



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

APLICACIONES DEL LÁSER ER:YAG EN
CIRUGÍA BUCAL.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

MYRIAM GUTIÉRREZ PÉREZ

TUTOR: C. D. FLORENTINO HERNÁNDEZ FLORES

ASESOR: C. D. MIGUEL ALBERTO MORENO RAMÍREZ

MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 Dios; porque me ha dado 24 años de bendiciones, por cuidarme y protegerme siempre.

A la UNAM; nuestra Máxima Casa de Estudios, y a la Facultad de Odontología; la mejor de Latinoamérica; por el orgullo de pertenecer a ellas y por darme la oportunidad de crecer y formarme en sus instalaciones.

A mi mamá; por darme la vida, por siempre cuidarme y procurarme y porque gracias a ti y a tu esfuerzo estoy cumpliendo éste objetivo, el logro es de las dos... Te amo.

A mi hermana; por tu apoyo, por los momentos y risas compartidas, y por traer al mundo a Yaeli que le da luz y alegría a nuestras vidas.

A mi abuelita; por compartir tu vida y tu tiempo con y para nosotras.

A mi Richi; por tu gran amor, por tu paciencia, apoyo y cuidados; por compartir este momento conmigo y por darle una nueva luz a mi vida. Te amo!!!

A Lizbeth, Claudia, Sandra, Dany, Yesy, Hueskis, Nancy, Nallely y Chini; por su sincera y hermosa amistad, por escucharme, entenderme, ayudarme y apoyarme siempre, por los inolvidables momentos y carcajadas compartidas, y porque hemos sabido salir adelante. Ocupan un lugar muy importante en mi vida y en mi corazón. Los quiero muchísimo!!!

A mis amigas y amigos de las Brigadas Rurales, por hacerme vivir una de las etapas más felices de mi vida.

Dedico con mucho respeto, cariño y admiración este trabajo de tesina al Dr. Miguel Alberto Moreno Ramírez; gracias por su guía y apoyo incondicional; espero como usted, que este proyecto sirva de acercamiento a la era de la tecnología láser en el área odontológica. Muchas gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. HISTORIA DEL LÁSER.....	7
3. FÍSICA DEL LÁSER.....	12
3.1 Conceptos generales.....	12
3.1.1 Componentes del átomo.....	12
3.1.2 Radiación electromagnética.....	12
3.1.3 Longitud de onda.....	13
3.1.4 Espectro electromagnético.....	14
3.2 Luz visible.....	16
3.3 Luz Láser.....	19
3.4 Emisión espontánea de radiación.....	23
3.5 Amplificación de la luz por la emisión estimulada de radiación...	24
4. TIPOS DE LÁSER.....	26
4.1 Componentes del Láser.....	26
4.2 Generación del rayo.....	27
4.3 Láser de onda pulsada y continua.....	30
4.4 Longitud de onda láser.....	31
4.4.1 Láser de rayos ultravioleta.....	32
4.4.1.1 Láser Eximer de Ar:F.....	32
4.4.1.2 Láser Eximer Xe:Cl.....	33
4.4.2 Láser visible.....	33
4.4.2.1 Láser de argón.....	33
4.4.2.2 Láser sintonizable de 590 nm.....	33
4.4.2.3 Láser de He:Ne.....	34
4.4.3 Láser infrarrojo.....	34
4.4.3.1 Láser de galio.....	34
4.4.3.2 Láser de Nd:YAG.....	34
4.4.3.3 Láser de Ho:YAG.....	35
4.4.3.4 Láser de Er:YAG.....	35

4.4.3.5 Láser de Er, Cr:YSGG.....	35
4.4.3.6 Láser de CO ₂	35
4.4.4 Láser sintonizable.....	36
5. INTERACCIÓN DE LA ENERGÍA LÁSER EN LOS TEJIDOS.....	37
5.1 Reflexión.....	37
5.2 Absorción.....	38
5.3 Trasmisión.....	39
5.4 Dispersión.....	39
5.5 Fotoablación.....	40
5.6 Coagulación.....	40
5.7 Incisión.....	40
6. APLICACIONES DEL LÁSER EN CIRUGÍA BUCAL.....	42
6.1 Láser de Er:YAG.....	42
7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	50
CONCLUSIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53



1. INTRODUCCIÓN.

Las últimas décadas han sido testigo del uso de métodos ópticos para diagnóstico y tratamiento médicos; en el siglo pasado ocurrieron los mayores avances pero en los últimos 8 años éstos se han duplicado.

Los avances en materia odontológica y, más específicamente, en Cirugía Bucal, han ido de la mano con los adelantos tecnológicos. Entre éstos se encuentran: el electrobisturí, la endoscopía, la estereolitografía, la Tomografía Axial Computarizada, el Láser Dental, entre otros.

El Láser Dental se utilizó desde 1989 en Canadá, EUA, México, Japón y Alemania; y su aplicación clínica brinda la posibilidad de llevar a cabo procedimientos odontológicos que no era posible realizar antes con técnicas convencionales, consiguiendo así numerosos beneficios tanto para el paciente como para el odontólogo.

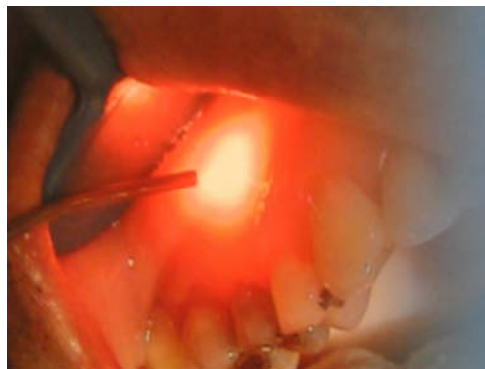
La palabra “Láser” es un acrónimo para “light amplification by stimulated emission of radiation” (amplificación de la luz por la emisión estimulada de radiación).

La acción láser se basa en una emisión estimulada de radiación, de tipo electromagnética no ionizante, similar a la luz visible pero con características específicas que le confieren propiedades terapéuticas importantes.

Hoy en día existen diferentes equipos láser; el tipo de procedimiento depende del tipo de láser y de la longitud de onda que éste posea. Los más utilizados en la práctica dental son el láser de arseniuro de galio, el de CO₂, el de Neodimio:YAG (Nd:YAG) y el de Erblio:YAG (Er:YAG).



El objetivo del presente trabajo es mostrar un panorama completo sobre el comienzo y evolución que han tenido los equipos láser en cuanto a aplicaciones clínicas odontológicas se refiere; entender los principios físicos que rigen su funcionamiento; conocer las características generales de los equipos que existen actualmente en el mercado; así como los efectos que causa el láser Er:YAG en los tejidos bucales, los cuales hacen posible las diversas e invaluable aplicaciones del mismo en Cirugía Bucal.



Fuente: Martínez H. Odontología Láser.

Agradezco a la Mtra. Rocío G. Fernández López por aceptarme en el Seminario de Cirugía Bucal y por guiarnos en la realización de las tesinas.

Al C. D. Florentino Hernández Flores por su apoyo y dirección como tutor de esta tesina; por brindarnos siempre sus amplios conocimientos y por ser esa gran persona llena de amabilidad.

Y de manera muy atenta y especial, a todos los profesores de la Facultad de Odontología con verdadero espíritu de enseñanza, que me han hecho llegar a este importante momento de mi formación profesional.



2. HISTORIA DEL LÁSER.

Desde el siglo I Plinio, historiador de la 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 las culturas milenarias como los egipcios, griegos y mayas usaban la energía lumínica 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 vitíligo, siendo éste uno de los primeros tratamientos con luz solar, base de la fototerapia actual.

A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, 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 la fototerapia, éste fue el primer científico que utilizó la luz artificial como medio terapéutico.

En 1917, Albert Einstein estudió el comportamiento de los electrones en el interior del átomo y propuso el proceso de *emisión estimulada de radiación*² en el cual se basa la acción del láser; pero a pesar de que R. Ladenberg verificó el pronóstico de Einstein en 1928, nadie pensó seriamente en construir un dispositivo basado en el fenómeno en cuestión hasta principios de los años cincuenta, ya que para fabricar un equipo láser se precisa también la amplificación de dicha emisión estimulada.

La primera propuesta conocida para la amplificación de la emisión estimulada apareció en una solicitud de patente soviética en el año 1951, presentada por V.A. Fabrikant y dos de sus alumnos. Sin embargo, dicha



patente no se publicó hasta 1959 y por consiguiente no afectó a los demás investigadores; así, en 1954, los rusos Basov y Prokhorov, escribieron un artículo explorando a fondo el concepto.

En ese mismo año, en Columbia, Gordon, Townes y Zeiger lograron construir un modelo experimental que amplificaba la radiación con una emisión estimulada con longitud de onda dentro del área de microondas del espectro electromagnético, al cual se le dio el nombre de MASER (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*).³

En 1958 Townes y Arthur Leonard Schawlow demostraron que era posible reproducir esa emisión estimulada de radiación dentro del área lumínica del espectro electromagnético y así, en 1960, Theodore H. Maiman construye *el primer láser de rubí* en los laboratorios de Howard Hughes, con una longitud de onda de 694 nm.⁴ En un año, este láser fue utilizado en oftalmología para foto-coagulación y se sentó la base para el desarrollo de varios tipos de láser con diferentes longitudes de onda y diversas aplicaciones médicas.

El láser de Nd:YAG fue desarrollado por Guesic Marcos y Van Viter⁵ y producido en serie por Jhonson en 1961, con lo cual comienzan las investigaciones y aplicaciones del láser en todas las áreas; posteriormente, en 1963, se inician las investigaciones en el campo dental, y así es 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 producía pequeños cráteres en el esmalte y fusionaba los prismas.

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.



En 1961 Jhonson inventa el láser de He:Ne, en 1962 Bennett el de argón, y Patel en 1964 el de CO₂⁶, y no es hasta 1977 que Shafir hace las primeras aplicaciones de éste último en Cirugía Bucal. Los hermanos Myers, Terry (cirujano dentista) y William (oftalmólogo), se apoyaron en dichas investigaciones para aplicar el láser de Nd:YAG en la clínica.

En 1965, el Dr. León Goldman aplicó por primera vez, sin ser odontólogo, el láser de rubí en los dientes de un paciente, sin provocar dolor, ocasionando sólo una pequeña ablación en el esmalte. Era su hermano, el odontólogo Bernard Goldman, quien se convierte en el primer paciente en quien se aplicó el láser.¹

En 1977 Shafir hace las primeras aplicaciones del láser de CO₂ en Odontología. Goldman, Sognaes y Myers fueron los primeros en investigar los efectos del láser en los tejidos duros.

En 1980, un grupo de físicos de la Universidad de Hull liderados por Geoffrey Pret registran la primera emisión láser en el rango de los rayos X.

En 1985 se comienza a comercializar el disco compacto, donde un haz láser de baja potencia "lee" los datos codificados en forma de pequeños orificios (puntos y rayas) sobre un disco óptico con una cara reflectante. Posteriormente esa secuencia de datos digitales se transforma en una señal analógica permitiendo la escucha de los archivos musicales. Inmediatamente después la tecnología desarrollada se usa en el campo del almacenamiento masivo de datos.⁷

En 1983 Terry Myers, encuentra que es posible vaporizar caries con láser de Nd:YAG, diseña algunos cambios y adaptaciones como pulsaciones y transmisiones a través de fibras ópticas, lo que facilita su uso en Odontología. En 1989 Myers comienza a trabajar en el primer láser dental de Nd-YAG, modelo dLase 300 con el cual se obtienen excelentes resultados y



gran aceptación por profesionales y pacientes, ya que fue diseñado especialmente para aplicaciones dentales.

El primer láser que en 1989 se utilizó en México y Latinoamérica, fue el de Nd:YAG de 3 w con 30 pps., de la American Dental Technologies. Dicho láser no cortaba esmalte, pero sí vaporizaba la caries y se empleaba en tejidos blandos con magníficos resultados.¹

En 1990 se empleaba el aire abrasivo (KCP2000) para cortar esmalte, y el láser de CO₂ para realizar cirugías. No fue sino hasta 1992 que apareció el primer láser de argón y el de Ho:YAG para cortar esmalte, y, aunque el procedimiento era muy lento, aportó las bases para su aplicación en tejidos duros.

En 1994 en el Reino Unido, se utiliza por primera vez la tecnología láser en cinemómetros para detectar conductores con exceso de velocidad. Posteriormente se extiende su uso por todo el mundo.⁷

En 1997 ingresa al mercado el primer láser de Er:YAG para tejidos duros. Ya para este año, todos estos equipos estaban respaldados con sofisticados sistemas de computación, superpulsos, diferentes medios activos, diferentes aplicaciones y formas de transmisión: brazos articulados, tubos guía, puntas de zafiro o cuarzo, espejos armados, fibra óptica, etc.

Ya en el siglo XXI, científicos de la Universidad de St. Andrews crean un láser que puede manipular objetos muy pequeños. Al mismo tiempo, científicos japoneses crean objetos del tamaño de un glóbulo rojo utilizando el láser.

En 2002, científicos australianos "teletransportan" con éxito un haz de luz láser de un lugar a otro.⁸



En 2004 el escáner láser permite al Museo Británico efectuar exhibiciones virtuales.⁹

En 2006, científicos de la compañía Intel descubren la forma de trabajar con un chip láser a base de silicio abriendo las puertas para el desarrollo de redes de comunicación mucho más rápidas y eficientes.¹⁰



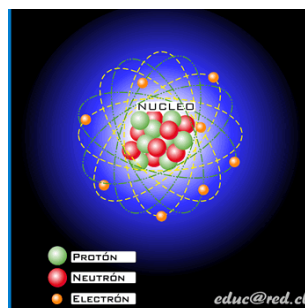
3. FÍSICA DEL LÁSER.

3.1 Conceptos generales.

3.1.1 Componentes del átomo.

La **materia** es todo lo que ocupa un lugar en el espacio. La unidad fundamental de la materia es el **átomo**. Los átomos son capaces de combinarse unos con otros para formar **moléculas**.¹¹

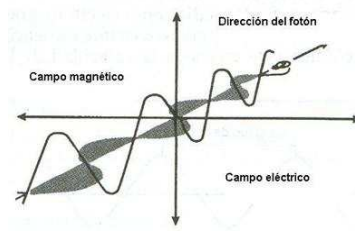
De acuerdo a Niels Bohr, el átomo consta de dos partes: el **núcleo** y las **órbitas**. El núcleo está compuesto por **protones**, con carga positiva (+), y **neutrones**, sin carga alguna o neutra. En las órbitas se localizan los **electrones** que poseen con carga negativa (-). El número de protones dentro del núcleo es igual al número de electrones afuera y esto determina el **peso atómico del átomo**.



Estructura atómica.¹²

3.1.2 Radiación electromagnética.

La **radiación electromagnética** se define como la propagación de energía a través del espacio o de la materia, la cual está acompañada por campos eléctricos y magnéticos oscilatorios colocados en ángulo recto uno en el otro.¹³



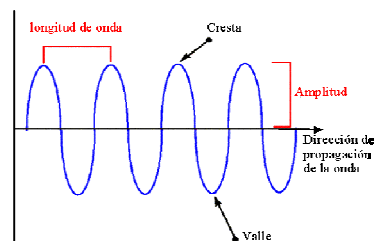
Campos eléctricos oscilatorio y magnético característicos de las radiaciones electromagnéticas. ¹³

Las radiaciones electromagnéticas se mueven a través del espacio como partículas o como ondas; las partículas son haces de energía llamadas **fotones**, sin masa ni peso y viajan a la velocidad de la luz (3×10^8 m/seg). Así, los fotones representan la cantidad de energía electromagnética.

Las radiaciones electromagnéticas pueden ser provocadas o naturales y según su nivel de energía se clasifican en **ionizantes** y **no ionizantes**.

3.1.3 Longitud de onda.

La longitud de onda es la distancia entre dos crestas o valles consecutivos, es decir, describe cuán larga es la onda. *Mientras más corta sea la distancia entre las crestas, menor es la longitud de onda y mayor la energía y capacidad para penetrar la materia.* ¹⁴



Características de una onda. ¹⁵



La distancia que recorre un fotón a través de una oscilación completa es su longitud de onda.

Las diferencias en el comportamiento de las variadas longitudes de onda se deben a las cantidades de energía conducidas por un fotón dentro de la onda. Estas cantidades diferentes de energía conllevan a las propiedades distintivas de la onda, como también a la habilidad única de que la luz visible sea percibida por el hombre.

En el sistema internacional, la unidad de medida de la longitud de onda es el metro, al igual que cualquier otra distancia. Dado los órdenes de magnitud de este parámetro, por comodidad se suele recurrir a submúltiplos como el milímetro (mm), el micrómetro (μm) y el nanómetro (nm) el cual equivale a 1×10^{-9} metros, es decir, la millonésima parte de un milímetro o la mil-millonésima parte del metro.

3.1.4 Espectro electromagnético.

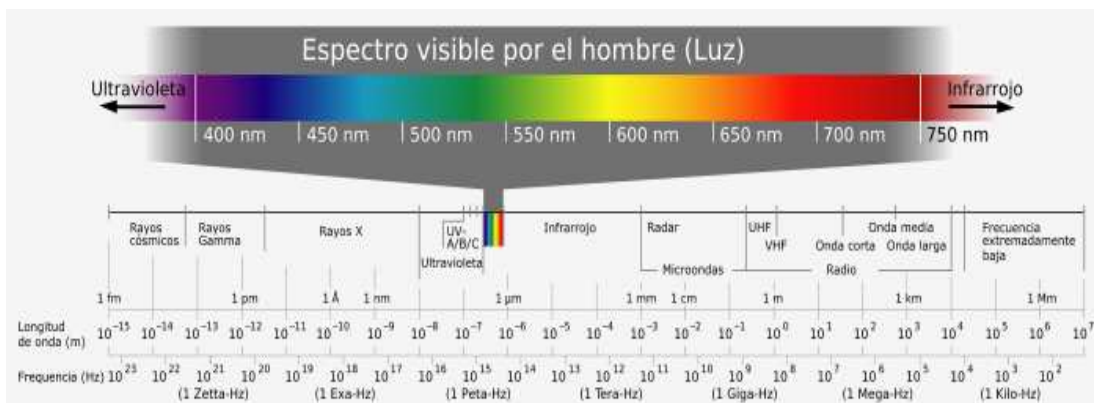
El espectro electromagnético es la distribución u ordenamiento energético del conjunto de las ondas electromagnéticas, indicando así la radiación electromagnética que emite o absorbe una sustancia. Los espectros se pueden observar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre éste, como la longitud de onda o la frecuencia de la radiación.¹⁶

El espectro electromagnético abarca, según un orden creciente de longitudes de onda:

- Rayos cósmicos
- Rayos gamma



- Rayos X
- Rayos ultravioleta
- Luz visible
- Rayos infrarrojos
- Microondas
- Ondas de radio



Espectro electromagnético. ¹⁶

Las ondas que tienen mayor longitud de onda que la luz visible, rodean los objetos sin interactuar con ellos (como en los celulares y en la radio), pero los que tienen una longitud de onda más pequeña, atraviesan la materia (como los rayos X).

Así, podemos dividir al espectro electromagnético en 3 áreas diferentes:

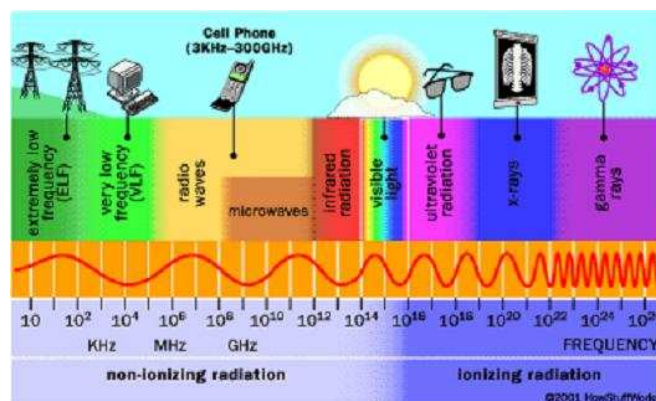
1. **Un área invisible con radiación ionizante**, que puede ser absorbida por las células y por los tejidos, en la cual se encuentran los rayos gamma, los rayos X y la luz ultravioleta. La radiación ionizante resulta dañina para el ser humano ya que es capaz de hidrolizar el agua en radicales libres hidroxilo (-OH) e Hidrógeno (H⁺), provocando lesiones en el ADN por reacciones con la timina en los ADN nuclear y mitocondrial, produciendo



fragmentaciones monocatenarias. Esta lesión del ADN ha sido implicada en el envejecimiento celular y en la transformación maligna de las células.

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 2: 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 encuentran la mayoría de las longitudes de onda de los láser quirúrgicos, como: el de diodos, el de argón, el de Nd:YAG, el de Ho:YAG, el de Er:YAG, el de Er,Cr:YSGG y el de CO₂.¹



Diferentes áreas del espectro electromagnético.¹⁷

3.2 Luz visible.

La **luz** (del latín *lux, lucis*) es una onda electromagnética, compuesta por partículas energizadas llamadas fotones, y cuyas frecuencia y energía determinan su color. El término "luz" se refiere a la parte visible del espectro electromagnético. La ciencia que estudia las principales formas de producir luz, así como su control y aplicaciones se denomina óptica.¹⁶



La luz visible (al ojo humano) forma parte de una estrecha franja que va de longitudes de onda desde los 380 nm (violeta) hasta los 780 nm (rojo) en el espectro electromagnético. Los colores del espectro se ordenan como en el arco iris, formando el llamado **espectro visible**.



violeta	380–450 nm
azul	450–495 nm
verde	495–570 nm
amarillo	570–590 nm
anaranjado	590–620 nm
rojo	620–750 nm

Espectro visible. ¹⁶

Hay dos tipos de objetos visibles: aquellos que por sí mismos emiten luz y los que la reflejan. El color de éstos depende del espectro de la luz que incide y de la absorción del objeto, la cual determina qué ondas son reflejadas.

La luz blanca se produce cuando todas las longitudes de onda del espectro visible están presentes en proporciones e intensidades iguales. Esto se verifica en un disco que gira velozmente y que contiene todos los colores distribuidos uniformemente.



Es sólo en la franja del espectro que va desde el violeta hasta el rojo donde las ondas electromagnéticas interaccionan (se reflejan o absorben) con la materia y permiten ver los objetos, sus formas, su posición, etc. Dentro de esta franja del espectro se puede determinar qué frecuencia o conjunto de frecuencias refleja o emite cada objeto, es decir, el color que tiene.

Las fuentes de la luz ordinaria pueden ser especificadas en términos de los siguientes parámetros:

1. Composición espectral
2. Dirección
3. Potencia
4. Orden
5. Densidad de potencia

1. **Composición espectral** (color): Las fuentes de luz ordinaria emiten luz de muchos colores y se llaman policromáticas (muchos colores). Algunas fuentes de luz ordinaria tienen un rango limitado de longitudes de onda y parecen ser roja o azul o amarilla. Otras fuentes de luz que emiten muchas longitudes de onda parecen ser "blancas". En cada caso, está involucrado un rango de longitudes de onda.
2. **Dirección**: La luz de una lámpara ordinaria es emitida en todas las direcciones. Usualmente viene de un área moderadamente grande, tal como un filamento incandescente o desde la descarga interna de una lámpara fluorescente.
3. **Potencia**: Potencia es la relación entre energía (medida en julios) y el tiempo (medido en segundos). La potencia se mide en watios, definidos como julios/segundo. Para una fuente de luz ordinaria, tal como una lámpara incandescente, está dada la potencia eléctrica de entrada



(típicamente 60 o 100 W). La fuente de luz produce luz y calor como potencia de salida. La eficiencia de la mayoría de las lámparas es muy baja, en el sentido de que solamente una fracción de la potencia eléctrica consumida por la lámpara se convierte en luz.

4. **Orden:** Cuando las ondas son emitidas por una fuente de luz regular, en direcciones diferentes, no hay correlación entre las diversas ondas. La fuente de luz es denominada *incoherente*.
5. **Densidad de potencia:** La potencia de la luz de salida es usualmente distribuida sobre la esfera completa alrededor de la lámpara. La relación entre la potencia de luz emitida y el área iluminada se llama densidad de potencia (irradiante). Debe mencionarse también que solamente puede reunirse una pequeña fracción de esta potencia, utilizando un lente de enfoque o un espejo, y que el punto focal no tiene un área pequeña. Por lo tanto, la iluminación de esta área de punto focal está caracterizada por una densidad de potencia baja.

3.3 Luz láser.

El láser es un tipo completamente diferente de fuente de luz. Sus características intrínsecas son:

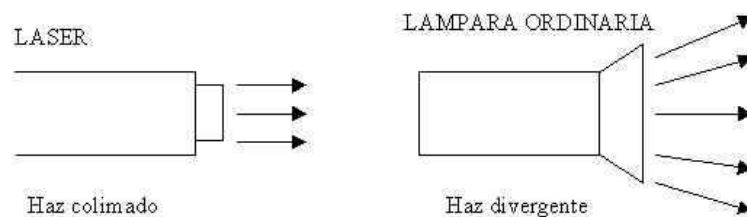
1. Monocromaticidad
2. Direccionalidad
3. Potencia
4. Coherencia
5. Luminosidad
6. Densidad de potencia alta

1. **Monocromaticidad:** Un láser emite un "color" (una longitud de onda) o más exactamente una banda muy estrecha de longitudes de onda. Tales



colores puros no se observan normalmente en la naturaleza. Aunque la luz de una lámpara, o la luz del sol, que pase a través de un filtro de vidrio coloreado produce "un color", este color corresponde a una relativamente amplia banda de longitudes de onda. Es mucho menos "puro" en este sentido que la luz láser. Por contraste, un láser emite inherentemente luz monocromática solamente, con toda la potencia concentrada en una longitud de onda única.

2. **Direccionalidad:** La luz láser es emitida en un rayo que permanece estrecho, paralelo y unidimensional. Esta propiedad hace posible el enviar un rayo láser desde la Tierra hasta la Luna con una divergencia muy pequeña.



Direccionalidad vs. divergencia. ¹⁸

3. **Potencia:** Las potencias emitidas por los equipos láser suelen ser bastante altas. La salida de potencia (luz) normalmente especificada en los rayos láser médicos es de 100 W o más.
4. **Coherencia:** El término coherencia se utiliza en la física óptica para expresar el grado de monocromaticidad y colimación. Todas las ondas en el rayo láser están altamente ordenadas en espacio, correlacionadas en tiempo y viajan en la misma dirección. Una analogía para explicar esta condición de orden es relacionar la fuente del láser a un gran grupo de

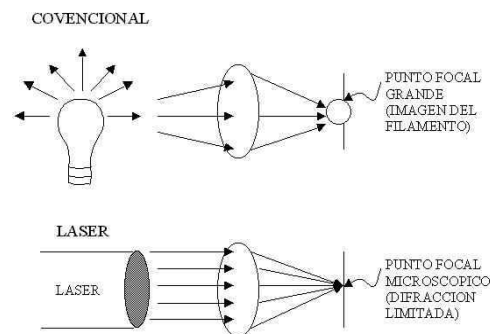


soldados caminando en un desfile, con el mismo paso y al mismo tiempo. Una fuente de luz ordinaria es similar a un desfile cuando se ha dado la orden de despliegue.



Coherencia e incoherencia. ¹⁸

5. **Luminosidad** (resplandor). La luz de un láser puede ser recogida en su totalidad por un lente, y ser enfocada a un punto lejano más pequeño que la luz de una fuente convencional. Este punto de enfoque más pequeño del láser contiene mayor cantidad de luz concentrada (una irradiación más alta) que el punto focal de una fuente de luz convencional. Las aplicaciones quirúrgicas del láser se apoyan en esta propiedad.



Puntos focales. ¹⁸

6. **Densidad de potencia alta:** La radiación láser se concentra en un delgado haz de luz, cuya área es unos pocos milímetros cuadrados. La



densidad de potencia del rayo láser por sí misma es alta; más aún, el rayo puede enfocarse en un punto cuyo diámetro es del orden de la longitud de onda. La densidad de potencia en el punto focal es extremadamente alta, con magnitud de muchos órdenes por encima que el caso de una lámpara ordinaria.

La comparación entre la fuente del láser y de una luz ordinaria se muestra en la siguiente tabla:

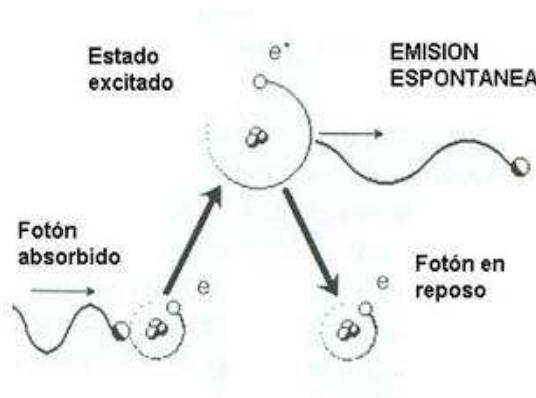
Propiedad	Láser	Fuente de luz ordinaria
Direccionalidad	Colimada (rayo paralelo)	No colimada (luz emitida en todas direcciones)
Color	Monocromático Rayo coherente	Policromático Rayo no coherente
Salida de potencia	Puede ser alta	Media o baja
Temporal	Puede producir pulsos muy cortos	Pulsos típicamente largos y de baja energía
Densidad de potencia	Alta; puede ser enfocado a un punto muy pequeño	Baja; punto focal relativamente grande



3.4 Emisión espontánea de radiación.

Dentro del átomo, los electrones exhiben diferentes niveles de energía y son capaces de cambiar de órbita, pero para hacer esto necesitan una fuente externa de energía.

Añadiéndole energía a un átomo, los electrones orbitantes pasan a una energía mayor, creando órbitas más inestables conocidas como *estados excitados*. Un electrón excitado intenta entonces recuperar una órbita más estable y, al hacer esto, libera la energía que obtuvo en forma de un fotón. Este proceso se llama **emisión espontánea de radiación**.



Emisión espontánea de radiación. ¹⁸

Un átomo sólo admite ciertas órbitas (niveles de energía). Cuando un fotón es absorbido, el átomo salta a uno de los niveles de energía admisibles. Esto significa que cada tipo de átomo o molécula puede absorber solamente fotones de la energía (o longitud de onda) adecuada. El resultado es que cada especie de átomo o molécula tiene un espectro de absorción único.



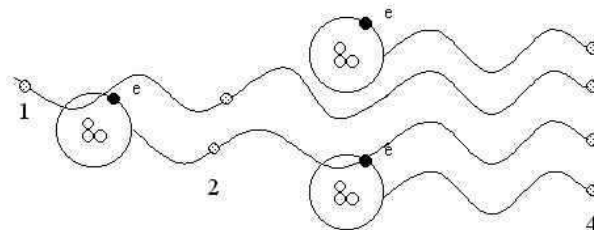
3.5 Amplificación de luz por emisión estimulada de radiación (LÁSER).

La palabra “Láser” es un acrónimo para: light amplification by stimulated emission of radiation (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación).¹⁹

El proceso del láser ocurre cuando un átomo excitado puede ser estimulado para emitir un fotón antes de que el proceso ocurra espontáneamente.

Cuando un fotón, con exactamente la energía adecuada (longitud de onda) entra en el campo electromagnético de un átomo excitado, el fotón incidente dispara la caída del electrón excitado, hacia el estado de energía más bajo. Esto es acompañado por la liberación de la energía almacenada en forma de un segundo fotón. El primer fotón no es absorbido pero continúa hasta encontrar otro átomo excitado.

La emisión estimulada puede ocurrir solamente cuando el fotón incidente tiene exactamente la misma energía que el fotón liberado. De esta forma, el resultado de la emisión estimulada es dos fotones de idéntica longitud de onda que viajan en la misma dirección. La liberación del segundo fotón está dependiente del tiempo de las oscilaciones del primer fotón, de tal modo que los dos fotones oscilan juntos en la fase. El fotón excitado, y el fotón liberado, estimulan a dos átomos excitados más, y así sucesivamente, produciendo una reacción de fotones en cadena.



Reacción en cadena de los fotones.¹⁸



Si una colección de átomos incluye más átomos estimulados, en estado de excitación, que los que permanecen en el estado de descanso, se presenta una **inversión de población**. Esta es una condición necesaria para el láser. Ahora bien, la emisión espontánea de un fotón por un átomo estimulará la liberación de un segundo fotón en un segundo átomo, y estos dos fotones dispararán la liberación de dos fotones más; estos cuatro entonces conducirán a ocho, ocho llevarán a dieciséis, y así sucesivamente.

En un pequeño espacio a la velocidad de la luz, esta reacción de fotones en cadena produce una luz breve, con resplandor intenso monocromático (misma longitud de onda) y coherente (misma fase).

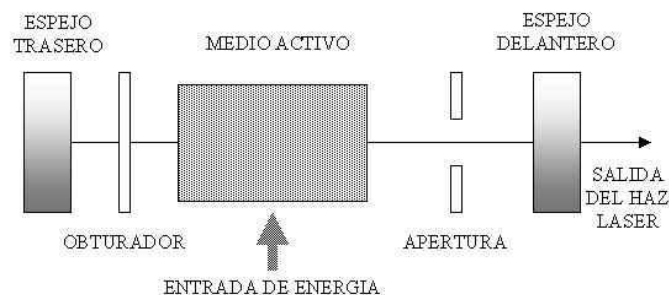


4. TIPOS DE LÁSER.

4.1 Componentes del láser.

Todos los equipos láser tienen tres componentes básicos: una **fente de energía** (medio de bombeo o estimulación), un **medio activo** (en el que se encuentran los átomos) y una **cavidad resonante**, la cual incluye además un espejo reflectante al 100% (de entrada o trasero) y un espejo reflectante al 99% (de salida o delantero).¹⁸

Otros componentes generales son el **sistema de enfriamiento**, el cual se encarga de mantener el medio activo siempre a una misma temperatura; y el **panel de control**, que consiste en una microcomputadora o un microprocesador localizado en la parte superior del láser y tiene las funciones de encendido, cantidad de energía, cantidad de pulsaciones por segundo y encendido del láser guía.⁵



Componentes de un láser.¹⁸

La luz láser es generada dentro del medio activo, el cual puede ser sólido, líquido o gaseoso. Sin embargo, sólo ciertas sustancias tienen las características ópticas, mecánicas, atómicas o moleculares necesarias para hacer posible la eficiente acción láser.



Los láser que trabajan con **medio activo sólido** tienen mayor duración por ser de cristal o de 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 con 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 Nd:YAG, Er:YAG, el Er, Cr:YSGG además del de diodos y el de alexandrita.

Cuando se utiliza como **medio activo el gas**, se usan dos tipos de éste: uno como medio activo y otro para enfriar, y consisten en un tubo lleno de gas activo y congelante, cuya duración en promedio es de 3 a 4 años; en algunos se puede recargar o intercambiar el tubo. Entre los láser de gas se encuentran los siguientes: He:Ne, CO₂, argón, kriptón y xenón.

Los láser con **medio activo líquido** se encuentran hasta la fecha 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 la energía. A éstos también se les llama sintonizables, pues tienen varias longitudes de onda en un mismo medio activo. ¹

4.2 Generación del rayo.

Para que una acción láser ocurra, debe ser posible conducir, simultáneamente, a la gran mayoría de los átomos o moléculas dentro del medio activo hacia un estado de energía mayor. Esta energetización del medio activo está hecha por una fuente de energía que puede ser de muy diferentes formas.



Las fuentes de energía en los sistemas láser médicos incluyen una lámpara de flash similar al flash fotográfico o una corriente eléctrica similar a la que ilumina un bombillo de neón o fluorescente. Estas fuentes de potencia energizan los átomos en el medio activo para producir la "inversión de población".

Una vez que esta "excitación" o "inversión" de la distribución usual de niveles de energía ocurre, los átomos o moléculas se preparan para la emisión estimulada. Así, la cantidad de fotones que salen forma lo que conocemos como rayo láser o energía. Todo esto sucede en milésimas de segundo.

En la mayoría de los láser, la emisión estimulada ocurre al crearse una inversión de población a nivel atómico (ej.: argón y Nd:YAG), aunque en otros láser (ej.: CO₂) la inversión de población ocurre al energizarse las moléculas, en lugar de los átomos del medio.

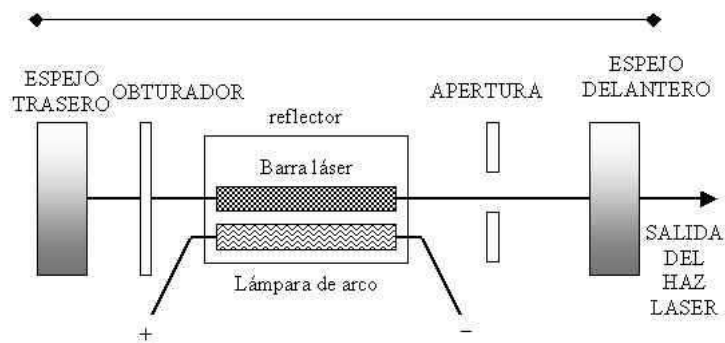
Toda la acción láser se origina en un medio activo ligado a dos espejos. Ambos espejos reflejan fotones, pero el espejo de salida es semi-transparente para permitir que la luz láser salga de la cavidad. Otros componentes que pueden estar dentro de la cavidad incluyen aperturas para darle forma al rayo, y obturadores para controlar la acción láser.

La alta energía del rayo láser se obtiene mediante el pasaje de la energía estimulante a través de un considerable volumen del medio activo excitado. Una forma de hacer esto sería tener el medio activo en la forma de un cilindro muy largo, así los fotones viajarían paralelos al eje del cilindro y tendrían mayor probabilidad de encontrarse con otros átomos excitados y estimularlos para que emitan su energía, conduciendo a una construcción de fotones que viajan hacia abajo del cilindro largo. Esta generación se llama proceso de cascada y lleva a la amplificación de la energía de luz que es la característica del proceso láser. Este paso de luz a lo largo de un largo tubo



o cilindro, formará un rayo colimado de intensa radiación óptica de un sólo color saliendo del final del cilindro.

En la práctica real se necesita de una larga longitud de paso por donde viaje la luz. Sin embargo, no resulta práctico construir un láser con un tubo muy largo; en su lugar, la larga longitud del paso para la generación del rayo láser se crea al forzar que la luz viaje entre espejos. Estos espejos se colocan en ambos extremos de un corto cilindro y se envían los fotones para que reboten de atrás hacia adelante, dentro del medio energizado. El espacio formado por el medio óptico determinado por los dos espejos es un espacio óptico especial denominado **cavidad resonante**.



Resonador láser. ¹⁸

Si un espejo es totalmente reflexivo (trasero) y el otro espejo parcialmente transmisible (delantero) la luz que escapa a través del espejo delantero se convierte en rayo láser. Si nuestra potencia de circulación es de 1,000 W y el espejo delantero es un 10% transmisible, entonces la potencia que regresa de este espejo es de 900 W, y el rayo resultante es de 100 W. Un viaje completo a través del medio del láser regresa la potencia de nuevo a los 1,000 W.

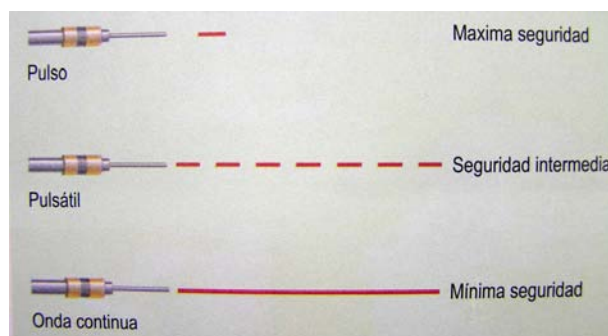


Los equipos láser pueden enviar la energía láser a través de una variedad de sistemas de suministro. Las longitudes de onda mas largas (como el láser de CO₂), por su naturaleza, deben pasar a través de un brazo articulado con varios espejos reflectantes. Al salir el haz de la cabeza del láser, este es grande y su densidad de poder es baja. Después de ser reflejado por los espejos del brazo, el haz pasa por un lente que lo focaliza a un punto de tamaño pequeño (diámetro del haz) para transformarlo en clínicamente útil.

El punto en el cual se logra el mínimo diámetro se denomina **punto focal o cintura del haz**. El diámetro del haz en el punto focal puede oscilar entre 0.1mm a 5.0mm o más. El tamaño de punto seleccionado para una cierta cirugía depende de la particular aplicación y el efecto deseado en el tejido.¹⁸

4.3 Láser de onda pulsada y continua.

Dependiendo de cómo se aplique la excitación de energía y la cavidad láser configurada, el rayo de salida de un láser podrá ser de pulso, pulsátil o de onda continua.



Diferentes formas de emisión de la energía láser.¹



El posible daño a los tejidos por la energía láser depende más del tiempo de exposición del rayo sobre el tejido radiado que por la cantidad de energía utilizada.⁵

Los láser de cristal no pueden ser operados normalmente como un láser de onda continua por el problema de sobre-calentamiento y el daño resultante al cristal láser y los componentes adyacentes.

En los láser YAG, el elemento molecular del láser es excitado a un estado superior de energía con luz proveniente de una lámpara arqueada de tungsteno, de una lámpara flash pulsada, o de otro láser como un láser de diodo.

Los láser quirúrgicos poseen un cierre mecánico posicionado en el paso del haz (como en una cámara). La apertura y cierre de ese elemento es controlado por un circuito de tiempo. Los valores de esos tiempos son regulados por los controles que están en la consola del panel frontal. La secuencia de tiempo se activa cuando el usuario presiona el pedal, o en algunas unidades, cuando se presiona el botón de la pieza de mano.

Pulsos simples pueden tener duraciones tales como 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 y 1.0 segundos, o el mecanismo de cierre puede permanecer abierto en tanto el pedal es apretado (modo continuo). Los circuitos de tiempo varían en su sofisticación. Generalmente se puede fijar la duración del pulso y el tiempo entre pulsos. En algunas unidades se pueden emitir destellos de pulsos.¹⁸

4.4 Longitud de onda láser.

La longitud de onda de cada láser está dada por el medio activo que lo produce; este material debe tener átomos en estado metaestable que se puedan estimular para formar los fotones.



Los espejos y otros componentes ópticos de la cavidad resonante del láser están diseñados para favorecer una cierta longitud de onda para resaltar la salida de potencia y suprimir otras longitudes de onda, para ayudar a producir un rayo de salida verdaderamente monocromático. De esta forma, siempre es esencial especificar las longitudes de onda en las que un láser dado está operando, en lugar de apoyarse solamente en nombrar el medio activo para identificar el sistema láser. ¹⁸

Existen 4 clases de equipos láser de acuerdo a su longitud de onda, según el área en que se encuentran dentro del espectro electromagnético:

1. Láser de rayos ultravioleta.
2. Láser visible.
3. Láser infrarrojo.
4. Láser sintonizable.

4.4.1 Láser de rayos ultravioleta.

También llamados de Eximer, tienen una longitud de onda que oscila entre 150 y 350 nm. *Eximer* significa “dimer excitado” y es una energía elevada por disociación de pequeñas partículas de energía. Este láser tiene grandes picos de energía entre 10 y 15 Hz (pulsaciones por segundo), lo cual produce un corte limpio en el tejido que se va a tratar. Se encuentra en el área ultravioleta, y puede producir citotoxicidad y mutación en el área tratable de tejidos suaves. Utilización en oftalmología.

4.4.1.1 Láser Eximer de Ar:F. Compuesto de argón y fluoruro, con una longitud de onda de 193 nm, es el que tiene la menor longitud de onda de todos los láser. Es altamente absorbido por el esmalte, el cual corta con mucha precisión sin dejar residuos, y se transmite mediante



brazo articulado; su medio activo es de gas, al aplicarlo sobre el área que se ha de tratar produce ruidos.

4.4.1.2 Láser Eximer Xe:Cl. Compuesto de eximer de xenón y cloruro, con longitud de onda de 308 nm con aplicación en endodoncia; no tiene buena absorción con la hidroxiapatita pero trabaja por medio de disrupción del tejido. Este se puede transmitir por medio de fibra óptica, si su medio activo es un tubo de gas con xenón y cloruro.

4.4.2 Láser visible.

El área visible del espectro electromagnético se encuentra entre 350 y 700 nm, por lo que el primer láser fabricado en 1960 tenía como medio activo el rubí, encontrándose con una longitud de onda de 693 nm de color rojo.

4.4.2.1 Láser de argón. Está en medio de una porción visible del espectro electromagnético; posee 2 colores con 2 diferentes longitudes de onda: azul, de 488 nm, y verde, de 514 nm. Es altamente absorbido por pigmentación roja, como la hemoglobina, y produce un efecto de coagulación; no afecta la estructura ósea o el tejido del diente; puede transmitirse por fibra óptica y tiene como medio activo un tubo de gas argón que es estimulado por una corriente eléctrica de 220 volts.

4.4.2.2 Láser sintonizable de 590 nm. Este tipo de láser está en investigación en el área biomédica; hasta la fecha el que ha dado mejores resultados es el que emite rayos color naranja rojizo. Es altamente absorbido por la pigmentación azul; puede transmitirse por medio de fibra óptica, y emplea líquido colorante como medio activo.



4.4.2.3 Láser de He:Ne. De baja potencia y luz visible, es uno de los equipos más conocidos que se ha utilizado en las áreas biomédica e industrial. Su aplicación más conocida es como luz guía para los láser con longitud de onda infrarroja invisible. Su nivel de energía no excede los 500 mW; puede ser transmitido por fibra óptica y su medio activo es un tubo de gas. Este láser, utilizado en todo tipo de lesiones, ha dado excelentes resultados cuando se ha aplicado con energía de 50 a 200 mW.

4.4.3 Láser infrarrojo.

Es el de mayor presencia en el mercado dental por sus propiedades para trabajar en tejidos duros y blandos; su longitud de onda se encuentra entre 730 y 12000 nm.

4.4.3.1 Láser de galio. Resulta de una combinación de galio, aluminio y arsénico (Ga:Al:As), tiene una longitud de onda de 805 nm y se encuentra cerca del área infrarroja; es generado por un diodo y puede transmitirse por medio de fibra óptica. Con un nivel de energía de 1 a 25 watts, es absorbido por la pigmentación verde y se refleja en hueso, esmalte y dentina.

4.4.3.2 Láser de Nd:YAG. En la actualidad, es el que más aplicaciones clínicas posee. Su medio activo es de cristal cubierto con neodimio; necesita de un láser guía de He:Ne o un diodo. Se transmite por medio de fibra óptica y su longitud de onda es de 1064 nm; los rayos que produce son bien absorbidos por la pigmentación negra y tiene gran aplicación en tejidos claros; se puede transmitir como onda continua, como pulso, de forma pulsátil y de superpulsos.



4.4.3.3 Láser de Ho:YAG. Compuesto de holmio, itrio, aluminio y granate, tiene una longitud de onda de 2100 nm con un medio activo sólido, se considera dentro de la familia de Nd:YAG, pues también se transmite por fibra óptica; el cristal de YAG está cubierto con holmio. Es absorbido por la hidroxiapatita; pueden realizarse cortes en estructura del diente o del hueso; por tener una longitud de onda más larga, dificulta el empleo en la forma pulsátil del sistema.

4.4.3.4 Láser de Er:YAG de 2900 nm. Es un equipo con las longitudes de onda más nuevas que puede aplicarse en tejido duro, pues se absorbe fácilmente en el agua y en la hidroxiapatita, siendo uno de los mejores láser para cortar tejido duro; sin embargo, en tejido suave no ejerce efecto hemostático; se transmite por medio de brazo articulado o tubo guía fabricado con circonio, con un hueco en el centro que lo hace flexible, aunque disminuye la cantidad de energía necesaria para cortar rápidamente.

4.4.3.5 Láser de Er,Cr:YSGG. Compuesto de erbio, cromo, itrio, escandio, granate y galio, tiene una longitud de onda de 2780 nm; aunque tiene aplicaciones similares a las del Er:YAG para tejidos blandos y duros, es un láser selectivo que elimina la caries dejando el esmalte y la dentina sanos.

4.4.3.6 Láser de CO₂. Es el más antiguo y se emplea en cirugía dental; con una longitud de onda de 1064 nm, es altamente absorbido por el agua y la hidroxiapatita, además, es un excelente láser para efectuar cortes de tejido blando produciendo un efecto hemostático en vasos sanguíneos no mayores de 0.5 mm de diámetro. También se puede usar en tejidos duros; por su capacidad de cortar y coagular se le da el nombre de láser bisturí; se transmite en onda continua ya sea



por pulsos o pulsátil y posee brazo articulado o tubo guía de onda flexible.

4.4.4 Láser sintonizable.

También llamado láser de electrones libres, su longitud de onda depende de su medio activo; es decir, no tiene una longitud de onda específica; siendo uno de los más nuevos, actualmente sólo existen 4 laboratorios en los que se estudia e investiga este láser que utiliza una corriente de electrones que puede emitir longitudes de onda de cualquier parte del espectro electromagnético. Se le llama sintonizable porque puede cambiar de una longitud de onda a otra, tal como si se estuviera sintonizando un radio. Produce cortes limpios y precisos en la estructura del diente y del hueso, por lo que es excelente. Actualmente no está disponible en el mercado, es muy caro y difícil de usar. ¹



5. INTERACCIÓN DE LA ENERGÍA LÁSER EN LOS TEJIDOS.

La luz sólo tiene efecto cuando se absorbe por los átomos y moléculas de los componentes biológicos de los tejidos, quienes convierten la energía láser en otros tipos de energía como calorífica, química y mecánica.²

Los factores que influyen en los efectos del láser en los tejidos son:

- Longitud de onda
- Forma de emisión
- Cantidad de energía
- Tiempo de exposición
- Absorción
- Vascularidad

Cuando hay interacción de la energía láser con los tejidos se producen los fenómenos conocidos como reflexión, absorción, transmisión y dispersión.

Las interacciones de mayor importancia en Odontología son en esmalte, dentina, hueso, caries, tejidos blandos, sangre, pulpa y tejido granulomatoso.

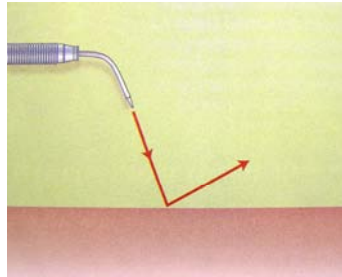
La acción de la energía sobre el tejido puede producir fotoablación (vaporización), coagulación e incisión.¹

5.1 Reflexión.

Es la energía que se refleja en la superficie del tejido, tanto de modo directo como difuso. La reflexión puede ser utilizada en áreas inaccesibles, mediante un espejo especial para ese propósito, dirigiendo el rayo hacia el



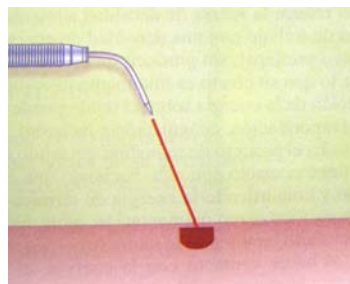
tejido y área deseados; la reflexión presenta un grado de inseguridad cuando se usan parámetros altos de energía.



Reflexión.¹

5.2 Absorción.

La absorción es el proceso físico en el que los átomos y las moléculas del tejido convierten la energía láser en otra forma de energía: calorífica, química, acústica y atérmica. La fuerza y la penetración del proceso de absorción dependen de la longitud de onda y del tipo de tejido que se ha de tratar.



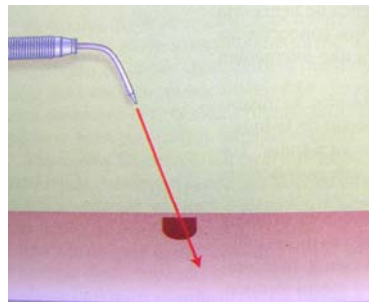
Absorción.¹

La absorción o penetración de las longitudes de onda visibles (400 y 700 nm) en las moléculas de agua es mayor, en virtud de que el agua trasmite la luz visible, a diferencia de las longitudes de onda infrarroja, en donde éstas son altamente absorbidas por el agua, lo que provoca menor penetración.



5.3 Transmisión.

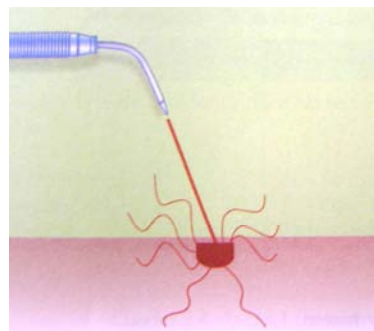
La energía láser transmitida con menos potencia, después del área de absorción, hacia el interior del tejido, no causa efecto térmico alguno, pero sí una bioestimulación que ayuda a la reparación celular del área.



Transmisión. ¹

5.4 Dispersión.

Se refiere a la disminución del rayo láser a causa de la reflexión de la energía en otras direcciones. Ésta ocurre con átomos y moléculas individuales que se agregan a otros de estructura intracelular y de algunas otras partículas ópticas diferentes a las de tejido biológico.



Dispersión. ¹



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 contrario al de absorción.

5.5 Fotoablación.

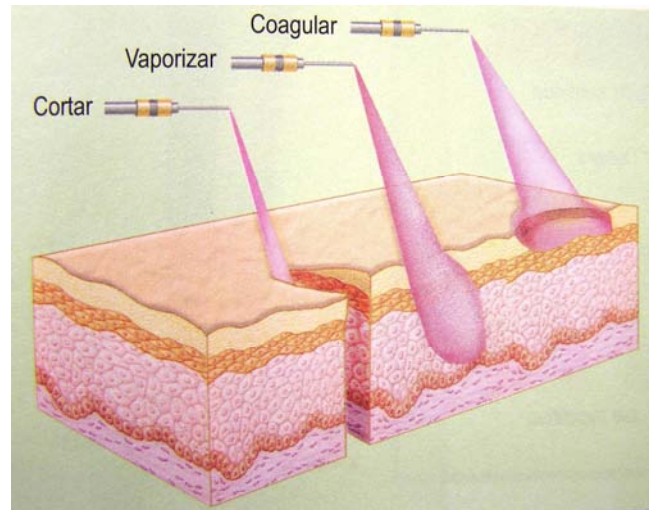
Es el proceso de remoción del tejido cuando la energía láser tiene contacto con ella, haciendo una interacción con el tejido y convirtiendo la energía en térmica dentro de algún tejido específico como pigmentación, agua, hidroxiapatita, etc. A este efecto también se le llama **vaporización** porque, al hacer contacto con la energía, el efecto termal hace que ésta hierva, haciendo que las células exploten y se vaporice su contenido.

5.6 Coagulación.

Ocurre cuando la energía del láser produce una liberación rápida del agua y de otras sustancias de las células sellando el resto del tejido adyacente, produciendo hemostasia y esterilización del área como resultado del efecto térmico.

5.7 Incisión.

Es el corte que ocurre cuando la energía láser produce una longitud de onda con mucha absorción y poca penetración para que vaporice determinada capa de células, y que las capas remanentes sobrevivan al proceso sin ser vaporizadas.



Tres efectos que pueden producir los láser quirúrgicos en los tejidos. ¹



Zonas en las cuales la energía láser produce efecto termal en el tejido blando. ¹



6. APLICACIONES DEL LÁSER EN CIRUGÍA BUCAL.

El láser quirúrgico o de alta potencia es aquel que por su energía y longitud de onda puede cortar, vaporizar y coagular los tejidos.

Por su uso odontológico, se cuenta con varias longitudes de onda producidas según su medio activo, capaces de hacer cavidades en tejidos duros sin necesidad de anestesia en 70% de los casos, mientras que otros producen cortes en tejidos blandos vaporizándolos y creando hemostasia, dando como resultado cortes limpios y exactos que no provocan dolor o inflamación postoperatoria.

Según la experiencia clínica de Martínez H¹ y Moreno MA^{*}, el láser de Nd:YAG, junto con el de Er:YAG, poseen las longitudes de onda que mejor trabajan en la práctica general, por su amplia gama de aplicaciones. Actualmente existen en el mercado más longitudes con aplicación en tejidos blandos y duros, pero no cuentan con la experiencia, la nobleza y afinidad de éstos.¹

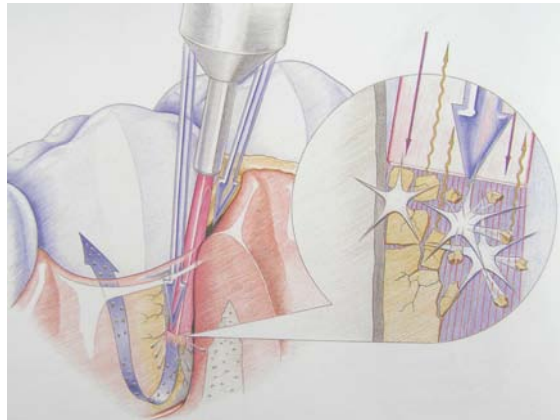
6.1 Láser de Er:YAG.

En 1997 apareció en el mercado el primer láser capaz de hacer una ablación del esmalte, en áreas afectadas por caries o fracturas, de manera selectiva, que permite conservar el tejido sano con tratamientos más precisos, además de que puede aplicarse en procedimientos sobre tejidos blandos.

El láser Er:YAG es producido por un medio activo sólido, un cristal de YAG cubierto con una capa de erbio. Los iones de éste generan una emisión de energía con una longitud de onda de 2940 nm con un mecanismo de



ablación que combina el proceso de vaporización y fotoacústico, sin llegar a vaporizar el tejido. La interacción fotoacústica resulta de la ablación de micropartículas, componentes minerales (hidroxiapatita) y pequeñas cantidades de agua; como la longitud de onda del Er:YAG es altamente absorbida cuando la energía del láser impacta en las pequeñas partículas de agua, provoca una vaporización instantánea, lo que ocasiona expansión masiva del volumen, que microfractura el material orgánico alrededor y remueve el tejido sin acumulación de calor.



Radiación con láser Er:YAG. ²⁰

Su aplicación en tejidos duros es excelente; la remoción, rápida y precisa. En los tejidos blandos la penetración de la luz láser tiene gran absorción en la superficie del tejido tratado, pero la poca penetración es una desventaja para la hemostasia, pues necesario que la temperatura aumente para sellar los vasos capilares abiertos.

Cuando se realiza la ablación en tejidos blandos con el láser de erbio, algunos de estos vasos sangran, sobre todo los que se encuentran cerca de la superficie de los tejidos, ya que la energía producida no es absorbida por los tejidos pigmentados o la hemoglobina; por ello, al aplicarlo en tejidos blandos, se tiene que eliminar el agua para que la energía sólo tenga la temperatura adecuada para cortar o coagular el tejido. ¹



La diferencia en pulsos entre los láser de Er:YAG creados en 1997 y los actuales es que tienen microcomputadoras en sus paneles de control, que permiten efectuar pulsos cuadrados variables (VSP), y se puede controlar la energía y el tiempo de duración; los láser en la actualidad ofrecen más modos de operación, con diferentes tipos de pulsos para una amplia gama de dosificación de energía, que dan como resultado efectos terapéuticos de ablación y corte de los tejidos con mínimo calentamiento en el área de trabajo. Estos pulsos tienen una duración de 50 hasta 1000 microsegundos.

Actualmente, los láser de Er:YAG, que se transmiten a través de brazos articulados de 7 espejos y con pieza de mano de no contacto intercambiable (sin punta de cuarzo o de zafiro), son fácilmente aplicables en la clínica diaria sin mucho mantenimiento y cuidado, a diferencia de los que se transmiten por medio de fibra óptica, que requieren de un cuidado especial de la fibra antes de cada procedimiento, pues al hacer contacto con los tejidos genera mucha energía dentro de ella y, si existen iones de agua en composición, la queman.



KaVo KEY Láser 3 de Er:YAG. ²¹



Indicaciones:

- Remodelado óseo en cirugía preprotésica
- Apicectomías ²²
- Preparación para implantes ²³
- Peri-implantitis ²³
- Osteotomía
- Odontosección
- Remoción de lesiones superficiales:
 - Leucoplasias
 - Liquen plano
 - Queratosis
- Gingivoplastías
- Remoción de fibromas y de granulomas
- Tumores benignos
- Quistes en hueso y en tejidos blandos

Contraindicaciones:

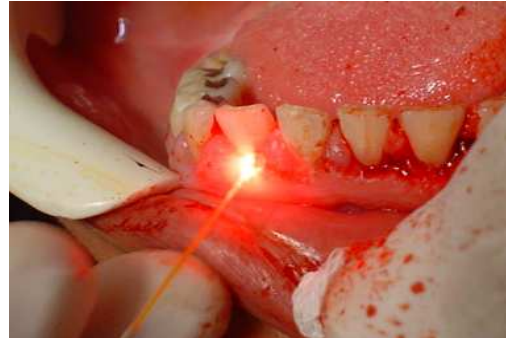
- Carcinoma maligno
- Epilepsia
- Fiebre



☞ **Gingivoplastia:**



Paciente con hiperplasia gingival *



Gingivoplastia con láser Er:YAG *



Aspecto postoperatorio *



Revisión a los 14 días de la cirugía *

☞ **Frenectomía:**



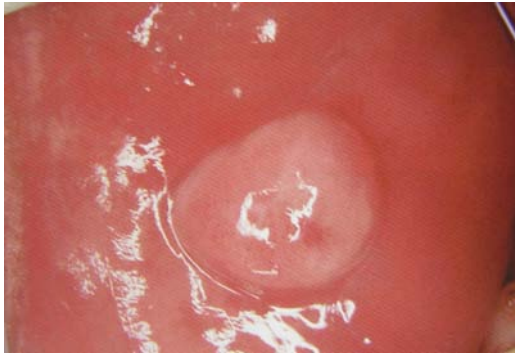
Frenillo labial superior de inserción baja¹



Frenectomía con láser Er:YAG¹



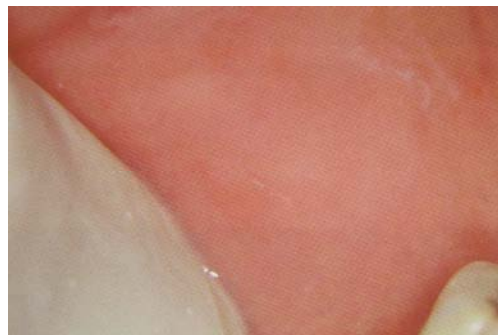
☞ **Extirpación de fibroma:**



Fibroma traumático en mucosa bucal ²⁰

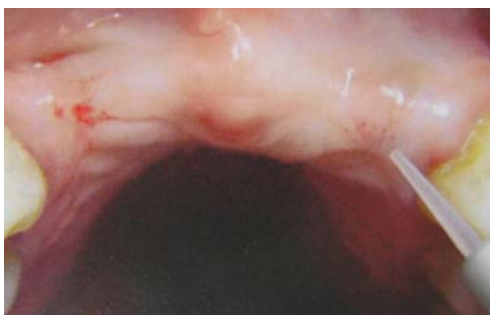


Extirpación con láser Er:YAG ²⁰



Aspecto clínico a los 30 días de la cirugía ²⁰

☞ **Exposición de implantes:**



Ablación de tejido blando con láser Er:YAG ²³



Exposición de los implantes ²³



Colocación de aditamentos ²³

☞ **Peri-implantitis:**



Zona radiolúcida entre los implantes ²⁰



Incisión con láser Er:YAG ²⁰



Osteotomía y ablación de la lesión ²⁰



Control radiográfico a los 2 años ²⁰



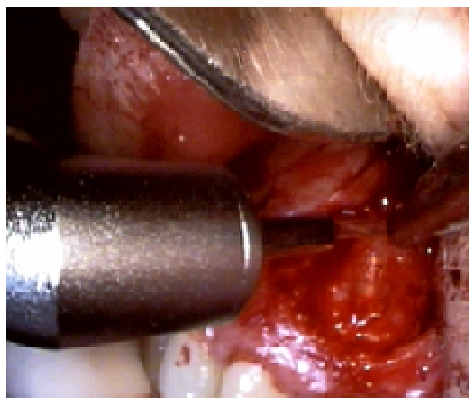
📌 **Apicectomía:**



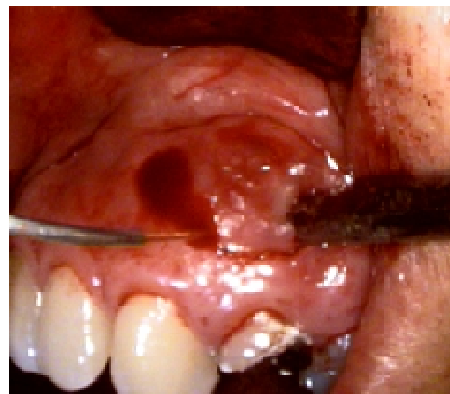
Fístula vestibular en O. D. 24 *



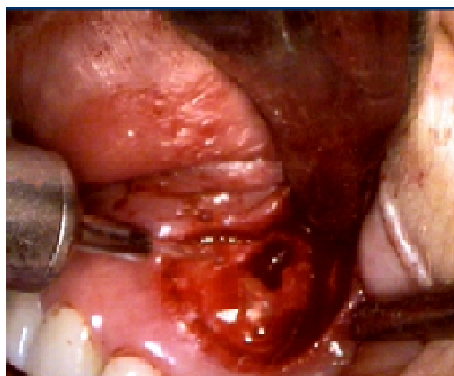
Lesión periapical del O. D. 24 *



Incisión con láser Er:YAG *



Osteotomía con láser Er:YAG *



Ablación del granuloma y apicectomía *



Revisión a los 14 días de la cirugía *



7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Existe una serie de ventajas que sobrepasan por mucho a las desventajas que pueden encontrarse en la utilización del láser dental y en particular del láser Er:YAG, primordialmente porque el concepto de atención al paciente debe estar siempre en continua superación.

Ventajas:

- Aplicación tanto en tejidos duros como en blandos.
- Cirugías en campo seco y limpio.
- Incisiones claras y nítidas.
- Corte de máximo control en esmalte y dentina (Odontosecciones).
- Remoción de tejido rápida y precisa.
- Preservación de tejido sano y estructuras adyacentes. ²⁴
- Ausencia de vibraciones.
- Anestesia no siempre necesaria.
- Esterilización del área de trabajo.
- Hemostasia y reducción de necesidad de sutura. ²³
- Mínimo dolor post-operatorio, edema e inflamación.
- Fácil remoción y remodelación de hueso. ^{24,25,26}
- Cicatrización más rápida y sin retracción posterior.

Desventajas:

- Hemostasia superficial.
- Coagulación insuficiente.
- Costo elevado.
- Entrenamiento clínico. ²³
- No hay un láser que realice óptimamente todos los tratamientos dentales. ^{23,27,28}



CONCLUSIONES.

Han pasado más de cuarenta años desde que fue inventado el primer láser y aún el campo de estudio, las investigaciones y las aplicaciones están lejos agotarse.

En la actualidad, la tecnología láser avanza rápidamente y cada día surgen nuevas aplicaciones de ésta para su uso en odontología.

La aplicación clínica del láser brinda la posibilidad de llevar a cabo procedimientos dentales que no era posible realizar antes con técnicas convencionales, aunque de ninguna manera las sustituye. Se deben combinar ambos métodos para maximizar el éxito de los tratamientos clínicos y para gozar de los numerosos beneficios que conlleva su aplicación en Cirugía Bucal.

Quizá el beneficio más importante es la propiedad analgésica que posee el láser, la cual reduce el dolor postoperatorio y así, el estrés del paciente y del odontólogo.

Hasta el momento, no hay evidencia que sugiera que la radiación láser tenga algún efecto biológico dañino o riesgos a la salud diferentes de los que pudiera causar la energía radiante emitida por fuentes de luz convencionales.

Como en todas las cosas, el principio es difícil y cuando se trata de algo que de una manera u otra va a romper con las reglas y tradiciones que se nos enseñaron y que son las bases para nuestro trabajo, es lógico que exista la confusión y la polémica. Pero así como tenemos el coraje de defender nuestras bases y principios, debemos tener la ética y la capacidad de conocer los adelantos tecnológicos que son una realidad; los cuales no tenemos la obligación de aplicarlos en nuestra práctica privada, pero si



tenemos la obligación como profesionistas de conocerlas, de saber que existen y que se están utilizando. Todo esto con la finalidad de orientar y atender a nuestros pacientes, a los cuales debe ofrecerles lo mejor para su seguridad y salud bucal.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Martínez H. Odontología Láser. México: Ed. Trillas, 2007. Pp. 11-173.
2. Einstein A. Zur Quanten Theorie der Stralung. Physikalische Zeit 1917; 18: 121-128.
3. Gordon JP, Townes CH. The MASER- new type of amplifier, frequency standard and spectrometer. Physiol Rev 1955; 99:1264.
4. Maiman TH. Stimulated Optical Radiation in Ruby Masers. Nature 1960; 187:493.
5. Martínez H. Manual de Odontología Láser. México: Ed. Communication Corporación, 1994. Pp. 1-68.
6. Patel CKN: Interpretation of CO₂ optical laser experiments. Physiol Rev Letter 1964; 12:588.
7. <http://en.wikipedia.org/wiki/Laser>
8. <http://www.elmundo.es/> Teletransporte en un rayo láser. (23 de junio de 2002).
9. <http://www.sgi.com/>. El Museo Británico abre al público el centro de realidad virtual de Silicon Graphics. (1 de julio de 2004).
10. <http://www.lanacion.com.ar/> Intel desarrolla un chip que emite luz láser. (18 de septiembre de 2006).
11. Strother, GK. Física aplicada a las ciencias de la salud. México: Ed. McGraw-Hill, 1980. Pp. 387-397.
12. <http://blogs.chueca.com/>
13. http://en.wikipedia.org/wiki/Radiacion_electromagnetica
14. Zebrowski JE. Física. Un enfoque para técnicos. México: Ed. McGraw-Hill, 1980. Pp. 384.
15. <http://www.monografias.com/>
16. <http://en.wikipedia.org/wiki/Luz>
17. <http://www.pajareo.com/index.php/topic,363.0.html>



-
-
18. <http://www.infomed.es>
 19. Catone G. Laser applications in oral and maxillofacial surgery. Philadelphia: Ed. W. B. Saunders, 1997. Pp. 1.
 20. Moritz A. Oral laser application. Berlin: Ed. Quintessence, 2006. Pp. 465, 480.
 21. CD Manual de uso KaVo KEY Laser 3.
 22. Gouw-Soares S. The use of Er:YAG, Nd:YAG and Ga-Al-As Lasers in periapical surgery. J Clin Lasers Med Surg 2001; 19 (4):193-198.
 23. Coluzzi D. Atlas of laser applications in dentistry. Canadá: Ed. Quintessence, 2007. Pp. 6-8, 62-64.
 24. Miserendino L. Lasers in dentistry. Singapore: Ed. Quintessence, 1995. Pp. 161-172.
 25. Watanabe H, Yoshiro T. Wound healing after irradiation of bone tissues by Er:YAG laser 1997; 39-42.
 26. Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA. Potential applications of Erbium:YAG laser in periodontics. J Periodont Res 2004; 39:275-285.
 27. Weiner GP. Laser dentistry practice management. Dent Clin North Am 2004; 48:1105-1126.
 28. Brugnera, J. Atlas of laser therapy applied to clinical dentistry. Sao Paulo: Ed. Quintessence, 2006. 119 p.

Fotografías:

* Cortesía del Dr. Miguel A. Moreno Ramírez.