

01421
199



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL RAYO
LÁSER EN TRATAMIENTOS ODONTOLÓGICOS**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :


ROSA YOLET MARTÍNEZ VARELA

DIRECTORA: DRA. MIRELLA FEINGOLD STEINER
ASESOR: C.D. MANUEL NORBERTO CALZADA NOVA





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Primeramente quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado la oportunidad de estudiar, de realizarme como persona y como profesionista. Deseo manifestar mi profunda gratitud a los maestros que a lo largo de mi vida universitaria me guiaron adecuadamente; en especial a mi asesor C.D. Manuel Norberto Calzada Nova y a la Dra. Mirella Feingold Steiner, porque sin su ayuda no hubiera podido realizar mi tesina y así cumplir el sueño de mi vida.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso
el contenido de mi trabajo receptivo

NOMBRE: Martínez Varela

Rosa Yelit

FECHA: 28-Abr-05

FIRMA: [Firma]

B

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Dedicatoria

A todas las personas que ayudaron a cumplir mi gran sueño; primeramente a mis papás gracias por darme la vida y guiarme siempre por el buen camino con todo su amor y comprensión sobre todo en aquellos momentos en los que más lo necesitaba. A mi amado esposo Carlos gracias por impulsarme día a día con amor. A mi hijita Michelle y a mi bebé Alejandro que son la luz que ilumina todos los días de mi vida con ternura y felicidad. A mis hermanas Carolina, Roxana y Mariana por todos los momentos tan divertidos que hemos vivido juntas y por siempre apoyarme en todo momento. A mi suegra que también contribuyó a culminar mi sueño con su valiosa ayuda. Y sobre todo a Dios por bendecirme y por ponerme a mi lado a todas estas personas maravillosas.

9

INDICE

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	3
2.1 Definición de láser.....	5
2.2 Física láser.....	5
a) Componentes del láser	10
b) Manejo y transmisión de la radiación láser.....	15
2.3 Clasificación del láser.....	16
2.4 Láser de baja potencia o terapéuticos.....	19
a) Efectos fisiológicos de la radiación láser: Analgésicos y Antiinflamatorios	20
b) Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia (procesos inflamatorios).....	21
c) Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia (nivel celular).....	24
d) Interacción del láser en tejido biológico.....	27
2.5 Tipos de láser de baja potencia.....	30
• He Ne.....	30
• Argón.....	31
• Xe Cl Excimer.....	32

2.6 Tipos de láser de alta potencia.....	33
• CO ₂	33
• Nd: YAG.....	35
• Er:YAG.....	37
• Ho: YAG.....	38
2.7 Aplicaciones del láser en odontología.....	39
2.8 Ventajas de la cirugía láser.....	51
2.9 Condiciones de utilización.....	53
3. Planteamiento del problema.....	54
4. Justificación.....	55
5. Objetivos.....	55
6. Hipótesis.....	56
7. Conclusiones.....	56
8. Referencias bibliográficas.....	58

1.Introducción

Sin duda uno de los grandes avances en el área médica y odontológica es el desarrollo de la tecnología láser. Las aplicaciones de sus diferentes tipos posibilitó un gran cambio en muchos procedimientos, reduciendo tiempos quirúrgicos, esto es una gran ventaja sobre todo para pacientes que se encuentran comprometidos sistémicamente y también en la recuperación de ellos debido a que ésta es mucho más rápida, reduciendo notablemente la inflamación, dolor y movilidad del área que fue intervenida; también es importante mencionar que es de gran ayuda para tratar pacientes pediátricos debido a su rapidez y así se puede tratar al niño en una o dos citas máximo, sin que al niño le cause miedo o ansiedad.

Hace mas de 40 años que el primer láser fue inventado y aún el campo de los láseres y sus aplicaciones están lejos de ser agotados. Los múltiples usos de los láseres en odontología tanto de baja como de alta potencia involucran cirugías de tejidos blandos, tales como eliminación de fibromas e hiperplasias, herpes, aftas, gingivectomías, gingivoplastias, reducción de la papila interdental para la colocación de alguna restauración como corona o incrustación, o también sólo para tratamiento estético o de caries en el cual la gran ventaja es el reemplazar la pieza de mano por el láser, pues también sirve, para la fotopolimerización de resinas y para la aplicación de selladores de fisuras y fasetas en donde la ventaja es mayor obteniendo mejores resultados que se traducen como la nula aparición de caries o incidencia si fue tratado después de la obturación ya sea con amalgama, resina o incrustación.

En el caso de la caries dental, el haz de luz incide sobre el diente y elimina la zona enferma exclusivamente en forma superficial y pulsátil, siendo absolutamente segura su utilización.

Por otra parte, al ser su acción selectiva y puntual, se consiguen cavidades sumamente pequeñas y conservadoras, sin necesidad de desgastar grandes cantidades de tejido dentario sano.

La acción del láser sobre el diente, al ser superficial, nos brinda como beneficio la casi innecesaria aplicación de anestesia, sin los consiguientes riesgos, sin piquetes, y sin la desagradable sensación de adormecimiento al finalizar la consulta, pudiendo el paciente continuar normalmente con sus tareas habituales.

De esta manera encontramos en la terapia láser un instrumento que aporta nuevos elementos en el tratamiento odontológico, que nos exige de alguna manera replantear las restauraciones convencionales.

El uso del láser en odontología tiene sus limitaciones, ventajas y desventajas, así como cualquier otra técnica quirúrgica u operatoria, aunque la única desventaja podría ser el mal uso de ellos referente al tiempo de aplicación y a la longitud de onda con el que se trate al paciente.

2. Antecedentes

La primera vez que se usa la luz artificial para efectos terapéuticos es al final del siglo XVIII cuando Nils Finsen con cuarzo y agua como sistema de enfriamiento produce una luz ultravioleta capaz de curar psoriasis y vitiligo.¹

Los conceptos básicos que dieron origen al láser se remontan al siglo pasado con el nacimiento de la física cuántica. La física cuántica, relativista y clásica forman los pilares básicos en que se sustenta la física moderna. La física cuántica surgió gracias a la incapacidad de la física de la época, ahora conocida como física clásica, para explicar algunos fenómenos observados.

En 1916 Albert Einstein en su teoría corpuscular de la luz predice que si un átomo se excita, sus electrones pasan de su fase de reposo a una fase excitada y que al regresar a su fase inicial liberan una cantidad de energía llamada fotón.

Los primeros esfuerzos encaminados a construir dispositivos prácticos que hacían uso del concepto de emisión estimulada no se dieron sino hasta 1954, año en el cual, de manera simultánea pero independiente, Nikolay G. Basov y Alexander M. Prokhorov del Instituto Lebedev de Moscú y Charles H. Townes de la Universidad de Columbia, en Estados Unidos de América, construyeron un amplificador de microondas llamado MASER (formada por el acrónimo; Microondas Amplificadas por una Emisión de Radiación Estimulada). La contribución de estos tres científicos fue internacionalmente reconocida cuando en 1964 se les otorgó el premio Nobel de Física. Seguido por Ali Javan quien creó el láser de Helio Neón (HeNe) también en 1964 la tecnología láser crece dentro del área de la cirugía haciendo de este año uno de los más importantes pues se crean varios láseres. Siendo Kumar N Pastel el introductor de láser de dióxido de carbono (CO₂) mientras que

Guesic Marcos y Van Viter introducen el láser de Niodinium Ytrio Aluminio y Granate (Nd: YAG) y desde entonces son cientos de sustancias y materiales los que se están estudiando para producir nuevos láseres como el de argón y el de fosfato de potasio y titanio aplicando su uso a las diferentes áreas como la industria y la medicina. ²

Stern, Sognaes, Kinersly, Goldman, y Lobene fueron los pioneros en usar los láseres para investigación y aplicación en odontología. Goldman, Sognaes, Myers fueron los primeros en investigar los efectos del láser en los tejidos duros. ¹

Durante 1983 el Dr. Terry Myers encuentra que es posible vaporizar caries con el Láser de Nd: YAG y diseña algunos cambios y adaptaciones para uso dental como son las pulsaciones y el que se pudiera transmitir a través de fibras ópticas lo que facilita su uso en odontología, así es como nace el primer láser dental.

Desde 1960 que fue creado el primer aparato de láser por Theodor Maiman para uso medicinal, las investigaciones tendieron a buscar una herramienta capaz de mejorar las técnicas tradicionales y reemplazar al instrumental rotatorio de uso odontológico. En 1964 se usó el láser de rubí en donde se redujo la permeabilidad a la desmineralización ácida del esmalte. Fue el primer láser que se usó en el mundo. El rubí es una piedra preciosa formada por cristales de óxido de aluminio Al_2O_3 , que contiene una pequeña concentración de alrededor de 0.05% de impurezas de óxido de cromo Cr_2O_3 . La presencia de óxido de cromo hace que el transparente cristal puro de óxido de aluminio se torne rosado y llegue a ser rojizo si la concentración de óxido de cromo aumenta. La forma geométrica típica que adopta el rubí

usado en un láser es la de unas barras cilíndricas de 1 a 15 mm de radio y de algunos centímetros de largo.

La primera aplicación de rubí en un diente "in vivo" fue realizada por Goldman en 1965 y siendo él médico, lo utilizó en un diente de su hermano, odontólogo y relató que el paciente no sintió dolor ni durante ni después del acto operatorio.

Las investigaciones con láser en el área odontológica comenzaron en los primeros años de la década de los 60' y en 1988 en el Primer Congreso de Láser en Japón se fundó la ISLD (International Society of Láser Dentistry) y luego la FDA aprobaba el uso de láser para cirugía de tejidos blandos en la cavidad bucal. ²

2.1 Definición de láser

Uno de los grandes avances en el área médica y odontológica es el desarrollo de la Tecnología Láser. LASER es una sigla de los vocablos ingleses "Light Amplification by Stimulated Emisión of Radiation" que significa "Luz Amplificada por Emisión Estimulada de Radiación" es decir un haz de luz altamente energético, con propiedades específicas, y con la capacidad de interactuar con el tejido irradiado consiguiendo un efecto terapéutico.

2.2 Física láser

Albert Einstein propuso que se podía excitar a los electrones de un átomo cuando se encuentran en su fase excitada y producir una cantidad de energía llamada fotón. Siendo esto el principio de energía láser.

Más tarde el científico Neils Böhr reafirma este concepto de que los átomos están compuestos por un núcleo central rodeado de varios niveles de energía que contienen en su órbita electrones. Estos electrones que se encuentran en las órbitas que rodean al núcleo tienen un nivel de energía específico, entre más distante del núcleo se encuentre el electrón, tiene más energía y entre más cerca tiene menos energía. ¹

Principios físicos de la acción láser.

Un átomo o molécula, se encuentra normalmente en reposo en su nivel de energía más bajo o mínimo. Si un electrón de éste átomo absorbe energía, que puede ser térmica, eléctrica u óptica, se dice que está excitado, pasando a un nivel de energía superior. Si la mayoría de los átomos de un medio están en estado excitado se denomina que hay "inversión de población".³

Cuando el átomo es excitado cuando sus electrones se encuentran en su fase E.1 o fase excitada al regresar a su fase inicial o de reposo libera dos fotones por la misma frecuencia y energía y viajan a la misma dirección, a este fenómeno se le conoce como: "Emisión estimulada de Radiación". ¹

El electrón permanece en el nivel de energía por un lapso de tiempo muy breve, ya que como éste no es su estado natural, disminuirá espontáneamente la misma hasta un estado menor. ³

Proceso fundamental en el que la energía adicional es absorbida por el átomo. En el láser tenemos la interacción entre un fotón y un átomo que inicialmente se encuentra en su estado excitado. Como resultado de esta interacción el átomo pasa a su estado base emitiendo en el proceso un fotón

que tiene las mismas características de dirección y de fase que el fotón inicial. Por lo tanto, la radiación electromagnética que resulta es coherente. Al propagarse el flujo de fotones a través de la cavidad y entrar en interacción con átomos que estén excitados, ocurrirá el proceso de emisión estimulada, este proceso traerá como consecuencia la amplificación del flujo inicial de fotones. Esto debido a que, cada fotón del flujo incidente que interactúe con un átomo inicialmente excitado puede dar lugar por medio del proceso de emisión estimulada a la emisión de un segundo fotón, conjuntamente con la transición del átomo del estado excitado al estado base o no excitado. ⁴

Este proceso de estimulación y amplificación de energía fue creado por Albert Einstein en 1916. ²

La luz blanca o normal está compuesta por diferentes longitudes de onda y ésta contiene todos los colores de la porción visible del espectro electromagnético. James Maxwell demostró que la luz del sol está compuesta por un espectro visible de colores por lo que el espectro electromagnético de la radiación está dividido en diferentes categorías de energía y cuando se descubrieron las frecuencias de radio y rayos X se conocieron distintas longitudes de onda dentro del espectro electromagnético con diferentes áreas donde encontramos radiaciones con longitudes de onda muy cortas de escasas billonésimas de metro y otras longitudes de onda de miles de kilómetros como son las ondas de radio y las microondas algo que debemos de considerar es que mientras más larga o grande sea la longitud de onda menos energía tiene y entre mas corta tiene más energía. ¹

Longitud de onda: Es la distancia que la energía recorre en una oscilación completa, con una velocidad constante de desplazamiento, se expresa en nanómetros (nm). ³

Espectro electromagnético.

El campo electromagnético lo podemos dividir en tres áreas diferentes, dos invisibles y una visible.

Una invisible con radiación ionizante que puede ser absorbida por las células y tejidos y permanecer en ellos por un periodo de tiempo. Aquí situamos a los rayos gama, rayos x y rayos ultravioleta.

Una visible en donde pudiéramos situar a la mayoría de los láseres.

Otra invisible con radiación no ionizante en donde encontramos dos áreas una infrarroja y las ondas de radio que incluyen a las microondas, onda corta de radio y ondas de televisión.

El área infrarroja tiene un efecto termal, aquí se encuentran localizadas las ondas de los láser de Nd:YAG, HO:YAG y CO₂ en la porción del área infrarroja cercana al área visible.

La longitud de onda representa un factor importante de la energía láser porque determina la clase de procedimientos terapéuticos que se pueden efectuar con determinado tipo de láser por lo que es indispensable conocer su significado (longitud de onda es la distancia entre dos puntos de ondas sucesivas entre una cresta a otra cresta o de un valle a otro valle). Estas ondas están medidas en unidades llamadas nanómetros o micrones (un nanómetro es la 10 milésima parte del metro).

La luz ordinaria es incoherente por estar compuesta por diferentes longitudes de onda y ahí encontramos todos los colores del área visible y esto lo podemos observar si pasa un rayo de luz ordinaria a través de un prisma esta luz se dispersa y podemos observar la gama de colores que van desde el violeta hasta el rojo, siendo el violeta el que está formado por una longitud de onda menor, entre 380nm incrementándose hasta el rojo con una longitud de 760nm.

Conociendo la longitud de onda de cada color podemos encontrar su situación dentro del campo visible.

VIOLETA	380nm	a	450nm
AZUL	450nm	a	500nm
VERDE/ AZUL	500nm	a	520nm
VERDE	520nm	a	570nm
AMARILLO	570nm	a	600nm
NARANJA	600nm	a	630nm
ROJO	630nm	a	760nm

Propiedades de la luz.

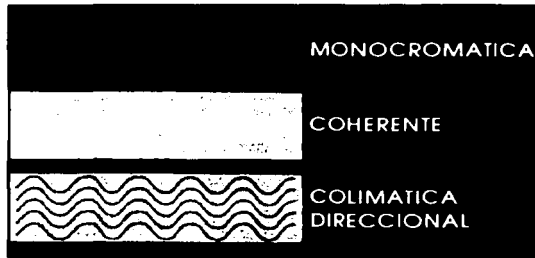
La luz láser es diferente a la luz normal y se caracteriza por tener las siguientes propiedades.

- Monocromática
- Coherente
- Colimática

Monocromática: Porque es de un solo color por estar formada por fotones con la misma longitud de onda.

Coherente: Porque todos los fotones que la forman se encuentran en la misma fase y viajan en la misma dirección.

Colimática o unidireccional: Porque se transmite en una sola dirección paralela y tiene poca divergencia. ¹



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

a) Componentes del láser

Todos los láseres están formados por cinco componentes básicos:

- 1.- Medio activo
- 2.- Cavidad de resonancia
- 3.- Medio de bombeo o estimulación
- 4.- Sistema de enfriamiento
- 5.- Panel de control

Medio Activo: Puede ser líquido, sólido o gas y es el que determina la longitud de onda del láser y también le da el nombre, por ejemplo el láser que su medio activo es el argón se le llama láser ARGÓN, al láser que su medio activo es el NIODINIUM YAG se le llama láser Nd: YAG, etcétera.

El medio activo se encuentra localizado dentro de la cavidad de resonancia y al ser estimulado produce fotones con la misma longitud de onda.

Cavidad de Resonancia: Está compuesta por un sistema óptico que consiste en dos espejos altamente pulidos separados entre sí con sus superficies paralelas y alineadas, encontrándose entre ellos el medio activo que al liberar los fotones, estos se reflejan en las superficies de los espejos de los cuales uno tiene unas microperforaciones por donde se libera el 20% de la energía concentrada dentro de la cavidad láser, formando un rayo de luz monocromático y direccional.

El amplificador óptico o también llamado amplificador láser funciona de tal manera que al introducirle un flujo inicial de fotones, nos proporciona en su salida un flujo final de fotones mayor que el flujo inicial. Dichos amplificadores ópticos constan de un cilindro por un extremo del cual entra en flujo inicial de fotones y otro por el cual sale el flujo final de fotones amplificado.⁴

Medio de Bombeo o Estimulación: Generalmente es una lámpara o flash que estimula con su luz al medio activo.²

Tiene una o varias lámparas luminosas de destello flash muy potentes. Al ser disparadas dichas lámparas, los fotones que éstas emiten son absorbidos por los átomos de la cavidad amplificadora, los cuales pasan por su estado base a su estado excitado. En un sistema de bombeo de tipo eléctrico se produce una intensa carga eléctrica a través de los átomos que se encuentran en la cavidad amplificadora. De éste modo los energéticos

electrones de la descarga transfieren por colisiones electrón-átomo parte de su energía a los átomos contenidos en la cavidad, logrando que estos pasen de su estado base a un estado excitado.

Para un pulso de luz usando un amplificador óptico dotado de un sistema de bombeo óptico o eléctrico, se sincroniza el paso del pulso de luz con el disparo del sistema de bombeo. Es importante que estos dos eventos estén perfectamente sincronizados, pues el sistema de bombeo es disparado antes o después de que llegue el pulso de luz al amplificador, dicho pulso no será amplificado.

El oscilador láser es una cavidad amplificadora con un sistema de bombeo, a la cual hemos colocado en sus extremos un par de espejos planos (o ligeramente cóncavos); este par de espejos recibe el nombre de resonador óptico uno de los espejos del resonador es casi 100% reflejante, y el otro tiene una reflectancia típica de alrededor del 90%.

Cualquier fotón que sea emitido en una dirección diferente de la definida por el eje óptico del resonador óptico se perderá, mientras que cualquier fotón emitido a lo largo del eje óptico del oscilador será amplificado por el proceso de emisión estimulada e inmediatamente se genera un enorme flujo de fotones confinados por el resonador óptico, que se propaga a lo largo del eje óptico.¹

La presencia del resonador óptico permite extraer de forma eficiente la energía que el sistema de bombeo ha depositado en los átomos contenidos en la cavidad amplificadora. Debido a que uno de los espejos del resonador tiene reflectancia del 90%, esto permitirá que el 10% de los fotones que incidan allí sean transmitidos fuera del resonador óptico, formando un haz de luz muy intenso, monocromático (formado por fotones de idéntica energía), coherente (pues todos los fotones están en fase, ya que fueron producidos por el proceso de emisión estimulada), y altamente direccional. Estas son las

propiedades fundamentales de la luz láser que es generada por todo oscilador óptico. ²

Sistema de Enfriamiento: Se encarga de mantener el medio activo siempre a una misma temperatura para su mejor operación por lo que el calor generado por el medio de bombeo es eliminado por este sistema.

Panel de Control: Consiste en una microcomputadora o un microprocesador localizado en la parte superior del láser y tiene diferentes funciones como: encendido, cantidad de energía, cantidad de pulsaciones por segundo y encendido del láser guía.

En general, el tiempo que dura un pulso de luz láser producido por un láser pulsado depende de la duración del pulso óptico o eléctrico que produce el sistema de bombeo. Para muchas aplicaciones prácticas la duración de tales pulsos láser es bastante grande y la intensidad del pulso es demasiado pequeña. Por lo tanto, se han diseñado varias técnicas que permiten obtener pulsos láser de duración muy corta y de muy alta intensidad, características que son necesarias casi para toda aplicación de un láser pulsado. ⁴

Cavidad láser

El medio activo es el que determina la longitud de onda y el nombre de cada láser. Actualmente se sabe que existen más de 7000 materiales en investigación para la producción del láser, lo que quiere decir que son más de 7000 tipos de láser con longitudes de onda y nombres diferentes.

Actualmente existen en el mercado, láseres para aplicación en odontología siendo sólo 8 los más conocidos.

NIODINIUM: YTRIO ALUMINIO Y GRANATE

ERBIUM: YTRIO ALUMINIO Y GRANATE

HOLIUM: YTRIO ALUMINIO Y GRANATE

DIÓXIDO DE CARBONO

ARGÓN

ARGÓN, FLUORURO EXCIMER

XENON CLORURO EXCIMER

LÁSERES PRODUCIDOS POR SÓLIDOS

Neodinium: Ytrium Aluminio y Granate

Nd: YAG

Erbium: Ytrium Aluminio y Granate

Er: YAG

Holium: Ytrium Aluminio y Granate

Ho: YAG

LÁSERES PRODUCIDOS POR GAS

He Ne

CO₂

Ar

Ar F Excimer

Xe Cl Excimer

b) Manejo y transmisión de la radiación láser

En estado puro la emisión láser de alta potencia resulta de suma utilidad por la gran densidad y concentración del haz emitido, en principio con una sección o diámetro del rayo muy pequeño. Sin embargo en las aplicaciones terapéuticas se requieren zonas de irradiación más amplias generalmente entre 4 y 30cm según los casos. Por esta razón es necesario obtener zonas de proyección del haz más amplias que las irradiadas por el láser. Se debe tener presente las normas de dosificación para conseguir con esa menor densidad fototónica, la dosis mínima terapéutica en cada una de las zonas tratadas. También se deben de observar las condiciones necesarias para una correcta absorción ya que el sistema de transmisión puede distorsionar el ángulo de incidencia de la radiación láser sobre la piel.

Los elementos que se utilizan para el manejo y la transmisión de la radiación son:

- lentes divergentes
- fibras ópticas
- los espejos

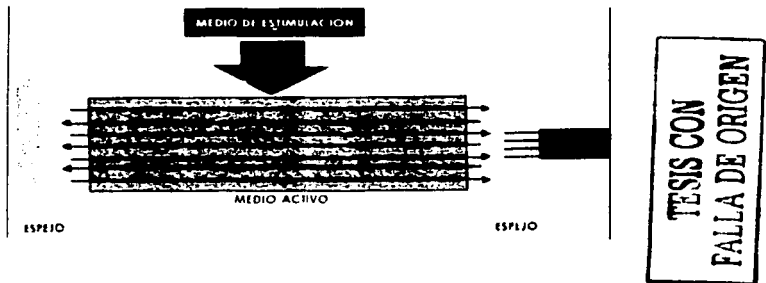
Lentes divergentes: Constituyen el sistema más seguro de la dispersión láser, no causando ninguna pérdida en la cantidad de la emisión. Se tienen que observar las dimensiones del diámetro del haz tras la dispersión, en función del ángulo de fracción que se haya producido al momento de dosificar al paciente.

Fibras ópticas: Se utilizan en los rayos láser por la dificultad de proyectar pequeñas zonas la emisión de una lámpara que suele ser de grandes

dimensiones. Deben usarse preferentemente sistemas de doble fibra óptica con dos niveles de refracción en su interior.

La salida del haz de la fibra óptica se produce ya con una dispersión de unos 25° . El sistema con una fibra óptica monocarzo de gran calidad nos permite reducir las pérdidas a un 5% en la potencia de la emisión láser.

Espejos: La utilización de sistemas de espejos de gran calidad y poder de reflexión, accionados electrónicamente para permitir un desplazamiento del haz rectilíneo sobre una línea y posteriormente sobre una superficie de tejido. Facilita grandes zonas de la piel en tratamientos de quemaduras y en dermatología general. ⁵



2.3 Clasificación del láser

El láser se clasifica en:

- El láser terapéutico o láser blando o de baja potencia
- El láser quirúrgico o láser duro o de alta potencia.

Los láseres son clasificados de acuerdo a su medio de emisión (argón por ejemplo). El efecto de la radiación depende principalmente de la longitud de onda del láser y de la energía absorbida por el tejido. El poder, la duración de la exposición, la onda interrumpida vs. la onda continua, y la densidad de la energía también influyen en el efecto del láser. Para los tejidos blandos, la mayoría de energía es absorbida, causando una elevación en la temperatura suficiente para vaporizar los tejidos resultando así en una ablación de la superficie. Diferentes láseres y condiciones han sido utilizados para los tejidos duros siendo que una elevación de más de 5.5° C en la temperatura pulpar causa daños irreversibles en el tejido de la cámara pulpar. En los dos últimos años se han descrito muchas aplicaciones tanto para tejidos duros como para tejidos blandos utilizando diferentes tipos de láser.

FORMAS DE EMISION	
PULSO	MAXIMA SEGURIDAD
PULSATA	SEGURIDAD INTERMEDIA
ONDA CONTINUA	MINIMA SEGURIDAD

TEJIDOS CON
FALLA DE ORIGEN

Tejidos blandos

El uso de láser odontológico para cirugía de tejidos blandos ha sido bien documentada. El dióxido de carbono (CO₂), el Neodinium, el Ytrio-Aluminio-Granate (Nd: YAG) y los láser de argón han sido utilizados principalmente en cirugía de tejidos blandos.

Entre los beneficios demostrados por el láser están la hemostasis, el corte preciso, la reducción bacteriana y el dolor reducido. Comparado con la cirugía con bisturí, el láser odontológico ofrece visibilidad mejorada por la hemostasis y menos necesidad de suturas o apósito quirúrgico. Los láser también tienen la capacidad de reducir la incidencia de complicaciones postquirúrgicas, incluyendo la hemorragia, lo cual hace el uso del láser odontológico particularmente apropiado para el tratamiento de la hiperplasia gingival.

Tejidos duros

El láser de Erblio: Ytrio-Aluminio-Granate (Er: YAG) puede ser usado para tratar tejidos dentales duros. Generalmente se utilizan bajas dosimetrías para remover caries, mientras que para cortar esmalte o dentina se utilizan altas dosimetrías. Para un corte eficiente con refrigeración es necesario aplicar aire o agua en spray. El Er: YAG es equivalente a la fresa de alta velocidad en cuanto a eficiencia de corte para preparación de cavidades en esmalte y dentina y para remoción de caries. La preparación de la cavidad y el grabado generalmente pueden hacerse sin anestesia.

Las comparaciones entre procedimientos con láser y con fresa de alta velocidad muestran diferencias no significativas en la histología pulpar. El láser odontológico parece ser seguro y efectivo para la remoción de caries, la preparación de cavidades y el grabado del esmalte. ⁶

2.4 Láser de baja potencia o terapéutico.

Los láser terapéuticos se emiten con menor energía que los láser quirúrgicos y su efecto no es termal por lo que no se utiliza para cortes y tejidos.

El efecto del láser terapéutico se debe a la interacción de la luz con los procesos metabólicos celulares por lo que a este tipo de láser se le llama bioestimulantes por su excelente estimulación biológica celular.

A la aplicación del láser terapéutico en odontología o medicina se le conoce como Laserterapia.

El láser terapéutico resulta un método sencillo, indoloro y no invasivo, por lo que cada día es más aceptado por los pacientes. Las investigaciones publicadas durante más de 20 años no reportan efectos secundarios adversos al irradiar con láser de baja potencia y solamente se señalan como precauciones y contraindicaciones: no irradiar directamente la retina, ni lesiones neoplásicas, pacientes epilépticos y embarazadas.⁷

Los láseres terapéuticos tienen como medio activo el arseniuro de galio y aluminio (As, Ga, Al) o el Helio-Neón (He Ne).

Los efectos de éstos láser son únicamente:

- Analgésico
- Antiinflamatorio
- Bioestimulador

La profundidad de la energía de éstos láser en tejido óseo es de 1cm, mientras que en otros tejidos blandos su penetración puede ser de 2 a 5cm.

Estos láseres terapéuticos pueden aplicarse en odontología con muy buenos resultados en todos los procedimientos que estén involucrados el dolor, la inflamación y la cicatrización.

Los láseres de baja potencia son aquellos que no atentan contra la vida celular.

Son aparatos pequeños y fácilmente transportables.

Tiene un efecto analgésico, antiinflamatorio y bioestimulante a través de un incremento del trofismo celular y de la microcirculación local, acelerando la velocidad de cicatrización de heridas ⁵, así como la reducción de edema e inflamación post-operatoria.

Sus principales aplicaciones son la hipersensibilidad dentinaria, lesiones aftosas y herpéticas, neuralgia del trigémino, disfunción de ATM, parálisis facial, lesiones periapicales, bioestimulación ósea, etcétera. ⁸

a) Efectos fisiológicos del láser: analgésicos y antiinflamatorios

Los diversos niveles de actividad biológica de los láseres terapéuticos nos llevará por diferentes caminos a la resolución de muchos factores de origen de síndromes como la inflamación o el dolor, radiados en estructuras tisulares al alcance de los distintos tipos de radiación.

El efecto oxigenador-célula y la aceleración del metabolismo protoplásmico normal de cada célula aplicando sobre un tejido que sufre los disturbios vasculares consecuentes a la respuesta inflamatoria, dará lugar a una vasodilatación de los esfínteres precapilares, estableciéndose la normalidad

en la circulación microcapilar. Añadiéndose a esto la acción propia de cada célula (de normalización de la bomba Na-K) desapareciendo así el edema intracelular, se obtiene un rápido aumento del drenaje venoso y linfático en el consiguiente efecto antiflogístico.

El efecto analgésico, obtenido por la acción fotoeléctrica, sobre las fibras nerviosas nociceptivas, se ve así reforzado por la desaparición del foco inflamatorio de los productos de desecho celular acumulados, normalizándose la concentración tisular de las sustancias productores del dolor. ⁵

b) Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia (procesos inflamatorios)

La inflamación es una compleja reacción de los tejidos a agentes externos que lo dañan, incluye los cambios tisulares que se producen en la respuesta al estímulo nocivo.

La radiación láser de baja potencia, actúa sobre los componentes locales en el proceso inflamatorio y además contribuye a desarrollar variaciones en las reacciones generales de protección o defensa del organismo.

En los procesos inflamatorios, la radiación láser tiene acción normalizadora sobre la microcirculación, las alteraciones metabólicas y la proliferación tisular. La acción normalizadora está relacionada al restablecimiento del tono miogénico de los vasos, la restricción en la producción de mediadores de la inflamación, la estabilización de la barrera histohemática y el estado del endotelio vascular.

- **Acción sobre la microcirculación**

La luz de la parte visible del espectro produce dilatación de los vasos; durante la irradiación con láser, se produce la apertura constante de los esfínteres precapilares, lo que facilita la reabsorción del exudado, por el aumento del drenaje venoso y linfático.

A la vez, durante la irradiación, aumenta el volumen del pulso de la sangre y la velocidad de la corriente sanguínea, lo que permite que llegue al tejido lesionando mayor cantidad de oxígeno y células de defensa, al aumentar la renovación de sangre arterial.

Con la activación de la circulación sanguínea, se previene o disminuyen los fenómenos de estasis sanguínea, por la acción de la radiación láser, desapareciendo rápidamente los microtrombos que se forman en el lecho microcirculatorio. Los mecanismos de este fenómeno están relacionados con la aceleración de la corriente sanguínea, conjuntamente con la activación del sistema fibrinolítico.

La reacción vasodilatadora producida por el láser en los microvasos es reversible, reestableciéndose el diámetro normal de los mismos, lenta e inmediatamente después de conducir la irradiación; las magnitudes en las reacciones vasculares dependen de la potencia y duración de la irradiación.

- **Acción sobre la alteración tisular**

La radiación láser de baja potencia actúa sobre las funciones de las células dañadas del tejido afectado, lo que contribuye a eliminar el edema intracelular, asimismo, controla la excreción de sustancias tóxicas (histamina)

hacia los tejidos tisulares, aumenta la formación de enzimas y proteínas (lisosima, interferón, etcétera) que intervienen en la defensa tisular y favorece el aporte de los neutrófilos y monocitos hacia el tejido afectado, por lo que el proceso de fagocitosis se realiza más rápido.

- **Acción sobre la reparación tisular**

Se entiende por reparación la sustitución de los tejidos lesionados por proliferación de los que sobreviven en la zona, devolviéndole su función. La radiación láser de baja potencia actúa en la multiplicación celular, la regeneración de las fibras colágenas y elásticas, la neoformación de los vasos y la reepitelización del tejido.

La multiplicación celular refleja la esencia del proceso de reparación; la interacción de la radiación láser con la célula conduce a la activación de la síntesis proteica, lo que acelera el ritmo de la división celular, fundamentalmente sobre las células epiteliales adyacentes a la lesión, sobre los fibroblastos del tejido de granulación y otras células especializadas como el osteoblasto.

Al actuar la radiación láser sobre los fibroblastos se activa la síntesis de colágena que se deposita en la proximidad de la célula, donde se organiza en fibras colágenas.

Sobre las células del endotelio vascular, el láser incrementa la actividad mitótica, produciéndose aceleradamente yemas o brotes de los vasos existentes para la neoformación de los vasos. ¹⁰

c) Efectos biológicos de la radiación de baja potencia (nivel celular)

Cuando la radiación láser actúa sobre el tejido, se produce la interacción de los fotones con las diversas estructuras celulares y tisulares, dando lugar a una serie de efectos que pueden ser analizados desde el nivel molecular hasta el orgánico, en general.

- **Efectos biológicos en las células**

La energía depositada en el tejido al irradiar con láser de baja potencia es absorbida por los fotorreceptores (pigmentos) que se encuentran en las diferentes estructuras celulares, ocurriendo en ellas los defectos primarios: bioenergético, bioeléctrico, bioquímico, bioestimulante.

La absorción de fotones de determinada longitud de onda por los fotorreceptores, provoca la transformación de la actividad funcional y metabólica de la célula.

Efecto bioenergético: Se basa en las necesidades de reservas energéticas (ATP) en la célula, para poder desarrollar su actividad.

Cuando la célula se encuentra dañada, estas reservas disminuyen y, por tanto, su actividad se altera. La radiación láser de baja potencia actúa directamente sobre los fotorreceptores de la cadena respiratoria, elevando y facilitando el paso de la ADP y la ATP, aumentándose la reserva de energía en el interior de las mitocondrias.

Efecto bioeléctrico: Los fotorreceptores presentes en la membrana celular absorben la energía proveniente de la radiación láser. Esta actividad fotoeléctrica en la membrana contribuye a normalizar la situación iónica a ambos lados de la misma, ayudada por la energía que extrae la hidrólisis del

ATP, estableciéndose así el potencial de membrana y con ella la vitalidad celular y sus funciones.

Efecto bioquímico: El aumento en las reservas energéticas (ATP) facilita las reacciones estructurales, así como los ciclos metabólicos intracelulares de gran consumo de oxígeno, dando lugar a la actividad general del metabolismo celular.

Efecto bioestimulante: La función celular parte de la activación de los genes contenidos en el núcleo; el DNA es activador por el ATP y comienza la síntesis proteica que tiene como resultados finales la formación de proteínas estructurales, enzimas que intervienen en los procesos metabólicos y enzimas y proteínas que intervienen en los procesos extracelulares o tisulares.

Al actuar la radiación láser como activadora de la síntesis proteica y, por tanto, de la función celular, se aceleran los procesos de división y multiplicación celular.

Efecto inhibitorio: Hay investigaciones que demuestran un efecto contrario a la bioestimulación producida durante la depresión de los procesos intracelulares dando lugar a la inhibición de la multiplicación celular.

Esto ocurre por la irradiación con láser de baja potencia, pero con parámetros físicos diferentes a los utilizados para bioestimulación.⁹

Teoría del bioplasma

La materia orgánica posee además de su estructura bioquímica, una estructura energética bien definida, por su disposición y distribución especial. Plantea que las enfermedades conducen a distorsiones en el reparto

energético del organismo y que el láser efectuaría una reposición de la energía orgánica perdida, estableciéndose la normalidad funcional.

Teoría del efecto “de cascada”

Señala el efecto de cascada que se produce por la radiación láser, como inducción biológica que reequilibre el potencial energético celular, basado en la hipótesis de un potencial electromagnético.

Mecanismos de acción de la radiación láser de baja potencia en las células

Al actuar la radiación láser en la célula los fotones se absorben por los fotorreceptores de diferentes estructuras.

De acuerdo a los parámetros físicos utilizados, puede lograrse un efecto inhibitorio de la actividad celular o un efecto fotodinámico de activación, el cual se traduce en el incremento en la formación de ATP a partir de la activación de la cadena respiratoria de las mitocondrias, aumentando el potencial energético de la célula, (efecto bioenergético) y en el reequilibrio del potencial de membrana por la normalización iónica a ambos lados de la actividad por la energía celular (efecto bioeléctrico).

El incremento energético en las mitocondrias aporta la energía necesaria (ATP) para las reacciones bioquímicas que se establecen en los sitios metabólicos de alto consumo de oxígeno (efecto bioquímico), y por otro lado, unida esta energía (ATP) a la normalización de la membrana celular, se elimina el edema intracelular y se activa el DNA en la síntesis de proteínas (efecto bioestimulante).

La activación en la síntesis de proteína conlleva al incremento de las proteínas que forman parte de la estructura celular y de las enzimas y proteínas que intervienen en la defensa tisular (lisosoma, interferón y otras).

El incremento de la síntesis proteica, junto con el potencial energético y el incremento de los ciclos metabólicos, aceleran el proceso de mitosis y por tanto la multiplicación celular.

Estas son las bases necesarias para poder interpretar los efectos terapéuticos que produce la radiación láser de baja potencia.⁹

d) Interacción en el tejido biológico

Al incidir el láser de baja potencia sobre los tejidos ocurren una serie de procesos, los cuales son:

Reflexión: Cuando el haz de luz incide sobre una superficie sucede un proceso de reflexión que puede variar según el ángulo de incidencia, por lo que cuando menor sea el ángulo formado entre el haz incidente y la superficie irradiada mayor será la reflexión, siendo mínima cuando el ángulo sea de 90, independientemente de que siempre hay una reflexión de 4 a 7% del total de la radiación incidente.³

Absorción: Las radiaciones electromagnéticas se absorben en su mayor parte a nivel de la epidermis y dermis atravesando la primera capa superficial del 93% al 97% de la luz incidente pasando con índice de refracción distintos, desviándose la trayectoria del haz, lo que provoca diversas reflexiones internas hasta que los fotones sean absorbidos. Cuando se utilizan potencias menores a 1watio la conversión de la energía absorbida no se disipa en forma de calor sino que se realiza provocando los efectos

bioquímicos o bioeléctricos. El tipo y calidad de tejido influye mucho en la absorción láser así como la pigmentación de la piel. En los individuos de piel más oscura se producirá una mayor absorción epidérmica debido a su mayor componente melánico que los individuos de piel clara.

Penetración óptica: Al incidir toda radiación electromagnética suceden dos fenómenos principales que ya se mencionaron: reflexión y absorción; transformándose la energía absorbida en otras formas de energía. El tejido biológico es muy poco homogéneo por lo que la difusión a través de distintas capas constituye un problema para plantear con exactitud la penetración del rayo láser.

Teoría de los receptores: En nuestro organismo hay una función fotorreguladora a partir de unos fotorreceptores que absorben el fotón de determinada longitud de onda provocando la transformación funcional y metabólica de la célula. Existe una clasificación de los fotorreceptores: especializados y no especializados.

Los especializados tienen la misión de enviar a las células la información del medio que los rodea y entre ellos se encuentran los fitocromos, la clorofila, bacteriorrodopsina, y las rodopsinas, como pigmentos responsables de absorber y codificar las señales luminosas.

Los no especializados son aquellas moléculas que intervienen en el metabolismo celular sin necesidad de energía luminosa, pero al incidir sobre ella determinada longitud de onda son capaces de absorber fotones, aportarlos en tal emisión y provocar una variación en el metabolismo celular entre ellos tenemos a la flavoproteína, las porfirinas, las proteínas con Cu. A partir de los receptores se produce una amplificación de la señal en cadena de la radiación láser de baja potencia, estando este mecanismo correlacionado con la comunicación intracelular de varias sustancias.

Monocromaticidad: (longitud de onda) es el elemento más importante para las reacciones y es la que selecciona el pigmento que hará de fotorreceptor de los fotones emitido por la luz láser y en segundo lugar la densidad de potencia y las dosis empleadas.^{3,4}

Una vez que la radiación láser ha sido absorbida por el tejido, se produce la interacción de los fotones con las diversas estructuras celulares y tisulares. En primer lugar, un efecto térmico característico de los láseres de alta potencia o quirúrgicos en los cuales la finalidad perseguida es la destructiva de una zona de tejido. Sin embargo, en el caso de los láseres terapéuticos se refiere a una acción cualitativa dependiente de las características peculiares de la emisión fotónica que define a la radiación láser, no relacionada con una acción térmica en el tejido. Dicho de otra manera, el incremento térmico producido por un láser de media potencia es nulo o mínimo, y en todo caso, no relacionable con el mecanismo de acción terapéutico de los láseres de helio neón y diódico.

Por lo que respecta al efecto bioquímico, hay que destacar la estimulación y facilitación del paso de ADP a ATP en la mitocondria celular, aumentándose las reservas de ATP en la célula, con lo que se ven facilitadas las reacciones energéticas interestructurales, así como lo ciclos metabólicos intracelulares de gran consumo de oxígeno. De esta forma comprobamos un fenómeno de activación general del metabolismo en la célula irradiada con láser a dosis terapéuticas.

En la actividad bioquímica del láser aumentando la disponibilidad de ATP celular como su propia actividad fotoeléctrica sobre la membrana de polarización, repolarizándola y aumentando por tanto su umbral de excitación, le darán una excelente acción analgésica.

En el interior de la célula hay predominio de cargas negativas o aniones, mientras que en el exterior presentan mayor número de cargas positivas o cationes.

El láser contribuye a normalizar la situación iónica a ambos lados de la membrana, restableciendo la situación idónea y con ello la vitalidad celular y sus funciones normales.

Por esta razón el láser goza de un papel importante en la normalidad de la función de las células del endotelio vascular, para la reabsorción de los edemas, o en las células nerviosas impidiendo la transmisión del impulso doloroso.¹⁰

2.5 Tipos de Láser de Baja Potencia

He Ne

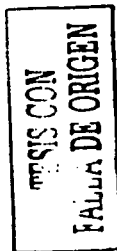
Helio-Neón

LONGITUD DE ONDA:	0.632nm
RADIACIÓN:	Visible color rojo
MEDIO ACTIVO:	Gas
ABSORCIÓN BIOLÓGICA:	Melanina
TRANSMISIÓN:	Fibras ópticas

	Brazos articulados
EMISIÓN:	Onda continua
PRECAUCIÓN:	Causa lesión a la retina Quema la piel Reacciones fotosensibles

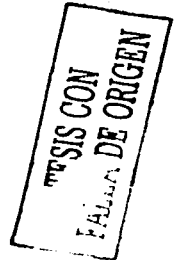
ARGÓN

LONGITUD DE ONDA:	0.488nm VERDE, 0.5145nm AZUL
RADIACIÓN:	Visible
MEDIO ACTIVO:	Gas
ABSORCIÓN BIOLÓGICA:	Hemoglobina y melanina
TRANSMISIÓN:	Fibra óptica
EMISIÓN:	Onda continua
PRECAUCIÓN:	Lesiona la retina Quema la piel Produce reacciones fotosensibles
PRINCIPAL APLICACIÓN:	Tejidos blandos Curar resinas



Xe CI EXCIMER

LONGITUD DE ONDA:	0.308nm
RADIACIÓN:	Invisible ultravioleta
MEDIO ACTIVO:	Gas
ABSORCIÓN BIOLÓGICA:	Hemoglobina
TRANSMISIÓN:	Fibra óptica
EMISIÓN:	Pulsos
PRECAUCIONES:	Afecta la córnea Fotokeratitis Carcinogénesis Eritema Hiperpigmentación
PRINCIPAL APLICACIÓN:	Endodencia

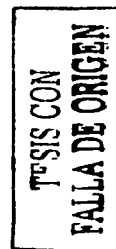


2.6 Tipos de láser de alta potencia

CO₂

DIÓXIDO DE CARBONO

LONGITUD DE ONDA:	10.6nm
RADIACIÓN:	Radiación invisible en el infrarrojo
MEDIO ACTIVO:	Gas
ABSORCIÓN BIOLÓGICA:	Agua
TRANSMISIÓN:	Brazos articulados Tubos guías de onda
EMISIÓN:	Onda continua y pulsos
PRECAUCIONES:	Quema la córnea Quema la piel
PRINCIPAL APLICACIÓN:	Tejidos suaves



Está situado en el área infrarroja lejana del espectro electromagnético.

Su energía corta rápido los tejidos por lo que se llama LASER BISTURÍ y esto se debe a que es altamente absorbido por el agua vaporizando

rápidamente el tejido. La capa del tejido carbonizado actúa como recubrimiento biológico por lo que se recomienda que no sea removido.

Este láser no puede ser transmitido por medio de fibras ópticas lo que ocasiona que su aplicación en la boca se discute, en algunos casos se tiene que reflejar a través de espejos para llegar a el área por tratar pero es peligroso por que también se refleja en los instrumentos dentales, lo que puede ocasionar lesiones accidentales a otros tejidos.

Con la nueva tecnología y la fabricación de los tubos guía y brazos articulados, ahora ya se puede aplicar el láser de CO₂ agregan un láser guía de He-Ne para facilitar su aplicación que es de no contacto con el tejido a tratar.

Este láser es uno de los preferidos en medicina y cirugía incluyendo cirugía oral porque se pueden efectuar cortes precisos al vaporizar el tejido blando.

El medio activo del láser es el dióxido de carbón que está formado por una mezcla de dióxido de carbón, nitrógeno y gases de helio. Siendo las partículas del dióxido de carbón las que participan directamente en el proceso de Emisión Estimulada produciendo una longitud de onda infrarroja de 10.6nm. En este caso el medio activo es estimulado por descargas eléctricas.

Como el medio activo es un gas los láser de CO₂ están provistos de tubos o cilindros sellados conteniendo el CO₂ lo que los hace en algunos casos más compactos y portables, teniendo que reemplazar este cilindro cuando el gas se termine, esto es en una duración de uso normal de 1000 horas.

Nd: YAG

Neodinium: Ytrio Aluminio y Granate

LONGITUD DE ONDA:	1.064nm
RADIACIÓN:	Invisible en el infrarrojo
MEDIO ACTIVO:	Sólido
ABSORCIÓN BIOLÓGICA:	Melanina y hemoglobina
TRANSMISIÓN:	Fibras ópticas
EMISIÓN:	Pulso y onda continua
PRECAUCIONES:	Afecta lentes y retina Cataratas Quema retina Quema piel
PRINCIPAL APLICACIÓN:	Tejidos blandos Tejidos duros Endodoncia

El láser de Nd: YAG tiene una longitud de onda de 1.064nm, y se encuentra situado en el área cercana del infrarrojo en el espectro electromagnético. A

diferencia del láser de CO₂ el láser de Nd: YAG no es muy absorbido por la hemoglobina y la melanina.

Los láser de Nd: YAG se pueden transmitir a través de pulsos o en forma pulsátil y en onda continua.

La longitud de onda de Nd: YAG le permite ser transmitido a través de fibras ópticas que pueden ser de diferentes diámetros, y se puede aplicar la energía del láser en contacto con los tejidos. Una pequeña porción del tejido que vaporiza el láser se carboniza y permanece en la punta de la fibra creando una punta caliente, lo que aumenta la temperatura y el efecto del láser.

Un láser de He-Ne sirve como láser guía para los láser de Nd:YAG por su longitud de onda que se encuentra en el área visible del espectro electromagnético.

El rayo de Nd:YAG es altamente absorbido por la amalgama, titanio y metales no preciosos por lo que se debe tener cuidado al trabajar cerca de estos materiales.

Las principales aplicaciones del láser de Nd: YAG son para tejidos duros y blandos, lo que hace uno de los preferidos para su aplicación en odontología.

El medio activo de este láser es sólido y consiste en un cristal formado por Ytrio, Aluminio y Granate cubierto con Niodinium siendo este el que genera los fotones para la emisión láser y que en este caso puede producir tres longitudes de onda diferentes con aplicación en medicina y odontología que

son de 1,064nm, 1320nm, 1440nm, siendo la de 1064nm, la más apropiada para aplicaciones en odontología.

Una de las grandes ventajas de usar el láser de Nd: YAG dentro de la odontología es su efecto de analgesia al aplicarlo sobre los tejidos duros.

La energía del láser de Nd:YAG varía desde 30mj hasta 10 watts con pulsos de 10 a 100 pps o Hz. Esto nos da la necesidad de tener y conocer cierta habilidad quirúrgica para diferentes tipos de tejidos.

En el caso de tejido gingival que es altamente vascularizado es necesario aumentar las pulsaciones y disminuir las pps (Hz) y aumentar los mj, al aumentar la energía por pulso aumentamos la capacidad de cortar con el láser.

Se recomienda que durante procedimientos quirúrgicos se trabaje con 6.0 w. como energía máxima para reducir la posibilidad de daño post-operatorio como necrosis en hueso o inflamación de los tejidos.

Er: YAG

Erbium: Ytrium Aluminio Granate

LONGITUD DE ONDA:	2.94nm
RADIACIÓN:	Invisible infrarrojo
MEDIO ACTIVO:	Sólido

ABSORCIÓN BIOLÓGICA:	Agua
TRANSMISIÓN:	Brazos articulados
EMISIÓN:	Pulsos
PRECAUCIONES:	Afecta la córnea Lente acuoso Cataratas Quema la piel
PRINCIPAL APLICACIÓN:	Tejidos duros

Ho: YAG
Holium: Ytrio, Aluminio, Granate

LONGITUD DE ONDA:	2.100nm
RADIACIÓN:	Infrarrojo cercano Invisible
MEDIO ACTIVO:	Sólido
ABSORCIÓN BIOLÓGICA:	Agua
TRANSMISIÓN:	Fibra óptica
EMISIÓN:	Pulso

PRECAUCIONES:

Afecta la córnea

Lente acuoso

Produce cataratas ¹

2.7 Aplicaciones del láser en odontología

Uno de los principales problemas de salud pública, a nivel mundial, dada su alta prevalencia, son: las enfermedades bucodentales. Según estudios recientes, la caries dental es la enfermedad que padece aproximadamente 90% de la población en América latina; lo más alarmante es que comienza en la etapa temprana de la vida y se incrementa a medida que el individuo crece. En segundo lugar, están las parodontopatías.¹¹

En las últimas tres décadas se ha observado una disminución marcada en la prevalencia de caries en niños de países desarrollados, por ejemplo en países europeos se ha reportado un incremento de el número de niños libres de caries acompañado de una nivelación del índice de caries (porcentaje de caries dentales tratadas) en aquellos niños que experimentaron caries dental.¹²

La caries es la enfermedad de mayor prevalencia en los países en vías de desarrollo, como es el caso de México, en donde la falta de programas de prevención es evidente. Estudios de prevalencia de caries dental en la Ciudad de México, han determinado que el 95% de la población escolar está afectada por dicha enfermedad.¹³

Los cambios demográficos de nuestro país indican que la proporción guardada por el grupo de la tercera edad con respecto al resto de la población está en aumento. En México no se cuenta con suficiente información sobre el estado de salud bucal de este grupo de población. ¹⁴

La caries dental, bajo ciertas circunstancias puede considerarse como una enfermedad infecciosa causada por la flora normal de la cavidad oral. La caries dental involucra la interacción en el tiempo de una superficie dental susceptible, las bacterias cariogénicas, y la disponibilidad de una fuente de carbohidratos fermentables especialmente sacarosa. ⁸

Algunos de los factores que intervienen en las caries no son fácilmente modificables; sin embargo hay medidas prácticas que contribuyen eficazmente a disminuir la frecuencia del trastorno. La correcta higiene bucal es una de ellas. El cepillado cuidadoso de los dientes después de ingerir alimentos sólidos o líquidos ha demostrado su utilidad. Toca a los padres de familia formar en sus hijo, desde el momento oportuno, este hábito de higiene personal y vigilar su continua aplicación. Deben intentar, además la disminución de lo posible de la ingestión de alimentos ricos en carbohidratos. Las aplicaciones tópicas de flúor han demostrado eficacia en la prevención de caries. Los resultados obtenidos oscilan entre 40 a 80 % de disminución de la enfermedad. Se aplica la solución de fluoruro cada seis meses, a partir de los tres años de edad y hasta la adolescencia. ¹⁵

En México la sal fluorada es un programa preventivo a nivel nacional. ¹⁶

Se puede definir a la caries como un proceso bioquímico, caracterizado por la desmineralización de los tejidos duros del diente y disolución de su porción orgánica.

La enfermedad periodontal se caracteriza por la inflamación y/o la destrucción de las estructuras de soporte de los dientes, es decir el periodonto.

El primer estadio de la mayoría de los tipos de enfermedad periodontal es la gingivitis. Como el nombre lo indica, la gingivitis se caracteriza por la inflamación de las encías con el correspondiente enrojecimiento, edema, fácil sangrado y alteración de la consistencia tisular. En contraste, el segundo estadio de la enfermedad periodontal, la periodontitis, comprende la inflamación que ha afectado a todas las estructuras de soporte de los dientes. Como resultado, la periodontitis trae como resultado una progresiva movilidad dentaria, y finalmente, la pérdida de los dientes.

La forma más efectiva para prevenir la enfermedad periodontal inflamatoria es impedir la formación de la placa microbiana. El control de la placa significa retardar o impedir la acumulación de la placa microbiana y otros depósitos sobre la superficie dentaria.

La odontología preventiva, es para algunos dentistas, menos remunerativa que las operaciones restauradoras; esto es porque el público no tiene conciencia de la importancia y el valor de los servicios preventivos que los dentistas pueden realizar.

Lo que se necesita para que la odontología preventiva se transforme en el centro básico en torno al cual se estructure la práctica odontológica es un cambio de actitud por parte de la profesión dental incluyendo a los educadores dentales.

La responsabilidad para educar al público sobre la buena salud bucal no se termina cuando el dentista y su personal dejan el consultorio. Tienen en cambio, la obligación de ayudar a la solución de los problemas de salud bucal que afectan a la comunidad. En la base de esta responsabilidad se

encuentra ser miembro de las sociedades odontológicas locales y apoyar cualquier actividad en pro de la salud dental que estas puedan propiciar.¹⁸

Por tanto se sugiere el uso de láser de CO₂ aplicando fluoruro para prevenir caries.

Intercambio de flúor en el esmalte

En años recientes se ha introducido la técnica láser para el tratamiento de las enfermedades bucales, y especialmente se investiga, a nivel mundial, las posibilidades de su aplicación como tratamiento preventivo de caries dental.¹ Este nuevo uso de láser se basa en la posibilidad de modificar las propiedades físicas y químicas del esmalte y la dentina, e incluso cambios en la estructura química de tejido por medio de la recristalización de sus estructuras y la volatilización de las sustancias orgánicas una vez irradiado. El resultado final de estos cambios está dirigido a aumentar la resistencia del tejido a la acción de los ácidos cariogénicos. Hay aumento de la resistencia por la conjunción de diversos factores como son: aumento de la dureza, disminución de la porosidad y de la permeabilidad y aparición de compuestos químicos más resistentes.

El mecanismo de interacción de la radiación láser con los tejidos, se relaciona con el estado y tipo de tejido con el cual actúa: su densidad, composición, grado de saturación del agua, estado de superficie, conductividad térmica, capacidad calorífica, microestructura, propiedades químicas, ópticas etc. ; y además es necesario tener en cuenta determinados parámetros de la radiación: longitud de onda, potencia, intensidad de energía, duración y frecuencia de pulso. Al utilizar la radiación láser de CO₂ (longitud de onda 10.6 micrometros), hay un pico de absorción de la radiación en el esmalte dental para esa longitud de onda, lo que permitía el

hecho de que un pulso de radiación pudiera convertirse en calor en una profundidad muy pequeña, creando una fina capa de temperatura muy elevada sin que se produjeran incrementos sustanciales de la temperatura en la cavidad pulpar.¹⁷

Detección de caries por medio de fluorescencia láser

La fluorescencia con láser es un método para detectar y cuantificar la desmineralización asociada con el desarrollo temprano de la caries, la fluorescencia láser es una herramienta diagnóstica no destructiva que consiste en dirigir un láser de argón sobre la superficie dentinaria; cuando la luz reflejada es vista a través de un filtro amarillo de alto paso, el esmalte saludable aparece luminiscente, mientras que las lesiones cariosas incipientes aparecen oscuras.

Puesto que en este método puede detectar cambios muy pequeños en la pérdida o ganancia de minerales por parte del esmalte, los beneficios potenciales están tanto en la detección temprana de la enfermedad como en la valoración del progreso del tratamiento de remineralización.^{18,19}

Recientes estudios de fluorescencia láser han resaltado la imagen de láser utilizando un tinte fluorescente.²⁰ Las lesiones cariosas absorben el tinte más rápidamente que el esmalte sano debido a su porosidad. Usando fluorescencia láser aumentada con tinción (FLAT), las lesiones se ven como áreas brillantes, en contraste con el esmalte saludable de aspecto apagado. La técnica mostró su utilidad en la detección de las lesiones muy tempranas, la fluorescencia láser es mejor para cuantificar desmineralizaciones recientes activas.

Inicialmente la fluorescencia láser fue sólo útil en las superficies lisas bucales y linguales de los dientes. En la compleja superficie oclusal, la morfología impidió la penetración de la luz del láser, mientras que detritos y placa interferían con la imagen adecuada. Recientemente dos estudios han utilizado la técnica FLAT para observar desmineralización en fisuras oclusales.^{21,22,23} La presencia de placa en las fisuras continúa siendo un problema, puesto que atrapa el tinte creando falsos positivos; en ausencia de placa o luego de la remoción de ésta por medio de cepillado con aire.

Es nuevo método de fluorescencia para detectar la caries residual, la caries que no es visible o que no se ve a simple vista.

DIAGNOdent detecta bacterias, lesiones de caries con luz azul-violeta. La intensidad de la luz va de acuerdo con la cantidad de pérdida de mineral en la lesión de la caries. Los cambios en el estado de deshidratación afectan las calidades ópticas, tales como dispersión ligera y fluorescencia. La pérdida de fluorescencia indica la remineralización. Por lo tanto, el diagnóstico del láser es superior al diagnóstico clínico, sea por visión o por el explorador. DIAGNOdent es un instrumento prometedor que puede representar una contribución valiosa para la práctica dental. Este dispositivo es simple de utilizar y proporciona datos cuantitativos, sin embargo la combinación del examen visual cuidadosa, con la examinación radiográfica óptima produce un funcionamiento de diagnóstico mejor. Las técnicas de fluorescencia se han introducido en Europa con gran aceptación y confiabilidad para mejorar los problemas que ocasiona la caries dental, de tal manera si se utilizara con mayor frecuencia en México ayudaría grandemente a combatir por una parte esta enfermedad. Si se utiliza conjuntamente con la ablación de lesiones cariadas por la irradiación láser, podría prevenir la progresión secundaria de caries alrededor de restauraciones con resinas, amalgamas o incrustaciones²¹

Terapia láser en el tratamiento de hiperestesia dental

La exposición de la fibra de Tomes al medio bucal provoca hipersensibilidad del diente, frente a estímulos como la exploración, el aire comprimido, frío, alimentos dulces, ácidos, etcétera. Se presenta esta situación, cuando por determinada causa, se expone la dentina al medio bucal (desgastes por abrasiones, retracción gingival, fracturas coronarias, preparaciones cavitarias, extracoronarias, etcétera).

El tratamiento para esta afección se basa en la aplicación de sustancias desensibilizantes que disminuyan o eliminen el dolor, y productos capaces de estimular la formación de dentina que oblitere los canalículos dentinarios expuestos al medio bucal.

La incorporación de la terapia láser en esta afección, se basa en su efecto analgésico y estimulante del trofismo de la pulpa dental.

La radiación láser de baja potencia actúa sobre los dolores somáticos, entre ellos la hiperestesia dental, hace que el efecto analgésico se manifieste con sorprendente rapidez y se logren mejores resultados en las afecciones superficiales. La terapia láser tiene acción bioestimulante sobre la pulpa dental y facilita la rápida formación de la dentina secundaria.

El láser helio-neón sobre la pulpa dental señalan que se estimula la circulación pulpar y los procesos metabólicos que incluyen la remineralización de la dentina. La incorporación de esta técnica de fluoruro de sodio y láser, hay poder de absorción de esmalte y la dentina a la radiación láser helio-neón, que aporta la energía necesaria para que el ión flúor profundice más en el tejido, su acción sea más prolongada y junto con

el efecto bioestimulante a la pulpa a través de la prolongación odontoblástica, se logre la obliteración de los canaliculos.

La combinación de soluciones de fluoruro de sodio y la radiación láser aportan más del 85% de éxitos en el tratamiento de la hiperestesia dentinal. Los parámetros de radiación utilizados en este estudio son adecuados en la terapéutica de la hiperestesia dentinal, por lo que se recomienda la aplicación de densidades de potencia de 200 mW/cm.¹⁰

El láser Er: YAG es una alternativa segura y efectiva a la fresa dental en lesiones pequeñas y medianas, que los pacientes lo prefieren a la fresa y que en la mayoría de los casos puede ser usado sin la aplicación de anestesia, los tratamientos son los siguientes:

- Remoción de esmalte
- Remoción de dentina
- Preparaciones cavitarias clase I a V
- Remoción de materiales de relleno
- Sellado de fisuras
- Tratamientos de tejidos blandos
- Modificación de esmalte y dentina
- Frenectomías
- Eliminación de fibroma e hiperplasia
- Eliminación de tejido granuloso
- Aftas y herpes
- Despigmentación de encías
- Gingivectomías
- Gingivoplastias
- Reducción de la papila interdental

- **Alargamiento de corona**
- **Periodoncia-curetaje cerrado**
- **Desensibilización gingiva**

Efectos del Er: YAG

- **Preservación del tejido sano**
- **Conservación de la vitalidad pulpar**
- **Preparaciones microporosas de alta adhesividad**
- **Máximo control en remoción de esmalte y dentina**
- **Eliminación de los anestésicos inyectables**
- **Ausencia de vibraciones**
- **Ausencia de emanaciones tóxicas**
- **Pregrabado ácido**
- **Esterilización en el área de trabajo**
- **Posibilidad de trabajar diferentes cuadrantes en la misma visita**

Láser de Nd: YAG

- **Perfecta hemostasia**
- **Mejores impresiones**
- **Reducción del uso de anestésicos**
- **Eliminación del uso de bisturí**
- **Esterilización del área de trabajo**
- **Desensibilización gingival ultrarrápida y más duradera**

Usos del láser en odontología

- Mediciones y diagnóstico
- Cirugía oral y maxilofacial
- Odontología conservadora
- Endodoncia
- Periodoncia
- Prostodoncia
- Operatoria dental
- Efectos analgésicos y bioestimulación

Mediciones y diagnóstico

- Holografía con láser He-Ne, Diodos, Dye
- Fluometría Láser-Doppler con He-Ne, Diodos
- Espectroscopia con láser Ar, Dye

Cirugía oral y maxilofacial

Para corte y coagulación se utiliza el láser de CO₂, Nd: YAG, Ho: YAG, Ar, Dye.

Cauterización, segunda fase quirúrgica de implantes, úvulo-palatoplastias, excisiones, biopsias, leucoplasias y liquen plano, herpes labiales, úlceras aftosas. Remover tumores benignos, fibromas y lesiones blancas, reducción de infección en pacientes con cardiopatías, extracciones múltiples, apicectomías, tratamiento de apicectomías, tratamiento de alveolitis, vestibuloplastias, frenilectomías, etcétera.

Odontología Conservadora

- Sellado de fisuras:
 - a) Por fusión con CO₂, Nd: YAG, Rubí, Excímero
 - b) Por agregado de hidroxiapatita con CO₂, Nd: YAG, Ho:YAG
- Tratamiento de caries con láser: CO₂, Nd: YAG, Er: YAG, Ho: YAG, Excímer
- Fotopolimerización de resinas compuestas

Ventajas: Disminución del tiempo de polimerización al 20% (8 A 10 segundos)

Mejores características físicas del material polimerizado (resistencia la compresión, basándose en la hipótesis de un mejor arreglo molecular al momento de la polimerización)

Con láser Ar, Dye, He-Cd

- Acondicionamiento de las superficies dentinarias, con láser Excímer, CO₂, Nd: YAG, Er: YAG, Ho: YAG
- Aumento de la resistencia al ataque ácido: Por aumento en la birefringencia del esmalte, permitiendo una mayor penetración del Flúor. Con láser Ar, Dye

Endodoncia

Incisión y drenaje de abscesos, remoción del paquete vasculonervioso, pulpotomías, control de hemorragia, recubrimientos pulpares.

- Tratamiento de conductos con láser Excímero, Nd: YAG, Ho: YAG, Er: YAG

- Esterilización de conductos Nd: YAG, CO₂
- Apicectomía, conformación de conductos con CO₂, Nd: YAG, Ho:YAG

Periodoncia

Curetajes subgingivales, gingivectomías, gingivoplastias, iniciar incisión de colgajo, remover tejido de granulación e hiperplásico, reducción de tuberosidad, protección de zona donadora de injerto y procedimientos en pacientes comprometidos médicamente.

Prostodoncia

Remover épulis, frenilectomías, aumento de reborde, segunda fase quirúrgica de implantes, huellas de mordeduras, hiperplasia papilar, etc.

Operatoria Dental

Remoción de caries, perforación de esmalte y dentina, recubrimientos pulpares, preparación de dentina para evitar el uso de bases.

Prótesis Fija

Desensibilización dentinaria, recontorno gingival, aumento de la corona clínica.

Odontopediatría

Manejo de tejidos blandos, inserción de zapatilla distal, operculectomías, hiperplasias, frenilectomías (labiales y linguales) incisión y drenaje de abscesos, pulpotomías, mantenedores, de espacio y recontorno gingival.

Odontología Estética

Manejo de tejidos blandos, recontorno gingival, alargamiento de la corona clínica, desensibilizar dentina expuesta, cauterización, blanqueamiento, hiperplasia gingival, herpes labial, úlceras aftosas, frenilectomías y gingivoplastias. ^{1,24}

2.8 Ventajas de la Cirugía láser :

- **Secado en cirugía** , debido a que la energía del láser cierra los pequeños vasos sanguíneos.
- **Menor dolor postoperatorio**, debido al sellado de las terminaciones nerviosas.
- No hay contacto con instrumentos mecánicos, por lo que la **esterilización** está incorporada.
- **Campo de visión despejado** , debido a que no hay instrumentos mecánicos que lo bloqueen.
- Posibilidad de **reacción a una longitud de onda específica** de los colores específicos del tejido biológico.
- Posibilidad de realizar **microcirugía bajo microscopio**. el haz láser pasa a través del mismo microscopio.
- Posibilidad de **realizar procedimientos quirúrgicos dentro del cuerpo sin necesidad de abrirlo**, utilizando fibras ópticas para transmitir el haz láser.
- El láser puede utilizarse como una **precisa herramienta de corte**.
- Puede ser **controlado mediante un computador** , y operar en una pequeña área **bajo un microscopio**.

Fotografías clínicas de tratamientos realizados con láser



Úlceras Aftosas



Aplicación de láser en la úlcera ¹

TFESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.9 Condiciones de Utilización

1. Habitáculo
2. Precauciones
3. Contraindicaciones

1. Características del habitáculo empleado:

La posibilidad de reflexión del láser sobre superficies muy pulimentadas o altamente reflectantes, nos lleva a prescindir de paredes brillantes o de mobiliario metálico o acristalado que puede reflejar la radiación láser con el consiguiente peligro para terapeutas, pacientes y acompañantes. Igualmente, se recomienda una adecuada ventilación del lugar de consulta, así como condiciones apropiadas de humedad y aislamiento.

La mesa o cama en donde deba tratarse al paciente, debe ser de unas dimensiones (ancho y alto sobre todo) que permita manipular con comodidad el aparato sobre cualquier región anatómica que requiera tratamiento, teniendo en cuenta el tiempo que el paciente va a precisar recostado e inmóvil.

2. Precauciones en el tratamiento con láser:

La radiación láser correctamente utilizada es totalmente inocua, excepto si se proyecta sobre la retina a través del plano anterior del ojo. En este caso se absorbería en la retina produciéndose microcoagulaciones con la pérdida de la vista. Por ello resulta imprescindible una correcta protección tanto para el paciente como para el terapeuta con anteojos oscuros como el de HeNe y polarizadas cuando se trate de láser diódico. Como precaución adicional en

el tratamiento de patologías localizadas en la zona facial, se interpondrá en el globo ocular y las gafas, un algodón empapado en agua y escurrido posteriormente.

3. Contraindicaciones del tratamiento láser:

La contraindicación absoluta es la irradiación sobre el aparato visual, sobre las neoplasias, en enfermos epilépticos, en enfermedades de la tiroides.

Serían contraindicaciones relativas: la irradiación en embarazadas o sobre infecciones agudas sin la debida cobertura antibiótica.

Tampoco debe de emplearse con fármacos fotosensibilizantes como las tetraciclinas.

Fuera de éstas precauciones y contraindicaciones, no cabe esperar del uso del láser ningún otro tipo de efecto secundario indeseable.⁵

3. Planteamiento del problema

La técnica del láser tiene un uso limitado en odontología por tener conceptos erróneos acerca de su uso en los diferentes tratamientos dudando de su eficacia, eficiencia y su seguridad. El poder describir la gran variedad de equipos láser que actualmente están en el mercado con una gran capacidad de reducir tiempos y mejorar tratamientos en odontología sería de gran importancia poder encontrar respuestas que puedan mejorar las condiciones del tratamiento de nuestros pacientes.

4. Justificación

Debido a los grandes avances de la tecnología es necesario estar siempre a la vanguardia con todo lo que se refiere a nuestra profesión, para poder dar una excelente atención a todos nuestros pacientes por tal motivo es necesario saber todos los beneficios que tiene el uso del láser en odontología aunque puede llegar a ser un tratamiento costoso debido a que el aparato lo es y por lo tanto los tratamientos también, la alternativa sería promover los tratamientos; educando a los pacientes a la prevención con láser y de esta manera se difundiría mucho más ésta tecnología odontológica.

5. Objetivos:

Objetivo General:

Conocer la variedad de tratamientos bucodentales que pueden ser resueltos mediante el uso de la tecnología láser.

Objetivos Específicos:

Identificar las medidas preventivas de las enfermedades bucodentales con mayor incidencia en la población que se pueden realizar con el rayo láser.

Conocer los fundamentos físicos y biológicos de los diferentes láseres empleados en tratamientos odontológicos.

6. Hipótesis

H1 El empleo del láser en odontología ofrece ventajas en ahorro de tiempo y prevención de las enfermedades bucodentales con mayor incidencia en la población de México.

H0 El empleo del láser en odontología no ofrece ventajas en ahorro de tiempo y prevención de las enfermedades bucodentales con mayor incidencia en la población de México.

7. Conclusiones

- 1.- El uso del láser en odontología es una tecnología que ayuda a ahorrar tiempo de atención al paciente.
- 2.- El láser tiene la capacidad de eliminar el dolor al momento de atender al paciente.
- 3.- El láser no es un aparato estresante para el paciente como lo es la pieza de mano.
- 4.- Con el uso del láser la mayor parte de las veces no se tiene que anestesiarse.
- 5.- El láser ayuda a eliminar la inflamación post-quirúrgica.
- 6.- El láser esteriliza la zona que es tratada; ya sea en preparación de cavidades o en corte de tejidos.
- 7.- El láser elimina el sangrado y así mismo permite mejor visibilidad en el campo operatorio.
- 8.- El láser es ideal como método preventivo de caries usándolo con aplicación de flúor.

8. Referencias Bibliográficas

- 1.- Martínez H. Manual de odontología láser. Primera Edición. México: 1994. pp. 2-120.
- 2.- Aboites V. El Láser. La ciencia para todos. México: Fondo de Cultura Económica; 2000, pp.11-33.
- 3.- Echevarria. Reflexo-Láser. Un método novedoso en la utilización del láser de Baja Potencia. México: 1996, pp. 3-35.
- 4.- Bernier, J. Medidas preventivas para mejorar la práctica dental. Editorial Mundi. 1999, pp. 43-56.
- 5.- Pérez y col. Láser de Media Potencia y sus aplicaciones en Medicina. Revista del Dolor. 1999, pp. 37-70
- 6.- Revista Cubana Estomatología. 1996; 33(1)
- 7.- Garrigó, Valiente ZC. Influencia de la radiación Láser de baja potencia en molares permanentes inmaduros. Clínica Estomatológica. 1996, pp. 11-15.
- 8.- Garrido, Juan de Dios y cols. Efectos de la radiación láser CO₂ sobre el esmalte dental. Práctica Odontológica, 15 (3) 1994, pp.19-22
- 9.- Garrigó Andreu, Ma. Isela y cols. Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia. Parte I Nivel Celular. Práctica Odontológica, 14(11) 1993, pp.33-34.

10.-Garrigó Andreu, Ma. Isela y cols. Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia. Parte II: Procesos Inflamatorios. Práctica Odontológica. 14 (12), pp. 37-38

11.- Cerón García Pedro Alberto, García Chapas Amalia, et al. Perfil epidemiológico bucal de escolares de dos colonias de Ciudad Nezahualcoyotl. Práctica Odontológica, 1994, Vol. XV, N°. 3. pp. 49-52.

12.- Downer M. The changing patten of dental disease over 50 years. Br. Dental J. 1998; 185(1) : 36-41

13.- Sánchez Pérez T.L. y Sáenz Martínez L.P. Experiencia de caries como predictor de la enfermedad a 18 meses. Revista ADM , 1998, Vol. LV, N° 6, pp. 283-286.

14.- Irigoyen M. E, Velásquez C, Zepeda M. A. Caries dental y enfermedad periodontal en un grupo de personas de 60 o más años de edad de la Ciudad de México. Revista ADM. 1999, 56(2): 64-69

15.- Álvarez, Alva Rafael. Salud Pública y Medicina Preventiva. El Manual Moderno. México: 1998, pp. 18-23

16.- Irigoyen María Esther y López Sofía A. , et. al., Caries y necesidades de atención en una población infantil del Estado de México, Practica Odontológica,1994, Vol. XV, N° 1, pp. 37-41

17.- Sánchez. Prevalencia e incidencia de caries dental y hábitos de higiene bucal en un grupo de escolares del sur de la Ciudad de México. Revista ADM, 2001; 58(3): 98-104

18.- Katz, McDonald, Stookey. Odontología Preventiva en Acción. Editorial Medica Panamericana. Tercera Edición, pp. 199

19.- Hall A F, DeShepper E, Ando M, Stookey G K. In vitro studies of laser fluorescence for detection and quantification of mineral loss from dental caries. Adv. Dent Res 1997; 1 (4); 507-514.

20.- Al-Khoteeb S, Oliveby A, de Josselin de Jong E, Laser Fluorescence quantification of remineralisation in situ of incipient enamel lesions. Influence of fluoride supplements. Caries Res 1997; 31: 132-140.

21.- Ando M, Hall A F, Eckerr G, Schemehorn B R, Analoui M, Stookey GK.: Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitate early mineral loss in vitro. Caries Res 1997; 31: 125-131

22.- Ferreira Zandoná A G, Analoui M, Schemehorn B R, Eckert G, Stookey GK. Laser fluorescence detection of demineralization in oral occlusal fissures. Caries Res 1998; 32: 31-40.

23.- Ferreira Zandoná A G, Analoui M, Beiswanger BB, Isaacs RL, Kaftawy AA, Eckert G, Stookey GK. An in vitro comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. Caries Res 1998, 32: 210-218.

24.- Treviño. Láser en Odontología. Revista ADM. Vol. LVII, N° 4, Julio-Agosto 2000, pp. 137-14

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA