



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**USO DEL LÁSER TERAPÉUTICO EN ODONTOLOGÍA
Y SUS EFECTOS**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

KARLA ARELI PINEDA DÍAZ

**DIRECTORA: C.D REBECA ACITORES ROMERO
ASESOR: Mtro. CARLOS MANUEL GONZÁLEZ BECERRA
ASESORA: C.D BLANCA MARISELA DUPUY CASILLAS**

MÉXICO D. F.

AÑO 2007



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.

A mis padres por enseñarme con su ejemplo
que siempre se puede ser mejor.

A mis hermanos por ser un apoyo incondicional.

Andrés, gracias por estar siempre.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1	
MARCO HISTÓRICO	5
CAPÍTULO 2	
FÍSICA DEL LÁSER	9
2.1 Campo electromagnético	9
2.2 Propiedades de la luz láser	10
2.3 Medios activos del láser	12
2.4 Principios físicos	14
2.4.1 Emisión espontánea	14
2.4.2 Emisión estimulada	15
CAPÍTULO 3	
TEORÍAS DE LA PRODUCCIÓN DEL RAYO LÁSER	16
3.1 Teoría Quantum	16
3.2 Emisión estimulada	16
3.3 Diseños básicos de sistemas láser	16
CAPÍTULO 4	
CLASIFICACIÓN DEL LÁSER SEGÚN SU ESPECTRO	
ELECTROMAGNÉTICO.....	17
4.1 Láser ultravioleta.....	17
4.2 Láser de luz visible	17
4.2.1 Argón	17
4.2.2 He-Ne	18

4.3 Láser infrarrojo	18
4.3.1 Ga:Al:As	18
4.3.2 Nd:YAG.....	18
4.3.3 Ho:YAG	19
4.3.4 Er:YAG	19
4.3.5 Co ₂	20
4.4 Láser Sintonizable	20

CAPÍTULO 5

VÍAS DE INTERACCIÓN ENTRE LA ENERGÍA LÁSER

Y LOS TEJIDOS	21
5.1 Reflexión	21
5.2 Absorción.....	21
5.3 Dispersión.....	22
5.4 Transmisión	23

CAPÍTULO 6

CLASIFICACIÓN DEL LÁSER SEGÚN SU APLICACIÓN

CLÍNICA	24
6.1 Alta potencia	24
6.2 Baja potencia	24

CAPÍTULO 7

LÁSER TERAPÉUTICO	25
7.1 Antecedentes históricos	25
7.2 Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia...26	
7.2.1 Efecto bioenergético	26
7.2.2 Efecto bioeléctrico	26
7.2.3 Efecto bioquímico	27
7.2.4 Efecto bioestimulante	27

7.2.5 Efecto inhibitorio	27
7.3 Mecanismos de acción	28
7.4 Efectos terapéuticos generales	29
7.4.1 Efecto analgésico	29
7.4.2 Efecto antiinflamatorio	30
7.4.3 Efecto bioestimulante y trófico celular.....	31
7.5 Efectos en los tejidos dentales	32
7.6 Indicaciones	37
7.7 Sitios de aplicación, dosimetría y Frecuencia de aplicación.....	39
7.7 Usos dentales clínicos	49
7.7.1 Dolor agudo y crónico.....	52
7.8 Contraindicaciones	53
7.8.1 Relativas	53
7.8.2 Absolutas	54
CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

INTRODUCCIÓN

Con la introducción de los equipos láser en la práctica odontológica, el concepto de atención al paciente ha cambiado mucho, siempre en busca de ofrecerle mejores alternativas.

Existe una gran diversidad de equipos láser con distintas aplicaciones tanto en el campo odontológico como en el campo médico. Éste trabajo se enfoca al uso del láser terapéutico (conocido también como láser de bajo nivel, baja potencia o baja energía) y los efectos que ocasiona en el organismo. Su longitud de onda mayormente se concentra en el área visible del espectro electromagnético o al principio del área infrarroja, por lo que no ejerce un efecto térmico, o bien, está disminuido por la cantidad de energía aplicada, siendo esta propiedad la que lo diferencia de los láser quirúrgicos o de alta potencia.

La mayoría de los procedimientos realizados en el consultorio dental están relacionados con problemas de dolor, inflamación y regeneración celular; es por ello que en la odontología moderna se ha creado una conciencia de evitar en lo posible estos procesos, teniendo como objetivo principal disminuir las molestias del paciente para poder brindar una odontología confiable.

La terapia con láser viene a resolver estas necesidades gracias a que posee una acción antiinflamatoria, analgésica y de reparación de tejido aportando mayor comodidad al paciente durante el tratamiento odontológico.

El éxito del tratamiento con láser, radica en conocer a fondo su acción a nivel celular y establecer un correcto diagnóstico para determinar si el procedimiento ayudará o no al paciente; sin embargo la consideración más importante es conocer las contraindicaciones y/o efectos malignos

del uso del láser para evitar causar daños en el organismo y determinar que tipo de pacientes no son aptos para ser sometidos a la terapia láser.

Es por esto que el cirujano dentista, debe estar capacitado e informado antes de adquirir un equipo y antes de ofrecerlo como tratamiento a sus pacientes, sabiendo diferenciar las verdaderas propiedades y beneficios o prejuicios de trucos publicitarios que ofrecen los distribuidores para su venta.

Por lo anterior, éste trabajo se encarga de presentar todas las propiedades físicas, terapéuticas y contraindicaciones exclusivamente del láser de bajo nivel, para poder tener bases y de ésta manera decidir que tan útil o perjudicial nos puede significar ofrecer ésta alternativa de tratamiento en el consultorio dental.

CAPÍTULO 1

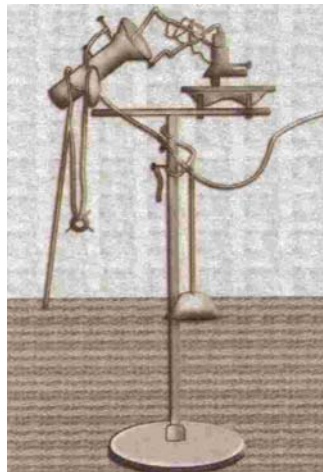
MARCO HISTÓRICO

Desde el siglo I, Plinio, historiador de esa época, menciona en uno de sus escritos la palabra láser, para referirse a una planta herbácea de las costas del Mar Mediterráneo, la cual era usada por los romanos para curar varias enfermedades, gracias a sus milagrosas propiedades. ⁽¹⁾

Existen evidencias de que culturas antiguas como la egipcia, griega y maya, usaban la luz del sol como medio terapéutico. Por otra parte, se sabe que en la India utilizaban una planta con la que hacían un extracto para aplicarlo en la piel, después de lo cual colocaban al paciente bajo los rayos del sol para curar el vitiligo, siendo éste uno de los primeros tratamientos con luz solar, base de la fototerapia actual. ⁽¹⁾

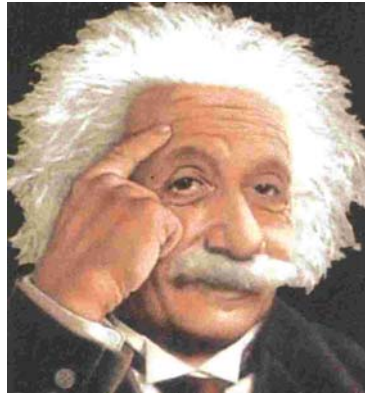
La primera vez que se usa la luz artificial como medio terapéutico es a fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX, cuando el físico danés Niels Finsen inventó un dispositivo de cuarzo y agua, con el cual produjo una luz ultravioleta capaz de curar la psoriasis y el vitiligo por medio de fototerapia. Finsen fue el primer científico que usó la luz artificial como medio terapéutico. ⁽¹⁾

Aparato de cuarzo y agua, fabricado por Niels Finsen ⁽¹⁾



Las teorías atómicas de Einstein acerca de la radiación controlada pueden considerarse el punto de partida de la tecnología láser. Einstein publicó en el año de 1917, un artículo acerca de la emisión estimulada de energía radiante, que se reconoce como la base conceptual de la ampliación óptica. ⁽²⁾

Albert Einstein ⁽¹⁾



Cerca de cuarenta años más tarde, el físico estadounidense Townser amplificó por primera vez las frecuencias de las microondas mediante un proceso de emisión estimulada y comenzó a utilizarse el acrónimo MASER (microwave amplification by stimulated emission of radiation: amplificación de microondas mediante emisión estimulada de radiación). En 1958, Schawlow y Townser propusieron la extensión del principio MASER a la porción óptica del campo electromagnético, con lo que apareció el concepto LASER (light amplification by stimulated emission of radiation: amplificación de la luz mediante emisión estimulada de radiación). ⁽²⁾

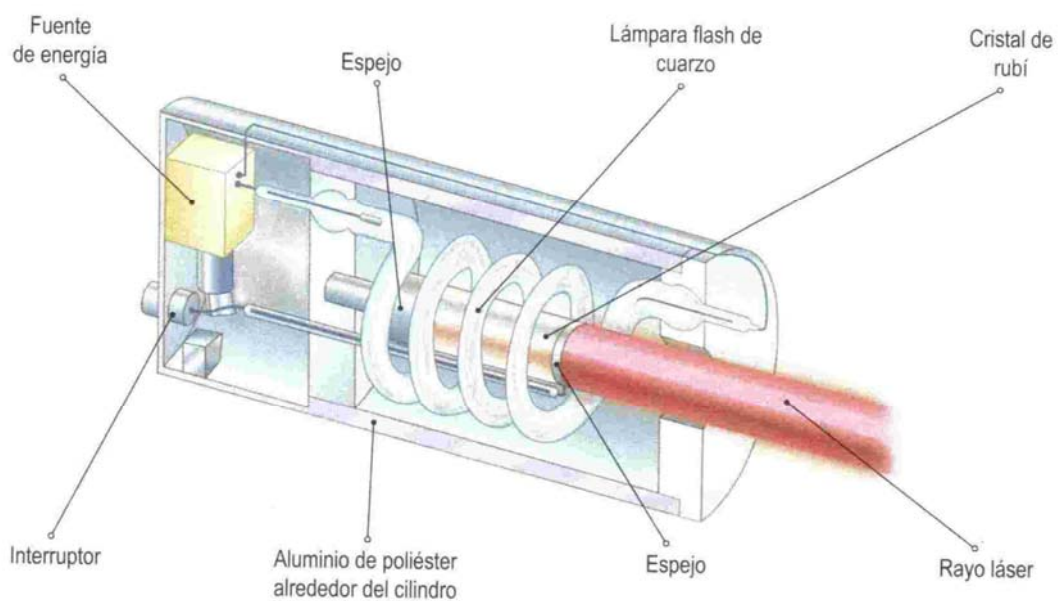
En 1960 Theodor Maiman, de los laboratorios de investigación Howard Hughes, fabricaron el primer láser funcional, un instrumento de pulsos estimulados por rubíes, con una longitud de onda de 694 nm.

Theodore H. Maiman ⁽¹⁾



Un año después del logro de Maiman, León Goldman creó el primer laboratorio médico con láser en la Universidad de Cincinnati; se le reconoce como el primer médico en utilizar la tecnología láser. Con el paso de los años Goldman y otros investigadores documentaron la capacidad de diversos tipos de lasers para cortar, coagular, destruir y vaporizar tejidos biológicos. ⁽¹⁾

Esquema del primer láser de rubí, creado por Maiman ⁽¹⁾



En 1963 se inician las investigaciones en el campo dental, y es así como Stern y Sognnaes deciden investigar el efecto termal del láser de rubí en los tejidos dentales, aunque ya se había observado que el láser de Nd:YAG (consiste en una barra de cristal de itrio, aluminio y granate, YAG, cubierta con neodimio, Nd) producía pequeños cráteres en el esmalte y fusionaba los prismas. ⁽¹⁾

Así, en 1964, Stern aplica el láser de rubí sobre piezas dentales y encuentra que éste aumenta la resistencia de los ácidos en el esmalte, lo cual es una contribución importante dentro del área de la odontología preventiva. ⁽¹⁾

La primera aplicación in vivo en odontología fue hecha por el médico León Goldman en el año de 1965, el cual aplicó dos pulsos de láser de rubí en un diente de su hermano Bernard que sí era dentista, y relató que no sintió dolor durante ni después del acto operatorio ⁽³⁾.

L'Esperance fue el primero en comunicar el empleo clínico de un láser de argón en oftalmología en 1968; en 1972, Strong y Jako informaron la primera utilización clínica de un láser de dióxido de carbono (CO₂) en otorrinolaringología. Keifhaber y cols. documentaron la primera aplicación de un láser de neodimiositrio-aluminio-granate (Nd:YAG) en 1977 en cirugía gastrointestinal. ^(4,5)

Han aparecido otros láseres y con ellos, el trabajo de otros investigadores, de modo que actualmente los láseres se utilizan de forma habitual en un amplio espectro de disciplinas médicas, incluyendo la odontología ^(4,5)

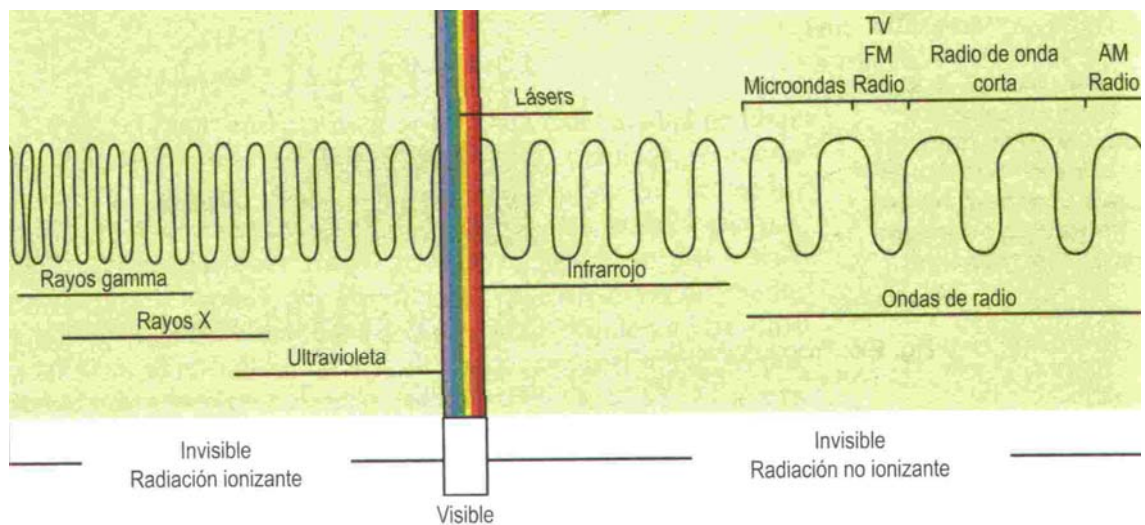
En este campo, en el Reino Unido los pioneros fueron Fisher y Frame, Pecaro en los Estados Unidos y Welter en Francia.

CAPÍTULO 2

FÍSICA DEL LASER

La luz láser es una energía o radiación electromagnética en el rango de la energía visible o cerca de lo visible.

Espectro electromagnético ⁽¹⁾



Campo electromagnético

El campo electromagnético podemos dividirlo en tres áreas diferentes:

1. Un área invisible con radiación ionizante, que puede ser absorbida por las células y los tejidos, que también puede causar problemas mutágenos, y en la cual se encuentran los rayos gamma, los rayos X y la luz ultravioleta.
2. Un área visible en donde se encuentran los rayos de color que el ojo humano puede detectar.

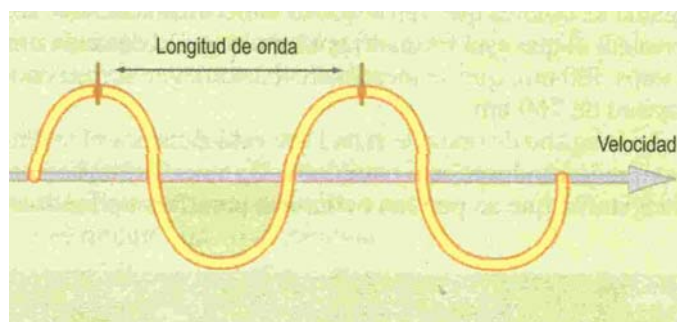
3. Un área invisible con radiación no ionizante que a la vez se divide en dos: una infrarroja y otra que se compone de ondas de radio en donde se encuentran las microondas, las ondas de televisión y las ondas cortas de radio. El área infrarroja tiene un efecto térmico, y es aquí donde se encuentra la mayoría de las longitudes de onda de los láser quirúrgicos, como los siguientes: diodos, argón, Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, Er, Cr:YSGG y CO₂.⁽¹⁾

Propiedades de la luz láser

- * Es monocromática
- * Es coherente, colimática y direccional
- * Viaja a la velocidad de la luz: 300,000 km/s.
- * Por su gran densidad fotónica, dependiendo del medio activo, que lo produzca, ejerce efectos térmicos y/o biológicos.

Antes de explicar cada una de las propiedades de la luz láser, es importante definir el término longitud de onda. Longitud de onda es la distancia que existe entre dos crestas o dos valles sucesivos. Esas ondas se miden en unidades llamadas nanómetros o micrones, donde un nanómetro es la milmillonésima parte del metro.

Longitud de onda⁽¹⁾

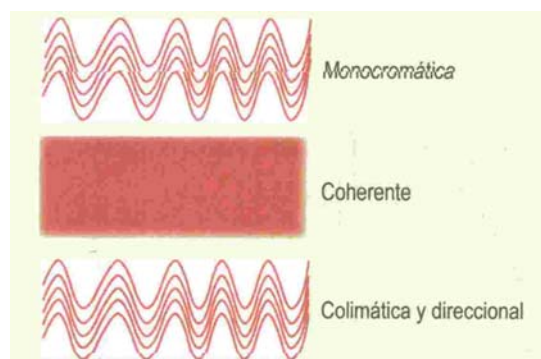


La propiedad monocromática está formada por fotones con igual longitud de onda, y serán del mismo color si su medio activo está dentro del área visible del espectro electromagnético, de lo contrario este haz de luz será invisible al ojo humano por estar en el área infrarroja no visible.

La propiedad coherente se debe a que todos los fotones que la forman se encuentran en la misma fase y viajan en la misma dirección.

La propiedad direccional se debe a que la transmisión de la energía es unidimensional y paralela, con muy poca divergencia. ^(1,6)

Propiedades de la luz láser ⁽¹⁾

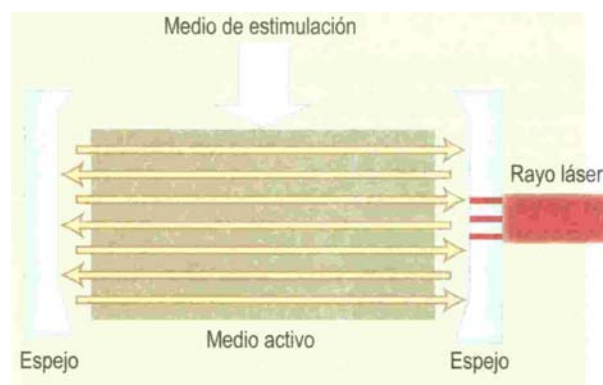


Los equipos láser disponibles en la actualidad se encuentran en el rango de 360 a 10,600 nm de longitud de onda, encontrándose la mayoría de ellos en la porción visible-invisible no ionizante del espectro electromagnético.

Para producir energía láser se necesita una cavidad de resonancia, la cual está compuesta por un medio activo, en el que se van a formar átomos. Éstos se excitarán por medio de una lámpara flash que va a excitar el medio activo para producir fotones, que se reflejarán en dos espejos altamente pulidos, ubicados a los lados de la cavidad, donde uno de ellos es sólido y el otro tiene un área con pequeñas perforaciones por

donde salen los fotones, una vez que la cavidad se encuentra llena de energía, lo cual sucede en milésimas de segundo. La cantidad de fotones que salen de la cavidad forma lo que conocemos como rayo láser o energía láser⁽⁷⁾

Cavidad láser en donde se encuentra el medio activo y el medio de estimulación junto a los espejos en los cuales se forma la energía láser⁽¹⁾



Cuando esta luz incide sobre la materia, puede producir efectos físicos muy distintos según el tipo de sustancia que se encuentre en la cavidad de resonancia.

Medios activos del láser

Los medios activos del láser pueden ser el sólido, el gas o el líquido.⁽¹⁾

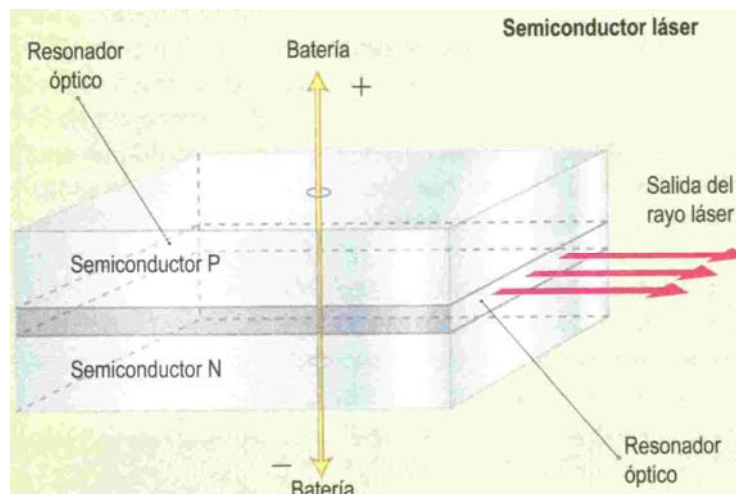
- * **SÓLIDO:** Los láser que trabajan con este medio tienen mayor duración por ser de cristal o diodos (metales); los de cristal pueden tener una vida activa de 15 años, mientras que los diodos pueden durar hasta 35 años.

Los de medio activo de cristal/vidrio usan barras de cristal de YAG (itrio, aluminio y granate) recubiertas por con Nd (neodimio), un

elemento raro que sirve como medio activo. Cuando esta capa se desgasta con el tiempo, hay que cambiar el cristal. Entre los láser con medio activo sólido se encuentran el Er:YAG, el Er, Cr:YSGG, además del de diodos y el de alexandrita.

Láser diodos: Éste no necesita de la cámara de resonancia o de un tubo lleno de gas, como sucede con los demás láser. Están formados por dos metales reactivos colocados uno frente al otro y cuando una corriente eléctrica estimula este medio, entonces se produce la energía láser entre las dos placas; éstos láser son relativamente pequeños.

Láser semiconductor o de diodos ⁽¹⁾



- * GAS: Se usan dos tipos de gas; uno como medio activo y otro para enfriar, que consisten en un tubo lleno de gas activo y congelante, cuya duración en promedio es de tres a cuatro años, en algunos casos se puede intercambiar o recargar el tubo. Entre los láser de gas se encuentran los siguientes: He:Ne, CO₂, Argón, Kriptón, Xenón.
- * LÍQUIDO: Hasta la fecha este tipo de láser se encuentra en estudio e investigación. Su característica principal consiste en que disuelve su

medio activo en agua o metanol para activar el líquido colorante y producir energía. A éstos también se les llama sintonizables, pues tienen varias longitudes de onda en un mismo medio activo.

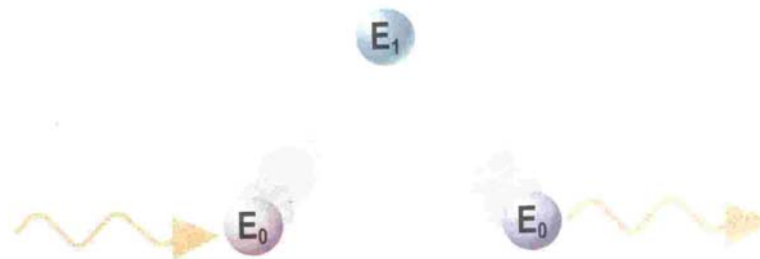
Principios Físicos:

- a) Emisión Espontánea: La luz láser se obtiene estimulando y amplificando la radiación luminosa de cualquier longitud de onda que pertenezca tanto al espectro visible como al invisible. Al incidir sobre un átomo en estado de reposo con algún tipo de energía externa a él (lumínica, térmica, eléctrica, etc) hará que sus electrones salten de una órbita más externa o de mayor energía.

Ahora, este átomo que ha absorbido una energía que utiliza para el cambio de órbita de sus electrones está excitado. La duración de esta excitación es muy fugaz y el electrón vuelve a su órbita natural liberando la energía antes absorbida en forma de un fotón.

Este proceso se conoce como emisión espontánea y el corto intervalo entre la absorción y la reemisión del fotón define el tiempo de fluorescencia del átomo.

Emisión espontánea, cuando un electrón cambia de un nivel estable a uno excitado, produciendo una cantidad de energía llamada fotón⁽¹⁾



b) Emisión Estimulada: Se produce cuando un átomo excitado es estimulado al liberar un fotón antes que lo haga espontáneamente.

Para ello es necesario que un nuevo fotón incidente con la exacta longitud de onda penetre en el campo magnético del átomo excitado desencadenando un desequilibrio que produce la caída del electrón a su órbita original. La emisión estimulada sólo ocurre cuando la energía del fotón incidente es igual a la del liberado.

Como resultado de esto se producen dos fotones con la misma energía (o longitud de onda) que van en el mismo sentido y que oscilan conjuntamente, es decir, en sincronismo de fase. ^(5,14)

Emisión estimulada, cuando un electrón excitado recibe una cantidad adicional de energía, causando que al regresar a su fase inicial produzca dos fotones ⁽¹⁾



CAPÍTULO 3

TEORÍAS DE LA PRODUCCIÓN DEL RAYO LÁSER

1. Teoría Quantum: Es el concepto de física que describe los componentes básicos con especial énfasis en la naturaleza de los átomos para desenvolverlos en partículas diminutas que pueden ser elevadas a un estado más alto de energía ⁽⁸⁾

2. Emisión estimulada: El proceso de emitir un rayo de energía después que los electrones han sido estimulados a un nivel más alto de energía sincronizándolos a una misma dirección espacial de coherencia y monocromaticidad. ⁽⁸⁾

3. Diseños básicos de sistemas láser: Antes de 1994 todos los sistemas láser eran fabricados de una manera muy similar, por ejemplo el medio activo estaba localizado en una cámara o tubo con dos espejos a cada extremo, uno parcialmente transparente y el otro con reflexión completa. Se utiliza un estímulo eléctrico para excitar los átomos a un nivel más alto de energía produciendo fotones para una onda específica de luz. ⁽⁸⁾

CAPÍTULO 4

CLASIFICACIÓN DEL LÁSER SEGÚN SU ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Se entiende por espectro electromagnético la medición de las ondas organizadas. Existen cuatro tipos de ondas láser: Láser ultravioleta, láser de luz visible, láser infrarrojo y láser sintonizable. ⁽¹⁾

- 1) Láser ultravioleta: Sus ondas regularmente se encuentran entre 150 y 350 nm (nanómetros) y sus niveles más altos alcanzan aproximadamente 10 a 15 Htz (pulsos por segundo), produciendo cortes limpios en el tejido.

- 2) Láser de luz visible: Sus ondas oscilan entre 350 y 730 nm. El primer láser fabricado fue un láser de rubí y emitía 693 nm. Ejemplos de éstos son:
 - Argón ⁽⁹⁾ (488.5 a 514.5 nm), Utiliza un gas como medio activo. Se encuentra en la porción media del espectro electromagnético y presenta dos colores (verde a 514.5 nm y azul 488.5 nm). Cuando es utilizado a mínima potencia provoca una buena polimerización de los materiales de restauración, mientras que a 1.5 W es un láser quirúrgico apropiado para el corte de tejidos blandos con mínimo sangrado y escaso dolor postoperatorio. Puede emitir tanto en continuo como en pulsado y es absorbido por pigmentos como la melanina, hemoglobina y los carotenos. Su absorción se produce fundamentalmente en la sangre, siendo por ello un excelente medio para facilitar la coagulación de los vasos.

- He:Ne (632 nm), helio neón es comúnmente utilizado en las plumas indicadoras por oradores.

3) Láser infrarrojo: Este tipo es el más utilizado en el mercado hoy en día y sus ondas oscilan entre 730 y 14,000 nm (Intervion). Los láseres que se encuentran en esta categoría son:

- Ga:Al:As (805 nm) Arsenurio de Galium y Aluminio, dopado con Aluminio el cual transmite la luz a través de una fibra óptica.

Láser de Ga:Al:As ⁽¹⁾



- Nd:YAG⁽¹⁰⁾ (1,064 nm) Neodyum: Ytrium-Aluminio-Garnet., está compuesto por un granate de itrio y aluminio, contaminado por neodimio el cual es el responsable de la emisión del haz de luz. Sus ondas son bien absorbidas por tejidos pigmentados, al tener afinidad por la melanina. Regularmente utilizan un haz de luz guía de He-Ne para localizar adecuadamente la zona donde depositar el rayo. Se transmite a través de una fibra óptica, lo cual permite una fácil aplicación en espacios anatómicos bucodentarios de difícil

acceso. Este hecho, asociado al potente efecto bactericida que produce ésta longitud de onda, lo convierten en una herramienta ideal en los tratamientos endodónticos y periodontales, en los que pueden mejorar los resultados obtenidos con las técnicas convencionales. También se utiliza en ciertos tratamientos de cirugía bucal, principalmente para la exéresis de lesiones de tejidos blandos.

- Ho:YAG ⁽¹¹⁾ (2,100 nm) Holmium: Yttrium-Alumimio-Garnet, su medio activo, sólido, es un granate de itrio y aluminio dopado con holmium. Emplea un rayo guía de He-Ne que se transmite por medio de una fibra óptica de modo pulsado. Tienen un gran potencial de absorción para la hidroxiapatita. Se emplea en cirugía periapical y en cirugía artroscópica de la articulación temporomandibular. Se ha observado en estudios realizados en dientes extraídos que la aplicación de éste láser provoca algunos signos importantes de daño térmico, así como fisuras en la superficie radicular y espacios entre el conducto radicular y la gutapercha por causar contracción en ésta.

- Er:YAG ⁽¹²⁾ (2,900 nm) Erbium: Yttrium-Alumimio-Garnet, su medio activo es un granate de itrio y aluminio y dopado por erbio. Es uno de los más utilizados para trabajar en tejidos duros (hueso-diente), éstos emiten una onda que es bien absorbida por la hidroxiapatita y agua y es considerado el de corte más limpio en superficies densas, está diseñado para trabajar en los tejidos blandos y duros de la cavidad bucal y a diferencia de otros no produce efecto hemostático de coagulación en el momento del corte, además en lugar de emitir su rayo a través de una fibra óptica flexible, éste láser requiere de un brazo articular y una pieza de mano especial;

que utiliza un spray de agua para disminuir el riesgo de lesiones térmicas en los tejidos adyacentes.

- CO₂ ⁽¹³⁾ (10,600 nm) láser de dióxido de carbono. Es un láser de gas que utiliza para su emisión una descarga eléctrica que excita una mezcla de helio, nitrógeno y CO₂ contenida en un tubo de cuarzo. Posee un efecto de coagulación por hemostasis en venas no mas grandes de 0.5 mm de diámetro y puede ser utilizado tanto en tejidos duros (con ciertas limitaciones) como en cirugía de tejidos blandos de la cavidad bucal. Las características del láser de CO₂ permiten una cirugía rápida y cómoda para el profesional y molestias postoperatorias mínimas para el paciente.

- 4) Láser Sintonizable: No tienen rango específico de ondas porque gracias a su característica de poderlo sintonizar, tiene acceso a una gran variedad de longitud de onda, son los más nuevos y están concentrados en algunos centros de investigación en Estados Unidos, son muy costosos y difíciles de utilizar, aún así éste láser puede cortar limpiamente el tejido dentario y óseo por su potencial de poder acondicionar su longitud de onda.

Láser de luz visible e invisible y para blanqueamiento dental ⁽³³⁾



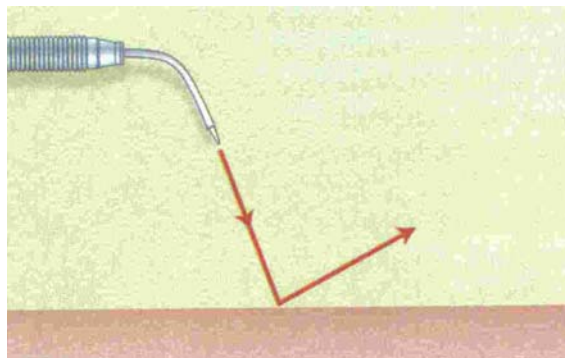
CAPÍTULO 5

VÍAS DE INTERACCIÓN ENTRE LA ENERGÍA LASER Y LOS TEJIDOS

Como con la luz normal, la luz del láser puede interactuar con el tejido de cuatro formas básicas:

- **Reflexión:** Es la energía que se refleja sobre la superficie sin penetración o interacción de la energía de luz con el tejido. La reflexión puede ser utilizada en áreas inaccesibles, mediante un espejo especial para ese propósito, dirigiendo el rayo hacia el tejido y área deseados.

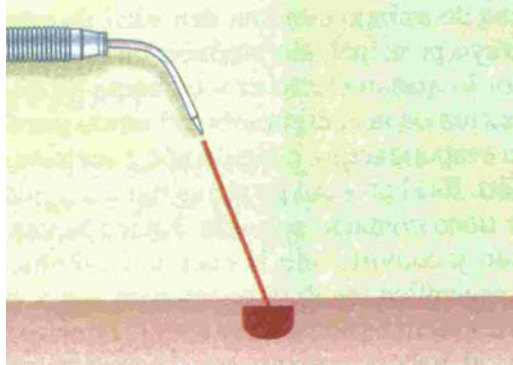
Reflexión ⁽¹⁾



- **Absorción:** Una porción de la luz del láser puede ser absorbida dentro de un componente del tejido, en este caso habrá una transferencia de energía al tejido. Cuando el rayo penetra en el tejido, se remueve cierta cantidad de él dependiendo del tiempo y la energía usada, convirtiendo el sobrante en otro tipo de energía disminuyendo su capacidad, de la cual no procede un efecto biológico significativo. La fuerza y penetración del proceso de

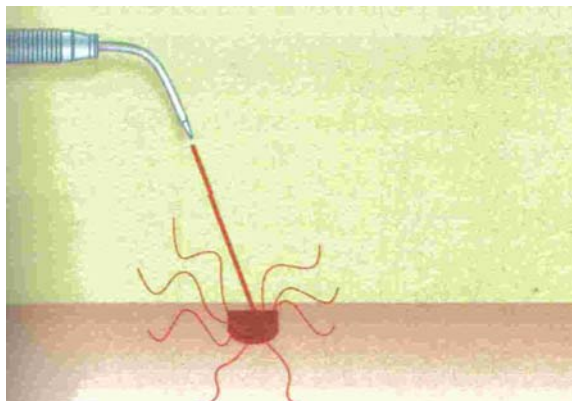
absorción depende de la longitud de onda y del tipo de tejido que se va a tratar.

Absorción ⁽¹⁾



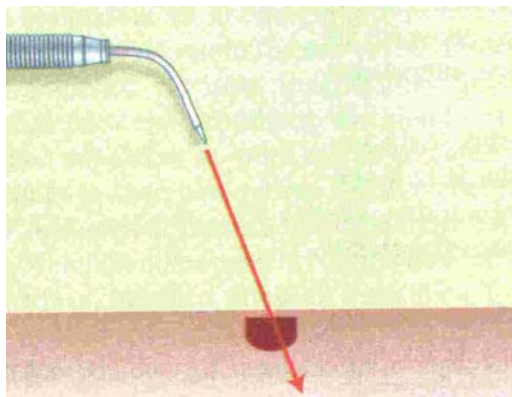
- **Dispersión:** El remanente de luz puede penetrar el tejido y ser dispersado sin producir un notable efecto en el tejido. Se refiere a la disminución del rayo láser a causa de la reflexión de la energía en otras direcciones. La dispersión reduce la fuerza de densidad aumentando el diámetro del área de trabajo con una densidad de energía menor que la del rayo principal, sin producir un efecto biológico significativo, por lo que su efecto es totalmente diferente al de la absorción.

Dispersión ⁽¹⁾



- **Transmisión:** Una porción de luz puede ser transmitida a través del tejido como si se transparentara el rayo láser de un tejido a otro. La energía láser transmitida con menos potencia, después del área de absorción, hacia el interior del tejido, no causa efecto térmico alguno, pero sí una bioestimulación que ayuda a la reparación celular del área. ^(6,14)

Transmisión ⁽¹⁾



El principal efecto benéfico de la energía láser es la absorción de la luz por el tejido y la transferencia de esta energía, causando así una interacción en el tejido (efectos fotobiológicos).

Se produce una interacción entre las células y los fotones irradiados (reacción fotoquímica); la célula absorbe la energía del fotón y ésta es transferida a las distintas biomoléculas, que a su vez estimulan otras biomoléculas. La energía transferida, que dependerá del poder de penetración del haz de energía, provoca un aumento de la energía cinética activando o desactivando enzimas u otras propiedades físicas o químicas de otras macromoléculas principales. ⁽¹⁵⁾

CAPÍTULO 6

CLASIFICACIÓN DEL LÁSER SEGÚN SU APLICACIÓN CLÍNICA

Los de alta potencia o quirúrgicos y los de baja potencia o también denominados terapéuticos, Low level laser therapy (LLLT), el cual es el objeto de este trabajo de investigación. Los de alta potencia tienen un efecto térmico ya que son capaces de concentrar una gran cantidad de energía en un espacio muy reducido y ello se demuestra por su capacidad de corte, coagulación y vaporización. ⁽¹⁶⁾

Por otro lado los láseres de baja energía carecen de éste efecto térmico ya que la potencia que utilizan es menor y la superficie de actuación mayor, y de este modo el calor se dispersa; sin embargo producen un efecto bioestimulante celular. Su aplicación fundamental es para acelerar la regeneración tisular y la cicatrización de las heridas disminuyendo la inflamación y el dolor. Los más conocidos son el de Arsenurio de Galio (Ga:As, láser pulsado con longitud de onda de 904 nm), el de Arsenurio de Galio y aluminio transmisible por fibra óptica (Ga:Al:As, con longitud de onda de 830 nm) y el de Helio-Neón (He:Ne con longitud de onda de 632.8 nm) éste último dentro del espectro visible, concretamente el rojo.

El láser blando es aquel láser de baja energía que emite en la región del espectro rojo o del infrarrojo, con una potencia media desde 50 mW hasta 1 w y que no produce efecto térmico. ⁽¹⁶⁾

CAPÍTULO 7

LÁSER TERAPEÚTICO, DE BAJA POTENCIA O DE BAJO NIVEL

Antecedentes Históricos

En escritos y artículos publicados en la década de 1960, a menudo se hace referencia a los términos de láser duros, para hacer alusión a los quirúrgicos, y blandos, para los terapéuticos; también se les llama de alta y baja potencia, respectivamente.; hoy en día se aceptan los términos de láser terapéuticos o laserterapia. En algunos estudios y publicaciones también se habla del Low Level Laser Therapy (LLLT), término aceptado en la actualidad. ⁽¹⁾

Los primeros láseres con medio activo de gas se crearon en 1962, así como sus aplicaciones e investigaciones, siendo los pioneros Rusia (Universidad Alma Atta) y Hungría. El profesor Adam Mester, uno de los iniciadores de los estudios de los láseres terapéuticos, descubrió que, al ser emitidos los rayos láseres con energías menores, provocaban una interacción de la luz (o energía) con los procesos metabólicos celulares, de modo que esta reacción bioestimulante o biorreguladora celular provocaba varios efectos: analgésico potente, antiinflamatorio, regenerador tisular (cicatrizante), hemostático (disminuye el tiempo de la formación del trombo), estimulante de mecanismos de defensa (mediante la activación de macrófagos, granulocitos y neutrófilos). ⁽¹⁾

En los inicios de la década de 1960, cuando aparecieron los primeros equipos láser comerciales, se descubrió que algunos de ellos, con energías mayores de 1 watt, podían cortar, vaporizar y coagular los tejidos, pero si se aplicaban con menor energía su efecto en los tejidos era diferente, pues sólo provocan una bioestimulación celular.

Su longitud de onda mayormente se concentra en el área visible del espectro electromagnético o al principio del área infrarroja, por lo que no ejerce un efecto térmico, o bien, está disminuido por la cantidad de energía aplicada. ⁽¹⁾

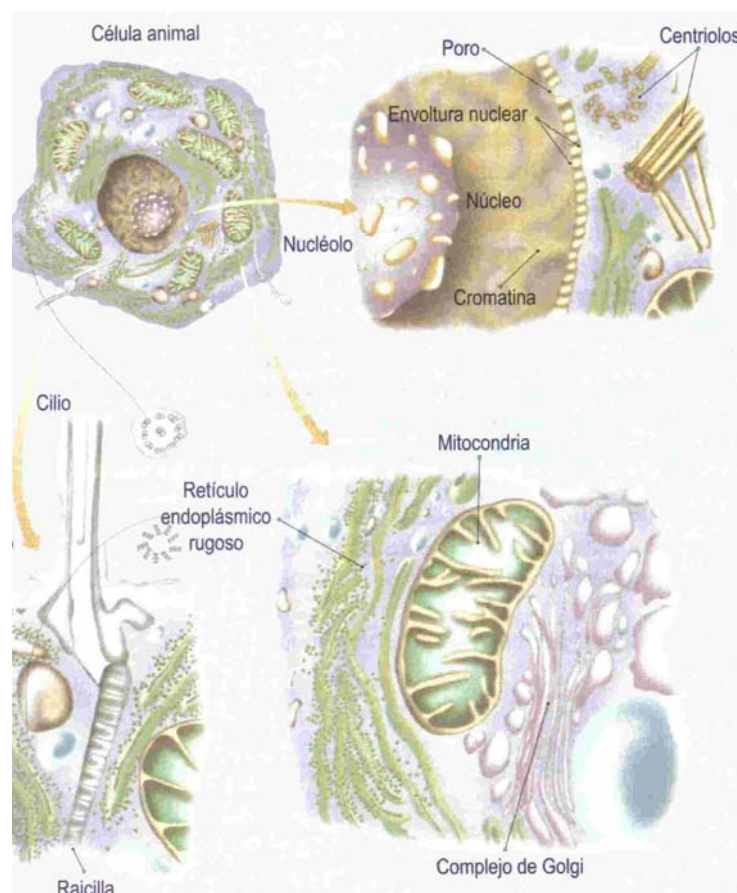
Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia

La energía depositada en el tejido cuando se irradia con láser de baja potencia, es absorbida por fotorreceptores y ocurren en ellos efectos primarios que a continuación se describen:

1. Efecto Bioenergético: Se basa en la necesidad de reservas energéticas (ATP, adenosin trifosfato) en la célula, para poder desarrollar su actividad. Cuando la célula está dañada, estas reservas disminuyen y por lo tanto su actividad se altera. La radiación láser de baja potencia actúa directamente sobre los fotorreceptores de la cadena respiratoria, activa y facilita el paso de ADP (adenosin difosfato) a ATP aumentando las reservas de energía en el interior de las mitocondrias.
2. Efecto Bioeléctrico: Los fotorreceptores presentes en la membrana celular absorben la energía proveniente de la radiación láser; ésta actividad fotoeléctrica en la membrana celular contribuye a normalizar la situación iónica a ambos lados de la misma, ayudada por la energía que extrae de la hidrólisis del ATP. Se restablece así el potencial de la membrana, y con ello la vitalidad celular y sus funciones.
3. Efecto bioquímico: El aumento de las reservas energéticas (ATP) facilita las reacciones interestructurales, así como los ciclos

metabólicos intracelulares de gran consumo de oxígeno y dan lugar a la activación general del metabolismo celular.

4. Efecto bioestimulante: La radiación láser es activadora de la síntesis de proteínas, y por lo tanto de la función celular; se aceleran los procesos de división y multiplicación celular.
5. Efecto inhibitorio: Se produce depresión de los procesos intracelulares que dan 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 la bioestimulación. ⁽¹⁴⁾



Mecanismo de acción:

Los experimentos basados en pruebas de laboratorio en una variedad de tipos células in vitro han demostrado respuestas primarias y secundarias producidas cuando estas células son irradiadas con fotones. Las respuestas incluyen lo siguiente: ^(1,15,16)

RESPUESTAS PRIMARIAS
Los fotones son absorbidos por los citocromos.
Las moléculas de oxígeno (radicales libres) se generan, afectando la síntesis del ATP (aumentando así la energía disponible a las células)
Se produce óxido nítrico.
Se produce el aumento reversible en la permeabilidad de membrana celular al calcio y a otros iones, provocando cambios en la actividad de la célula, provocando las respuestas secundarias.

RESPUESTAS SECUNDARIAS
Síntesis de DNA y RNA.
La estimulación del retículo endoplásmico produce aumento de DNA
Proliferación celular.
Liberación del factor de crecimiento.
Síntesis del colágeno por los fibroblastos.
Cambios en la conducción nerviosa y en el lanzamiento de neurotransmisores.

Los efectos de los láseres en los tejidos blandos se refieren comúnmente como bioestimulación, e incluyen lo siguiente:

- * Estimula la producción de ATP (éste es la fuente de combustible y de energía para las células)
- * Síntesis incrementada del colágeno en los fibroblastos.
- * Formación creciente de tubos capilares por el lanzamiento de los factores de crecimiento
- * Actividad creciente de leucocitos.
- * Transformación de fibroblastos a miofibroblastos.
- * Estímulo de osteoblastos.
- * Estímulo de odontoblastos.
- * Flujo linfático incrementado que conduce a una reducción del edema.
- * Reducción de la respuesta inmune (reducción de la liberación de histamina, bradiquininas, de la sustancia P y de acetilcolina)
- * Reducción de la despolarización de las fibras aferentes C (las fibras que llevan dolor pulpar)
- * Estimula la regeneración del nervio.
- * Estímulo de la producción de β -endorfinas.
- * Aumenta el nivel de las prostaglandinas. ^(1,15,16)

Efectos terapéuticos generales

1. Efecto Analgésico; acción:

- Equilibra la estabilidad de la membrana celular.
- Interfiere en el mensaje eléctrico durante la transmisión del estímulo doloroso.
- Estimula la producción de beta endorfinas.
- Evita el descenso del umbral doloroso.
- Actúa sobre las fibras nerviosas gruesas.

2. Efecto Antiinflamatorio, antiedematoso y normalizador circulatorio, actúa produciendo:

- Reabsorción de exudados.
- Controla la excreción de sustancias tóxicas.
- Acción normalizadora de las alteraciones del metabolismo.
- Vasodilatación que favorece la microcirculación.
- Activa el sistema inmunológico.

A nivel sistémico, el efecto del rayo láser se transmite desde el lugar de aplicación hasta el sistema nervioso central produciendo efectos analgésicos y antiinflamatorios; esto lo hace a través de las fibras amielínicas del sistema nervioso autónomo, que llega hasta el hipotálamo, estimulando la hipófisis y formando propiomelanocortinas, las cuales forman cortisona en la sangre, que es un potente antiinflamatorio, y endorfinas, que producen un efecto analgésico natural.

La célula, al ser irradiada con la luz láser, experimenta un efecto fisiológico oxigenador y acelerador del metabolismo protoplásmico de cada célula irradiada, cuya inflamación produce una vasodilatación de los esfínteres precapilares, eliminando o disminuyendo el proceso. Las células normalizan el sodio y el potasio dando como resultado el efecto antiinflamatorio.

La analgesia se produce por la acción fotoeléctrica del láser sobre las fibras nerviosas, eliminando las endoperoxidasas productoras del dolor.

3. Efecto Bioestimulante y Trófico celular: acción:

- Incremento en el ritmo de división celular.
- Aumento del metabolismo celular.
- Actividad selectiva sobre el fibroblasto, incrementa la proliferación de fibroblastos.
- Bioestimulación de células mesenquimatosas.
- Aumenta la síntesis de colágena y procolágena.
- Favorece la angiogénesis.
- Incrementa la reepitelización. ⁽¹⁷⁾

La energía láser provoca la síntesis de los mucopolisacáridos y la producción de colágeno, lo que activa a los fibroblastos produciendo una regeneración tisular o cicatrización. ⁽¹⁾

En la actualidad se cree que el mecanismo de acción del láser de baja potencia es modular el comportamiento celular sin incrementar significativamente la temperatura tisular. De este modo, su actividad sobre los tejidos no obedece a efectos térmicos, sino a la interacción de las ondas electromagnéticas de ésta radiación con las células. La energía es absorbida donde la concentración de fluidos es mayor; por lo tanto habrá una mayor absorción en los tejidos inflamados y edematosos, estimulando las numerosas reacciones biológicas relacionadas con el proceso de regeneración de las heridas. ⁽¹⁵⁾

Efectos en los tejidos dentales:

Efectos en el esmalte dental: Se plantea que no hay cambios en la estructura cristalina irradiada, sino solamente en la estructura orgánica de la placa dentobacteriana, estos resultados se obtuvieron con densidades de energía de 3.4 a 5 J/cm².⁽²⁾

Efectos en la dentina y tejido pulpar: Investigaciones realizadas con láser de Helio-neón sobre la pulpa dental señala que se estimula la circulación pulpar y los procesos metabólicos que incluyen la remineralización de la dentina.⁽²⁾

Efectos en el hueso alveolar: La acción estimulante es particularmente importante en los periodos iniciales de diferenciación de los elementos celulares osteogénicos. La acción sobre la mineralización ósea, se demostró por Dickson y cols, al encontrar incrementos apreciables en la expresión de fosfatasa alcalina y por Glinkowsky y Rowinsky que reportaron un aumento de la densidad óptica del hueso irradiado, evaluado por fracturas provocadas en animales de experimentación.⁽²⁾

La profundidad de energía del láser terapéutico en el tejido óseo es de 1 a 2 cm., mientras que en tejidos blandos su penetración puede ser de 2 a 5 cm., dependiendo de la cantidad de agua que contenga el tejido: a mayor contenido de agua, mayor penetración.⁽¹⁾

En aplicaciones transóseas, cuanto más compacto sea el hueso, menor será la penetración, por lo que en su aplicación en la maxila, la penetración es mayor.⁽¹⁾

En años recientes ha sido incrementada la propuesta del uso del láser de baja intensidad en la regeneración del tejido blando. En lo concerniente al tejido duro, el efecto bioestimulante del láser ya ha sido demostrado con éxito en la más rápida cicatrización de fracturas del hueso tibial en ratones a una dosis de 2.4 Joules. La intención de un estudio fue determinar el efecto de una irradiación continua de onda de láser en células mesenquimales derivadas de osteoblastos. Se irradiaron 3 grupos de 10 cultivos tres veces (días 3, 5 y 7) con un láser blando de diodo pulsátil con una longitud de onda de 690 nm durante 60 segundos. Otros tres grupos de cultivo fueron usados como grupo de control. Un método de reciente desarrollo empleando antibiótico de tetraciclina fluorescente se usó para comparar el crecimiento óseo en estos substratos de cultivo tras un periodo de 8, 12 y 16 días respectivamente. Se encontró que todos los cultivos tratados con láser demostraron un mayor depósito de hueso fluorescente significativo que los cultivos no tratados con láser. La diferencia fue significativa, probada con el test de Tukey ($P < 0.0001$) en los cultivos examinados tras 16 días. Por ello, en este estudio se concluye que la irradiación con un láser blando de diodo pulsátil tiene un efecto bioestimulante en los osteoblastos in Vitro, que podría ser usado en oseointegración de implantes dentales. ⁽¹⁸⁾

En un artículo se publicó un estudio realizado para examinar los efectos de la irradiación con láser de baja energía en los osteocitos y en la reabsorción ósea en lugares óseos de implantes. Se utilizaron para este estudio cinco ratones macho de una edad media de 6.5 años. Se perforaron 4 agujeros para acomodar los implantes en cada cresta iliaca. Los lugares del lado izquierdo se irradiaron con láser de baja energía de 690 nm (6 joules) durante 1 minuto inmediatamente tras la perforación además tras la inserción de 4 implantes pulverizados con arena y gravados. Cinco días más tarde se retiró el hueso en bloque y se evaluó histométricamente. La media de conteo/unidad de área de osteocitos fue

de 109.8 células en el grupo irradiado frente a 94.8 células en el grupo control. Como el recuento intraindividual de células varió sustancialmente, se usó la viabilidad de los osteocitos para la evaluación. En el grupo irradiado se encontraron osteocitos viables en el 41.7% de las lagunas frente un 34.4% en el grupo no irradiado. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($P < 0.0270$). El área total de reabsorción, superficie erosionada, se encontró con un valor de 24.9% en el grupo de control frente al 24.6% en el grupo irradiado. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Este estudio demostró que la viabilidad de los osteocitos fue significativamente mas alta en las muestras sometidas a radiación por láser inmediatamente tras la perforación de lugares de implantes y tras la inserción que en los lugares de control. Esto puede tener efectos positivos en la integración de los implantes. El índice de reabsorción ósea, en contraste, no se afectó por la irradiación láser. ⁽¹⁹⁾

La estimulación con láser de baja potencia puede aumentar la reparación ósea tal y como se reporta en estudios experimentales en defectos óseos y cicatrización de fracturas. Se usó un modelo in vivo para el presente estudio para evaluar si la estimulación con láser de Ga:Al:As (780 nm) puede mejorar la oseointegración de biomaterial. Tras perforar unos orificios se coloca implantes cilíndricos de hidroxiapatita en los dos fémures de 12 conejos. Desde el primer día tras la operación y durante cinco días consecutivos, los fémures izquierdos de todos los conejos se sometieron a tratamiento con láser de baja potencia con los siguientes parámetros: 300 j/cm², 1 W, emisión pulsátil durante 10 minutos. Los fémures derechos se trataron con placebo (grupo control). A las tres y seis semanas tras la implantación se tomaron medidas histomorfométricas y de microdureza. Se observó un mayor índice de afinidad en la interfase implante-hueso en el grupo irradiado a las tres ($P < 0.0005$) y seis semanas ($P < 0.01$). Estos resultados sugieren que el tratamiento postoperatorio con láser de baja potencia incrementa la interfase hueso-implante. ⁽²⁰⁾

Además de poner en prueba el efecto de oseointegración y viabilidad de osteocitos, se han realizado estudios para evaluar el efecto antimicrobiano de un láser de 809 nm en la superficie de implantes comunes. Discos de titanio fueron incubados con una suspensión de *S. Sanguinis*, y subsecuentemente irradiados con láser de Ga:Al:As. La reducción bacteriana fue calculada contando la formación de unidades de colonias en recipientes de sangre agar. El número de células fue comparado con muestras tratadas con clorhexidina digluconada. El número de bacterias viables se redujo en un 99.4% en los cultivos irradiados con láser. Los resultados indican que 809 nm de láser es capaz de descontaminar las superficies de los implantes, sin embargo fue menor al alcanzado con una solución de clorhexidina al 0.2%.⁽²¹⁾

Otro aspecto importante a estudiar actualmente en la literatura es el efecto de la terapia láser de bajo nivel en el acoplamiento y proliferación de fibroblastos. Se realizó un estudio in Vitro, en el que fibroblastos de la encía fueron cultivados en superficies de titanio y posteriormente expuestos a radiación de láser de Ga:Al:As en dosis de 1.5 a 3 j/cm², también se tenía un grupo control o grupo no irradiado. Los fibroblastos expuestos a la irradiación láser tuvieron porcentajes significativamente más altos en el acoplamiento celular que en las células no expuestas. La eficiencia en la formación de colonias y los índices de crecimiento fueron también incrementados en las células radiadas. En este estudio se concluye que in Vitro, la terapia con láser de bajo nivel, incrementa el acoplamiento y proliferación de fibroblastos en materiales de implantes de titanio.⁽²²⁾

Otro efecto de gran importancia del láser terapéutico, es el tratamiento de la hipersensibilidad dentinal, existen numerosas evidencias científicas de estudios en los que se evalúa el efecto en este padecimiento. Un ejemplo de estos fue un estudio in vivo en el que se utilizó láser de bajo nivel de Ga:Al:As y un barniz de fluoruro de sodio. Doce pacientes con un mínimo de dos dientes sensibles fueron incluidos en la prueba. Antes del tratamiento desensibilizador, la dentina hipersensible fue valorada con estímulos térmicos y la respuesta de los pacientes al examen fue considerado como dato control. Se irradia con láser en un grupo y se colocó el barniz en la región cervical en el grupo control. La eficiencia del tratamiento fue evaluada inmediatamente después de la primera aplicación, 15 y 30 días después. Considerando los tratamientos por separado, no hay diferencia significativa entre ellos. Se concluye que ambos tratamientos son efectivos en la hipersensibilidad dentinal, por lo que si se combinan, proveen resultados excelentes para el paciente. ^(23,24)

La ventaja más grande de la terapia del láser es que no hay efectos secundarios al tratamiento. El láser induce las funciones naturales propias del organismo así que no se ven los efectos secundarios que se consideran a menudo con la terapia medicamentosa. El único caso donde el láser no funciona bien ocurre en pacientes que toman corticoides sistémicos. Suprimen los efectos del láser así que los resultados clínicos se reducen grandemente.

Indicaciones ⁽¹⁾

INDICACIÓN	EFEECTO
Disfunción de ATM	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Alveolitis	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Contacto Prematuro	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Anestesia Local	Analgésico, Antiinflamatorio,
Fractura Dental	Analgésico, Reparación Tisular
Edema Quirúrgico	Antiinflamatorio
Exodoncia	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Postoperatorio	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Recubrimiento pulpar	Reparación Tisular
Trauma clínico	Analgésico, Antiinflamatorio
Afta oral	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Lengua Geográfica	Analgésico
Herpes simple	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Ardor Bucal	Analgésico, Antiinflamatorio
Liquen plano	Analgésico
Mucositis	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Queilitis angular	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Úlcera traumática	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Neuralgia trigémino	Analgésico
Parálisis de Bell	Reparación Tisular
Parestesia	Analgésico, Reparación Tisular

INDICACIÓN	EFEECTO
Hipersensibilidad Dentinaria	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Preparación Cavitaria	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Endodoncia	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Dolor Ortodoncia	Analgésico
Herida Labial	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Preparación Protésica	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Remoción de la Anestesia	Aumenta la microcirculación
Gingivitis	Analgésico, Antiinflamatorio
Pericoronitis	Analgésico, Antiinflamatorio
Periodontitis	Analgésico, Antiinflamatorio, Reparación Tisular
Lesión periapical	Reparación Tisular
Diagnóstico de Dolor difuso	Analgésico, Reparación Tisular

Sitios de aplicación, dosimetría, frecuencia de aplicación

Aplicación intraoral del láser terapéutico ⁽¹⁾



Contacto Dental Prematuro

- Aplicación: Puntos en el ápice y largo del eje de la raíz.
- Dosimetría: 2 j/cm² ápice
1 a 3 j/cm² puntos a lo largo del eje de la raíz
- Frecuencia: 2 sesiones por semana

Anestesia Local

- Aplicación: Puntos en el lugar de introducción de la aguja
- Dosimetría: 2 a 4 j/cm² como terapia preliminar y posterior al anestésico.
6 j/cm² en lesiones de vasos.
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 24 horas

Disfunción de la Articulación Temporomandibular.

- Aplicación: Muscular – a lo largo del músculo afectado
Articular – 4 puntos alrededor de la articulación y uno central.
- Dosimetría: 1 a 3 j/cm² muscular
2 j/cm² 4 puntos alrededor del cóndilo y 3 j/cm² punto central.
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas hasta la remisión de los síntomas.

Fractura

- Aplicación: En puntos a lo largo del área fracturada.
- Dosimetría: 5 a 6 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas durante 4 semanas

Lesión Periapical

- Aplicación: en puntos sobre el ápice del diente o en la región más cercana de la lesión.
- Dosimetría: 5 a 6j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas durante 4 semanas.

Alveolitis

- Aplicación: en puntos sobre el alvéolo.
- Dosimetría: 4 j/cm² – interior del alvéolo
1 j/cm² – bordes del alvéolo (4 puntos)

- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas hasta la disminución del dolor.

Edema Quirúrgico

- Aplicación: puntos en toda la región quirúrgica.
- Dosimetría: 3 a 5 j/cm² - prevención
5 a 7 j/cm² - edemas ya instalados.
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas hasta la remisión del cuadro.

Exodoncia

- Aplicación: en puntos directos sobre el alvéolo y después sobre la sutura.
- Dosimetría: 4 a 8 j/cm²
- Frecuencia: 3 sesiones con intervalos de 24 horas.

Postoperatorio

- Aplicación: puntos en las áreas donde fue ejecutado el procedimiento quirúrgico.
- Dosimetría: 4 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 a 72 horas hasta la reparación del tejido.

Recubrimiento Pulpar

- Aplicación: en puntos sobre la región de exposición.
- Dosimetría: 4 a 6 j/cm²
- Frecuencia: en el acto de la exposición.

Diagnóstico de Dolor Difuso

- Aplicación: en el ápice de las raíces donde se sospeche el problema.
- Dosimetría: 2 a 4 j/cm²
- Frecuencia: en el acto del tratamiento

Trauma Clínico

- Aplicación: en el ápice de los dientes afectados.
- Dosimetría: 3 a 5 j/cm²
- Frecuencia: después de la sesión donde ocurrió el trauma.

Afta Oral

- Aplicación: en puntos distribuidos en toda la lesión.
- Dosimetría: 2 a 8 j/cm² dependiendo del tamaño de la lesión.
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 24 horas hasta la remisión del dolor.

Lengua Geográfica

- Aplicación: en puntos sobre las áreas acometidas.

- Dosimetría: 4 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas hasta la remisión del dolor.

Ardor Bucal

- Aplicación: en puntos sobre las áreas acometidas.
- Dosimetría: 4 a 5 j/cm²
- Frecuencia: 3 sesiones con intervalos de 48 horas hasta la remisión de los síntomas.

Herpes Simple

- Aplicación: puntos distribuidos en el área afectada por la lesión.
- Dosimetría: 4 a 6 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones diarias hasta la cicatrización de la lesión.

Herpes Zoster

- Aplicación: puntos sobre el área afectada
- Dosimetría: 4 a 6 j/cm²
- Frecuencia: 3 sesiones con intervalos de 24 horas.

Liquen Plano

- Aplicación: puntos comprendiendo toda el área afectada.
- Dosimetría: 3 a 6 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas.

Mucositis

- Aplicación: puntos en las áreas acometidas y barrido en toda la cavidad para prevención.
- Dosimetría: 4 j/cm^2
- Frecuencia: aplicaciones diarias hasta la remisión de los síntomas.

Queilitis Angular

- Aplicación: puntos en el área de la lesión.
- Dosimetría: 4 j/cm^2
- Frecuencia: 3 sesiones por semana con intervalos de 48 horas hasta la reparación de la lesión.

Úlcera Traumática

- Aplicación: puntos distribuidos en la lesión.
- Dosimetría: $2 \text{ a } 4 \text{ j/cm}^2$
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 24 horas hasta la regresión de la lesión y remisión del dolor.

Colocación de Implantes Dentales

- Aplicación: puntos a lo largo del eje, ápice y bordes del implante.
- Dosimetría: 2 j/cm^2 – en la región del ápice por vestibular.
 1 j/cm^2 – 2 puntos vestibulares y linguales a la largo del eje.
 1 j/cm^2 – 4 puntos en los bordes del implante.

- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 a 72 horas durante 30 días después de la cirugía.

Neuralgia del Trigémino

- Aplicación: puntos a lo largo de la trayectoria de los ramos periféricos acometidos del nervio trigémino.
- Dosimetría: 4 a 6 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas.

Parálisis de Bell

- Aplicación: puntos a lo largo de la trayectoria del nervio afectado.
- Dosimetría: 2 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas (mínimo de 20 sesiones).

Parestesia

- Aplicación: puntos a lo largo del área afectada.
- Dosimetría: 2 j/cm²
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 a 72 horas hasta la remisión de los síntomas.

Aplicación de láser GaAIAs en el trayecto del nervio dentario inferior ⁽³¹⁾



Hipersensibilidad Dentinaria

- Aplicación: puntos en la región cervical del diente.
- Dosimetría: 1 a 4 j/cm² a lo largo de la región cervical.
- Frecuencia: 3 sesiones o más con intervalos de 48 horas hasta la remisión de los síntomas.

Aplicación de láser de GaAIAs ⁽³²⁾



Preparación Cavitaria

- Aplicación: puntos en la cavidad del diente en dirección de la pulpa dental.
- Dosimetría: 4 a 6 j/cm^2
- Frecuencia: después de la preparación cavitaria y antes de la obturación.

Dolor por Tratamiento de Ortodoncia

- Aplicación: puntos sobre los ápices de las raíces dentarias.
- Dosimetría: 2 a 4 j/cm^2
- Frecuencia: después de las activaciones de los aparatos ortodónticos.

Endodoncia

- Aplicación: puntos distribuidos por la preparación del conducto.
- Dosimetría: 2 a 4 j/cm^2
- Frecuencia: en el acto operatorio.

Remoción de la Anestesia

- Aplicación: en el ápice de los dientes anestesiados.
- Dosimetría: 2 j/cm^2
- Frecuencia: después de la anestesia.

Gingivitis

- Aplicación: puntos 3 mm antes de las papilas, en las áreas afectadas.
- Dosimetría: 2 j/cm^2
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 48 horas hasta la remisión del cuadro inflamatorio.

Pericoronitis

- Aplicación: puntos sobre la mucosa con hiperplasia
- Dosimetría: 4 j/cm^2 – región posterior de la patología.
 1 j/cm^2 – 2 puntos en la parte anterior.
- Frecuencia: aplicaciones con intervalos de 24 horas hasta la remisión del dolor y la inflamación.

Periodontitis

- Aplicación: puntos en las regiones de las papilas y bolsas periodontales.
- Dosimetría: 2 j/cm^2
- Frecuencia: 3 sesiones con intervalos de 24 horas.

Raspado radicular

- Aplicación: puntos en la región cervical del diente y a lo largo del eje de la raíz.
- Dosimetría: 2 j/cm^2 – región cervical del diente.
 1 j/cm^2 – 3 puntos a lo largo del eje de la raíz.
- Frecuencia: 2 sesiones por semana.

Preparación Protésica

- Aplicación: puntos a lo largo de la región preparada.
- Dosimetría: 4 j/cm²
- Frecuencia: 1 a 2 aplicaciones por semana. ⁽¹⁷⁾

Usos dentales clínicos:

1. Post Quirúrgico

Efectos del uso del láser:

- Reducción del dolor postoperatorio y de la necesidad de administrar analgésicos.
- Reducción del sangrado en la primera media hora seguido por un incremento de la circulación lo cual da por resultado una recuperación más rápida.
- Reducción del edema postoperatorio.
- Mejor formación del hueso.
- Menor probabilidad de obtener un alvéolo seco. ⁽¹¹⁾

2. Endodoncia

Efectos del uso el láser:

- Reducción del dolor y de la inflamación postoperatoria
- Necesidad reducida de analgesia postoperatoria.

- Diagnóstico de pulpitis irreversible: Aplicar el láser en el ápice del diente. Si el paciente siente dolor, el láser se retira y es apagado. Entonces se reaplica; si el dolor severo aparece inmediatamente, entonces se trata de una pulpitis irreversible. Si no hay dolor cuando se aplica el láser, se continúa para eliminar la sensibilidad.
- Tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria.
- Reducción de la hiperemia de la pulpa. ⁽²⁵⁾

3. Lesiones de los tejidos blandos

Efectos del uso el láser:

- Reducción del dolor
- Prevención
- Curación más rápida
- Índice disminuido de recidiva

Procedimientos y dosificación:

* Lesión herpética, úlceras provocadas por prótesis: con contacto muy ligero o apenas alejado. Puede ser repetido una vez o dos veces más cualquier otro día. Si una lesión se puede detectar en la etapa inicial, la aplicación es suficiente para prevenir la aparición de la lesión. El láser también reduce la posibilidad de recidiva en el área tratada.

* Queilitis angular: se debe encontrar la causa de la lesión para prevenir la repetición.

4. Implantes:

Efectos del uso el láser:

- Reducción del dolor después de la cirugía
- Una integración más rápida

5. Alveolo seco

Efectos del uso el láser:

- Alivio del dolor
- Curación más rápida

6. Sinusitis

Efectos del uso el láser:

- El láser puede ayudar a drenar el seno y a reducir el dolor de la sinusitis.

7. Procedimientos restaurativos

Efectos del uso el láser:

- Analgesia para preparaciones pequeñas del diente y para las cementaciones de la corona. Esto reduce el uso del anestésico local. Disminución en estos casos de la sensibilidad postoperatoria.
- Eliminación más rápida de la anestesia, debido a que el láser favorece la microcirculación.
- Producción de dentina secundaria en situaciones de lesiones cariosas profundas

8. Lesiones del nervio

Efectos de los tratamientos con láser:

- Recuperación de la sensibilidad después del daño traumático o de la ruptura de un nervio
- Tratamiento de la neuralgia del trigémino

9. Dolor facial

Efectos de los tratamientos con láser:

- Relajación de los espasmos del músculo
- Tratamiento de los puntos gatillo en los músculos
- Reducción de la inflamación dentro de las articulaciones
- Reducción de los síntomas de la osteoartritis
- Tratamiento del dolor crónico de la ATM
- Tratamiento de las lesiones neurológicas asociadas a dolor facial

10. Acupuntura

El láser se puede utilizar con mucho éxito en puntos de acupuntura en los efectos de curación y en el alivio del dolor, los cuales pueden ser muy benéficos. ⁽¹¹⁾

Dolor agudo y dolor crónico:

- En el dolor agudo, el tratamiento se aplica con más frecuencia que en el dolor crónico.
- En el dolor agudo, la dosificación puede ser mucho más alta que en condiciones crónicas.
- Las condiciones agudas se tratan a menudo 3 a 4 veces por semana.
- Las condiciones crónicas se tratan a menudo dos veces semanalmente para las primeras dos semanas y luego una vez por semana.
- En condiciones crónicas el paciente puede incluso experimentar un aumento leve del dolor el día después del primer tratamiento y pueden experimentar un malestar. Esto es causada en gran parte por el aumento en flujo y la circulación de la linfa que “vacía los productos inflamatorios en la circulación general” ⁽¹¹⁾

Contraindicaciones

A continuación se enumera una lista de contraindicaciones absolutas y relativas para el uso de la tecnología láser en Odontología:

1. Relativas

- Distiroidismo (Función deficiente de la glándula tiroides).
- Embarazo.
- Infecciones bacterianas sin previa cobertura antibiótica.
- Combinación con fármacos que producen fotosensibilidad.
- Piel fotosensibles.
- Dolor de origen orgánico y visceral.

El embarazo es considerado una contraindicación relativa debido a que estudios realizados en fetos de pollos, que recibieron irradiación de 5 mW con láser de He-Ne durante 5 minutos, a través de una membrana muy delgada y transparente, sufrieron daños celulares; pero se considera que para conseguir un daño en fetos humanos, se necesitarían dosis mayores y por un periodo prolongado de tiempo que tendrían que traspasar una barrera más grande que es la piel de la madre. Si se presenta algún daño o problema durante el embarazo y la aplicación de láser es reciente, es muy fácil asociar el problema a la aplicación del rayo, es por ello que numerosos autores recomiendan evitar la exposición al rayo láser durante el embarazo, aunque no se han reportado daños directamente relacionados a ésta exposición.

2. Absolutas:

- Irradiación directa e indirecta sobre el globo ocular.
- Irradiación de la glándula tiroides.
- Pacientes con hipertiroidismo.
- Irradiación directa de las glándulas endocrinas.
- Pacientes con neoplasias.
- Pacientes epilépticos.
- Pacientes con mastopatía fibroquística.
- Irradiación prolongada en pacientes en edad de crecimiento.
- Pacientes que portan marcapasos.
- Pacientes con infarto al miocardio reciente.

Algunas de las contraindicaciones citadas anteriormente están basadas en relación al efecto bioestimulante que posee éste láser y a las hipotéticas consecuencias que habría que esperar sobre las células germinativas tanto benignas como malignas, debido a que produce alteración en las divisiones celulares por aumento del metabolismo celular.

Por producir un gran efecto sobre el tejido glandular, haciendo que las células productoras de secreciones salivales aumenten el volumen secretado, la irradiación directa de las glándulas mayores debe ser evitada, es por esto que el hipertiroidismo se considera una contraindicación absoluta.

La epilepsia es considerada una contraindicación debido a que los impulsos de luz visible, particularmente en frecuencias de 5 a 10 Hertz pueden desencadenar ataques epilépticos. Es raro que un láser de bajo nivel o láser terapéutico transmita luz visible por impulsos, pero en la

literatura se menciona que es mejor tener cuidado y evitar la aplicación de láser es estos pacientes.

La razón por la cual pacientes portadores de marcapasos son considerados no aptos para el uso del láser, es porque estos aparatos son electrónicos y están cubiertos por metal, por lo que no pueden ser afectados por la luz, ya que se supone podría haber un fallo en su funcionamiento. ^(1,2,15)

CONCLUSIONES

Hoy en día la Odontología posee más herramientas para brindar una atención más confortable y segura para el paciente.

La visita al dentista se ha considerado a lo largo de los años, someterse a situaciones de estrés y dolor. Para ello la tecnología ha fijado su interés en la invención y perfeccionamiento de aparatología que facilite la realización del tratamiento al cirujano dentista y proporcione procedimientos menos dolorosos y en un periodo de tiempo más corto al paciente.

Pero si bien es cierto que la tecnología tiene como objetivo mejorar la calidad de vida y en el caso de la Odontología la calidad de atención, debemos tener cuidado con todo lo que nos ofrece, ya que con el fin de vender sus productos, los fabricantes tienden a sólo resaltar las ventajas y dejar a un lado o no profundizar en las contraindicaciones o en el daño que puede causar en el paciente.

Fue por esto la inquietud para realizar ésta investigación, debido a que el cirujano dentista se encuentra con fabricantes que prometen que sus productos son los que revolucionarán la Odontología y con odontólogos que quieren cubrir su falta de habilidad y conocimiento adquiriendo los mejores equipos, haciendo creer al paciente que lo efectivo es la tecnología y no el conocimiento del operador.

La terapia con láser proporciona tres efectos muy útiles en el consultorio dental: analgésico, antiinflamatorio y regeneración tisular, esto puede ayudar a elevar la calidad de atención, siempre y cuando se tengan los conocimientos y el sustento científico para saber aplicarlo adecuadamente.

En la literatura científica y en la investigación que se realiza actualmente alrededor del mundo, se han encontrado resultados positivos en la aplicación del láser terapéutico. Se le han encontrado aplicaciones en todas las especialidades dentales, mostrando en la mayoría de los casos un efecto benéfico en la aplicación de éste.

Sin embargo, se ha propuesto que posee actividad antimicrobiana, por lo que se han realizado experimentos para verificar esta propiedad, cultivando bacterias en superficies de implantes de titanio, en los que se muestran resultados de disminución bacteriana en un 99.4%, pero aunque el porcentaje es alto es todavía menor que el que se obtiene sumergiendo el implante cultivado con bacterias en una solución digluconada de clorhexidina al 0.2%.

Pero debido a que el láser posee un efecto bioestimulante celular, se debe tener mucha precaución en cuanto a su uso, siendo de suma importancia realizar una adecuada historia clínica al paciente, ya que si este padece algún tipo de neoplasia o mutación celular, puede resultar perjudicial la aplicación de láser, ya que podría ocasionar una multiplicación celular de células malignas o favorecer una metástasis. Siendo esto la principal contraindicación para el uso de la laserterapia, lo cual es un dato que muchas veces se pasa por alto, por lo que no se puede aplicar láser a pacientes que padezcan o hayan padecido neoplasias malignas.

Algo similar es lo que ocurre en la irradiación directa en glándulas mayores, como la glándula tiroides, se cree que favorece a una mayor secreción de esta glándula, por lo que pacientes con hipertiroidismo también son pacientes no aptos para este tipo de tratamiento.

El embarazo es considerado una contraindicación relativa para el uso del láser terapéutico, debido a que no se han reportado casos de daño fetal

por el uso durante el embarazo, esto es porque se necesitarían dosis muy altas, en periodos prolongados de tiempo e irradiación directa en el abdomen de la madre; además resultaría muy difícil ocasionar un daño, ya que la longitud de onda y la penetración del rayo, no son suficientes para atravesar la piel de la madre y las demás barrera físicas que se tienen.

Se debe considerar que muchas de las contraindicaciones se citan por falta de conocimiento y análisis del tipo de láser que se está utilizando, ya que conociendo sus propiedades podemos descartar algunas contraindicaciones, como la del caso del embarazo, otra podría ser la epilepsia, en casi toda la literatura se le considera contraindicación, mencionando que puede desencadenar crisis convulsivas, a causa de destellos de luz o “flash” o luces repetitivas observadas por el paciente, pero con el conocimiento de la física y las propiedades de la luz de este láser, sabemos que no es desencadenante de crisis.

El láser terapéutico puede ser de mucha utilidad en el consultorio dental, siempre y cuando se tenga muy claro esto, utilizarlo única y exclusivamente como tratamiento coadyuvante, sin dejar a un lado que la única solución absoluta es la aplicación del tratamiento odontológico y/o farmacológico convencional, pero valiéndonos de esta tecnología nos ayuda a acelerar el proceso de solución del mismo y reducir los síntomas mas molestos para el paciente que son el dolor y la inflamación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez H. *Odontología Láser*. 1ª.ed. México. Editorial Trillas. 2007.
2. Martínez J, Ferreira M. *Láser en Periodoncia*. Revisión bibliográfica. Venezuela, Fac. de Odontología. 2005.
3. Stiberman L. *El rol del láser en la Odontología Moderna*. Rev del Círculo Arg de Odonto. 2000; 188 191.
4. Sulewski J. *Revisión de la Odontología de láseres*. Clín Odont de N Am. 2000, 781-782.
5. Furze H. *El láser y la Odontología*. Rev de la Asoc Odont Arg. 2000; 88: 137-140.
6. Ball K. *Lasers The Perioperative Challenge*. 2ª ed. USA. Editorial Mosby. 1990. Pp. 4-13.
7. Martínez H. *Manual de Odontología Láser*. 1ª ed. México. Editorial Trillas.1994. Pp. 12.
8. Treviño E. *Lasers en Odontología*. Rev Dent Mex. 2000; 57: 137-142.
9. Guinot R, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay- Escoda C. *Use of other lasers in dentistry: Argón, Nd:YAG and Ho:YAG*. Rev del Ilustre Consejo Gral de Colegios de Odont y Estomat de España. 2004; 9(5):581-586.
10. Zabaleta D, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay- Escoda C. *Laser Nd:YAG applications in dentistry*. Rev del Ilustre Consejo Gral de Colegios de Odont y Estomat de España. 2004; 9(5):539-545.

11. Guinot R, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay- Escoda C. *Use of other lasers in dentistry: Argón, Nd:YAG and Ho:YAG*. Rev del Ilustre Consejo Gral de Colegios de Odont y Estomat de España. 2004; 9(5):581-586.
12. Revilla V, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay- Escoda C. *Er:YAG and Er, Cr:YSGG lasers application in denistry*. Rev del Ilustre Consejo Gral de Colegios de Odont y Estomat de España. 2004; 9(5):551-562.
13. García F, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay- Escoda C. *Uses of CO₂ laser in dentistry*. Rev del Ilustre Consejo Gral de Colegios de Odont y Estomat de España. 2004; 9(5):567-576.
14. Sulieman M. *An overview of the use of lasers in general dental practice: 1.Laser physics and tissue interactions*. 2005; 32: 228-236.
15. Oltra-Arimon D, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay- Escoda C. *Applications of low level laser therapy in dentistry*. Rev del Ilustre Consejo Gral de Colegios de Odont y Estomat de España. 2004; 9(5):517-524.
16. Ross G. *Low Level Lasers Dentistry's Unknown Ally*. J. Oral Healt. 2006
17. Salazar A, Escobar B, Martínez C. *Revisión bibliográfica sobre el uso del láser blando en Odontología*. Investigación científica de la Universidad Cooperativa de Colombia. 2002.
18. Dortbudak O, Haas R. *Biostimulation of bone marrow cells with a diode soft laser*. Clin Oral Imp Res. 2000; 11: 540-545.
19. Dortbudak O, Haas R. *Effect of low-power laser irradiation on bony implant sites*. Clin Oral Imp Res. 2002, 13: 288-292.

20. Guzzardella G, Torricelli P. *Osseointegration of endosseous ceramic implants after postoperative low-power laser stimulation: an in vivo comparative study*. Clin Oral Imp Res. 2003; 14: 226-232.
21. Kresler M, Kohnen W. *Antimicrobial Efficacy of semiconductor Laser irradiation on implant surfaces*. Int J Oral Maxillofac Implants. 2003; 18: 706-711.
22. Kresler M. *Laser therapy accelerates initial attachment and subsequent behaviour of human oral fibroblast cultures on titanium implant material*. Clin Oral Implants Res. 2005; 16: 68-73.
23. Corona S, Catirse A. *Clinical Evaluation of low-level laser therapy and fluoride varnish for treating cervical dentinal hypersensitivity*. J Oral Rehab. 2003; 30: 1183-1189.
24. Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonaga K. *Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review*. J Clinic Periodontol. 2000, 27: 715-721.
25. Kresler M, Haj H. *Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery- A randomized double blind clinical study*. Int J Oral and Maxillofac Surg 2004; 33: 38-41
26. Kreisler M, Christoffers A. *Effect of low.level GaAlAs laser irradiation on the proliferation rate of human periodontal ligament fibroblast: an a vitro study*. J Clinic Periodontol. 2003; 30: 353-358.

27. Figueredo C, Ribeiro M. *Increased Interleukin- 1 β concentration in gingival crevicular fluid as a characteristic of periodontitis.* J Periodontol. 1999; 70(12): 1457-1463.
28. Academy Report. *Lasers in Periodontics.* J of Periodontol. 2002; 73: 1231-1239.
29. Kreisler M, Meyer C, Stender E. *Effect of diode Laser irradiation on the attachment rate of periodontal ligament cells: an in vitro study.* J Periodontol. 2001; 71: 1312-1317.
30. Qadri T, Miranda L, Túner J. *The short-term effects of low-level lasers as adjunct therapy in the treatment of peiodontal iflamation.* J. of Clin Period. 2005; 32: 714-719.
31. [http://www.scielo.isciii.info:artículo de aplicaciones clínicas del láser.](http://www.scielo.isciii.info:artículo de aplicaciones clínicas del láser)
32. [http://www.complexodontologico.com.info:artículo de caso clínico de laserterapia.](http://www.complexodontologico.com.info:artículo de caso clínico de laserterapia)
33. <http://www.cleanline.com:info:productos>