

EFECTIVIDAD DE LA TERAPIA LÁSER EN EL TRATAMIENTO DE LA CARIES DENTAL.

Revisión sistemática

*Effectiveness of laser therapy in the treatment of dental caries.
Systematic review*

POR

DAVID **TAGLIAFERRO ARELLANO**¹

ROBERT **RAMÍREZ M.**²

1 Postgrado de Rehabilitación Bucal. Departamento de Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. david.tagliare@gmail.com
 orcid.org/0009-0009-3996-7853

2 Departamento de Restauradora. Catedra de Operatoria. Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.
 orcid.org/0000-0001-8762-5852

Autor de correspondencia: Robert Ramírez M.

robertaramirez73@gmail.com / robertramirez@ula.ve

Como citar este artículo: Tagliaferro Arellano D, Ramírez M R. Efectividad de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental. Revisión sistemática. ROLA 2025; 20(1): 94-117.



Resumen

El láser es una herramienta útil en la odontología moderna y en áreas como restauradora, la remoción de caries se ha visto beneficiada. Se realizó una revisión sistemática actualizada para exponer la efectividad de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental como procedimiento mínimamente invasivo. Se efectuó una búsqueda sistemática en artículos publicados en los últimos 5 años en revistas científicas, empleando el protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*). La búsqueda se realizó en bases de datos electrónicas como: Medline a través del motor de búsqueda PubMed; en bibliotecas electrónicas como la Biblioteca Virtual de Salud, Scielo y *Wiley Online Library*; en base de datos multidisciplinarias como Cochrane, *Trip Data Base*, en el buscador de Google Académico y búsqueda manual en las referencias de los artículos incluidos. Se incluyeron 11 documentos (10 ensayos clínicos y 1 revisión sistemática), con un total de 762 pacientes. Se encontró que los diferentes artículos incluyen diversos puntos de vista para respaldar el uso de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental. Se estableció que esta terapia demuestra efectividad en el tratamiento de caries dental inhibiendo su progreso y, en comparación con métodos convencionales, puede resultar perceptivamente favorable en términos de menor dolor, molestias y ansiedad para los pacientes, encontrándose como un tratamiento menos intimidante a pesar de que su uso requiera hasta 3 veces más de tiempo. Las restauraciones demostraron integridad y adaptación marginal en las cavidades elaboradas con láser, respaldando su viabilidad como opción terapéutica en odontología restauradora.

PALABRAS CLAVE: terapia láser, caries dental, efectividad del láser.

Abstract

The laser is an important tool in modern dentistry and in areas such as restorative dentistry, caries removal has benefited from it. An updated systematic review was carried out to expose the effectiveness of laser therapy in the treatment of dental caries as a minimally invasive procedure. A systematic search was made of articles published in the last 5 years in scientific journals, using the PRISMA protocol (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). The search was performed in electronic databases such as Medline through the PubMed search engine; in electronic libraries such as the Virtual Health Library, Scielo, and Wiley Online Library; in multidisciplinary databases such as Cochrane, Trip Data Base, in the Google Scholar search engine and manual search in the references of the articles included. Eleven papers were included (10 clinical trials and 1 systematic review), with a total of 762 patients. It was found that the different articles include different points of view to support the use of laser therapy in the treatment of dental caries. It was established that this therapy demonstrates effectiveness in the treatment of dental caries by inhibiting its progression and, in comparison with conventional methods, it can be perceptually favorable in terms of less pain, discomfort, and anxiety for patients, being found as a less intimidating treatment despite its use requiring up to 3 times more time. The restorations demonstrated integrity and marginal adaptation in the laser-ablated cavities, supporting its viability as a therapeutic option in restorative dentistry.

KEYWORDS: laser therapy, tooth decay, laser effectiveness.

Introducción

La odontología restauradora actualmente vive en una constante actualización debido al surgimiento de diferentes métodos y técnicas que permiten al profesional realizar una odontología con un enfoque mucho más conservador y mínimamente invasivo. Los nuevos paradigmas en cariología conducen a la revisión de sus terapéuticas tradicionales y a la generación de nuevas concepciones para el control y el tratamiento de la enfermedad bucal de mayor prevalencia: la caries dental¹.

La caries dental es actualmente conocida como una enfermedad dinámica, de etiología multifactorial, la cual es mediada por biopelículas e impulsada por azúcares que resulta en la desmineralización y remineralización fásicas de los tejidos duros dentales^{2,3}. El origen de esta enfermedad es considerada multifactorial, ya que puede estar asociada a diversos factores que la pueden ocasionar, como la presencia de bacterias acidogénicas, trastornos salivales y el consumo/frecuencia de azúcar, los cuales juegan un papel vital en la progresión de la enfermedad^{2,3}. El proceso de formación de la caries dental refleja un desbalance de los factores protectores (que remineralizan) afectados por factores destructivos (que desmineralizan) a favor de la desmineralización de la estructura dentaria¹. Dicho proceso (si no es tratado con tiempo) puede causar compromiso pulpar, inflamación y abscesos, además de signos y síntomas sistémicos^{4,5}.

La caries dental es definida como la enfermedad crónica más común entre todas las afecciones bucales, la cual tiene una alta tasa de prevalencia entre adultos y niños^{3,4}. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la caries dental es la enfermedad no transmisible más común en todo el mundo⁴, donde aproximadamente 2.400 millones de personas poseen lesiones cariosas no tratadas en todo el mundo³.

En la actualidad, diferentes estudios han evaluado la globalización de la caries a nivel mundial, investigando la epidemiología de esta enfermedad, dejando en claro que a pesar que la prevalencia y la gravedad de la caries dental en la dentición primaria y permanente se han reducido en varios países según los estudios publicados⁶, siguen siendo demasiado elevadas a nivel mundial, de hecho, se desconoce hasta qué punto la reducción de la prevalencia y la gravedad de la caries dental es aplicable a todos los países de todo el mundo, ya que muchos países no realizan encuestas epidemiológicas, o no publican los resultados en la literatura odontológica en inglés con las mismas medidas y utilizando los mismos instrumentos de evaluación^{6,7}. De manera general, la disminución de esta prevalencia se pudo evidenciar en los países económicamente más desarrollados, mientras que en los países menos desarrollados aumentó⁸, lo que sugiere que la brecha entre los grupos de países se ampliará si no se toman las medidas adecuadas, incluyendo el uso de los materiales e instrumentos actuales utilizados en los procedimientos restau-

radores, para de esta manera mejorar la calidad de los tratamientos, ya que el dolor y la incomodidad resultantes pueden afectar negativamente la calidad de vida de las personas.

Comúnmente los tratamientos restauradores se han manejado con el principal propósito de mantener o restablecer la forma, la función y la estética dental, al igual que mantener la integridad fisiológica del diente en relación armónica con la estructura dental remanente, los tejidos blandos y el sistema estomatognático⁹. En la actualidad, el surgimiento de nuevos avances en la odontología moderna, han hecho que se cambie la orientación de muchos de los tratamientos restauradores que se realizan hoy en día, y entre ellos se puede destacar el abordaje de uno de los procedimientos más comunes, como lo es el tratamiento de la caries dental^{10,11}.

Los procedimientos enfocados en el tratamiento de la caries dental han evolucionado con el pasar de los años gracias a un mejor entendimiento de la biología dentaria y a los diferentes avances científicos que surgen con el objetivo de conservar estructura dentaria y prolongar la vida del diente¹¹. El tratamiento de las lesiones de caries dental puede ser mediante un abordaje convencional de perforación y obturación, usando instrumentos rotatorios, o el abordaje atraumático, usando instrumentos manuales que ayudan a conservar más la estructura dentaria¹². Se pueden usar diferentes materiales de restauración para estos dos enfoques.

Inicialmente el enfoque terapéutico convencional de la caries dental era un proceso restaurador quirúrgico invasivo y no conservador, el cual consistía en la eliminación de caries con instrumentos manuales y rotatorios de la totalidad de la dentina reblandecida y desmineralizada, tanto en dientes primarios como en dientes permanentes¹³, esto con el objetivo de asegurar que los márgenes de la restauración fueran llevados a las áreas del diente menos vulnerables a la caries dental¹. Estas premisas fueron modificadas con la llegada de conocimientos actuales en la evolución de la caries dental y el desarrollo de materiales adhesivos bioactivos¹⁴, además del progreso de instrumentos que han mostrado una eliminación de caries menos traumática, lo que ha hecho que se modifique el abordaje de la caries dental, pasando de ser un procedimiento invasivo a una práctica mucho más conservadora, respaldado por la fuerte evidencia que corrobora que es innecesaria e injustificada la eliminación de toda la dentina cariada¹⁵, y además que en caries profundas con el uso de instrumental convencional se puede conducir frecuentemente a una exposición pulpar¹². Además, se ha demostrado que la remoción de caries con instrumental rotario de diamante y carburo de tungsteno está relacionada con un alto potencial para desencadenar ansiedad e incomodidad dental en muchos pacientes debido al sonido y a las vibraciones que estos generan^{12,16}.

Las desventajas del tratamiento restaurador convencional han llevado al profesional a mantener una constante actualización sobre el uso los materiales actuales y las técnicas atraumáticas disponibles, las cuales se encuentran en constante evolución, para seleccionar y aplicar la mejor opción de tratamiento ante las necesidades de restauración de cada paciente y su situación clínica. Dentro de los métodos actuales y técnicas innovadoras en la remoción de caries dental destaca la *terapia laser*, el cual puede clasificarse como uno de los procedimientos actuales más conservadores y menos traumáticos en la eliminación de caries^{10,16}.

La palabra láser proviene del acrónimo de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” que significa, amplificación de un haz de luz estimulada mediante la emisión de radiación^{16,17}. El láser emite un haz de luz de alta coherencia con ondas de frecuencia única (espectro muy estrecho). El núcleo del láser está constituido por un material (colocado dentro de una cavidad óptica altamente reflectante) denominado “medio de ganancia” con propiedades que le permiten amplificar la luz proveniente de la fuente de energía del dispositivo^{16,17}. El medio de ganancia es un material de pureza, tamaño, concentración y forma controlados, y puede estar en cualquier estado: gas (dióxido de carbono (CO₂), argón), líquido (colorante orgánico), sólido (granate de itrio y aluminio dopado con neodimio (Nd: YAG), o plasma (semiconductores)¹⁶.

La principal acción de un láser es generar fotones, los cuales van a atravesar un cristal que va a dejar pasar los fotones de cierta longitud de onda. Con este sistema de cristales se logra amplificar la energía de los fotones. Según la sustancia que coloquemos en el medio del dispositivo los fotones resonarán con una longitud de onda u otra. Cada elemento químico refleja su propia longitud de onda, y así podemos encontrar láseres dentro del espectro de luz visible 400 y 750 nanómetros, ultravioleta o infrarrojos. Solamente reflejan una determinada longitud de onda, no como una bombilla, que refleja todo el espectro de colores. Lo que por tanto se puede lograr con ese haz de fotones de alta intensidad es trasladarlos al campo que queramos mediante un sistema de conducción a base de reflexión de cristales, y así proyectar esos fotones de alta potencia sobre la superficie que necesitamos¹⁷.

Las interacciones del láser con los tejidos dentales (esmalte y dentina) se dividen en tres categorías principales: interacción con el mineral (hidroxiapatita carbonatada), interacción con el agua e interacción con el material orgánico (proteínas y lípidos). La dentina tiene un contenido de agua y proteínas mucho mayor que el esmalte, disminuyendo el aporte de la fase mineral y enfatizando el papel del agua y las proteínas en la absorción de luz¹⁶. La luz de rayo láser es absorbida por las moléculas de agua en los tejidos dentales duros, como resultado, el agua se calienta rápidamente y se vaporiza. Esta re-

acción crea una alta presión localizada y una microexplosión, lo que da como resultado la ablación del tejido dental duro¹⁸. En comparación con una fresa rotatoria, el láser es más silencioso y vibra menos, además de que se afirma que el tratamiento con láser es menos doloroso, lo que reduce la necesidad de anestesia local^{16,18}. Esto es importante conocerlo, ya que la ansiedad y el miedo que pueden presentar algunos pacientes por el sonido que generan los instrumentos rotatorios pueden predisponer la atención odontológica, haciendo que muchos pacientes no acudan a la consulta por el temor que este tipo de instrumentos convencionales les genera.

A mediados de la década de 1990, los investigadores examinaron la seguridad y la utilidad del láser de granate de itrio y aluminio dopado con erbio (Er:YAG) para el tratamiento de tejidos dentales, y demostraron que el daño térmico era mínimo cuando se usaban los ajustes apropiados y se empleaba un rociador de enfriamiento de agua adecuado¹⁶. En particular, las irradiaciones láser Er:YAG y erbio:itrio-escandio-galio-granate (Er:YSGG) ($\lambda = 2,940 \mu\text{m}$ y $\lambda = 2,790 \mu\text{m}$, respectivamente) son fuertemente absorbidas por el agua (el Er:YSGG es absorbido adicionalmente por el grupo de iones de hidroxilo (OH-) en el mineral de hidroxiapatita carbonatada del diente) de modo que el principal mecanismo de acción es calentar el agua en la superficie y la subsuperficie, expandiéndola y haciendo que el tejido explote fuera de la superficie¹⁶.

Desde el punto de vista médico-quirúrgico y odontológico, se puede distinguir dos tipos de láser, de baja y de alta potencia¹⁷.

- **Láser de baja potencia:** También conocido como láser frío, pues no genera calor, a este tipo se adscriben todos los láseres cuya potencia de emisión es inferior a 50 mW. Sus principales aplicaciones en odontología son: ayudar a la regeneración de tejidos, alivio del dolor, reducir la inflamación, edema y acelerar la cicatrización. Los más usados son: Helio-neón, galio-arsénico, galio-aluminio-arsénico, entre otros¹⁷.
- **Láser de alta potencia:** Conocido también como láser duro o quirúrgico, su uso genera calor sobre la superficie en la que actúa, de ahí también que se le clasifique como un láser térmico. Por lo que va a presentar efectos térmicos y fotoquímicos, cuyas acciones son: deshidratación coagulación, carbonización y vaporización. Clínicamente, esto se traduce en corte preciso y hemostasia. Estos son los más utilizados en procedimientos odontológicos conservadores, como los utilizados en odontología conservadora, siendo los más comunes: Helio-neón (He-Ne:YAG), erbio YAG (Er:YAG), neodimio YAG (Nd:YAG), anhídrido carbónico (CO₂) y argón¹⁷.

Los de láseres de Argón y CO₂ utilizan gas como medio activo; los demás son elaborados con metales como galio, aluminio o arsénico o varillas de cristal

granate elaborados generalmente a partir de itrio y aluminio, a los que se añaden los elementos cromo, neodimio, holmio o erbio¹⁹.

Son múltiples las relaciones que se pueden destacar del uso de la terapia láser en odontología, considerado como un procedimiento rápido, seguro y ergonómico, evitando molestias tanto intra y postoperatorias al paciente¹⁷. Gracias a esto, los pacientes han aceptado rápidamente el uso de esta tecnología para mejorar la experiencia de la consulta odontológica, a pesar de que se haya informado que el tiempo requerido por la técnica láser requiera de dos a tres veces más para el procedimiento de eliminación de caries^{20,21}, siendo esto un factor importante a considerar cuando el paciente no puede durar mucho tiempo en la silla dental.

De igual manera, es importante mencionar que el uso del láser en la preparación cavitaria podría afectar de manera positiva la adhesión del diente, ya que produce una desnaturalización parcial del colágeno en la dentina, lo que puede facilitar la formación de una capa híbrida y mejorar la penetración del adhesivo²². Así mismo, algunos estudios mencionan que se puede observar una menor microfiltración de las restauraciones en las superficies de los dientes irradiadas con láser²³.

Además, en comparación con el tejido sano, el tejido cariado contiene aún más agua, por lo que el láser Er:YAG tiene una mayor absorción de cromóforos en los tejidos infectados y representa un dispositivo selectivo y conservador para la eliminación de caries, permitiendo la creación de una preparación terapéutica de la cavidad. Sin extensión excesiva en tejidos sanos debajo de la lesión.

Por todo lo anteriormente descrito, se puede decir que la terapia láser es altamente utilizada en las diferentes áreas de la odontología, especialmente en áreas como operatoria, odontopediatría, periodoncia y endodoncia¹⁹, y para efecto de esta investigación interesan los que tengan aplicación en la odontología restauradora, específicamente en el tratamiento de la caries dental.

En los últimos años se han realizado varios estudios que describen el comportamiento de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental, donde la mayoría de los estudios son ensayos clínicos que comparan su efectividad con otros procedimientos en el tratamiento de la caries. Sin embargo, se encontraron pocas revisiones sistemáticas relacionadas con el tema, ya que la mayoría habla sobre el uso de la terapia láser de manera general, y solo dos de forma específica en la del tratamiento de la caries, las cuales datan de más de 5 años y ambas en el idioma inglés^{16,18}. Por otra parte, los estudios documentales en español son más escasos, además de que su evidencia no es tan contundente relacionada con la búsqueda de artículos y evaluación de los mismos, adicionando la desactualización de los estudios encontrados, por lo que hay carencias o dificultades desde el punto de vista metodológico.

Por lo tanto, debido a la falta de revisiones sistemáticas actualizadas y en español sobre el tema, el objetivo de este artículo es realizar una revisión sistemática que demuestre la efectividad actual de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental y valore factores relacionados como experiencia del paciente, tiempo empleado y evaluación de la restauración como un tratamiento conservador y mínimamente invasivo en el campo de la odontología restauradora, con el propósito de brindar evidencias en la evolución de este procedimiento, que ayuden a mejorar la práctica clínica del odontólogo restaurador.

Metodología

Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura para identificar, analizar, evaluar y resumir ensayos clínicos o revisiones sistemáticas que hablaran sobre la efectividad de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental, publicados en los últimos 5 años en revistas científicas, empleando el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) para revisiones sistemáticas²⁴. Con tal propósito, siguiendo la estrategia PICO²⁵, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la efectividad de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental, como es la experiencia del paciente y cuanto es el tiempo necesario para la eliminación de la caries?

TABLA 1. Descripción de la pregunta de investigación siguiendo la estrategia PICO.

Criterios	Descripción
Población	Pacientes con caries dental en dientes temporarios y permanentes.
Intervención	Tratamiento de caries con terapia láser.
Comparación	Tipos de láser, métodos de remoción convencional mecánicos y atraumáticos manuales.
Resultados	Efectividad de la Terapia Láser en el tratamiento de la caries dental, experiencia para el paciente y tiempo empleado.

Estrategias de búsqueda

Fuentes de información

La búsqueda de publicaciones científicas se realizó en las siguientes editoriales y bases de datos electrónicas: Medline a través del motor de búsqueda PubMed; en bibliotecas electrónicas como la Biblioteca Virtual de Salud, SciELO y Wiley Online Library; en base de datos multidisciplinarias como Cochrane, Trip Data Base, en el buscador de Google Académico y búsqueda manualmente en las referencias de los artículos incluidos, desde el año 2018 al año 2024 en los idiomas inglés y español.

Se utilizaron los siguientes descriptores en español en Ciencias de la Salud (DeCS): “Caries Dental” / “Terapia láser”. En inglés se utilizaron los si-

guientes Medical Subject Headings (MeSH): “Dental caries” / “Laser therapy”. Además, se utilizó el operador lógico “AND” para obtener una búsqueda más específica. Por otra parte, en la base de datos se utilizaron los filtros de búsqueda avanzada como: publicaciones entre los años 2018-2024. Además, se ejecutó una búsqueda manual para obtener información complementaria, dicha indagación se realizó en Google Académico.

Las plataformas digitales consultadas arrojaron un total de: Pubmed 161 artículos; BVS 249 artículos, SciELO 3 artículos, Cochrane 315 artículos, Trip Data Base 83, Wiley Online Library 783 y Google académico 989 con los términos de búsqueda; para dar un total de 2.583 artículos en las plataformas consultadas.

Criterios de inclusión

Se seleccionaron los estudios que cumplieron con los siguientes criterios:

- Publicados entre el 2018 y 2024.
- Escritos en idioma inglés y español.
- Disponibles en texto completo.
- Ensayos clínicos aleatorizados y controlados o revisiones sistemáticas de ensayos clínicos que hayan evaluado la efectividad y/o la experiencia de los pacientes con la terapia láser en el tratamiento de caries dental.
- Publicados en revistas científicas indexadas en bases de datos internacionales.

Por otro lado, se excluyeron de esta revisión sistemática los estudios con los siguientes criterios:

- Casos clínicos.
- Serie de casos.
- Artículos que traten sobre temas distintos al objetivo del estudio.
- Artículos que no pertenecían a los términos de búsqueda descritos en los criterios de inclusión.
- Artículos publicados antes del año 2017.

Se realizó según los criterios de exclusión la eliminación de artículos duplicados y los que no tenían relación con el tema de investigación, para luego proceder al proceso de recolección y selección de los artículos definitivos; en primera instancia se seleccionaron los artículos a través de los títulos, teniendo en consideración los criterios de elegibilidad quedando un total de 38 artículos, posterior a ello se procedió a la lectura de los abstract de los 38 artículos reduciéndose a un número de 18 documentos, luego se realizó la descarga de los mismos para leer el texto completo y descartar aquellos que durante la selección pasaron los primeros filtros pero que durante la lectura completa

no cumplían con los criterios previamente mencionados, además se realizó una búsqueda manual de artículos relacionados con el tema, dando un total de 11 artículos seleccionados para la realización de la revisión sistemática.

En los estudios clínicos y las revisiones sistemáticas de estudios clínicos, se espera que se haya reportado la efectividad de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental. Los estudios seleccionados para la revisión fueron tabulados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® para realizar la evaluación metodológica y analizar las variables cuantitativa y cualitativa. Con tal fin, los textos completos de los artículos fueron examinados manualmente, para obtener datos, tales como: año, país del estudio, tamaño de muestra, diseño de investigación, tipo de participante, objetivo, tipo de intervención, estrategias evaluadas y resultados de la efectividad y de la terapia laser en el tratamiento de caries. Los estudios clínicos fueron evaluados y examinados manualmente considerando los criterios metodológicos para estudios no aleatorizados (MINORS, Methodological Index for Non-Randomized Studies)²⁶. La evaluación de sesgo de los ensayos clínicos se realizó mediante una lista de verificación a través de la metodología Cochrane, el cual consiste en una herramienta específica para evaluar el riesgo de sesgo mediante una descripción y valoración para cada ítem en una tabla de “Riesgo de Sesgo” el cual ofrece una evaluación final para determinar la calidad del artículo²⁷. Los estudios documentales, por su parte, fueron evaluados considerando la guía de la Biblioteca Cochrane para revisiones sistemáticas²⁸, las listas de verificación para revisiones sistemáticas y metaanálisis de PRISMA²⁹, Joanna Briggs Institute³⁰ y el portal Health Evidence³¹.

Análisis de los resultados

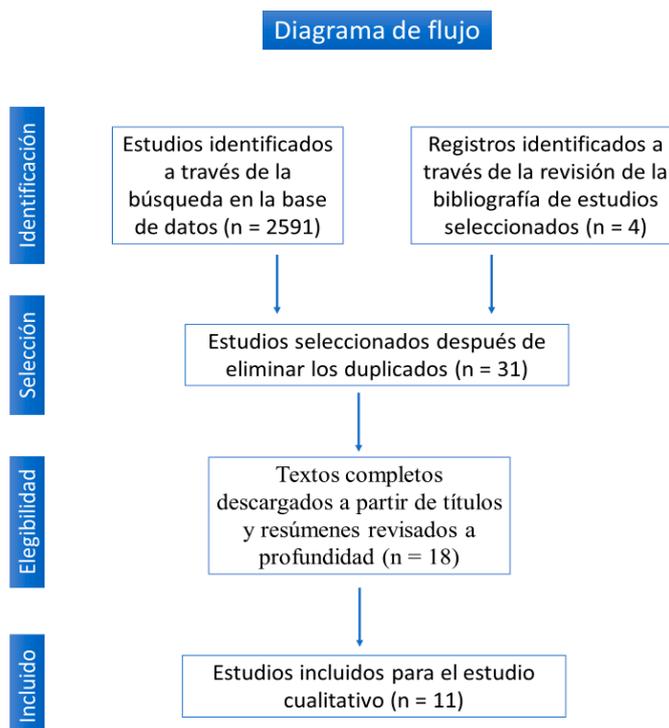
Descripción de los estudios identificados e incluidos en la revisión sistemática

En esta revisión se identificaron 2591 documentos en las bases de datos consultadas, de los cuales solo 31 tenían relación con la revisión. Después de eliminar los duplicados y aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 22 documentos por el título, luego de revisar los resúmenes y palabras clave, de estos se descargaron 18 artículos para ser examinados a mayor profundidad a través de la revisión completa. Se incluyeron finalmente 11 documentos para esta revisión sistemática de 7 bases de datos y el motor de búsqueda Google Scholar (TABLA 2). En el siguiente diagrama de flujo (FIGURA 1), se describe el proceso de búsqueda y selección de los artículos en este estudio, basado en los criterios establecidos en PRISMA²⁹.

TABLA 2. Clasificación de los artículos seleccionados por la fuente de información.

Pubmed	SciELO	Cochrane	Trip Data Base	Wiley Online Library	Google académico	BVS	Manual	Total
3	0	4	0	0	2	0	2	11

FIGURA 1. Diagrama de flujo del proceso de selección y búsqueda.



Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos

Los estudios clínicos seleccionados fueron analizados con base en el índice metodológico para estudios no aleatorios (MINORS), el cual considera los siguientes criterios de calificación:

- 0: aspecto no informado
- 1: aspecto informado, pero de forma inadecuada
- 2: aspecto informado de forma adecuada

El puntaje global se valora de acuerdo con los siguientes parámetros de calidad para los estudios experimentales comparativos el puntaje ideal es 24. El puntaje global se valora de acuerdo con los siguientes parámetros de calidad:

- 0-8: baja calidad
- 9-16: calidad media
- 17-24: alta calidad

A partir de los resultados de la evaluación presentados en la **TABLA 3**, se determinó que el promedio de los estudios experimentales fue de 22, lo que indica que tienen una calidad alta. Todos los estudios incluidos obtuvieron una valoración por encima de 20.

TABLA 3. Resultados del análisis de la calidad metodológica de los estudios experimentales incluidos.

Autor	Año	Objetivo	Criterios de inclusión	Protocolo definido	Evaluación definida	Evaluación del sesgo	Seguimiento apropiado	Deserción ≤ 5%	Cálculo de la muestra	Incluye grupo control	Grupo contemporáneo	Medición inicial (Baselina)	Apropiado análisis estadístico	Total
Sarmadi R <i>et al.</i> (32)	2018	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
Smriti J <i>et al.</i> (21)	2019	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	21
Fatma Dilsad OZ <i>et al.</i> (33)	2020	2	2	2	2	1	2	0	2	1	1	2	2	20
Valério R <i>et al.</i> (34)	2020	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	21
Alia S <i>et al.</i> (35)	2020	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	23
Rechmann P <i>et al.</i> (36)	2021	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	23
Valenti C <i>et al.</i> (37)	2021	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	22
Salem G <i>et al.</i> (38)	2022	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	23
Abdrabuh R <i>et al.</i> (39)	2023	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	22
Abdrabuh R E <i>et al.</i> (40)	2023	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	22

Por otra parte, en la **TABLA 4**, las revisiones sistemáticas se evaluaron considerando 11 ítems basados en las listas de verificación PRISMA, Joanna Briggs Institute y Health Evidence para este tipo de estudios. Con base en esta evaluación, la revisión sistemática seleccionada para este artículo cumple con al menos 9 de estos criterios; por lo tanto, tienen una calidad alta.

TABLA 4. Evaluación metodológica de las revisiones sistemáticas incluidas.

Autor	Año	Pregunta PICO	Criterios de inclusión	Estrategias de búsqueda	Fuentes de información	Criterios de evaluación	Número de evaluadores	Método de extracción de datos	Métodos de combinación de estudios	Evaluación del sesgo	Recomendaciones sustentadas	Propuesta de investigaciones futuras	Total
Li T <i>et al.</i> (41)	2019	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	9

Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos

Adicionalmente, se evaluó el sesgo mediante la herramienta de la Biblioteca Cochrane, la cual incluye los siguientes indicadores: secuencias aleatorias, ocultación de la asignación, cegamiento de participantes y personal, cegamiento de la evaluación de los resultados, datos de resultado incompletos, presentación de informes selectivos, otras fuentes de sesgo. En la **TABLA 5**, se puede observar que la mayoría fue valorada con un nivel de riesgo de sesgo bajo.

Síntesis cualitativa de los estudios incluidos

En esta revisión sistemática fueron incluidos 11 estudios, diez ensayos clínicos y una revisión sistemática, los cuales se realizaron en nueve países. En la revisión sistemática seleccionada se incluyeron 7 estudios en los cuales participaron 326 pacientes. Por su parte, en los ensayos clínicos participaron 436 pacientes. El total de participantes en esta revisión fue 762 pacientes.

TABLA 5. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios experimentales incluidos.

Nota: √ = bajo nivel de sesgo; X = alto nivel de sesgo; ¿ = información insuficiente o poco.

Autor	Año	Asignación aleatoria	Ocultamiento de la asignación	Cegamiento de participantes y personal	Cegamiento de la evaluación de resultados	Datos de resultados incompletos	Presentación de informe selectivamente	Otros sesgos: tamaño de muestra, dosis, población, bioética, financiación, medida inicial
Sarmadi R <i>et al.</i> (32)	2018	√	√	√	√	√	√	√
Smriti J <i>et al.</i> (21)	2019	√	X	X	√	√	√	√
Fatma Dilsad O <i>et al.</i> (33)	2020	√	√	¿	√	√	√	√
Valério R <i>et al.</i> (34)	2020	¿	X	X	√	√	√	√
Alia S <i>et al.</i> (35)	2020	√	√	√	√	√	√	√
Rechmann P <i>et al.</i> (36)	2021	√	√	√	√	√	√	√
Valenti C <i>et al.</i> (37)	2021	√	√	¿	√	√	√	√
Salem G <i>et al.</i> (38)	2022	√	√	√	√	√	√	√
Abdrabuh R <i>et al.</i> (39)	2023	√	√	¿	√	√	√	√
Abdrabuh R E <i>et al.</i> 40	2023	√	√	¿	√	√	√	√

De acuerdo con la información recolectada de los estudios seleccionados, se pudo observar que diferentes artículos abarcaron diversos puntos de vista para poder respaldar el uso de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental. Cinco artículos evaluaron la efectividad del láser en la remoción de caries dental^{21,36,39}. Valenti *et al.*³⁷ analizaron el desempeño de la terapia láser en la erradicación de especies cariogénicas tomando muestras orales antes y después del procedimiento, comparándolo con la técnica convencional realizada con instrumentos manuales y rotatorios. Cinco estudios examinaron la experiencia de los pacientes ante el uso de la terapia laser en la eliminación de caries dental^{21,32,35,40,41}. Por otra parte, tres artículos calcularon el tiempo empleado utilizando esta técnica para eliminar la caries dental en comparación con los métodos convencionales^{21,32,41}. Y finalmente, cinco investigaciones estudiaron el desempeño de las restauraciones realizadas posteriormente a la eliminación de la caries dental con la terapia laser en comparación con las técnicas convencionales^{32,34,39,41}.

TABLA 6. Síntesis de los resultados de los ensayos clínicos incluidos.

Autor / Año / País	Objetivo	Muestra / Grupo / Edad	Participantes	Intervención	Resultados
Sarmadi R <i>et al.</i> (32) 2018 / Suecia	Evaluar las experiencias de los pacientes con dos métodos de excavación, láser Er:YAG y fresa rotatoria y el tiempo requerido, así como evaluaciones objetivas de la calidad y durabilidad de las restauraciones durante un período de dos años.	25 / 2 / 22,6 años de promedio	Pacientes con al menos dos lesiones de caries primarias, que habían sido evaluadas radiográficamente como del mismo tamaño.	En cada paciente se excavó una cavidad mediante fresa rotativa y otra mediante técnica láser Er:YAG	Los pacientes asociaron el método láser con menos molestias. El tiempo medio de excavación con láser fue tres veces mayor que con fresa rotativa. Durante un período de dos años, no se pudieron observar diferencias estadísticamente significativas con respecto a la calidad o durabilidad entre las restauraciones asociadas con los métodos.
Smriti J <i>et al.</i> (21) 2019 / India	El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar la eliminación de caries mediante láser Er,Cr:YSGG y el método convencional que utiliza una pieza de mano con rotor de aire en dientes temporales.	25 / 2 / 6 - 10 años de edad	Se incluyeron en el estudio niños con al menos dos lesiones de caries de clase I en dientes temporales	Un diente fue tratado con láser Er,Cr:YSGG (Waterlase, Biolase Tech Inc, San Clemente, CA) y el otro con una pieza de mano Air-rotor (Pana Max AIR, NSK, Japón) dando un total de 50 cavidades clase I.	Los niños experimentaron menos dolor con láser Er,Cr:YSGG que con la pieza de mano con rotor de aire. El tiempo necesario para el procedimiento fue mayor en el Grupo A (Láser) que en el Grupo B (Pieza de mano). En ambos grupos el tinte de detección de caries se eliminó por completo y ambos procedimientos fueron igualmente eficaces para la eliminación de caries.
Fatma Dilsad O <i>et al.</i> (33) 2020 / Turquía	Comparar el rendimiento clínico de dos resinas compuestas de baja contracción en cavidades de clase I preparadas con láser Er,Cr:YSGG o fresa de diamante convencional durante 60 meses	18 / 2 / 21 años de promedio	Pacientes con al menos cuatro lesiones de caries oclusales que requirieran restauración y presentarían un estado periodontal normal.	Se prepararon un total de 72 cavidades de clase I utilizando láser Er,Cr:YSGG o fresa de diamante convencional, las cuales fueron restauradas con resina compuesta Filtek Silorane (3M-ESPE) o Kalore (GC).	Las diferentes técnicas de preparación (láser vs. fresa) no tuvieron efecto en la longevidad de las restauraciones. Ninguna de las restauraciones mostró sensibilidad postoperatoria o recurrencia de caries. Ambos sistemas compuestos de baja contracción probados fueron clínicamente aceptables después de 60 meses
Valério R <i>et al.</i> (34) 2020 / Brasil	Evaluar en un período de 4 años, la longevidad clínica de las restauraciones con composite de resina después de la eliminación de caries en molares permanentes utilizando láser Er:YAG o preparación con fresa con biomodificación de la dentina con el uso de clorhexidina.	16 / 4 / 10 años de promedio	Pacientes que presentarían cuatro lesiones cariosas activas en las superficies oclusales de los primeros molares permanentes contralaterales	Preparación cavitaria con Láser Er:YAG biomodificado con clorhexidina y/o aplicación de agua desionizada. Preparación cavitaria con fresa biomodificada con clorhexidina y/o aplicación de agua desionizada.	El láser Er:YAG puede ser utilizado de manera efectiva para la eliminación selectiva de caries, independientemente de si se realiza la biomodificación de la dentina con clorhexidina o la aplicación de agua desionizada. No se observaron diferencias significativas en la supervivencia de las restauraciones después de 4 años entre los diferentes grupos de tratamiento.
Alia S <i>et al.</i> (35) 2020 / India	Evaluar y comparar la percepción del dolor, el nivel de ansiedad y la aceptación del láser Er,Cr:YSGG con un método rotatorio convencional durante la preparación de la cavitaria.	30 / 2 / 6 a 12 años de edad	Pacientes con al menos dos caries oclusales activas que se extendieran en la dentina, sin afectación pulpar en un molar temporal o permanente.	Preparación cavitaria con láser Er,Cr:YSGG y otra de manera convencional utilizando un airotor (método rotatorio).	El láser Er,Cr:YSGG resulta más eficaz y aceptable, ya que provoca menos ansiedad y puede causar menos dolor en comparación con el airotor.
Rechmann P <i>et al.</i> (36) 2021 / Estados Unidos	El objetivo fue evaluar si el uso de un láser de CO2 de pulsación corta de 9,3 μm aumenta la resistencia a la caries de las fosas y fisuras oclusales además de la terapia con fluoruro durante 12 meses.	60 / 2 / 13,1 años de promedio	Pacientes que presentarían riesgo de caries moderado o alto según CAMBRA y que tuvieran al menos dos segundos molares con superficies oclusales no tratadas.	Los molares de prueba recibieron tratamiento con láser y flúor, los dientes de control solo con flúor. Se aplicó barniz de fluoruro al inicio y a los 6 meses.	Las superficies tratadas con láser mostraron mejoras muy leves de ICDAS (Sistema Internacional de Detección y Evaluación de Caries) a lo largo del tiempo y los dientes de control mostraron aumentos de ICDAS significativamente mayores. Las diferencias en los cambios de ICDAS entre los grupos fueron estadísticamente significativas.
Valenti C <i>et al.</i> (37) 2021 / Italia	Evaluar el efecto del láser Er:YAG en la población microbiana presente en lesiones de caries en odontología conservadora	28 / 2 / ≥18 años de edad	Pacientes que presentarían una lesión oclusal cariosa cavitada de un diente permanente que profundizara hasta el tercio medio de la dentina	Se utilizó instrumentos manuales y giratorios en un grupo y en otro se utilizó un láser Er:YAG para eliminar la dentina cariada	Se observaron diferencias significativas en la reducción de la carga microbiana entre la terapia con láser Er:YAG y el tratamiento convencional, especialmente en géneros microbianos como Streptococcus, Lactobacillus y Candida. Estos hallazgos respaldan el potencial clínico del láser Er:YAG en odontología conservadora.
Salem G <i>et al.</i> (38) 2020 / Egipto	Aumentar la tasa de éxito de la técnica de Hall en molares primarios cariados mediante la erradicación de bacterias presentes en las lesiones de caries utilizando SDF o láser de diodo en combinación con la técnica de Hall.	159 / 3 / 4-8 años de edad	Pacientes con dientes temporales cariados	Grupo I, aplicación de la técnica de Hall; Grupo II, SDF (fluoruro de diamina de plata) con técnica Hall; Grupo III, láser de diodo con técnica Hall.	El tratamiento con láser de diodo como con SDF aumentaron la tasa de éxito de la técnica de Hall en el tratamiento de lesiones de caries en dientes temporales.
Abdrabuh R <i>et al.</i> (39) 2023 / Arabia Saudita	Comparar la integridad de las restauraciones en dientes primarios donde las cavidades se prepararon con el láser Er:YAG (2490 nm) versus las cavidades preparadas utilizando el método rotatorio convencional.	40 / 2 / 9,2 ± 1,3 años	Pacientes con al menos dos cavidades oclusales activas que llegaban a la dentina en un molar temporal sin afectación pulpar.	Se realizó tratamiento convencional y tratamiento con láser para la remoción de caries.	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la integridad clínica de las restauraciones entre los dientes primarios preparados con láser Er:YAG y los preparados con el método rotatorio convencional.
Abdrabuh R E <i>et al.</i> (40) 2023 / Arabia Saudita	Evaluar y comparar el nivel de ansiedad y la percepción del dolor de los niños durante la preparación de la cavidad utilizando un láser de Er:YAG versus el tratamiento rotacional tradicional.	35 / 2 / 9,4 ± 1,29 años	Pacientes con al menos dos cavidades oclusales activas que llegaron hasta la dentina sin afeción pulpar.	Se evaluó la ansiedad y el dolor de los pacientes en el tratamiento convencional y el tratamiento con láser para la remoción de caries.	La erradicación de la caries mediante el láser Er:YAG tuvo impactos favorables estadísticamente significativos en los niveles de ansiedad en comparación con el enfoque convencional, además que los pacientes que recibieron el tratamiento convencional solicitaron anestesia local con mayor frecuencia.

TABLA 7. Síntesis de los resultados de la Revisión Sistemática incluida.

Autor / Año / País	Objetivo	Muestra / Grupo / Edad	Participantes	Intervención	Resultados
Li <i>et al.</i> (41) 2019 / China	Analizar la eficacia clínica del láser Er:YAG en comparación con el método mecánico convencional en la eliminación de caries y preparación de cavidades en niños	7 estudios, 326 pacientes / 2 / 3-16 años de edad	Pacientes infantiles diagnosticados con caries dental (incluidos dientes primarios o dientes permanentes)	El uso del láser Er:YAG para la eliminación de caries y la preparación de la cavidad y uso de método mecánico tradicional para la eliminación de caries y preparación de la cavidad.	Se necesitó más tiempo para el tratamiento con láser que para el convencional. El dolor informado por los pacientes se redujo con el tratamiento con láser. No hubo diferencias significativas entre los grupos en la tasa de retención completa, la decoloración marginal y la adaptación marginal.

Efectividad de la terapia láser en el tratamiento de caries

El estudio realizado por Smrti *et al.*²¹ evaluó la efectividad de la terapia láser en 50 dientes temporales de 25 niños, donde compararon el uso del láser Er,Cr:YSGG (Erbio, Cromo: Itrio-Escandio-Galio Granate) con una pieza de mano con rotor de aire después de la eliminación de la lesión, usando un tinte de detección de caries. Estos tintes están formados por dos componentes: un colorante y un disolvente, principalmente propilenglicol, y la clave de su funcionamiento radica en que el colorante solo se adhiere al colágeno desnaturalizado presente en la dentina externa infectada, dejando intacta la dentina interna sana y la dentina normal. Gracias a este producto, el odontólogo puede diferenciar entre la dentina sana y la infectada, permitiendo realizar una eliminación precisa de la caries, conservando la mayor cantidad de tejido sano posible. En dicho estudio se observó que en ambos grupos el tinte de detección de caries se eliminó por completo, lo que indica que ambos procedimientos fueron efectivos en la eliminación de caries²¹.

Similarmente, un estudio reciente elaborado por Abdrabuh *et al.*³⁹, tuvo como objetivo evaluar la integridad de las restauraciones en dientes primarios donde la eliminación de caries y la preparación cavitaria se realizaron con láser Er:YAG (Erbio: Itrio-Aluminio-Granate) versus las preparadas utilizando el método rotatorio convencional, con la finalidad de evaluar y comparar dichos tratamientos durante un año de seguimiento. No se encontraron diferencias significativas en la incidencia de caries secundarias entre las restauraciones realizadas con láser Er:YAG y las restauraciones realizadas con el método rotatorio convencional³⁹.

Otro estudio más específico, realizado por Valenti *et al.*³⁷ evaluó si la acción dual del láser Er:YAG era más efectivo que la terapia convencional para eliminar bacterias cariogénicas. Para eso, los investigadores recolectaron dos muestras orales de 28 unidades dentales permanentes: una antes del tratamiento y otra después de eliminar la dentina infectada. Dichas muestras las tomaron utilizando un pequeño microcepillo estéril frotado dentro del

fondo de la cavidad dentinaria, con el fin de estudiar las diferentes comunidades microbianas y el porcentaje de reducción de bacterias después de los tratamientos. Esta técnica pretende evitar cualquier biopsia de dentina o extracción quirúrgica del diente, excluyendo daños iatrogénicos y la remoción de dentina sana junto con la infectada, preservando una mayor cantidad de tejido por encima de la cámara pulpar. Como resultado obtuvieron que hubo un 91% de reducción de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) para las muestras tratadas con Láser Er:YAG y un 80,6% de reducción de UFC para las tratadas con terapia convencional rotatoria. En el estudio, se identificaron diversas especies microbianas en las muestras analizadas. Algunos de los géneros encontrados fueron: *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Cándida*, *Staphylococcus*, *Haemophilus*, *Neisseria*, *Actinobacillus*, *Actinomyces*, *Clostridium*, *Escherichia coli*, y *Fusobacterium*, entre otros. Se observaron reducciones significativas en la carga microbiana de los géneros *Streptococcus* spp., *Lactobacillus* spp. y *Cándida* spp., que representan los macrogrupos microbianos investigados más frecuentemente, siendo el láser Er:YAG más efectivo en la eliminación de estas 3 especies en comparación con la terapia convencional³⁷.

Por otra parte, autores como Rechmann³⁶ y Salem³⁸, en sus respectivas investigaciones determinaron la efectividad del láser comparándolo con otros métodos de inhibición de caries. Rechmann *et al.*³⁶ evaluaron la efectividad del láser de CO₂ para la inhibición de caries de fosas y fisuras en comparación al tratamiento con solo flúor, durante un período de 12 meses. Su estudio se realizó en los segundos molares permanentes de 60 jóvenes, utilizando el sistema ICDAS (Sistema Internacional de Detección y Valoración de Caries) para evaluar las puntuaciones de caries en los dientes tratados y de control emparejados dentro de cada participante. El estudio encontró que el tratamiento con láser de CO₂ de pulso corto de 9,3 μm junto con flúor resultó en una notable inhibición de la progresión de la caries en fosas y fisuras con cambios mínimos en las puntuaciones ICDAS, mientras que al compararlo con el tratamiento solo con barniz de fluoruro que sí presentó cambios significativamente mayores en las puntuaciones ICDAS³⁶. Por su lado, Salem *et al.*³⁸ en su artículo se enfocaron en determinar la eficacia de la aplicación de láser de diodo versus el fluoruro de diamina de plata (SDF) como modificación de la técnica de Hall en dientes primarios. Para lograrlo compararon el resultado obtenido de 3 grupos (Técnica de Hall, Técnica de Hall + SDF y Técnica de Hall + Láser de Diodo) realizados en molares temporarios de 159 niños. Dicha investigación concluyó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos, sin embargo, el grupo que recibió SDF con la técnica de Hall mostró la tasa de éxito clínico más alta, seguido por el grupo que recibió láser de diodo con la técnica de Hall³⁸.

Experiencia de los pacientes con la terapia láser

Uno de los objetivos más comunes encontrados en los estudios seleccionados, se destaca la percepción del dolor, molestias o ansiedad que percibieron los pacientes con la terapia láser en comparación con el método rotatorio convencional en la eliminación de la caries. En una investigación de 25 pacientes con edades comprendidas entre 15 y 37 años³¹, se encontró que la mayoría de ellos asociaron el método láser con menos molestias en comparación con el método convencional. Se destacó que muchos pacientes con miedo a la fresa rotatoria encontraron el método láser menos intimidante, lo que les permitió recibir tratamiento dental que de otra manera evitarían³¹. Esta preferencia por el láser puede tener un impacto positivo en la salud bucal, la calidad de vida y la autoestima de los pacientes. Hallazgos similares fueron encontrados en el revisión sistemática seleccionada, en la cual los resultados indicaron que a pesar de que el tiempo necesario para el tratamiento con láser Er:YAG fue mayor, la mayoría de los pacientes, en este caso niños, prefirieron el láser Er:YAG debido a la reducción del dolor y al aumento de la comodidad general⁴¹.

En el ensayo clínico elaborado por Smriti *et al.*³², se encargaron de evaluar la percepción del dolor y la ansiedad de los niños durante los procedimientos de eliminación de caries con ambas técnicas. Para ello, utilizaron la escala de calificación del dolor de caras modificadas de Wong Baker y la Escala Analógica Visual (EVA) respectivamente. Con una muestra de 25 niños, se menciona que el 80% de ellos prefirieron la eliminación de caries con láser Er,Cr:YSGG y que el 95% se sintió más cómodo con la terapia con láser. Con referencia a la ansiedad, el ruido y las vibraciones de una pieza de mano convencional pueden resultar aterradores para los niños y provocar un aumento de la ansiedad dental y movimientos no deseados de la cabeza y el cuerpo. Además, se destaca que el modo sin contacto de los láseres de Erblio con tejido duro elimina los efectos vibratorios de la pieza de mano convencional de alta velocidad, lo que permite que las preparaciones dentales sean cómodas y provoquen menos ansiedad en niños y adolescentes³². En otro estudio que se encargó de evaluar la ansiedad de los pacientes, lo hicieron midiendo la frecuencia del pulso antes y después de la preparación de la cavidad con ambos métodos, utilizando un oxímetro de pulso de dedo para medir la frecuencia del pulso en tiempo real como un indicador fisiológico de la ansiedad³⁵. Dicho estudio, encontró que la frecuencia del pulso fue significativamente mayor después de la preparación de la cavidad con el método rotatorio convencional en comparación con la frecuencia del pulso inicial, mientras que para la preparación de la cavidad con el láser Er,Cr:YSGG no se observaron diferencias significativas en la frecuencia del pulso antes y después de la preparación de la cavidad con el láser Er,Cr:YSGG³⁵. Del mismo modo, Abdrabuh *et al.*⁴⁰, encontraron que la frecuencia del pulso durante y después del tratamiento convencional fue significativamente mayor que durante el tratamiento con láser, además

observaron que un mayor número de pacientes solicitó anestesia local durante el procedimiento convencional en comparación con el procedimiento con láser (42,9% vs. 8,6%), presentando puntuaciones de dolor más bajas en la escala de dolor de Wong-Baker⁴⁰.

Tiempo empleado de la terapia láser en la remoción de caries

Otro de los objetivos principales encontrados en 3 de los artículos seleccionados para esta investigación, fue medir el tiempo que necesitó la terapia laser en realizar el procedimiento de remoción de la caries. Smriti *et al.*²¹ compararon el tiempo empleado del láser Er,Cr:YSGG y la pieza de mano con rotor de aire para la eliminación de la lesión cariosa, y tuvieron como resultado que el tiempo necesario para la eliminación de la caries con el láser tardó aproximadamente 2,35 veces más en preparar el mismo tipo de cavidad, y a pesar de la diferencia en el tiempo, los pacientes (25 niños) encontraron que el láser Er,Cr:YSGG era más cómodo que la pieza de mano con rotor de aire durante la eliminación de caries²¹. De igual forma, otro estudio analizó el tiempo de tratamiento necesario para cada método, y se observó que el uso del láser Er:YAG tomó significativamente más tiempo en comparación con la fresa rotatoria, sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la efectividad de las restauraciones finales entre los dos métodos³².

Por otra parte, de acuerdo a los siete artículos seleccionados en la revisión sistemática elaborada por Li *et al.*⁴¹, en su objetivo de comparar la eficacia del láser Er:YAG con el método mecánico convencional en términos de tiempo de operación, encontraron que el uso del láser Er:YAG requería más tiempo que el tratamiento mecánico tradicional para preparar las cavidades, siendo hasta tres veces más el tiempo requerido en algunos de éstos estudios⁴¹.

Seguimiento de las restauraciones posterior a la terapia láser

Diferentes métodos fueron evaluados en los artículos seleccionados para comparar la efectividad de la terapia laser en relación con la restauración realizada después de la eliminación de caries. En el artículo realizado por Dilsad *et al.*³³, compararon el rendimiento clínico de dos resinas compuestas de baja contracción en cavidades de clase I preparadas con láser Er,Cr:YSGG o fresa de diamante convencional durante un período de 60 meses. Se observó que no hubo diferencias significativas en las propiedades funcionales, retención y adaptación marginal entre las cavidades preparadas a lo largo del seguimiento. De la misma forma, otro ensayo clínico³⁹, pero con un año de seguimiento, evaluaron la integridad clínica de las restauraciones utilizando los criterios de Ryge, que incluyen aspectos como igualación de color, integridad marginal, decoloración marginal, forma anatómica y presencia de caries secundarias. De la misma forma, la revisión sistemática realizada por Li *et al.*⁴¹ y el ensayo clínico de Sarmadi *et al.*³², no encontraron diferencias significativas entre los grupos en términos de color, retención completa,

decoloración y adaptación marginales de las restauraciones, mostrando un éxito clínico aceptable.

Por último, Valério *et al.*³⁴, evaluaron longitudinalmente la longevidad clínica de las restauraciones con composite de resina, después de la eliminación selectiva de caries en molares permanentes utilizando láser Er:YAG o preparación con fresa y biomodificación de la dentina con el uso de clorhexidina. Cuatro grupos fueron evaluados (Láser Er:YAG biomodificado con clorhexidina; Láser Er:YAG y aplicación de agua desionizada; Preparación de fresa biomodificada con clorhexidina; Preparación de fresas y aplicación de agua desionizada) en un período de 4 años. La evaluación incluyó el análisis de la retención, la decoloración marginal, la presencia de caries secundaria y la adaptación marginal. El grupo que utilizó láser Er:YAG biomodificado con clorhexidina mostró un mejor resultado en términos de adaptación marginal en comparación con los otros grupos evaluados. Se observó una diferencia estadísticamente significativa para este grupo en los criterios de adaptación marginal después de 4 años de seguimiento³⁴.

Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue determinar la efectividad de la terapia láser en el tratamiento de la caries dental. Con el fin de actualizar y minimizar las limitaciones reportadas en revisiones anteriores^{16,18}, y enfocar la información obtenida en señalar los diferentes puntos de vista para definir su efectividad, se incluyeron 11 estudios, siendo diez ensayos clínicos y una revisión sistemática publicados desde el 2018 en revistas especializadas indexadas en bases de datos internacionales. Los estudios incluidos presentan bajo riesgo de sesgo y alta calidad metodológica considerando los criterios de MINORS, las herramientas de evaluación de ensayos clínicos y revisiones sistemáticas de la Biblioteca Cochrane.

Utilizando la información obtenida de los artículos seleccionados, esta revisión resumió la evidencia que respalda el uso de métodos basados en la terapia láser en comparación con los métodos mecánicos convencionales para tratar la caries. Los resultados significativos de la revisión fueron: (I) resultados de efectividad, como la eliminación adecuada de caries y presencia o no de caries recurrente; (II) los resultados de la percepción de los participantes, como dolor, malestar, necesidad de anestesia durante o antes del tratamiento y preferencia por tratamientos futuros; (III) resultados del tiempo empleado de la terapia laser en la eliminación de caries; y (IV) resultados de duración e integridad de las restauraciones posterior a la terapia láser. En general se incluyeron 762 pacientes de los 11 estudios seleccionados. Lamentablemente, los ensayos incluidos no evaluaron todos los resultados, en particular los resultados primarios.

Se demostró que el láser de Er,Cr:YSGG bajo una potencia de 6V, una frecuencia de 25 Hz, relación agua aire de 60:40 y una duración del pulso de 140 microsegundos fue igual de efectivo que una pieza de mano con rotor de aire para la eliminación de caries en dientes temporales²¹. Por otra parte, el láser de CO₂ en pulso corto de 9,3 μm, en operación de modo sin contacto y con una frecuencia de repetición del pulso fijada en 43 Hz, junto con la terapia de fluoruro, aumentó la resistencia a la caries en las fosas y fisuras oclusales durante un período de 12 meses, mejorando las puntuaciones ICDAS en los dientes tratados con láser en comparación con los dientes de control (terapia de fluoruro sola), lo que sugiere una inhibición en la progresión de la caries³⁶. Otro láser que demostró buenos resultados fue el láser Er:YAG, que logró la eliminación completa y mínimamente invasiva del proceso cariado, y evidenciando diferencias significativas en la reducción de la carga microbiana total después del tratamiento entre la terapia Er:YAG y la técnica convencional³⁷. Otro estudio comparó el láser de diodo con el fluoruro de diamina de plata (SDF) como modificaciones de la técnica de Hall en el tratamiento de caries en dientes primarios³⁸. Dicho láser fue ajustado a 1W en modo de onda continua y contacto, transmitiendo la luz del láser a través de una punta de fibra óptica flexible de 200 μm, lo cual probó que el grupo que recibió tratamiento con láser de diodo en combinación con la técnica de Hall presentó una tasa de éxito global del 94,3%, demostrando ser efectivo.

La experiencia de los pacientes fue evaluada a través de cuestionarios y seguimientos a lo largo del tratamiento en diversos estudios, en donde la mayoría de los pacientes asociaron el método láser con menos molestias en comparación con la fresa rotatoria^{20,21,35,40,41}, además de que los pacientes que tenían miedo a la fresa rotatoria encontraron el método láser menos intimidante, lo que les permitió recibir tratamiento dental que de otra manera evitarían²⁰. Un estudio que evaluó la experiencia de los pacientes en base a la frecuencia cardíaca encontró que era significativamente mayor después de la preparación de la cavidad con rotor de aire en comparación con la frecuencia del pulso inicial, a diferencia de la técnica laser que no encontró diferencias significativas, evidenciando ser una técnica menos estresante para los pacientes³⁵. Por otra parte, un menor número de pacientes tratados con el láser durante la eliminación de caries solicitó anestesia local en comparación con aquellos que recibieron el tratamiento de manera convencional^{20,40}. Esta información es valiosa para los odontólogos que buscan brindar una experiencia dental más positiva y efectiva para sus pacientes.

El tiempo empleado para los procedimientos de eliminación de caries con láser fueron significativamente mayores en comparación los métodos convencionales^{20,21,41}. Específicamente, el tiempo promedio de excavación con láser fue de 13,2 minutos, mientras que con fresa rotatoria fue de 4,3 minu-

tos²⁰. A pesar de que el tiempo empleado fue mayor con el láser Er:YAG, es importante considerar que este enfoque puede ofrecer otras ventajas, como una menor percepción de dolor por parte de los pacientes, lo cual puede influir en la experiencia general durante el tratamiento dental, especialmente en el caso de niños⁴¹.

Diferentes estudios que evaluaron la duración e integridad de las restauraciones posteriores a la terapia láser encontraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la calidad o durabilidad de las restauraciones entre los dos métodos durante un seguimiento de 2 años²⁰. Por otra parte, evaluaciones que consistían en analizar la adaptación marginal, tinción marginal, tinción superficial, coincidencia de color y translucidez después de 60 meses de seguimiento, no se detectaron diferencias significativas entre los grupos experimentales, además que ninguna de las restauraciones mostró sensibilidad postoperatoria o recurrencia de caries³³. Estos resultados mostraron que la duración clínica de las restauraciones de resina compuesta realizadas después la remoción de caries con técnica láser, terminaron siendo igual efectivas en comparación con la técnica convencional, sin embargo, es necesario un mayor número de estudios y de mayor tiempo seguimiento para asegurar la longevidad de las restauraciones.

Conclusiones

Los estudios incluidos utilizaron diferentes tipos de láseres, técnicas y criterios de evaluación, lo que dificulta la comparación directa de los resultados. En línea general, se estableció que la terapia láser demuestra una efectividad en el tratamiento de caries dental y en la inhibición de su progresión. Además, se observa que el uso de láser en comparación con métodos convencionales puede resultar en una reducción significativa de la carga microbiana, lo que sugiere beneficios adicionales en el tratamiento de las lesiones cariosas.

Asimismo, se destaca la importancia de evaluar el rendimiento clínico de las restauraciones posteriores a la terapia láser, donde se evidencia una adecuada integridad y adaptación marginal, lo que respalda su viabilidad como opción terapéutica en odontología. La experiencia de los pacientes con la terapia láser en el tratamiento de caries dental muestra una percepción favorable en términos de menor dolor, molestias y ansiedad en comparación con los métodos convencionales, además que, muchos pacientes encuentran el tratamiento con láser menos intimidante, lo que les brinda mayor comodidad y les permite recibir atención dental de manera más positiva y menos estresante, a pesar que requiera hasta 3 veces más de tiempo su uso que el de un sistema rotatorio convencional.

En general, se requieren más investigaciones con mayor tiempo de seguimiento y grupos control para confirmar la eficacia a largo plazo de la terapia

láser en el tratamiento de caries dental. De igual manera, se necesitan estudios que hablen de manera específica que tipos de láser son los más eficaces para el tratamiento de caries, y comparar diferentes tipos entre ellos para comprobar cual tiene mejor desempeño.

Bibliografía

1. Martha Lourdes Basso. Conceptos actualizados en cariología. Rev Asoc Odontol Argentina. 2019.
2. Selwitz RH. Dental caries [Internet]. Vol. 369, www.thelancet.com. 2007. Available from: www.thelancet.com
3. Arshad AI, Ahmad P, Dummer PMH, Alam MK, Asif JA, Mahmood Z, et al. Citation Classics on Dental Caries: A Systematic Review. Eur J Dent. 2020 Feb 1; 14(1): 128-143.
4. Cardoso M, Coelho A, Lima R, Amaro I, Paula A, Marto CM, et al. Efficacy and patient's acceptance of alternative methods for caries removal-A systematic review. Vol. 9, Journal of Clinical Medicine. MDPI; 2020. p. 1-28.
5. Alain Manuel Chaple Gi, Estela de los Ángeles Gispert Abreu. Generalidades sobre la mínima intervención en cariología [Internet]. Rev Cubana Estomatol. 2016. Available from: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/973> Correo electrónico: chaple@infomed.sld.cu Registro ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8571-4429>
6. Alsuraim BS, Han DH. Effect of globalization on global dental caries trend. Medicine. 2020 Aug 28; 99(35): e21767.
7. Frencken J. Caries Epidemiology and Its Challenges. Monogr Oral Sci. 2018; 27: 11-23.
8. Bernabe E, Marcenes W, Hernandez CR, Bailey J, Abreu LG, Alipour V, et al. Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. Vol. 99, Journal of Dental Research. SAGE Publications Inc.; 2020. p. 362-373.
9. Ewerton Nocchi Conceição, Carlos Venturella Leite. Odontología restauradora. 2012.
10. Wong YJ. Caries removal using lasers. Vol. 19, Evidence-Based Dentistry. Nature Publishing Group; 2018. p. 45.
11. Tagliaferro D. Abordaje de lesiones cariosas con técnicas mínimamente invasivas. Revisión narrativa. Revista Odontológica de Los Andes [Internet]. 2023 [cited 2024 Feb 29]; 18(2): 94-109. Available from: <https://doi.org/10.53766/ROLA/2023.18.02.08>
12. Dorri M, Martinez-Zapata MJ, Walsh T, Marinho VCC, Sheiham A, Zaror C. Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. Vol. 2017, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2017.
13. Weerheijm KL, Groen HJ. The residual caries dilemma. Community Dent Oral Epidemiol. 1999; 27: 1999.
14. Falk Schwendicke, Jo Frencken, Nicola Innes. Caries Excavation: Evolution of Treating Cavitated Carious Lesions. Vol. 27. Basel, Switzerland: S. Karger AG; 2018.
15. Ricketts D, Innes N, Schwendicke F. Selective Removal of Carious Tissue. Monogr Oral Sci. 2018; 27: 82-91.
16. Montedori A, Abraha I, Orso M, D'Errico PG, Pagano S, Lombardo G. Lasers for caries removal in deciduous and permanent teeth. Vol. 2016, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2016.
17. Moradas Estrada M. Estado actual del láser en odontología conservadora: Indicaciones, ventajas y posibles riesgos. Revisión bibliográfica. Av Odontoestomatol. 2016; 32(6): 309-315.
18. Jacobsen T, Norlund A, Englund GS, Tranæus S. Application of laser technology for removal of caries: A systematic review of controlled clinical trials. Vol. 69, Acta Odontologica Scandinavica. 2011. p. 65-74.
19. Vielma E, Garrido M, Yuncosa M. Aplicaciones del láser en odontología. Acta Bioclínica ULA. 2012.

20. Sarmadi R, Hedman E, Gabre P. Laser in caries treatment - patients' experiences and opinions. *Int J Dent Hyg*. 2014 Feb; 12(1): 67-73.
21. Smriti J, Mridula G, Gyanendra K, Jatinder KD. Caries removal by Er,Cr:YSGG laser and Air-rotor handpiece comparison in primary teeth treatment: an in vivo study. *Pedodontics & Preventive Dentistry*, Maulana Azad Institute of Dental Sciences, New Delhi. 2019; 28(2): 116-22.
22. Zhang Y, Chen W, Zhang J, Li Y. Does Er,Cr:YSGG reduce the microleakage of restorations when used for cavity preparation A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2020 Oct 6; 20(1).
23. Subramaniam P, Pandey A. Assessment of microleakage of a composite resin restoration in primary teeth following Class III cavity preparation using Er, Cr:YSGG laser: An in vitro study. *J Lasers Med Sci*. 2016; 7(3): 172-176.
24. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*. 2016; 20(2): 148-160.
25. Mamédio C, Santos C, Andruccioli De Mattos Pimenta C, Roberto M, Nobre C. A estratégia pico para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências [Internet]. 2007. Available from: www.eerp.usp.br/rlaeArtigodeAtualização
26. Slim K, Nini E, Forestier D, Kwiatkowski F, Panis Y, Chipponi J. Methodological Index for non-randomized Studies (MINORS): Development and Validation of a New Instrument. *ANZ J Surg*. 2003 May; 73: 712-716.
27. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for Assessing Risk of Bias in Randomised Trials. *BMJ (Online)*. 2011 Oct 29; 343(7829).
28. Higgins JPT, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Higgins JP, Green S, editors. *J Multidiscip Eval*. Wiley-BI. 2008; 6(14): 142-148.
29. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group P. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Academia and Clinic [Internet]*. 2009; 151(4): 264-9. Available from: www.annals.org
30. The Joanna Briggs Institute. Checklist for systematic reviews and research syntheses. The Joanna Briggs Institute [Internet]. 2017; 13(3): 1-7. Available from: <http://joannabriggs.org/research/critical-appraisal-tools.html>
31. Health Evidence. Health Evidence - quality assessment tool - review articles. 2002 [Internet]. 2016 Jun 1; 1-9. Available from: <https://www.healthevidence.org/documents/our-appraisal-tools/quality-assessment-tool-dictionary-en.pdf>
32. Sarmadi R, Andersson EV, Lingström P, Gabre P. A Randomized Controlled Trial Comparing Er:YAG Laser and Rotary Bur in the Excavation of Caries - Patients' Experiences and the Quality of Composite Restoration. *Open Dent J*. 2018 Jun 8; 12(1): 443-454.
33. Fatma Dilsad O, Ergin E, Attar N, Gurgan S. Comparison of laser- and bur-prepared class I cavities restored with two different low-shrinkage composite resins: a randomized, controlled 60-month clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2020 Jan 1; 24(1): 357-368.
34. Valério RA, Galo R, Galafassi D, Corona SAM, Borsatto MC. Four-year clinical prospective follow-up of resin composite restoration after selective caries removal using Er:YAG laser. *Clin Oral Investig*. 2020 Jul 1; 24(7): 2271-83.
35. Alia S, Khan SA, Navit S, Sharma A, Jabeen S, Grover N, et al. Comparison of pain and anxiety level induced by laser vs rotary cavity preparation: An in vivo study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020 Nov 1; 13(6): 590-594.
36. Rechmann P, Kubitz M, Chaffee BW, Rechmann BMT. Fissure caries inhibition with a CO2 9.3-µm short-pulsed laser-a randomized, single-blind, split-mouth controlled, 1-year clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2021 Apr 1; 25(4): 2055-2068.
37. Valenti C, Pagano S, Bozza S, Ciunnella E, Lomurno G, Capobianco B, et al. Use of the Er:YAG laser in conservative dentistry: Evaluation of the microbial population in carious lesions. *Materials*. 2021 May 1; 14(9): NAs.

38. Salem GA, Sharaf RF, El Mansy M. Efficacy of diode laser application versus silver diamine fluoride (SDF) as a modification of Hall technique in primary teeth. *Saudi Dental Journal*. 2022 Dec 1; 34(8): 723-729.
39. Abdrabuh R, El Meligy O, Farsi N, Bakry AS, Felemban OM. Restoration Integrity in Primary Teeth Prepared Using Erbium/Yttrium-Aluminum-Garnet Laser: A Randomized Split-Mouth Clinical Study. *Children*. 2023 Jul 1; 10(7).
40. Abdrabuh RE, El Meligy OAES, Felemban OM, Farsi NMA. Evaluation of the Erbium-doped Yttrium Aluminum Garnet Laser and the Conventional Method on Pain Perception and Anxiety Level in Children during Caries Removal: A Randomized Split-mouth Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2023 Aug 1; 16(S1): S39-44.
41. Li T, Zhang X, Shi H, Ma Z, Lv B, Xie M. Er:YAG laser application in caries removal and cavity preparation in children: a meta-analysis. *Lasers Med Sci*. 2019 Mar 6; 34(2): 273-280.