

## TERAPIA FOTOBIMODULADORA LÁSER EN ESTOMATOLOGÍA

Tatiana Peña Ruiz<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5484-7464>

Ariel Delgado Ramos<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0174-6691>

Ileana Bárbara Grau León<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-3187-8425>

Diana Rosa Morales Aguiar<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9411-8947>

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

<sup>2</sup> Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [tatianapena@infomed.sld.cu](mailto:tatianapena@infomed.sld.cu)

### Resumen:

**Introducción:** El empleo de los láseres de baja potencia en estomatología data de la década de los 80, tienen demostrada efectividad como coadyuvante a los tratamientos convencionales o como sustituto de otras terapias en algunas entidades clínicas del complejo bucomáxilo facial, gracias a sus efectos biológicos: analgésico, antiinflamatorio y de regeneración tisular, los cuales se sustentan por los efectos primarios: bioquímico, bioeléctrico y bioenergético. **Objetivo:** Analizar el valor de la terapia fotobiomoduladora láser en estomatología y proporcionar evidencia de los impactos y riesgos fisiológicos subyacentes a su empleo, en especial atención a los efectos terapéuticos.

**Posicionamiento del Autor:** La terapia fotobiomoduladora con láser es un tratamiento útil sobre los tejidos duros y blandos de la cavidad bucal, aplicado en ocasiones como

coadyuvante a la terapia convencional y en algunas entidades clínicas como sustituto de ella. Tiene un efecto biológico positivo, demostrado en la analgesia, antiinflamación y regeneración tisular sobre los tejidos en general, aceptación por los pacientes y mínimos efectos secundarios, acelera la cicatrización y disminuye tiempos de recuperación de los pacientes. Continuar evaluando sus potencialidades en la evolución del posoperatorio para técnicas quirúrgicas es importante. **Conclusiones:** Esta terapia ofrece a los pacientes una amplia gama de ventajas terapéuticas, el alivio del dolor y la cicatrización (epitelización en mucosas), ocurren en menor tiempo sin generar molestias sobreañadidas y constituyen las de mayor impacto.

Todavía existen algunas aristas por investigar sobre las dosis totales a depositar por tratamiento, para lograr los mecanismos de acción más efectivos y la correcta evolución de los pacientes, así como la evaluación de los fenómenos biológicos subyacentes en relación con las dosis aplicadas.

**Palabras clave:** láser; terapia; estomatología.

## Introducción

El término “LÁSER” es un acrónimo del idioma inglés “Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation” (en español "Amplificación de Luz por Emisión Estimulada de Radiación").

El concepto de láser se remonta al año 1917, fecha en la que el físico alemán Albert Einstein postula su teoría de la emisión estimulada, base teórica del fenómeno láser y describe de forma empírica sus propiedades físicas.<sup>(1)</sup> A pesar de que R. Landenberg verificó los pronósticos de Einstein en 1928, no fue hasta principios de los años cincuenta que se realizaron los primeros intentos en construir un equipo basado en esta teoría. Sin embargo, no fue hasta el año 1960 cuando Theodore Maiman construye el primer máser óptico o aparato emisor de luz láser de la historia en el Hughes Research Laboratory de Malibú (EEUU) usando como medio activo un rubí sintético.<sup>(2)</sup>

Posteriormente, se fueron logrando gran variedad de sistemas de emisión láser tanto en función de sus componentes, (20 Estudio de las aplicaciones clínicas del láser de diodo InGaAsP (980nm) en Periodoncia e Implantología) (medio activo, sistema de bombeo, etc) como en función de las características de la radiación emitida.<sup>(3)</sup>

Los láseres se han empleado en Medicina prácticamente desde sus comienzos, la primera cirugía con láser se realizó en el Hospital Presbiteriano de Nueva York en 1961 y consistió en la retirada de un pequeño tumor de retina que impedía la visión. En 1962 se desarrolla el primer láser semiconductor y más tarde, en 1965, los doctores Sinclair y Knoll tras algunas modificaciones adaptan este tipo de radiación láser a la práctica terapéutica.<sup>(4,5,6)</sup>

El desarrollo de la tecnología láser ha supuesto un gran avance en el área médica posibilitando grandes cambios en los procedimientos terapéuticos, reduciendo los tiempos quirúrgicos y mejorando el postoperatorio de los pacientes. Dentro del campo de la Medicina, F.A. L'Esperance fue el primero en comunicar el empleo clínico del láser de Argón, en Oftalmología, en 1968.<sup>(4)</sup> Posteriormente, Strong y Jako<sup>(5)</sup> informaron de la primera utilización clínica en Otorrinolaringología de un láser de

dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en 1972. En 1977, Keifhaber y cols, <sup>(6)</sup> notificaron la primera aplicación clínica de un láser de neodimio:itrio-aluminio-granate (Nd:YAG) en cirugía gastrointestinal.

El trabajo que se presenta tiene como objetivo analizar el valor de la terapia fotobiomoduladora láser en estomatología y proporcionar evidencia de los impactos y riesgos fisiológicos subyacentes a su empleo, en especial atención a los efectos terapéuticos.

### **Desarrollo**

Se realizó una revisión bibliográfica y análisis documental, ello aportó información de actualidad sobre la terapia fotobiomoduladora láser en estomatología, la identificación del estado del arte en este tema, así como la tendencia y metas en el contexto nacional e internacional; lo cual permitió profundizar en la evolución y desarrollo de esta técnica, sus ventajas y desventajas. Se utilizaron bases de datos electrónicas como los INDICES (CSIC), MEDLINE, Scopus, Web of Science (WOS), SciELO (Scientific Electronic Library Online), REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal), e-Ciencia, DART, DIALNET - Tesis doctorales, OPENTHESIS y las bases de datos documentales nacionales de revistas científicas de Ciencias de la Salud y áreas afines.

### **Terapia fotobiomoduladora láser en Estomatología**

El empleo de la tecnología láser en Estomatología, no es nuevo, los primeros estudios “in vitro” datan de la década de los años sesenta, pero no es hasta los inicios de los años ochenta cuando se utiliza en la práctica clínica. En 1964, año en que se comercializa el primer láser de uso médico, el Journal of Dental Research publica un artículo sobre el efecto del láser en el esmalte y la dentina dental. <sup>(7,8,9,10)</sup>

Las investigaciones sobre el uso del láser en esta área del conocimiento se fueron sucediendo hasta que en 1988 en el Iº Congreso de Láser en Tokyo (Japón) presidido por el Profesor Hajime Yamamoto se fundó la ISLD (International Society of Laser Dentistry) pero es posteriormente, en mayo de 1990, cuando se inicia realmente la aplicación clínica del láser en Estomatología al autorizar la FDA (Food and Drug

Administration) un láser pulsado de Nd:YAG (Neodimio: itrio-aluminio-granate) para cirugía intraoral de tejidos blandos desarrollado por Myers y Myers y reconocido como el primer láser diseñado específicamente para su uso odontológico. <sup>(11)</sup>

Actualmente, los avances técnicos y científicos se suceden rápidamente, se investigan nuevos tipos de láseres con propiedades y aplicaciones diferentes, logrando ampliar la gama de indicaciones y aplicaciones terapéuticas.

La tecnología láser es un campo tan dinámico que lo que era un adelanto de laboratorio hace uno o dos años puede haberse convertido ahora, en un producto comercial de uso clínico habitual. Los láseres de CO<sub>2</sub>; Nd:YAG; Er:YAG, Ho:YAG, Cr:SIG y los láseres de diodos están hoy disponibles para su aplicación en las distintas especialidades odontológicas y existen láseres adecuados para cada tipo de tratamiento dentario (p.ej: blanqueamiento dental, desbridamiento surcular, raspaje y alisado radicular, preparación de cavidades, ablación selectiva de caries, cirugía de tejidos blandos, apicectomías, implantología, entre otras). <sup>(12,13)</sup>

### **Tipos de láser**

Se deben distinguir dos grandes grupos de láseres: de alta potencia o quirúrgicos (HLLL por sus siglas en inglés) y de baja potencia o terapéuticos (LLLT por sus siglas en inglés) (terapia fotobiomoduladora con Láser como nomenclatura internacional actual). <sup>(14,15,16,17)</sup>

Los láseres de baja energía (LLLT), terapéuticos o blandos, carecen del efecto térmico que ocurre en los de alta potencia y su superficie de actuación es mayor; de este modo, el calor se dispersa, produciendo efectos de bioestimulación celular, regeneración tisular, alivio del dolor, y aceleración del proceso de cicatrización. Los láseres blandos (Arseniuro de Galio, Arseniuro de Galio/Aluminio, Helio/Neón, y otros) no se indican para procedimiento quirúrgicos. <sup>(18,19,20)</sup>

Los láseres de alta intensidad o quirúrgicos (HILT) producen un efecto térmico sobre el tejido irradiado. Dentro de este grupo se encuentran fundamentalmente, los láseres de CO<sub>2</sub>, Argón, Nd-YAG, Ho-YAG, Er: YAG y los láseres de diodo. Los láseres de baja intensidad de energía (LILT) o también denominados láseres blandos o terapéuticos

en cambio, no producen aumento de temperatura; presentan efectos especiales como la bioestimulación que mejora la cicatrización, efectos analgésicos y efectos antiinflamatorios, permiten un uso de forma aislada o como coadyuvante en tratamientos convencionales. Dentro de este grupo se encuentran, por ejemplo: el láser de diodo semiconductor (ArGa) o el láser de He-Ne. <sup>(21)</sup>

Clasificación de los láseres teniendo en cuenta la Potencia (W) según la longitud de Onda (nm).

La CLASE de un láser es un indicador directo del grado de peligrosidad que supone la utilización de un dispositivo de estas características. Los tres factores que principalmente definen la CLASE de un láser son: <sup>(22,23,24)</sup>

- Longitud de onda.
  - Duración / tiempo de exposición.
  - Potencia / energía del haz.
- I. Hasta la aparición de la norma UNE EN 60825-1/A2, las clases de láser eran cinco (5), a saber: Clase 1; Clase 2; Clase 3a; Clase 3b; Clase 4. Actualmente ya no se sigue dicha clasificación.
  - II. Tras la aparición de la norma UNE EN 60825-1/A2, las nuevas clases son (7), esto es: Clase 1; Clase 1m; Clase 2; Clase 2m, Clase 3r; Clase 3b; Clase 4. Por el contrario, la clase 3a desaparece con esta norma (excepto en los equipos antiguos, claro está). Esta es una tabla resumen con las nuevas Clases:

**Cuadro 1. Riesgos derivables, atendiendo a criterios de la clasificación vigente (UNE EN 60825-1/A2)**

<b>“CLASE” DE SISTEMA LÁSER</b>	<b>RIESGOS DERIVABLES</b>
<b>Clase 1</b>	No generan riesgos si se usan con normalidad. No es previsible que causen daño ocular aunque el operador emplease algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa.
<b>Clase 1M</b>	No generan riesgos si se usan con normalidad, pero podrían causar daño ocular si el operador emplea algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa.

<b>Clase 2</b>	Podría causar daños oculares. A priori los mecanismos de aversión como el reflejo parpebral* son suficientes (normalmente) como protección. El riesgo de padecer daño ocular aumenta si el operador emplea algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa.
<b>Clase 2M</b>	Puede causar daños oculares. El riesgo de padecer daño ocular aumenta muy notablemente si el operador emplea algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa.
<b>Clase 3R EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>	La visión directa del haz es potencialmente peligrosa, aunque en menor medida que láser 3B. Pueden causar daños oculares agudos y crónicos. EXTREMAR PRECAUCIÓN.
<b>Clase 3B EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>	La visión directa del haz es siempre peligrosa. La visión de reflexiones difusas podría según casos, se peligrosa también. Pueden causar daños oculares agudos y crónicos. EXTREMAR PRECAUCIÓN.
<b>Clase 4 EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>	Pueden causar daños oculares y cutáneos agudos o crónicos si se entra en contacto directo, indirecto, o por reflexión, con el haz láser. También pueden originar incendios. EXTREMAR PRECAUCIÓN.

La energía de un láser interacciona con el tejido diana de cuatro formas distintas, dependiendo de las propiedades ópticas del tejido y la longitud de onda utilizada.

1. **Reflexión**, una porción del rayo incidente puede reflejarse en la superficie sin penetración o interacción de la energía lumínica sobre el tejido. Se trata del reflejo del haz sobre sí mismo desde la superficie del tejido, lo que carece de efecto sobre el tejido diana.
2. **Absorción** de la energía láser por el tejido diana previsto. Se trata del efecto que espera conseguirse con la aplicación del láser y depende de las características tisulares, como la pigmentación y el contenido acuoso, y de la longitud de onda del láser y el modo de emisión.
3. **Transmisión** de la energía láser directamente a través del tejido, sin ningún efecto sobre el tejido diana. Esta interacción también depende en gran medida de la longitud de onda del láser.
4. **Dispersión** de la luz láser. La luz remanente puede penetrar el tejido y dispersarse sin producir un efecto notable sobre el tejido. La dispersión del haz de láser podría

transferir calor a los tejidos adyacentes a la zona de aplicación con aparición de algún tipo de lesión térmica no deseada.

### **Efectos del láser**

El efecto principal y beneficioso de la energía láser es la absorción de la luz láser por el tejido biológico. La cirugía láser optimiza estos efectos fotobiológicos, las incisiones y las escisiones quirúrgicas limpias, precisas y con hemostasia son algunas de las ventajas de los láseres en cirugía.

Los láseres en Periodoncia e Implantología tienen efectos fotoacústicos, así la energía láser aplicada en forma de pulso sobre los tejidos duros dentales puede producir una onda de choque responsable de la explosión o pulverización del tejido con la consiguiente creación de un cráter poroso.

Es importante reconocer que estas interacciones del láser sobre el tejido no son excluyentes, ocurren comúnmente en proporciones variables. Esto puede ser atribuido a las variaciones químicas y moleculares encontradas en los distintos sistemas biológicos y tejidos. En la mayor parte de los casos la extensión de la interacción es directamente proporcional al nivel de absorción por el tejido de las distintas longitudes de onda.

La respuesta particular que puede manifestar un tejido después de interactuar sobre él la luz del láser, no depende sólo de la longitud de onda de la misma, sino también de otras variables o parámetros, como la densidad de potencia y el tiempo de exposición.

En el caso de la piel, la profundidad de penetración de un haz láser variará también con la longitud de onda, pero la reacción normal cuando hay una sobreexposición será una quemadura más o menos profunda, que con el tiempo puede regenerar.

Cuando la radiación **láser de es de baja potencia** y actúa sobre el tejido, se produce la interacción de los fotones con diferentes estructuras celulares y tisulares, a través de los fotorreceptores.<sup>(23,24,25,26,27)</sup> Esto proporciona diferentes efectos biológicos dentro de los que encontramos:

1. **Efecto analgésico:** Se plantea que la radiación láser logra analgesia por los mecanismos de los efectos primarios bioquímicos, bioeléctricos y bioenergéticos, explicados posteriormente, se describe en la literatura que generalmente produce un efecto analgésico en un rango de 12 a 72 horas. <sup>(10,20,27,28)</sup>
2. **Efecto antiinflamatorio:** la terapia fotobiomoduladora logra un incremento en la velocidad de crecimiento de los vasos sanguíneos a partir de los ya existentes logrando en los primeros minutos de la aplicación (20 min) una vasodilatación de la zona tratada y aumentando el trofismo celular en el área afectada. <sup>(10, 20,27,28)</sup>
3. **Efecto de regeneración tisular:** se basa en el incremento de la multiplicación celular, la activación en la producción de colágeno y fosfatasa alcalina, la activación del endotelio vascular, aumento de fibras colágenas y elásticas, regeneración de fibras nerviosas y de tejido óseo, incremento en la velocidad de crecimiento de los vasos sanguíneos a partir de los ya existentes, y la inducción a partir de las células epiteliales adyacentes a la lesión, de la reepitelización. Como resultado se obtiene la reparación acelerada y completa de los tejidos dañados. <sup>(10, 20,29,30)</sup>

Cuando se absorbe la luz ocurre un fenómeno llamado efecto **SCATERING**, que se puede observar cuando utilizamos láser de alta potencia o baja potencia. Cuando incidimos con un aplicador rojo o infrarrojo (terapia fotobiomoduladora con láser o laser de baja potencia), la luz sobre el tejido (piel o mucosas), observamos una iluminación en forma de anillos concéntricos, en los que la mayor intensidad aparece desde el centro a la periferia. El spot de salida del haz de luz es de apenas 3 mm, de manera que el resto de la energía que se dispersa tiene poco valor biológico. Esta se observa en el caso de los láseres visibles de baja potencia, como anillos de luz más tenues alrededor del punto de aplicación donde se deposita la luz láser. El efecto scatering muestra la extensión en diámetro, de los efectos hacia las zonas circundantes de tejido. <sup>(10,31,32,33)</sup>

La teoría de los fotorreceptores es la teoría que ha sobrevivido el paso del tiempo, para dar explicación a los efectos biológicos del láser. Plantea la presencia, en el tejido, de un grupo de moléculas especializadas que tienen la función de consumir o

absorber la energía del láser. Estas sustancias o moléculas, a su vez forman parte de los diferentes procesos biológicos. Al final y bajo la influencia de la radiación se activan mecanismos o funciones biológicas. Dentro de los fotorreceptores biológicos, específicos y conocidos, se mencionan la clorofila, la rodopsina, la bacteriorrodopsina y los fotocromos, entre otros.<sup>(8,34)</sup>

De los fotorreceptores no especializados, que han tenido un auge en las investigaciones del láser en los últimos años del pasado siglo, llamados también “fotoaceptores”, se ha dicho que constituyen moléculas de fermentos de muy variada morfología, distribuidas a lo largo de todas las células del organismo humano. Estas moléculas intervienen en el metabolismo celular sin necesidad de energía luminosa, pero en cambio, al incidir sobre estas una irradiación de determinada longitud de onda, absorben los fotones aportados por tal emisión y provocan una variación del metabolismo celular. Dentro de estas se mencionan, las flavoproteínas, las porfirinas (catalasas, citocromoxidasas) y las metaloproteínas (sobre todo en las que interviene el cobre), entre otras.<sup>(8,34,35)</sup>

La idea esencial es que la irradiación llega hasta una molécula o fotoproducto débil. Este se convierte en un fotoproducto estable, que desempeña su papel como intermediario en las diferentes reacciones biológicas. En este sentido, se refieren a enzimas específicas o sus cofactores, lo cual es posible si se tiene en cuenta lo lábil que resultan los mecanismos de regulación enzimática.

La acción del láser disminuye la secreción de prostaglandinas G y E2, produce fenómenos bioquímicos que facilitan la liberación de sustancias endorfinas y aumenta la producción de cierta serie de aminas que intervienen en la síntesis de aminoácidos esenciales del grupo activo de las endorfinas, y el efecto analgésico se logra casi de forma inmediata.<sup>(8,36,37,38)</sup>

En el caso del láser, desde el punto de vista fotobiológico y como resultado de todo lo anteriormente expuesto, se producen fundamentalmente tres efectos primarios, cuyas características dependen directamente de los parámetros de irradiación. Estos efectos primarios son: Efecto bioquímico, Efecto bioeléctrico y Efecto bioenergético.<sup>(8,39)</sup>

- 1. Efecto bioquímico.** Se estimula la liberación de sustancias vasoactivas, la modulación de la actividad enzimática, la producción de ATP con variaciones de los niveles de AMPc, así como un bloqueo de la acción de prostaglandinas; se plantean cambios en la velocidad de síntesis de ARN y ADN, que se relacionan con un incremento de la división celular. Se produce liberación de betaendorfinas y regulación de la síntesis de colágeno que luego repercute en su capacidad de remodelar la cicatrización y en la regeneración de tejido conjuntivo. Se describe una elevación de los niveles de succinato deshidrogenasa en los tejidos irradiados. Se liberan una serie de mediadores químicos, entre los que se encuentran diferentes sustancias eutacoides<sup>14</sup> o aminas vasoactivas (histamina y serotonina), proteasas plasmáticas (sistema de las quininas, bradiquinina y kaliceína, sistema del complemento y sistema fibrinolítico), se modifican los niveles de productos del metabolismo, como son el ácido araquidónico, vía ciclooxigenasa, endoperóxidos, prostaglandinas y trombohexano. Además, se liberan constituyentes lisosómicos (proteasas neutras), radicales libres derivados del oxígeno y fosfoglicéridos-alquilacetilados, todos vinculados al proceso fisiopatológico. <sup>(8,23,40)</sup>
- 2. Efecto bioeléctrico.** Se plantea una estabilización del potencial de membrana (dada por variaciones en la movilidad iónica, y aumento del ATP intracelular), se produce una estimulación de la bomba Na-K, con hiperpolarización de la membrana celular. Sobre este acápite, se evaluó hace algunos años, el valor del carácter pulsado y la acción específica de determinadas frecuencias en las membranas de las células nerviosas, de algunos tipos de láser. Este concepto se ha refutado por la efectividad de modernos láseres de emisión continua. De este modo, ha prevalecido la importancia de determinadas longitudes de onda que tienen una acción específica sobre las membranas biológicas, específicamente en las células del sistema nervioso. <sup>(8,23,40)</sup>
- 3. Efecto bioenergético.** Se planteó desde épocas tan tempranas como el año 1923, en que un científico (Gurvich) postuló que existía un lenguaje intercelular que va más allá de la estructura anatómica y se establecía en un nivel energético superpuesto a esta estructura. Posteriormente Popp, en 1960,

definió el rango de irradiación electromagnética de este lenguaje celular entre 625 y 700 nm y planteó un posible mecanismo de inducción biológica que derivaba en un fenómeno de cascada. Años más tarde, Inyushin, de la escuela soviética, propuso, basado en estos y otros experimentos, la teoría del bioplasma y describió una estructura funcional energética sobre la estructura morfológica conocida de la célula, este nivel energético donde actúa la irradiación y de esta manera se explican los efectos biológicos del láser. <sup>(8,23,40)</sup>

El efecto terapéutico del láser ocurre a partir de la combinación de los efectos primarios, se logra una estimulación circulatoria y antiedematosa, denominada por algunos autores, como los efectos indirectos. De esta manera, se propician las condiciones para producir los efectos generales o la influencia terapéutica fundamental del láser de baja potencia los que se clasifican para su mejor explicación en: acción analgésica, acción antiinflamatoria, acción trófica y regeneración hística.

La acción trófica del láser de baja potencia es su principal atributo. Contribuyen a este efecto, el aumento de la circulación periférica y del número de polimorfonucleares, activación fagocitaria, activación de la función mitocondrial, aumento en los niveles de ATP mitocondrial, síntesis activa de ARN y producción de ADN; además, la modulación de la actividad enzimática, incremento en el número y actividad de los lisosomas (más autólisis), estimulación de la mitosis y aumento de la celularidad (neovascularización y granulación), regulación de la fibrillogénesis por los fibroblastos y, por último, mayor calidad del proceso de cicatrización. <sup>(8,23,26)</sup>

Estudios experimentales en cultivo de células describen que cuando se irradia con láser de baja potencia en pequeñas dosis, se estimula de manera significativa la proliferación celular, a partir de la activación de los ADN y la síntesis proteica. Igualmente se ha comprobado un incremento de la enzima succinildehidrogenasa, cuya actividad está íntimamente relacionada con la síntesis proteica. <sup>(8,23,26,41)</sup>

En los modelos animales investigados, se ha puesto en evidencia el control de la infección y la mejor calidad de la cicatrización. Incluso, desde estos niveles de experimentación, se ha planteado la importancia de programar un tratamiento

dinámico, que tenga cambios en los parámetros de estimulación según la evolución de la lesión.<sup>(8,16,41)</sup>

Se ha logrado la activación de ADN precolágeno, así como la dilatación de los retículos endoplasmáticos de las células. Además de esto, el aumento en el número de mitocondrias sugiere la gran actividad celular dedicada a la síntesis de colágeno. El colágeno es la sustancia fundamental para el soporte en cualquier tipo de tejido, es imprescindible para conformar la arquitectura hística en un proceso de cicatrización. La formación acelerada de fibras colágenas y elásticas, inducida por el láser de baja potencia, es capaz de estimular, incluso, la regeneración de estructuras complejas como un tendón, después de una tenotomía. Se ha demostrado que el láser puede estimular la capacidad de diferenciación celular a favor de las necesidades del tejido, de esta forma se logra que los fibroblastos se transformen en miofibroblastos.<sup>(23,24,26)</sup>

Esta producción de proteína colágena y su distribución en forma guiada y organizada, permite la cicatrización de las heridas en un tiempo menor que el fisiológico y plantea la posibilidad de una cicatrización sin esscaras hipertróficas o queloides.<sup>(26)</sup>

Por la acción del láser sobre las células del endotelio vascular, se incrementa la actividad mitótica y se producen aceleradamente yemas o brotes de los vasos existentes, lo que modula la neoformación de microcapilares.

Paralelamente, el láser de baja potencia estimula la proliferación de células osteoblásticas e incrementa la capacidad reparativa del tejido óseo en vivo. Se ha demostrado, además, que, en fracturas de fémur irradiadas con láser de baja potencia, la expresión de fosfatasa alcalina se incrementa comparada con un grupo control no irradiado. En este sentido, también se ha comprobado la aceleración en la mineralización del callo óseo, cuando se utiliza este tipo de radiación. Se plantea que este efecto bioestimulativo para la mineralización, puede estar dado por la fotobioactivación y, secundariamente, por la fotoacústica generada por los láseres pulsados.

En el campo de la estomatología se han tenido diversas experiencias en la reparación hística de lesiones inflamatorias y degenerativas. El efecto regenerador es el que más

se ha estudiado para el láser de baja potencia. Ha sido objeto de amplios estudios que incluyen algunas revisiones Cochrane.

## **Ventajas, desventajas y contraindicaciones del láser de baja potencia**

### **Ventajas:**

- Se ha demostrado que la terapia con láser reduce el dolor y la inflamación.
- En el trastorno de la articulación temporomandibular el láser de baja potencia acelera la reparación de los tejidos dañados.
- Las lesiones agudas y crónicas pueden tratarse con láser de baja potencia.
- Es una alternativa de tratamiento efectiva y no dolorosa.

### **Desventajas:**

- Después de la primera terapia, algunos pacientes no se recuperan completamente de su dolor.
- Requiere de múltiples sesiones para completar el tratamiento.
- En lesiones crónicas es menos efectiva.
- Somnolencia y vértigo durante la aplicación en la patología disfuncional de la articulación temporomandibular

### **Contraindicaciones:**

#### **Absolutas:**

- Pacientes con diagnóstico de cáncer.
- Irradiación directa e indirecta sobre el globo ocular.
- Pacientes con epilepsia fotosensibles deben ser informados de que la luz visible pulsada de baja frecuencia (30 Hz) puede provocar una convulsión.
- Pacientes con marcapasos.
- Pacientes con hemorragias, trombosis venosa o arteriopatías.
- Irradiación de la glándula tiroides.
- Pacientes con mastopatía fibroquística.
- Irradiación prolongada en niños en edad de crecimiento.

- Pacientes con infarto de miocardio reciente.

### **Relativas:**

- Contraindicado su uso en el tratamiento directamente sobre el feto en crecimiento en mujeres embarazadas.
- Infecciones bacterianas sin previa cobertura antibiótica.
- Combinación con fármacos que producen fotosensibilidad.
- Piel sensible a la luz.
- Dolor de origen orgánico o visceral.
- Distiroidismo.

### **Conclusiones**

La terapia láser de baja potencia es un tratamiento complementario útil sobre los tejidos duros y blandos de la cavidad bucal, tiene un efecto positivo con menos efectos secundarios. Acelera la cicatrización del tejido óseo y gingival, así como disminuye los efectos adversos de la cirugía periodontal.

Todavía queda mucho por aprender sobre los mecanismos de acción, la identificación de las ventanas terapéuticas y la correcta evaluación de los fenómenos biológicos subyacentes.

## Referencias bibliográficas

1. Einstein A. Zür quantentheorie der strahlung. On the quantum theory of radiation. *Physiol Z.* 1917; 18:121-8.
2. Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature.* 1960; 187:493-4.
3. Marti L. *Tecnología Láser en Medicina.* Valencia: Ed Aido; 1997.
4. L'Eperance FA. An ophthalmic argon laser photocoagulation system: design, construction, and laboratory investigations. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1968; 66:827-904.
5. Strong MS, Jako GJ. Laser surgery in the larynx: early clinical experience with continuous CO<sub>2</sub> laser. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1972 ; 81(6):791-8.
6. Kiefhaber P, Nath G, Morits K. Endoscopic control of massive gastrointestinal hemorrhage by irradiation with high-power Neodimium-YAG laser. *Prog Surg.* 1977;15:140-55
7. Stern RH, Sognnaes RF. Laser beam effect on dental hard tissues. *J Dent Res.* 1964; 43:873.
8. Miserendino LJ, Pick RM. *Lasers in Dentistry.* Chicago: Quintessence Publishing Co; 1995.
9. Myers TD. The future of lasers in dentistry. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2000 [citado 5 Mar 2024]; 44(4):971-80. Disponible en: <https://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0011853222013325>
10. Valiente, Carolina. Garrigó, María Isela. *Laserterapia y Laserpuntura para estomatología.* La Habana: Ecimed; 2006.
11. Yamamoto H, Sato K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd:YAG laser irradiation. *J Dent Res* 1980; 59:137.
12. Rathod A, Jaiswal P, Bajaj P. Implementation of Low-Level Laser Therapy in Dentistry: A Review. *Cureus* [Internet]. 2022 [citado 29 Mar 2024]; 14(9):2-7.

Disponible en: <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC9534528&blobtype=pdf>

13. Brinda Devi R. Low-level laser therapy in periodontics: a review article. J Dent Educ [Internet]. 2018 [citado 29 Mar 2024]; 4(2) :12-6. Disponible en: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/506449>
14. Domah F, Shah R, Nurmatov UB, Tagiyeva N. The use of low-level laser therapy to reduce postoperative morbidity after third molar surgery: a systematic review and meta-analysis. J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2021 [citado 29 Mar 2024]; 79(313):1-19. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278239120311368>
15. Yavagal CM, Lal A, Chavan Patil VV, Yavagal PC, Neelakantappa KK, Hariharan M: Efficacy of laser photobiomodulation pulpotomy in human primary teeth: a randomized controlled trial. J Indian Soc Pedod Prev Dent [Internet]. 2021 [citado 29 Mar 2024]; 39:436-41. Disponible en: [https://journals.lww.com/jped/fulltext/2021/39040/Efficacy\\_of\\_laser\\_photobiomodulation\\_pulpotomy\\_in.18.aspx](https://journals.lww.com/jped/fulltext/2021/39040/Efficacy_of_laser_photobiomodulation_pulpotomy_in.18.aspx)
16. Mark Cronshaw, Steven Parker, Eugenia Anagnostaki, Valina Mylona, Edward Lynch, Martin Grootveld. Photobiomodulation Dose Parameters in Dentistry: A Systematic Review and Meta-Analysis. Dent J [Internet]. 2020 [citado 29 Mar 2024];8(114):2-25. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7711492/pdf/dentistry-08-00114.pdf>
17. Pawelczyk-Madalinska M, Benedicenti S, Salagean T, Bordea IR, Hanna R. Impact of adjunctive diode laser application to non-surgical periodontal therapy on clinical, microbiological and immunological outcomes in management of chronic periodontitis: A systematic review of human randomized controlled trials. J Inflamm Res [Internet]. 2021 [citado 29 Mar 2024]; 14: 2515–2545. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/JIR.S304946>
18. España R, García C, Domínguez A, et al. Protocolos y guías de práctica clínica del láser en odontología. Consejo de Dentistas de España [Internet]. 2019 [citado

- el 14 de diciembre de 2023]; 64 p. Disponible en: [http://esproden.com/wp-content/uploads/Protocolo\\_Laser\\_enodontolog%C3%ADa-Consejo-de-dentistas.pdf](http://esproden.com/wp-content/uploads/Protocolo_Laser_enodontolog%C3%ADa-Consejo-de-dentistas.pdf)
19. Rodríguez Y, Wong L and Barriga NM. Aplicaciones del láser de diodo en la práctica odontológica. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas 2023;42:e2927 Disponible en: <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/2927>
  20. Hinojosa PF. El láser odontológico: ¿una alternativa en nuestra especialidad médica?. Editorial. Rev Estomatol Herediana. 2023 Jul-Sep;33(3):189-190 DOI: <https://doi.org/10.20453/reh.v33i3.4933>
  21. Gómez P. Diodo Láser de alta potencia óptica. Revista española electrónica [Internet]. 2021 [consultado el 20 de marzo del 2022];804(1):14-59. Disponible en: <https://www.redeweb.com/Noviembre2021.pdf>
  22. Ibáñez JE and Romo G. Clasificación de los equipos Láseres utilizados en el ámbito sanitario. Ocronos. Vol. V. Nº 2–Febrero 2022. Pág. Inicial: Vol. V; nº 2: 48 [citado 20 Mar 2024]; Disponible en: [https://revistamedica.com/clasificacion-equipos-laseres/#google\\_vignette](https://revistamedica.com/clasificacion-equipos-laseres/#google_vignette)
  23. Lipika G, Ashim A. Low Level Laser Therapy In Dentistry: A Systematic Review. European Journal of Molecular Clinical Medicine [Internet]. 2020 [citado 20 Mar 2024]; 07(06):648-657. Disponible en: <https://ejmcm.com/uploads/paper/86e6141c4871154fbd8b31015045ad61.pdf>
  24. Madruga MD, SILVA AF, ROSA WL, Piva E, Lund RG. Evaluation of dentin hypersensitivity treatment with glass ionomer cements: A randomized clinical trial. Brazilian oral research [Internet]. 2017 Jan [citado 27 Feb 2018]; 31:e3. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bor/a/Z3fHGtygrsK3vLfBkWYrnvG/>
  25. Rosales Berber M Á, Torre G, Saavedra LH, Marquez R, Ruiz MS, Pozos AJ, et al. Usos del láser terapéutico en Odontopediatría: Revisión de la literatura. Reporte de casos. Int J Dent [Internet]. 2018 [citado 4 Feb 2019]; 20(3):51-59 Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/odovtos/v20n3/2215-3411-odovtos-20-03-51.pdf>

26. Kohale BR, Agrawal AA, Raut CP. Effect of low-level laser therapy on wound healing and patients' response after scalpel gingivectomy: a randomized clinical split-mouth study. J Indian Soc Periodontol [Internet]. 2018 [citado 29 Mar 2024]; 22(5): 419-26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6128133/>
27. Pouremadi N, Motaghi A, Safdari R, Zarean P, Rashad A, Zarean P, et al. Clinical outcomes of low-level laser therapy in management of advanced implant surgery complications: a comparative clinical study. J Contemp Dent Pract [Internet]. 2019 [citado 29 Mar 2024]; 20(1):78-82. Disponible en: <https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-2479>
28. Kumar S, Kumar S, Hassan N, Anjan R, Shaikh S, Bhowmick DA. A Comparative Assessment of the Effect of Professional Oral Hygiene Measures on the Periodontal Health of Patients Undergoing Fixed Orthodontic Appliance Therapy. J Pharm Bioallied Sci [Internet]. 2021 [citado 29 Mar 2024]; 13( 2): 1324–1326. Disponible en: [https://journals.lww.com/jpbs/fulltext/2021/13002/a\\_comparative\\_assessment\\_of\\_the\\_effect\\_of.90.aspx](https://journals.lww.com/jpbs/fulltext/2021/13002/a_comparative_assessment_of_the_effect_of.90.aspx)
29. Ezber A, Tas, demir 'I, Yılmaz HE, Narin F, Sağlam M. Different application procedures of Nd:YAG laser as an adjunct to scaling and root planning in smokers with stage III grade C periodontitis: A single-blind, randomized controlled trial. Ir J Med Sci [Internet]. 2022 [citado 29 Mar 2024]; 192:457–466. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11845-022-02940-z>
30. Lafzi A, Mojahedi SM, Mirakhori M, Torshabi M, Kadkhodazadeh M, Amid R et al. Effect of one and two sessions of antimicrobial photodynamic therapy on clinical and microbial outcomes of non-surgical management of chronic periodontitis: A clinical study. J Adv Periodontol Implant Dent [Internet]. 2019 [citado 29 Mar 2024]; 11(2):85–93. Disponible en:
31. Cronshaw M, Parker S, Anagnostaki E, Mylona V, Lynch E, Grootveld M. Photobiomodulation and Oral Mucositis: A Systematic Review. Dent J [Internet].

- 2020 [citado 29 Mar 2024]; 8(3): 87. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-6767/8/3/87>
32. Lazař L, Dako T, Mărtu MA, Bica CI, Bud A, Suciú M, et al. Effects of Laser Therapy on Periodontal Status in Adult Patients Undergoing Orthodontic Treatment Diagnostics [Internet]. 2022 [citado 29 Mar 2024]; 12(11): 2672. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4418/12/11/2672>
  33. Theodoro LH, Marcantonio RAC, Wainwright M, Garcia VG. LASER in periodontal treatment: Is it an effective treatment or science fiction? Braz Oral Res [Internet]. 2021 [citado 28 Mar 2024]; 35: e099. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bor/a/mRDbpkVXxvn7SczMpMc4mXR/>
  34. Feslihan E, Erođlu CN. Can Photobiomodulation Therapy Be an Alternative to Methylprednisolone in Reducing Pain, Swelling, and Trismus After Removal of Impacted Third Molars. Photobiomodulation Photomed. Laser Surg [Internet]. 2019 [citado 29 Mar 2024]; 37(11): 700–705. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/photob.2019.4696>
  35. Salvi GE, Stähli A, Schmidt JC, Ramseier CA., Sculean A, Walter C. Adjunctive laser or antimicrobial photodynamic therapy to non-surgical mechanical instrumentation in patients with untreated periodontitis: A systematic review and meta-analysis. J. Clin. Periodontol [Internet]. 2020 [citado 29 Mar 2024]; 47(22): 176–198. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jcpe.13236>
  36. Nicotra C, Polizzi A, Zappalà G, Leonida A, Indelicato F, Caccianiga G. A Comparative Assessment of Pain Caused by the Placement of Banded Orthodontic Appliances with and without Low-Level Laser Therapy: A Randomized Controlled Prospective Study. Dent. J [Internet]. 2020 [citado 29 Mar 2024]; 8(24):2-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7148524/pdf/dentistry-08-00024.pdf>
  37. Flieger R, Gedrange T, Grzech-Lesniak K, Dominiak M, Matys J. Low-Level Laser Therapy with a 635 nm Diode Laser Affects Orthodontic Mini-Implants Stability: A

- Randomized Clinical Split-Mouth Trial. J Clin Med [Internet]. 2020 [citado 29 Mar 2024]; 9(112):2-11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7019927/pdf/jcm-09-00112.pdf>
38. Sanz M, Herrera D, Kebschull M, Chapple I, Jepsen S, Beglundh T et al. Treatment of stage I-III periodontitis: The EFP S3 level clinical practice guideline. J. Clin. Periodontol [Internet]. 2020 [citado 29 Mar 2024]; 47(22):4–60. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jcpe.13290>
  39. Dalvi S, Benedicenti S, Sălăgean T, Bordea IR, Hanna R. Effectiveness of Antimicrobial Photodynamic Therapy in the Treatment of Periodontitis: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vivo Human Randomized Controlled Clinical Trials. Pharmaceutics [Internet]. 2021 [citado 29 Mar 2024]; 13(6): 836. Disponible en: [https://mdpi-res.com/d\\_attachment/pharmaceutics/pharmaceutics-13-00836/article\\_deploy/pharmaceutics-13-00836-v2.pdf?version=1623051357](https://mdpi-res.com/d_attachment/pharmaceutics/pharmaceutics-13-00836/article_deploy/pharmaceutics-13-00836-v2.pdf?version=1623051357)
  40. Sufaru IG, Martu MA, Luchian I, Stoleriu S, Diaconu-Popa D, Martu C, et al. The Effects of 810 nm Diode Laser and Indocyanine Green on Periodontal Parameters and HbA1c in Patients with Periodontitis and Type II Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Study. Diagnostics [Internet]. 2022 [citado 29 Mar 2024]; 2;12(7): 1614. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9319308/>
  41. Ren C, McGrath C, Gu M, Zhang C, Kumoi FH. Low-level laser therapy-aided orthodontic treatment of periodontally compromised patients: A randomized controlled trial. Lasers Med Sci [Internet]. 2020 [citado 29 Mar 2024]; 35(3):729–739. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10103-019-02923-0>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses