooth Movement with and Without Low Level Laser Therapy [Tesis]. Bangalore: Rajiv Gandhi University of Health Sciences; 2019 [Citado 20/05/2025]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/8b5c8d43b1b626df74776661d9ebe33e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>

22. Lopes CCA, Limirio JPJO, Zanatta LSA, Simamoto VRN, Dechichi P, Limirio APHJO. Effectiveness of Photobiomodulation Therapy on Human Bone Healing in Dentistry: A Systematic Review. Photobiomodul Photomed Laser Surg [Internet]. 2022 [Citado 20/05/2025]; 40(7): 440-453. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35527692/>