



EFFECTIVIDAD DE LA TERAPIA LÁSER EN LA DESINFECCIÓN DE  
CONDUCTOS RADICULARES EN INFECCIONES PRIMARIAS Y  
SECUNDARIAS.

POR: RENÉ FELIPE SAN MARTÍN OLATE

Tesina presentada a la Facultad Ciencias de la Salud, de la Universidad del  
Desarrollo para optar al Postítulo de Especialidad en Endodoncia.

PROFESOR GUÍA  
SRA. VALERIA DIANA LUNA VALDEBENITO

Junio 2022  
CONCEPCIÓN

© Se autoriza la reproducción de esta obra en modalidad acceso abierto para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica

## TABLA DE CONTENIDO.

ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
RESUMEN .....	v
<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	7
<i>CAPÍTULO I</i> .....	11
1.1 <i>Supuesto de investigación</i> .....	11
1.2 <i>Pregunta de Investigación</i> .....	11
1.3 <i>Objetivo de búsqueda</i> .....	11
<i>CAPÍTULO II</i> .....	12
<i>Antecedentes: Terapia láser en endodoncia de acuerdo a la evidencia</i> .....	12
<i>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</i> .....	25
3.1 <i>Descripción de la metodología</i> .....	25
3.2 <i>Estrategia de búsqueda</i> .....	27
<i>Resultados</i> .....	29
<i>Discusión</i> .....	40
<i>Bibliografía</i> .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Tipos de láser utilizados en odontología.....	12
Tabla 2. Criterios de selección .....	26
Tabla 3. Resumen de resultados .....	30

## RESUMEN.

Antecedentes: La terapia endodóntica exitosa requiere la eliminación de la biopelícula bacteriana del conducto radicular. El hipoclorito de sodio (NaOCl) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) son los irrigantes efectivos más comunes para eliminar los microorganismos de los tercios cervical y medio de los conductos, pero se reducen considerablemente hacia el tercio apical. En los últimos años, se han propuesto nuevas modalidades de tratamiento alternativas, que incluyen láseres de alta y baja potencia. Este trabajo se realizó para evaluar el resultado de la desinfección del conducto radicular en relación con la eficacia de diversas modalidades de tratamiento con láser.

Métodos: Se realizaron búsquedas en las bases de datos electrónicas PubMed y *Google scholar* en los últimos 10 años. Nuestros criterios inclusivos basados en aplicaciones de terapia con láser, como modelo para la desinfección del conducto radicular. Los términos de búsqueda utilizaron varias combinaciones de la siguiente manera: *Laser herapy, endodontic, retreatment, herapy amic herapy, root canal disinfection, laser, Láser en endodoncia, tipos de láser en endodoncia, terapia fotodinámica en endodoncia, laser diode and endodontic, láser diodo en endodoncia.*

Resultados: Si bien los sistemas ultrasónicos han sido el foco principal de estudio, la literatura ha respaldado recientemente el uso del láser como sistema de

activación. La tecnología láser ha sido incorporada en la última década con el objetivo de mejorar la descontaminación y limpieza del sistema de canales radiculares

Conclusiones: Según la evidencia bibliográfica encontrada, nada reemplaza los protocolos convencionales. Aun así, una de las ventajas del láser frente a los irrigantes convencionales es su profundidad de penetración. Por lo tanto, el láser como complemento de la desinfección de conductos es una excelente alternativa, produciendo un efecto sinérgico

# EFFECTIVIDAD DE LA TERAPIA LÁSER EN LA DESINFECCIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES EN INFECCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS.

## INTRODUCCIÓN.

Existe un acuerdo prácticamente unánime en considerar que la efectiva eliminación de los microorganismos del interior del conducto radicular es el factor determinante que va a condicionar de forma inequívoca el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico (Arnabat-Domínguez 2015, RCOE).

“El tratamiento endodóntico puede alcanzar tasas de éxito de entre el 85 y el 97%. Para lograr dichas tasas es esencial seguir protocolos de tratamiento específicos, tener los conocimientos adecuados y controlar la infección” (Camargo 2015).

De forma habitual, la desinfección se realiza mediante la aplicación de agentes antimicrobianos que son en su mayoría, productos químicos, como el hipoclorito de sodio, el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y la clorhexidina. Las soluciones de irrigación endodóntica tienen propiedades antibacterianas y pueden disminuir considerablemente el número de bacterias. Sin embargo, algunos de estos irrigantes tienen varias desventajas que incluyen olor y sabor desagradables, toxicidad, etc. (Arnabat-Domínguez 2015, RCOE).

Ninguno de los agentes químicos conocidos actualmente puede satisfacer todos los requisitos exigidos de las soluciones de enjuague del conducto radicular.

Según un estudio reciente, las biopelículas de microorganismos patógenos son más resistentes a las concentraciones de irrigantes utilizadas habitualmente en comparación con las células de microbiota, y la eficacia de los irrigantes disminuye con el crecimiento de la biopelícula.

El *Enterococcus faecalis* a menudo se aísla de las infecciones persistentes del conducto radicular, junto con otros microorganismos como la *Candida*. Éstos pueden ser resistentes a la terapia, debido a su disposición microbiana dentro de la biopelícula. Como resultado de esto y de las variaciones anatómicas del sistema de conductos, especialmente en la región apical, los tratamientos endodónticos convencionales pueden ser insuficientes para proporcionar un entorno completo de desinfección ().

Por lo tanto, existe la necesidad de encontrar nuevos protocolos de desinfección para mejorar los resultados de la terapia endodóntica convencional. El láser tiene una gran variedad de aplicaciones en la Endodoncia como: la desinfección del sistema de conductos radiculares, preparación de los conductos, la obturación del conducto radicular, apicectomía y el tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria.

El láser en Endodoncia, desde su primera aplicación por parte de Weichman en 1971, ha sido empleado para el diagnóstico de la pulpa, la hipersensibilidad de la dentina, recubrimiento pulpar y pulpotomía, la modificación de las paredes del conducto radicular, la esterilización del sistema de conductos radiculares, la limpieza, formación, obturación del conducto radicular, y la cirugía endodóntica.

La gama de láser utilizada en esta especialidad es muy amplia y sus efectos para cada caso son diferentes. Por ejemplo, el láser de diodo es efectivo para tratar lesiones periapicales. Por otro lado, el láser Er,Cr:YSGG resulta más eficiente para tratar bacterias en los canales radiculares y en la remoción del barrillo dentinario (Vielma 2012).

La acción antibacteriana de los láseres Nd:YAG, de diodos, Er:YAG y de desinfección fotoactivada (PAD) han sido exploradas por un amplio número de investigadores.

La terapia fotodinámica antimicrobiana, también conocida como desinfección fotoactivada, quimioterapia fotoactivada, terapia de foto radiación, fototerapia o fotoquimioterapia, se usa actualmente como una alternativa innovadora para la desinfección de los conductos radiculares. Un fotosensibilizador activado a través de una longitud de onda de luz adecuada da como resultado la formación de especies reactivas de oxígeno como superóxido,

radicales hidroxilo y oxígeno singlete que causan la desintegración de las células objetivo (M. Asnaashari et al 2015).

Por lo tanto, para profundizar el conocimiento de este tema y evidenciar su efectividad se realizó una revisión bibliográfica con búsqueda sistemática, para determinar si existe evidencia suficiente en la literatura que nos indique que la terapia láser en endodoncia puede mejorar los resultados de la terapia endodóntica convencional en infecciones persistentes, y más aún en infecciones primarias, y así mejorar el porcentaje de éxito de nuestros tratamientos.

## CAPÍTULO I.

### 1.1 Supuesto de investigación

Esta investigación se basa en aspectos terapéuticos y contiene:

- a. Planteamiento del problema
- b. Búsqueda sistemática de la información
- c. Análisis de la literatura
- d. Redacción de los resultados de según el objetivo planteado

### 1.2 Pregunta de Investigación

¿Cuál es la efectividad de la terapia láser en la desinfección de conductos radiculares en infecciones primarias y secundarias?

### 1.3 Objetivo de búsqueda

Determinar la efectividad en la desinfección de conductos utilizando terapia láser en infecciones primarias y secundarias.

## CAPÍTULO II.

Antecedentes: Terapia láser en endodoncia de acuerdo a la evidencia.

El desarrollo del láser se produjo en la década de 1950, poco después se utilizó en medicina y principalmente en el campo de la oftalmología y la dermatología. En 1971, el primer CO<sub>2</sub> láser fue utilizado en endodoncia para sellar el agujero apical.

El término láser (inglés para amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) es un acrónimo que describe su principio operativo. Actúa como un amplificador de luz y promueve la reproducción exponencial de fotones debido a la emisión inducida. Cada láser tiene varios propósitos en odontología (tabla 1), dependiendo de las diferentes longitudes de onda (Yves Saydjari, 2016).

Tabla 1. Tipos de láser usados en odontología.

<i>Laser device</i>	<i>Use in dentistry</i>	<i>Wavelength</i>
<i>Neodymium:YAG laser (Nd:YAG laser)</i>	<i>Surgery, endodontics, and periodontics</i>	1064nm
<i>Erbium:YAG laser, erbium, and chromium:YSGG laser</i>	<i>Surgery, endodontics, and cavity Preparation</i>	2940 nm, 2780nm
<i>Diode laser</i>	<i>Surgery, endodontics, and periodontics</i>	810–980 nm
<i>CO<sub>2</sub> laser</i>	<i>Surgery</i>	10600 nm

(Yves Saydjari, 2016)

Los efectos de la irradiación con láser en el tejido biológico dependen de varios factores.

### 1. Láser

- Longitud de onda y absorción en el tejido
- Modo de operación CW (sincronizado, pulsado y Q switched),
- Energía o potencia de salida (energía / potencia de pulso único  
Watio por cm 2)
- Tiempo activo (p. ej., duración del pulso)
- Tasa de repetición (Hz),
- Método de aplicación del láser (contacto / no contacto  
enfocado / desenfocado, y movimientos rápidos / en un punto)
- Tiempo de aplicación

### 2. Medios circundantes

- Aire
- Agua
- Sangre

### 3. Tejido

- Coeficiente de absorción correspondiente a la longitud de onda
- Coeficiente de conducción térmica. La luz láser puede reflejarse en la superficie (reflexión) o emerger después de penetrar el tejido (transmisión). También puede haber remisiones y difusiones en el tejido irradiado.

Existen tres posibles teorías sobre los efectos bactericidas de la luz láser en la literatura:

- Absorción directa de calor a través de la propia bacteria
- Calentamiento por absorción del sustrato en el que se encuentra la bacteria
- Efecto de foto daño (Yves Saydjari, 2016)

#### Efecto bactericida

La utilización del hipoclorito sódico a diferentes concentraciones es la técnica más habitual utilizada en endodoncia para la desinfección de los conductos. Sin embargo, para que la desinfección de todo el sistema radicular sea efectiva, los irrigantes han de penetrar el máximo posible, en el interior de los pequeños túbulos o conductos dentinarios.

Diferentes estudios han podido demostrar que la penetración de hipoclorito sódico está cerca de las 100 micras, pudiendo alcanzar como máximo de profundidad 300 micras en función del incremento del tiempo de aplicación y de la concentración utilizada. Los estudios de Kouchi et al. demostraron que las bacterias pueden penetrar hasta las 1.000 micras en el interior del sistema canalicular, con lo cual la acción desinfectante del hipoclorito puede en algunos casos no ser efectiva en las zonas más profundas de los túbulos dentinarios.

Una de las ventajas de la utilización del láser frente a los irrigantes convencionales es la penetración en profundidad que pueden lograr algunos tipos de láseres. El efecto bactericida del láser se produce por la conversión de la energía lumínica en energía térmica, que es la que produce el incremento de temperatura que dará lugar al efecto bactericida. En función del láser utilizado la penetración en el interior de los túbulos dentinarios puede llegar a alcanzar las 1.000 micras (Arnabat-Domínguez J, 2015)

Efecto sobre la dentina y túbulos dentinarios.

Mientras los láseres de Nd:YAG y diodo pueden producir una fusión de la dentina en el interior del conducto radicular con el cierre de los conductos dentinarios, los láseres de Er:YAG y Er,Cr:YSGG producen la evaporación del barrillo dentinario dejando unas paredes libres de restos y los túbulos dentinarios abiertos. El efecto es dependiente del incremento de temperatura que se produce

en el interior del conducto radicular y por otros factores como: el modo de emisión (si se utiliza en continuo o en modo pulsado), la longitud del pulso utilizado o también si el láser es utilizado con el conducto radicular vacío o relleno con algún tipo de solución (Arnabat-Domínguez J, 2015)

El efecto que se produce en los conductos dependerá del tipo de láser que se utilice y de sus parámetros de emisión. A continuación, evaluaremos los efectos que pueden ser producidos por el láser en endodoncia y realizaremos una revisión de los diferentes láseres que se utilizan más frecuentemente en endodoncia.

#### Láser de Nd:Yag

El láser de Nd:YAG (1.064 nm) (acrónimo del inglés neodymium-doped yttrium aluminium garnet) puede ser transmitido a través de fibra óptica; ello hace que se pueda aplicar en el interior de los conductos radiculares pudiendo llegar hasta zonas cercanas al ápice. Es un láser poco absorbido por el agua mientras que es bien absorbido por diferentes pigmentos como la melanina y la hemoglobina. Produce un elevado efecto térmico y se absorbe en profundidad. Debido a estas características ha sido un láser muy utilizado en endodoncia. Durante el tratamiento de conductos se aplica en el interior del conducto radicular con el fin de lograr un efecto bactericida y poder disminuir de forma muy

importante el número de microorganismos presentes en su interior. Su absorción produce un elevado efecto térmico, en el interior del conducto radicular, produciendo el sellado de los túbulos dentinarios al fusionarse la dentina.

El efecto bactericida depende de diferentes factores como del número de microorganismos presentes en el interior del conducto y del tipo de bacterias. A pesar de que con mayores potencias se obtienen mejores resultados se debe tener en consideración que el aumento de temperatura que se genera en el interior del conducto podría producir un daño térmico irreversible.

Para alcanzar los mejores resultados se puede utilizar un láser de Nd:YAG con una fibra de vidrio de 200  $\mu\text{m}$  a 1,5 W a 15 pps introduciendo la fibra sin activar en el interior del conducto hasta llegar al ápex; en este momento se activa el láser y la fibra se mueve de forma circular desde el ápex hacia coronal, repitiendo este procedimiento 4 veces con un máximo de irradiación de 45 segundos.

El efecto bactericida del láser de Nd:YAG (1,5 W ,15 pps durante 10-20 segundos aplicado en cuatro ciclos y con una angulación de  $5^{\circ}$ ) puede llegar a penetrar hasta las 1.000 micras de profundidad, sin embargo, se han observado resultados diferentes en función de los espesores de dentina utilizados. Así, con espesores de 100 micras el efecto bactericida fue de 93,9 %, mientras que cuando se incrementa el espesor a 500 y 1000 micras, el efecto se reduce a un 85,6 % y a 84,8 % respectivamente.

Al irradiar *Escherichia coli* con Nd:YAG a bajos niveles de energía (1 W 15 pps) se observan lesiones severas en la pared de la membrana celular especialmente en su superficie. Utilizando los mismos parámetros con *Enterococcus faecalis* no se aprecian alteraciones estructurales, ni en el interior de la membrana ni en su superficie. Para observar daños evidentes se debe aumentar la potencia hasta 1,5 W, así como el tiempo de exposición. Las bacterias Gram-negativas son más sensibles a la acción del láser mientras que las Gram-positivas (que tienen en su membrana una mayor cantidad de mureína) son más resistentes a la acción del láser (Arnabat-Domínguez J, 2015)



Figura 1

Endodoncia con láser de Er:YAG con fibras de 400 a 600 micras. Se dispone el *tip* en la zona de la cámara pulpar sin que se introduzca la fibra en el interior del conducto radicular (Arnabat-

Domínguez J, 2015)

#### Láser de Er:YAG (Erbium:YAG)

Con una longitud de onda de 2.940 nm, tiene una muy buena absorción por el agua. Su absorción por el agua es teóricamente 10 veces superior a la del láser de CO<sub>2</sub> y unas 20.000 respecto a la del láser de Nd:YAG. El mecanismo

mediante el cual el láser de Er:YAG produce la ablación de los tejidos duros dentales es mediante la absorción masiva y brusca de la energía por parte del agua intracelular; esta ebullición llega a ocasionar micro explosiones, ya que produce la evaporación del agua del interior de las células. De forma similar, en las bacterias que tienen un alto contenido en agua la exposición a la irradiación del láser de Er:YAG produce una evaporación del agua de su interior causando la destrucción de la célula y con ello la muerte bacteriana. No obstante, también se ha explicado la muerte de las bacterias simplemente por el aumento rápido de su temperatura intracelular.

Al ser un láser bien absorbido por el agua su efecto se produce en las capas más superficiales y, por ello, en las capas dentinarias más profundas su acción bactericida es menor respecto a otros láseres como los de Nd:YAG. Sin embargo, algunos estudios recientes demuestran que su capacidad bactericida es similar, o en algunos casos mayor, aun en conductos curvos. En estos estudios no se hace referencia a la penetración del efecto bactericida ya que sólo recolectan las bacterias del interior del conducto principal.

La acción conjunta del láser de Er:YAG con los irrigantes convencionales hipoclorito sódico, EDTA o clorhexidina también se ha demostrado muy efectiva en la reducción de bacterias como el *Enterococcus faecalis* incluso en *biofilms*.

Cuando se utiliza conjuntamente el láser de Er:YAG, aunque sea a bajas energías, 20 mJ-15 Hz con el NaOCL al 5,25 %, los resultados son excelentes y

superiores a los que se obtienen sólo con la aplicación del hipoclorito al 5,25 %.  
(Arnabat-Domínguez J, 2015)

### Láser de Er,Cr:YSGG

El láser de Er,Cr:YSGG de 2.780 nm es un láser de características similares al Er:YAG aunque con algunas pequeñas diferencias. Es un láser bien absorbido por el agua y por la hidroxiapatita, pero es algo menos que la del láser de Er:YAG . Por lo tanto, también es absorbido en las capas superficiales de los tejidos dentales. Su índice de penetración, a pesar de ser algo mayor que el Er:YAG, es muy inferior a los otros láseres de Nd:YAG y diodos.

El mecanismo de acción antibacteriano del láser de Er,Cr:YSGG sería parecido al del Er:YAG dado que sus longitudes de onda son muy similares. Si bien es un láser que se absorbe en superficie se ha visto que puede provocar una reducción de bacterias significativa hasta las 500 micras de profundidad.

Los parámetros aconsejados van desde los 1 a 1,5 W con un máximo de 2 W con frecuencias entre los 10 a 20 Hz. Licata et al. aconsejan utilizar el láser de Er,Cr:YSGG con unos parámetros de 75 mJ, con una frecuencia de 10 pulsos (0,75 W) y una duración del pulso de 140  $\mu$ s durante 60 segundos para obtener su máximo efecto bactericida. En todos los casos se aconseja situar la fibra a 1 mm del ápice (de la longitud de trabajo) con movimientos circulares de apical a

coronal con una velocidad aproximada de 1 mm/segundo. Repitiendo este procedimiento 4 veces con intervalos de 15 segundos entre aplicaciones (*Figura 2*).



Figura 2

Pocos son los estudios "in vivo" en los que se evalúa el efecto de este láser en endodoncia, Martins et al han presentado su estudio, a 6 y 12 meses, con pacientes tratados con el láser de Er,Cr:YAGG obteniendo unos resultados muy alentadores. A pesar de ello, el tiempo de evolución aún es corto y deberemos esperar a resultados a largo plazo.

## Diodos

En función de la potencia los láseres de diodo pueden clasificarse en dos grandes grupos: de baja potencia y de alta potencia.

1. Los de baja potencia, también llamados láseres blandos (*Low Level Laser Therapy*), son de baja energía y emiten en la región del espectro infrarrojo cercano o del rojo (632, 670 y 830 nm), con una potencia media de 1-100mW. Sus aplicaciones básicas en ciencias de la salud están basadas en sus efectos de bioestimulación de los tejidos y en su acción analgésica antiinflamatoria.
2. Los de alta potencia son aquellos láseres con potencias de 1W hasta 15W o más y con una longitud de onda comprendida entre 810 nm y 980 nm. Son láseres utilizados en el campo de la Medicina y de la Odontología.

El láser de diodo es un semiconductor sólido que utiliza una combinación de galio, arseniuro, aluminio y/o indio como medio activo. La longitud de onda para uso dental oscila entre 800 y 1064 nm y emite en modo continuo de onda y modo cerrado de pulsación, utilizando una fibra óptica. Los láseres de diodo han ganado gran importancia en odontología debido a su diseño compacto y precio asequible. Las ventajas de este tipo de láser son una combinación de la eliminación de la *smear layer*, reducción bacteriana y disminución de las fugas apicales, que lo hacen adecuado para el tratamiento endodóntico. La principal acción del láser diodo es fototérmica.

Los cambios morfológicos observados en la porción apical de la raíz después de la irradiación intracanal con láser de diodo fueron superficies de

dentina intracanal limpias con túbulos dentinarios sellados, lo que indican fusión y recristalización. En general, las longitudes de onda cercanas a infrarrojo, tales como 1064 y 980 nm, promueven la fusión y recristalización en la superficie de la dentina, sellando los túbulos dentinarios. El consenso aparente es que la irradiación con el láser de diodo tiene un efecto antibacteriano potencial. En la mayoría de los casos, el efecto está directamente relacionado con la cantidad de energía usada. En un estudio comparativo de Gutknecht et al., un diodo de 810 nm fue capaz de reducir la contaminación bacteriana en 88,38% con una salida distal de 0.6W en el modo de onda continua. Un láser de diodo de 980 nm tiene un efecto antibacteriano eficiente con un promedio de entre el 77 al 97% en los canales radiculares contaminados con *E. faecalis*. Se han probado volúmenes de energía de 1,7, 2,3 y 2,8 W. La eficiencia se relaciona directamente con la cantidad de energía y el espesor de la dentina (Selma Camargo, 2015)

#### Fotodesinfección activada

Existen diferentes formas para referirse a este tipo de terapia desinfectante. La podemos ver descrita como desinfección fotodinámica, como terapia fotodinámica antimicrobiana o también, como fotodesinfección activada, todas ellas son representativas del efecto fotodinámico que se produce en las células una vez han sido teñidas por un colorante específico. Para ello, necesitamos un colorante que debe ser captado por la bacteria y la posterior

aplicación de un láser de baja potencia, o de un LED, que también puede ser utilizado para el mismo fin. Cuando el láser a baja potencia incide sobre las bacterias, que han captado el colorante, se produce en su interior una reacción de reducción del oxígeno produciendo el oxígeno singlete que es un tipo de oxígeno letal para la bacteria. De esta forma se produce la muerte celular. Esta técnica se está empleando en Odontología para la desinfección de los sacos periodontales y también en endodoncia. Para su aplicación en endodoncia se debe introducir el colorante en el interior del conducto (azul de metileno o azul de toluidina o tolonio) y posteriormente aplicar el láser mediante una fibra.

Fonseca et al. en un estudio "ex vivo" inoculando *Enterococcus faecalis* obtuvieron una reducción de casi el 99,9 % cuando se utiliza azul de toluidina durante 5 minutos seguidos de la irradiación con un láser de 660 nm (Ga-Al-As) a potencias de 50 mW. Ng et al. también obtuvieron buenos resultados con diferentes tipos de bacterias con un láser de 650 nm y azul de metileno con una concentración de 50 µg/mL (134 µmol/L). En comparación con otros métodos utilizados para la desinfección intrarradicular, la utilización de la terapia de desinfección fotodinámica con azul de metileno y la irradiación con un LED de 660 nm a 0,2 W de potencia y a 20 Hz durante 3 minutos alcanza buenos resultados, aunque algo más bajos que cuando se utiliza el láser de Er:YAG conjuntamente con el NaOCl 5,25 %10 (Arnabat-Domínguez J, 2015).

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 3.1 Descripción de la metodología

El diseño de esta investigación fue una revisión narrativa, basada en una búsqueda sistemática de la literatura. La metodología evaluó la información de manera exhaustiva a partir de bibliografía especializada sobre el tema de investigación. El análisis se enfocó en el objetivo, el tipo de estudio y los resultados de las investigaciones publicadas.

El desarrollo de la investigación se realizó en las siguientes etapas:

- Planteamiento de la problemática
- Búsqueda sistemática de la información a partir de buscadores y bases de datos especializadas, incluyendo la literatura gris
- Análisis de la literatura
- Redacción de los resultados de acuerdo al objetivo planteado.

La investigación se desarrolló en base a la siguiente pregunta de búsqueda: ¿Cuál es la efectividad de la terapia láser en la desinfección de conductos radiculares en infecciones primarias y secundarias o persistentes?

Ante tal interrogante surge el siguiente objetivo de búsqueda: Determinar la efectividad en la desinfección de conductos utilizando terapia láser.

Los criterios de selección, de inclusión y exclusión de estudios que fueron utilizados en esta investigación están representados en la tabla II.

Tabla II Criterios de selección.

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
<i>Laser therapy endodontic</i>	Terapia láser en otras áreas de la odontología
<i>Retreatment</i>	Otras utilidades en endodoncia que no sea la desinfección de conductos
<i>Root canal disinfection with laser</i>	
<i>Root canal disinfection</i>	
<i>Photodynamic therapy</i>	
<i>Endodontic</i>	
<i>Laser diode and endodontic</i>	
Tipos de láser usados en endodoncia	
Láser en endodoncia	
Terapia fotodinámica en endodoncia	
Láser diodo en endodoncia	

Los buscadores y bases de datos utilizados para la extracción de la información fueron los siguientes:

- *Pubmed*

- *Google Scholar*

La bibliografía encontrada y seleccionada a partir de los criterios de selección fue revisada, realizando un análisis para la selección y limpieza de la información.

### 3.2 Estrategia de búsqueda.

Se realizó la búsqueda de todos los títulos que obedecían a los límites activados. Los descriptores utilizados fueron: *laser therapy, endodontic, retreatment, photodynamic therapy, root canal disinfection, laser, Láser en endodoncia, tipos de láser en endodoncia, terapia fotodinámica en endodoncia, laser diode and endodontic, láser diodo en endodoncia*. Los límites utilizados fueron estudios en humanos, todos los diseños metodológicos, lengua inglesa y española, estudios realizados en los últimos 10 años, mayores de 18 años, ambos géneros. La búsqueda se efectuó con términos booleanos “AND” y “OR”.

De los resúmenes, se seleccionaron los trabajos que cumplían con los siguientes criterios: Objetivos relacionados a la evaluación de la eficacia de la

terapia láser en la desinfección de conductos y en patógenos de infecciones secundarias.

Se combinaron los siguientes términos de búsqueda:

En *PubMed* se encontraron los siguientes resultados.

- "*Laser therapy in endodontic*", se obtuvieron 402 resultados
- "*Root canal disinfection with laser*", se obtuvieron 276 resultados
- "*Laser endodontic*", se obtuvieron 671 resultados
- "*Root canal disinfection and endodontic*", se obtuvieron 168 resultados
- "*Laser diode and endodontic*", se obtuvieron 24 resultados

Se buscó en *Google Scholar*, encontrando los siguientes resultados:

- "Tipos de láser en endodoncia", se obtuvieron 875 resultados
- "Láser en endodoncia", se obtuvieron 1430 resultados
- "Terapia fotodinámica", se obtuvieron 18 resultados
- "Láser diodo en endodoncia", se obtuvieron 663 resultados

## Resultados.

Si bien los sistemas ultrasónicos han sido el foco principal de estudio, la literatura ha respaldado recientemente el uso del láser como sistema de agitación/activación. La tecnología láser ha sido incorporada en la última década con el objetivo de mejorar la descontaminación y limpieza del sistema de canales radiculares. Existen dos enfoques para su aplicación clínica. El primero introduciendo la fibra láser en el canal radicular en seco, exponiendo la pared del canal a la luz láser con un movimiento en espiral; el segundo transmitiendo la energía a una solución irrigante (irrigación activada por láser / LAI). La interacción láser-objetivo es diferente en ambos casos. Una exposición directa del sustrato a la luz láser busca una acción mediante un efecto térmico directo, mientras que la activación y agitación del irrigante permite una acción indirecta (de Moore & Meire, 2014) (Betancourt 2021).

A continuación, se confecciona una tabla con los resultados, producto de la búsqueda sistemática de la información.

Tabla III. Resumen de resultados.

Autor, año	Tipo de estudio	Tipo de intervención (objetivos)	Resultados
Xiaoli Wang, Xiaogang Cheng, * Xin Liu, Zhihua Wang, Juan Wang, Cuihong Guo, Yaqing Zhang y Wenxi. 2018	Estudio in vitro	Comparar el efecto bactericida de varios sistemas de irradiación láser en <i>E. faecalis</i> .	En el orden descendente de Er: YAG + NaOCl Er, Cr: YSGG + NaOCl> Nd: YAP> Nd: YAG, diodo> NaOCL.
Mohammad Asnaashari, Seyed Masoud Mojahedi, Zahra Asadi C, Saranaz Azari-Marhabi, Alireza Maleki. 2016	Estudio in vitro	Comparar la actividad antibacteriana de los métodos de terapia fotodinámica (PDT) (diodo láser de 810 nm y lámpara LED 630 nm) contra <i>Enterococcus faecalis</i> en dientes anteriores humanos extraídos.	Los resultados de PDT con lámpara LED fue más eficaz que el láser de diodo de 810 nm para reducir las UFC de <i>E. faecalis</i> en dientes humanos.

<p>Fabio Camacho-Alonso, Encarnacion Julia Belmonte, Fernando Chiva-García, Yolanda Martinez-Beneyto. 2017</p>	<p>Estudio in vitro</p>	<p>Evaluar la eficacia antibacteriana de la terapia fotodinámica (PDT) y el quitosano contra <i>E. faecalis</i> en dientes humanos extraídos.</p>	<p>La combinación de PDT y quitosano mostró potencial antibacteriano contra la infección endodóntica por <i>E. faecalis</i>.</p>
<p>Caroline C. da Silva 2017</p>	<p>In vivo</p>	<p>Evaluar la efectividad de la terapia endodóntica convencional en combinación con aPDT contra <i>E. faecalis</i>, <i>Candida spp.</i></p>	<p>La combinación de estas terapias podría ser responsable de la ausencia de <i>E. faecalis</i> y <i>Candida spp.</i> en dientes permanentes con infecciones endodónticas primarias.</p>
<p>Oliveira BP, Aguiar CM, C^ amara AC, Albuquerque</p>	<p>In vitro</p>	<p>Evaluar la eficacia de la terapia fotodinámica y el hipoclorito de sodio en el conducto radicular.</p>	<p>La asociación de 5.25% NaOCl con PDT fue el más efectivo tratamiento contra microorganismos por infección</p>

MM, Correia ACRB, Soares MFLR. 2015			endodóntica en endodoncias.
Burak Sadık, Serdar Arıkan, Nihal Beldü" z, Yasin Yasxa, Durdu Karasoy, and Murat Cxehreli, DDS, PhD. 2013	Revisión sistemáti ca	Explorar los efectos antimicrobianos de la radiación láser en <i>E.</i> <i>faecalis</i> .	A pesar del número limitado de publicaciones, el resultado de la presente evaluación metaanalítica sugiere que los láseres son efectivos en la erradicación de <i>E.</i> <i>faecalis</i> .
Silvija Kasic´, Marita Knezovic, Natasha Beader, Dragana Gabric, Ana anisevic´ Malcic´ y Anja Baraba,	In vitro	Comparar la eficacia de tres láseres (Er:YAG, Nd:YAG, Er:Cr:YSGG) en la desinfección de <i>Enterococcus faecalis</i> y <i>Candida Albicans</i> .	El láser Er:Cr: YSGG fue la herramienta más eficiente en la erradicación de biopelículas de <i>E.</i> <i>faecalis</i> y <i>C. albicans</i> .

<p>D Hoedke, C Enseleit, D Gruner, H Dommisch, S Schlafer, K Amargo. 2017</p>	<p>Ex vivo</p>	<p>Analizar el efecto antibacteriano de la terapia fotodinámica (PDT) en combinación con varios protocolos de irrigación en una biopelícula multiespecies en endodencias ex vivo.</p>	<p>La PDT en combinación con un protocolo de irrigación que incluye NaOCL y CHX fue un método eficaz para la reducción de la biopelícula bacteriana.</p>
<p>Ivona Bago Jurič Vanda Plečko Dragana Gabrić Pandurić 2014.</p>	<p>Estudio clínico</p>	<p>Evaluar la efectividad antimicrobiana de la terapia fotodinámica utilizada como una adición al retratamiento endodóntico convencional.</p>	<p>Los resultados indicaron que el aPDT utilizado como complemento de la terapia endodóntica convencional logró una reducción significativa de la carga microbiana intracanal.</p>
<p>Muge Tokuc, Serife Ozalp, Nursen Topcuoglu, Guven Kulekci 2019</p>	<p>In vitro</p>	<p>Evaluar el efecto bactericida del láser de 2780 nm Er, Cr: YSGG combinado con láser de</p>	<p>La eliminación más exitosa de <i>E. faecalis</i> se obtuvo del grupo de irrigación activado por</p>

		<p>diodo de 940 nm en la eliminación de <i>Enterococcus faecalis</i>: un estudio comparativo.</p>	<p>láser. Como la aplicación combinada de Er, Cr: YSGG y láser de diodo da resultados sugerentes, se necesitan más estudios con tamaños de muestra más grandes para aclarar el resultado.</p>
<p>R A Sarda, R M Shetty, A Tamrakar, S Y Shetty. 2019</p>	<p>In vitro</p>	<p>Evaluar la eficacia antimicrobiana de la terapia fotodinámica, láser de diodo e hipoclorito de sodio y sus combinaciones sobre patógenos endodónticos.</p>	<p>Se observó una reducción significativa en el recuento de <i>E. faecalis</i> cuando el NaOCL se utilizó en combinación con el láser de diodo o PAD. Por lo tanto, PAD en combinación con NaOCL puede ser una alternativa y una mejor</p>

			opción para la desinfección del conducto radicular.
Higuchi 2021	In vitro	Se investigó el efecto bactericida de la terapia fotodinámica antimicrobiana utilizando nano esferas cargadas con verde de indocaina recubiertas de quitosano.	E. faecalis se redujo en más del 98% sin un aumento de temperatura peligroso en la raíz. confirmó una clara reducción del <i>biofilm</i> en la dentina
Mónica Rojas 2021	In vitro	Determinar la reducción de <i>Enterococcus faecalis</i> en el sistema de conductos radiculares con Láser Waterlase Iplus y con eZlase 940 mediante UFC.	La terapia combinada irradiación con Láser Waterlase Iplus y eZlase 940 e irrigación con NaOCL al 2,5%+ EDTA 17% es una opción eficaz para la reducción de <i>Enterococcus faecalis</i> en los sistemas

			de conductos radiculares.
María Granevik Lindstrom 2017	in vivo	Evaluar el efecto antibacteriano de la irradiación con láser Nd:YAG en el tratamiento endodóntico de dientes unirradiculares con periodontitis apical.	Los resultados no pudieron verificar la hipótesis de que la irradiación con láser Nd:YAG produciría significativamente más muestras bacterianas negativas que la irrigación convencional con una solución de hipoclorito de sodio al 1%.
Ewa Joanna Prašmo & Renata Alicja Godlewska & Agnieszka Beata Mielczarek. 2016	In vitro	Investigar la efectividad de la terapia fotodinámica, en la eliminación intracanal de <i>E. faecalis</i> .	La TFD repetida erradicó el 95 % de la biopelícula bacteriana intracanal. La terapia fotodinámica tiene un alto potencial para eliminar el biofilms de <i>E.</i>

			<i>faecalis</i> . La desinfección foto inducida se puede utilizar como adyuvante del tratamiento de endodoncia convencional que sigue siendo el más efectivo.
Rubio F, Wienecke F, Arnabat-Domínguez J, Betancourt P. 2022	Informe de dos casos clínico	Presenta dos casos de necrosis pulpar/ periodontitis apical asintomática (PAA) que fueron tratados con DL de 940 nm, administrado tanto para desinfectar el conducto radicular como para aplicar PBMT a los tejidos perirradiculares.	La aplicación de DL de 940 nm, tanto para la desinfección de la RCS como para la PBMT, es un tratamiento efectivo en dientes desvitalizados con grandes lesiones periapicales.
Dina A. Morsy, Maged Negm, Alaa Diab, Geraldine Ahmed. 2019	Ensayo controlado	Investigar la capacidad del láser de diodo (DL) para disminuir el dolor postoperatorio y lograr la	El láser de diodo de 980 nm puede ser un complemento exitoso del tratamiento

	aleatorizado	esterilidad del conducto radicular.	endodóntico convencional de casos necróticos con lesiones periapicales crónicas en términos de dolor posoperatorio y desinfección del conducto radicular.
Ioana Roxana Bordea, 2019	Revisión bibliográfica	Se evaluó el resultado de diversas aplicaciones de terapia con láser en la desinfección del conducto radicular.	La terapia fotodinámica combinada con irrigantes antimicrobianos puede proporcionar un efecto sinérgico y una herramienta alternativa a los métodos convencionales de desinfección para infecciones persistentes. Sin embargo, se requieren

			más estudios para modificar el protocolo y estandarizar los parámetros del láser para optimizar los posibles resultados.
M Pourhajibagher, N Chiniforush, Shahabi, Morteza Palizvani, A Bahador. (2018).	In vitro	Se evaluó la desinfección de conductos por <i>E. faecalis</i> entre hipoclorito de sodio (NaOCL) y clorhexidina (CHX). y la terapia fotodinámica (aPDT).	La PDT tiene un alto potencial para la eliminación de <i>E. faecalis</i> y es casi equivalente a NaOCL y CHX. Se puede utilizar como complemento de la endodoncia convencional.

## Discusión.

El objetivo de la endodoncia es prevenir o curar la periodontitis apical, por lo tanto, los microorganismos que han colonizado el sistema de canales radiculares deben ser eliminados para promover la regeneración y cicatrización. Desafortunadamente, la existencia de canales accesorios, anastomosis, istmos, así como ramificaciones apicales, genera una compleja red tridimensional en el interior de la raíz, lo que dificulta la eliminación total de bacterias y detritus. La terapia endodóntica convencional utilizada actualmente presenta una serie de limitaciones. Se ha demostrado que los instrumentos endodónticos dejan un 35% o más de superficie dentinaria sin tratar. Por otro lado, la imposibilidad de generar un flujo turbulento en el interior de los canales, impide que el irrigante llegue a zonas de difícil acceso. Esto facilita la persistencia de biopelículas bacterianas y la supervivencia de un número importante de bacterias viables. La irrigación activada por láser ha sido propuesta como una tecnología coadyuvante a la terapia quimio-mecánica para optimizar la limpieza y desinfección. En comparación con los métodos tradicionales, la activación del irrigante permite una desinfección más efectiva del sistema de canales radiculares (Betancourt et al., 2021).

Existen diferentes tipos de láseres que pueden tener aplicación en endodoncia, el estudio de los efectos de esta tecnología es de gran importancia en el avance hacia nuevas formas de abordar los tratamientos endodónticos en

la actualidad. El efecto bactericida, así como la modificación de la dentina en el interior de los conductos radiculares son dos de los efectos más importantes que los láseres pueden producir durante los tratamientos. El efecto que se produce en los conductos dependerá del tipo de láser que se utilice y de sus parámetros de emisión.

Los láseres de diodo han sido evaluados en diferentes estudios. Las longitudes de onda más utilizadas son 810 nm, 908 nm, 940 nm y 980 nm. Al ser poco absorbidos por el agua la desinfección se produce en profundidad. Así el diodo de 810 puede llegar a tener un efecto bactericida del 97,7 %. (Zanelli C. 2019).

Guteknecht et al. demostraron que la luz del láser de diodo puede penetrar hasta  $>1000 \mu\text{m}$  en la dentina. Por lo tanto, puede ser un medio eficaz para la desinfección del sistema de conductos radiculares junto con la instrumentación biomecánica convencional que alcanza áreas que antes se consideraban inalcanzables.

### Conclusión

Aún no se ha encontrado un solo irrigante que sea capaz de cumplir con los objetivos de irrigación del conducto radicular, que disuelva los componentes orgánicos e inorgánicos en el conducto, biofilms, neutralización de endotoxinas y eliminación de la capa de frotis. Por lo que la combinación entre soluciones y

activación de estas con sistemas de irrigación han sido estudiados y evaluados comprobando su eficacia como métodos complementarios de desinfección de conductos radiculares.

Según la evidencia bibliográfica encontrada, nada reemplaza los protocolos convencionales. Aun así, una de las ventajas del láser frente a los irrigantes es su profundidad de penetración. Por lo tanto, el láser como complemento de la desinfección de conductos es una excelente alternativa, produciendo un efecto sinérgico obteniendo mejores resultados en tanto infecciones primarias y secundarias, siendo efectiva frente a patógenos resistentes.

## Bibliografía

1. Abdollah Ghorbanzadeh. (2020). *Ex vivo comparison of antibacterial efficacy of conventional chemomechanical debridement alone and in combination with light-activated disinfection and laser irradiation against Enterococcus faecalis biofilm. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 29, 1 a 55. febrero 2020, De Elsevier Base de datos.
2. Arnabat-Domínguez J. (2015). Aplicaciones del láser en endodoncia, RCOE, marzo 2015 Vol. 20 N° 1, Pp 37-44, [www.rcoe.es](http://www.rcoe.es)
3. Asnaasharim, M. (2015). *A comparison of the antibacterial activity of the two methods of photodynamic therapy (using diode laser 810 nm and LED lamp 630 nm) against Enterococcus faecalis in extracted human anterior teeth, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 13, page 233-237, march 2016, Elsevier.
4. Betancourt, P.; Arnabat-Domínguez, J. & Viñas, M. Irrigación activada por láser en endodoncia. *Int. J. Odontostomat.*, 15(3):773-781, 2021.

5. Bordea, IR. (2019). *Evaluation The Outcome Of Various Laser Therapy Applications In Root Canal Disinfection: A Systematic Review, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy (2019), Published by Elsevier.*
6. Burak Sadik. (2013) *Effects of Laser Treatment on Endodontic Pathogen Enterococcus faecalis: A Systematic Review, Photomedicine and Laser Surgery* 5, 192-200, 2013.
7. Camacho-Alonso. (2017). *Bactericidal Efficacy of Photodynamic Therapy and Chitosan in Root Canals Experimentally Infected with Enterococcus faecalis: An In Vitro Study. Photomedicine and Laser Surgery Volume XX, Number XX, 2017.*
8. Caroline C. da Silva. (2017). *Antimicrobial Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment: A Clinical and Molecular Microbiological Study, Photochemistry and Photobiology, 2017.*
9. Castro, C. (2021). *Estado actual de la irrigación en endodoncia, Trabajo de grado previo a la obtención del título de Odontólogo, Universidad de Guayaquil, octubre del 2020, Ecuador*

10. Elbahary, Sh. (2020). *Effects of different irrigation protocols on dentin surfaces as revealed through quantitative 3D surface texture analysis*, *Scientific Reports* Sitio web: <http://www.nature.com/scientificreports>
11. Ewa Joanna Prażmo & Renata Alicja Godlewska & Agnieszka Beata Mielczarek. (2017). *Effectiveness of repeated photodynamic Therapy in the elimination of intracanal Enterococcus faecalis biofilm: An in vitro study*, *Lasers Med Sci* (2017) 32:655–661, [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)
12. Granevik Maria. (2017). *The Antibacterial Effect of Nd:YAG Laser Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: A Randomized Controlled Trial*, *JOE*, Volume -, 1-7, 2017.
13. Henninger, E. (2019). *In Vitro Effect of Er:YAG Laser on Different Single and Mixed Microorganisms Being Associated with Endodontic Infections. Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, Volume 37, Number 6, Pp. 369–375, 2019.
14. Hoedke, D. (2017). *Effect of photodynamic therapy in combination with various irrigation protocols on an endodontic multispecies biofilm ex vivo*, *Department of Periodontology and Synoptic Dentistry, Department of*

*Operative and Preventive Dentistry, Charité , Universit ätsmedizin Berlin, Berlin, Germany; Department of Dentistry, HEALTH, Aarhus University, Aarhus, Denmark.*

15. Juric IB, Plecko V, Panduric DG, Anic I. (2014) *The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to the conventional endodontic re-treatment: a clinical study, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2014.10.004>.

16. Lucio Souza Goncalves. (2016). *The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials, JOE — Volume 42, Number 4, April 2016.*

17. M Pourhajibagher, N Chiniforush, Shahabi, Morteza Palizvani, A Bahador. (2018). *Antibacterial and Antibiofilm Efficacy of Antimicrobial Photodynamic Therapy Against Intracanal Enterococcus faecalis: An In Vitro Comparative Study with Traditional Endodontic Irrigation Solutions, J Dent (Tehran), July 2018; Vol. 15, No.4, Pp 197-204.*

18. Morsy DA, Negm M, Diab A and Ahmed G. (2018). *Postoperative pain and antibacterial effect of 980 nm diode laser versus conventional endodontic treatment in necrotic teeth with chronic periapical lesions: A randomized control trial [version 1; peer review: 2 approved, 1 approved with reservations]*. *F1000Research* 2018, 7:1795 (<https://doi.org/10.12688/f1000research.16794.1>)
19. Maldonado, E. (2017). Evaluación efectividad de la terapia láser como coadyuvante al tratamiento de endodoncia en periodontitis apical. Revisión sistemática y metaanálisis, Universidad De Cartagena, Facultad De Odontología Postgrado De Endodoncia Cartagena De Indias 2017
20. Oliveira, BP (2015). *The efficacy of photodynamic therapy and sodium hypochlorite in root canal disinfection by a single-file instrumentation technique, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy 2015.*
21. Pablo Castelo Baz. (2012). Nuevos métodos de desinfección y limpieza del sistema de conductos radiculares, Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, 2012

22. Rojas M. (2021). Reducción de *Enterococcus faecalis* en el conducto radicular con láser erbio y diodo. Estudio in vitro, Proyecto de Investigación como requisito previo a la obtención del Título de Especialista en Endodoncia, Universidad Central Del Ecuador Facultad De Odontología, Instituto Superior De Posgrado, Quito 2021
23. Rubio F, Wienecke F, Arnabat-Domínguez J, Betancourt P. (2022). *Photobiomodulation therapy and endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using 940-nm diode laser. Report of two cases. J Clin Exp Dent. 2022;14(3): 298-302.*
24. Sarda RA, Shetty RM, Tamrakar A, Shetty SY. (2019). *Antimicrobial Efficacy of Photodynamic Therapy, Diode Laser, and Sodium Hypochlorite and Their Combinations on Endodontic Pathogens, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.09.009>.*
25. Silvija Kasic. (2017). *Efficacy of Three Different Lasers on Eradication of Enterococcus faecalis and Candida albicans Biofilms in Root Canal System Photomedicine and Laser Surgery, Volume XX, Number XX, 2017. Pp. 1–6, DOI: 10.1089/pho.2016.4258.*

26. Tokuc, M. (2019). *The Bactericidal Effect of 2780 nm Er,Cr:YSGG Laser Combined with 940 nm Diode Laser in Enterococcus faecalis Elimination: A Comparative Study, Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery, Volume XX, Number XX, 2019, a Mary Ann Liebert, Inc. Pp. 1–6 DOI: 10.1089/photob.2018.4613.*
27. Trindade, A. (2015). *Photodynamic Therapy in Endodontics: A Literature Review, Photomedicine and Laser Surgery Volume 33, Number 3, 2015, a Mary Ann Liebert, Inc., Pp. 175–182 DOI: 10.1089/pho.2014.3776.*
28. Xiaoli Wang. (2018). *Bactericidal Effect of Various Laser Irradiation Systems on Enterococcus faecalis Biofilms in Dentinal Tubules: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study, Photomedicine and Laser Surgery, Volume XX, Number XX, 2018, a Mary Ann Liebert, Inc., Pp. 1–8, DOI: 10.1089/pho.2017.4430.*
29. Yoshiko Masuda. (2018). *Photodynamic Therapy with Pyoktanin Blue and Diode Laser for Elimination of Enterococcus faecalis, in vivo 32: 707-712 (2018)*

30. Yves Saydjari, Thorsten Kuypers, and Norbert Gutknecht. (2016). *Laser Application in Dentistry: Irradiation Effects of Nd:YAG 1064 nm and Diode 810 nm and 980 nm in Infected Root Canals: A Literature Overview*, Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International, Volume 2016, Article ID 8421656, 10 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8421656>.

31. Zandi, H. (2018). *Antibacterial Effectiveness of 2 Root Canal Irrigants in Root-filled Teeth with Infection: A Randomized Clinical Trial*. JOE, Volume 42, Issue 9, P1307-1313, September 01, 2016.

32. Zanelli C; Sapienza ME; Hervith M; Tissone S; Raffaelli N; Menta G. (2019). APLICACIONES DEL LASER DE DIODO EN ENDODONCIA: EL FUTURO DE LA DESCONTAMINACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES. I pre Jornada Internacional de Ciencia y Tecnología. La Plata, Argentina.