



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RAYO LÁSER TÉCNICAS Y APLICACIÓN
A NIVEL ODONTOLÓGICO

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

CAROLINA MORALES PIGEONUTT

Carlos Manuel González Becerra

Director: C. D. Carlos Manuel González Becerra



México

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 **AVANCE DEL LÁSER**

- 1.1 Cronología 1

CAPÍTULO 2 **FÍSICA DEL LÁSER**

- 2.1 Principios de funcionamiento 7
2.2 Inversión de población 10
2.3 Componentes del rayo láser 11

CAPÍTULO 3

TIPOS DE LÁSER

- 3.1 Sólidos 13
3.2 De gas 13
3.3 Semiconductores 14
3.4 Líquidos 14
3.5 De electrones libres 15

CAPÍTULO 4

EFFECTOS DEL LÁSER SOBRE LOS TEJIDOS

- 4.1 Características de la luz láser 16
4.2 Interacción del láser con los tejidos 18
4.3 Lesión tisular 19
4.4 Seguridad con el uso de los láseres 20
4.5 Regulación del láser 21

CAPÍTULO 5

CLASIFICACIÓN DEL LÁSER

- 5.1 Estado de agregación 22
5.2 Bombeo que emplea 23
5.3 Regímenes de trabajo o estructura temporal 23



5.4 Longitud de Onda	23
5.5 Estructura Espacial	24
5.6 Potencia	24

CAPÍTULO 6

LÁSER UTILIZADOS EN ODONTOLOGÍA

6.1 De CO ₂	25
6.2 Argón	29
6.3 ND-YAG	32
6.4 ER-YAG	35
6.5 Diodos o semiconductores	35

CONCLUSIONES	43
---------------------	-----------

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA



INTRODUCCIÓN

En 1916, Albert Einstein estudiaba el comportamiento de los electrones en el interior del átomo previendo la posibilidad de estimular los electrones para que emitiesen luz en una longitud de onda determinada. Dando como resultado la amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación (láser). Desde la invención del láser a habido grandes utilizaciones a nivel científico y tecnológico ya que son innumerables las aplicaciones en los diferentes campos del conocimiento.

En los años recientes a habido discusión y controversia sobre el uso de los rayos láser en odontología, en la actualidad se habla mucho sobre el pero poco sabemos.

El objetivo de este trabajo es presentar una tesina capaz de responder con claridad las siguientes preguntas:

¿Qué es un láser?, ¿Cómo funciona?, ¿Cómo llegó a desarrollarse?, ¿Cuántos tipos de láser existen?, ¿Qué aplicación se le da a cada uno de ellos a nivel odontológico?.

Haciendo una revisión de los últimos diez años de láser en odontología, podemos observar los cambios ocurridos en su utilización debido a las investigaciones y necesidades tan apremiantes en el área de la ciencia y tecnología.



CAPÍTULO 1

AVANCES DEL LASER

1.1 Cronología

La historia comenzó en 1916, cuando Albert Einstein estudiaba el comportamiento de los electrones en el interior del átomo. Por regla general, los electrones son capaces de absorber o emitir luz. En realidad, los electrones emiten luz espontáneamente sin ninguna intervención externa. Sin embargo, Einstein previó la posibilidad de estimular los electrones para que emitiesen luz de una longitud de onda determinada. El estímulo se lo proporcionaría una luz adicional de la misma longitud de onda. 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.

Recordemos que láser significa amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación. Einstein descubrió la emisión estimulada, pero para fabricar un láser se precisa también amplificación de dicha emisión estimulada. (2)

Es en general extremadamente difícil establecer prioridades científicas inequívocamente cuando un gran número de investigadores a estado trabajando y contribuyendo simultáneamente en el mismo campo. A falta de eso, puede ser una alternativa deseable intentar una descripción cronológica de los avances y las publicaciones que han representado los hitos del progreso del láser. Es esto lo que se hace en la presente sección.

Las contribuciones básicas de Planck, Einstein, Bohr, Rutherford y otros



estableciendo los principios de la teoría cuántica y de la estructura atómica son bien conocidas. Einstein en 1917, introdujo los conceptos de la emisión espontánea de radiación por la materia, y Fermi, Dirac y otros formalizaron la matemática estadística aplicable. En 1945, Bloch propuso los principios de la inversión de poblaciones y sus efectos sobre la radiación. Más tarde, en 1950 la expresión absorción negativa con inversión de población fue empleada en un trabajo de Lamb y Rutherford. Esto fue seguido poco después por un trabajo de Purcell y Pound en 1951 que describía un ejemplo de inversión de poblaciones y emisión estimuladas.

Fue por esta época que empezó a producirse una actividad significativa que presagiaba el advenimiento del maser. En 1951, Townes discutió la posibilidad de generar radiaciones electromagnéticas por medio de oscilaciones moleculares coherentes. En 1953 Weber, publicó un trabajo con consideraciones sobre inversión de población en un sólido y en un gas. En 1954, Townes e independientemente Basov y Prokhorov presentaron sus teorías sobre un sistema amplificador molecular coherente de gas en el cual las moléculas de gas en el estado fundamental eran eliminadas selectivamente del sistema, aumentando así la inversión de población. Este sistema (como todos los osciladores en funcionamiento) empleaba, realimentación positiva de energía para compensar las pérdidas existentes en el sistema.

En 1954, Gordon, Zeiger y Townes anunciaron que el primer artefacto de radiación molecular que utilizaba emisión estimulada de radiación estaba en funcionamiento. Este era el maser de amoníaco; la palabra maser era la sigla de "microwave amplification by simulated emission of radiation".



La utilización de maseres como amplificadores prácticos fue considerada por Combrisson, Honig y Townes. En 1956. En esa oportunidad indicaron que ciertos sólidos con impurezas paramagnéticas podían ser utilizados para conseguir condiciones de umbral maser.

El maser de amoniaco tipo haz de Gordon, Zeiger y Townes implica un sistema de dos niveles de energía en los estados de transición de las moléculas excitadas. En 1955, Basov y Prokhorov propusieron un sistema de tres niveles que implicaba un sistema molecular de haz. Esto fue seguido en 1956 por la propuesta de un maser de estado sólido de tres niveles hecha por Bloembergen. En el sistema de tres niveles la energía de bombeo primero lleva el átomo a un nivel máximo de energía. Ahí por emisión estimulada sufre una transición a un nivel intermedio y a continuación (después de un retardo significativo) vuelve a caer al primer nivel. El retardo es el mecanismo por lo cual la condición de la inversión de población se mantiene el tiempo suficiente como para que produzca acción maser.

En 1957, Scovil y otros desarrollaron el primer maser paramagnético usando iones de tierras raras en un cristal soluble en agua. En 1958, Makhov y otros obtuvieron acción maser de rubí. En el mismo año R.H. Dicke obtuvo una patente por la aplicación del interferómetro de Fabry-Perot como una estructura de cavidad sin pérdidas. Esto representó un importante avance en el diseño de estructuras de cavidad.

En 1958, Schawlow y Townes propusieron medios para desarrollar el maser en las regiones del infrarrojo lejano, óptica y ultravioleta utilizando resonadores Fabry-Perot.



En 1960, Schawlow propuso el uso del rubí como material para el láser y en ese mismo año Maiman, usando una cavidad resonante tipo Fabry-Perot, anunciaría haber logrado el primer láser. El material usado fue rubí como red cristalina huésped, con cromo en una concentración de 1:2000 como material activo. Estructuralmente el aparato era una barra de rubí con una superficie totalmente reflectora en un extremo y parcialmente reflectora en el otro; la barra estaba insertada a lo largo del eje de un tubo de lámpara de destello (flash).

En 1961, Javan, Bennett y Herriott consiguieron poner en funcionamiento un láser continuo de gas basándose en ideas previamente presentadas por Javan. El sistema usaba átomos de neón excitados por colisión con helio que había sido llevado a un estado metaestable.

En 1962, Keyes y Quist descubrieron diodos luminiscentes altamente eficientes de arseniuro de galio. Este descubrimiento fue seguido poco después por el desarrollo independiente del láser de semiconductor por Hall, Nathan, Quist y otros.

En 1963, Lempicki y Samelson informaron haber obtenido acción láser de 6130. En un quelado consistente del complejo benzolactanato de europio (EuB) en solución a temperaturas entre 100°C y -150°C.

En 1961, Hellearth propuso la técnica de conmutación de Q (Q-switching) para aumentar la potencia de pico en los láseres pulsados. Una descripción mas detallada de esta técnica fue dada en 1963 por Maclung y Hellwarth.

En 1964, Bell obtuvo acción láser con un medio gaseoso ionizado (mercurio simplemente ionizado) usando pulsos de alta corriente.



Posteriormente Bridges y Bennett y otros publicaron datos sobre varias líneas láser visibles en argón y obtuvieron acción láser continua con una potencia de salida del orden de 1 watt. Patel y otros informaron sobre acción láser en CO₂ en 1964; posteriormente Patel Ridgen y otros informaron sobre el funcionamiento de un láser de muy alta potencia que empleaba este gas.

En la actualidad no se puede hacer una evaluación del impacto de los láseres sobre nuestra civilización. Las comunicaciones, la navegación, el control, la electrónica médica, la fotografía, la soldadura, el fresado, etc son ejemplos particulares de los campos afectados.

Algunas ideas interesantes sobre la posible aplicación de los láseres para comunicaciones interplanetarias e interestelares fueron propuestas por Schwartz y Townes en 1961. Estos autores hicieron notar que los máseres ópticos pudieron haber sido descubiertos en la década de 1930 como el resultado muy avanzado que en esta época tenía la espectroscopia. Si el láser hubiese sido desarrollado entonces, la civilización moderna posiblemente habría progresado a lo largo de líneas muy distintas. No es inconcebible que la tecnología láser pueda en este momento hallarse considerablemente avanzada en algún planeta asociado con estrellas cercanas y que la comunicación interestelar por medio de haces ópticos modulados pueda estar ya en uso en este momento. Tales haces pueden incluso estar siendo dirigidos hacia nosotros en este instante en un esfuerzo por establecer un lazo inteligente con nuestra propia civilización.⁽¹⁾

En enero de 1997, un equipo de físicos estadounidenses anunció la creación del primer láser compuesto de materia en vez de luz. Del mismo



modo que en un láser de luz fotón viaja en la misma dirección y con la misma longitud de onda que cualquier otro fotón, en un láser atómico, cada átomo se comporta de la misma manera que cualquier otro átomo, formando una "onda de materia" coherente.

Los científicos confían en las numerosas e importantes aplicaciones potenciales de los láseres atómicos, aunque presenten algunas desventajas prácticas frente a los láseres de luz debido a que los átomos están sujetos a fuerzas gravitatorias e interaccionan unos con otros de forma distinta a como lo hacen los fotones.(2)



CAPITULO 2

FÍSICA DEL LÁSER

Los láseres son aparatos que amplifican la luz y producen haces de luz coherentes; su frecuencia va desde el infrarrojo hasta los rayos X. Un haz de luz es coherente cuando sus ondas, o fotones, se propagan de forma acompasada, o en fase. Esto hace que la luz láser pueda ser extremadamente intensa, muy direccional, y con una gran pureza de color (frecuencia). Los máseres son dispositivos similares para microondas. La palabra láser es un acrónimo compuesto por las iniciales de la expresión inglesa: "**Light amplification by Stimulated Emission of Radiation**", que significa: "**Luz amplificada por emisión estimulada de radiación**".(3)

La palabra **LASER** es un acrónimo compuesto por las iniciales de la palabra inglesa:

Light
Amplification by
Stimulate
Emission of
Radiation

que significa:

Luz amplificada por la emisión estimulada de radiación



2.1 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Los láseres obligan a los átomos a almacenar luz y emitirla en forma coherente. Primero, los electrones de los átomos del láser son bombeados hasta un estado excitado por una fuente de energía. Después, se los “estimula” mediante fotones externos para que emitan la energía almacenada en forma de fotones, mediante un proceso conocido como emisión estimulada. Los fotones emitidos tienen una frecuencia que depende de los átomos en cuestión y se desplazan en fase con los fotones que los estimulan. Los fotones emitidos chocan a su vez con otros átomos excitados y liberan nuevos fotones. La luz se amplifica a medida que los fotones se desplazan hacia atrás y hacia adelante entre dos espejos paralelos desencadenando nuevas emisiones estimuladas. Al mismo tiempo, la luz láser, intensa, direccional y monocromática, se “filtra” por uno de los espejos, que es sólo parcialmente reflectante.

La emisión estimulada, el proceso en que se basa el láser, fue descrita por primera vez por Albert Einstein en 1917.⁽³⁾

En 1958, los físicos estadounidenses Arthur Schawlow y Charles Hard Townes describieron a grandes rasgos los principios de funcionamiento del láser que son:

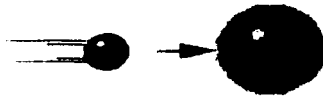
1. **La naturaleza cuántica del átomo.** Los átomos pueden existir en niveles de energía discretos según el grado en que han sido excitados.

2. **La naturaleza cuántica de la luz.** La luz consiste de paquetes discretos de energía llamados fotones, y los niveles de energía de estos fotones son directamente proporcionales a su frecuencia.



3. Las propiedades de interacción de la luz y la materia. Cuando los átomos cambian de nivel de energía, emiten o absorben fotones.

4. Emisión estimulada. El paso de un electrón de un nivel de energía a otro puede ser estimulado por un fotón si la frecuencia de éste es igual a la frecuencia de la correspondiente transición. Los niveles de energía de un átomo están relacionados con frecuencias específicas.



Un fotón impacta un átomo excitado...



Y el átomo emite un nuevo fotón *exactamente como el primero.*

5. Ampliación de la luz. Si un fotón hace caer a un electrón a un nivel de energía bajo, el electrón emite un fotón en la misma dirección de movimiento que el fotón original. Por lo tanto, es posible hacer que se produzca ampliación de fotones.



Una onda electromagnética impacta un átomo excitado...



Y la onda toma la energía extra el átomo para hacerse una onda *mayor.*

Obtuvieron la patente, pero posteriormente fue impugnada por el físico e ingeniero estadounidense Gordon Gould. En 1960, el físico

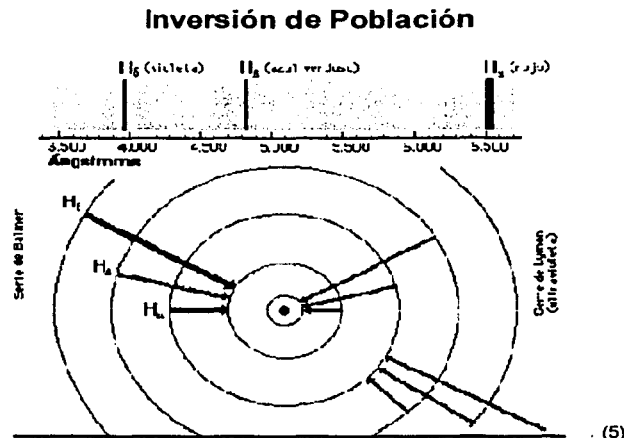


estadounidense Theodore Maiman observó el primer proceso láser en un cristal de rubí. (1)

2.2 INVERSIÓN DE POBLACIÓN

Es necesario excitar tantos átomos como sea posible para crear la condición de "Inversión de población", en la cual hay más átomos excitados que átomos en un nivel de energía menor, de modo de favorecer el proceso emisor de luz, frente al de absorción por los átomos desexcitados.

Se dice que cualquier medio puede laserar, con tal que se bombee energía con suficiente intensidad. En la década de los años 60 esto fue observado en un gran número de casos.



A veces la condición de inversión de población se puede obtener de una manera muy inteligente. Por ejemplo, en los láseres de excímeros una



molécula de XeCl no es estable, pues el xenón al ser un gas estable no se combina con nada en estado básico. Pero si se da suficiente energía al sistema, el átomo de cloro comparte un electrón con el átomo de xenón, formando una molécula metaestable (estable por un periodo de tiempo relativamente largo, microsegundos) en un estado excitado a la que se llama excímero. Así, la inversión de población es automática, pues las moléculas del estado fundamental se disocian más rápidamente que los excímeros⁽⁵⁾

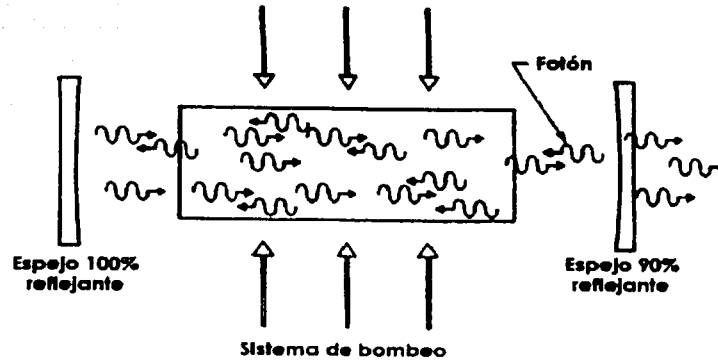
2.3 COMPONENTES DEL RAYO LASER

Todos los aparatos de rayo láser constan de los siguientes elementos:

- A) **Medio láser.**- El cual puede ser sólido, líquido o un gas. Este medio determina la longitud de onda de la luz emitida del láser, al igual que le va a dar el nombre y la clasificación al rayo láser.

- B) **Cavidad óptica o tubo del láser.**- Va a contener dos espejos altamente pulidos, colocados a cada lado de la cavidad óptica, uno de estos completamente reflexivo y otro parcialmente transmitivo.

- C) **Una fuente de poder externa.**- Esta puede ser mecánica, química u óptica; la cual se va a encargar de excitar, "bombear" o estimular a los átomos encontrados en el medio láser a niveles de energía mas altos. ⁽⁶⁾



Componentes de rayo láser



Capítulo 3

TIPOS DE LÁSER

Según el medio que emplean, los láseres suelen denominarse de estado sólido, de gas, de semiconductores o líquidos. (5,8)

3.1 SÓLIDOS

Los medios más comunes en los láseres de estado sólido son varillas de cristal de rubí o vidrios y cristales con impurezas de neodimio. Los extremos de la varilla se tallan de forma que sus superficies sean paralelas y se recubren con una capa reflectante no metálica. Los láseres de estado sólido proporcionan las emisiones de mayor energía. Normalmente funcionan por pulsos, generando un destello de luz durante un tiempo breve. Se han logrado pulsos de sólo $1,2 \times 10^{-14}$ segundos, útiles para estudiar fenómenos físicos de duración muy corta. El bombeo se realiza mediante luz de tubos de destello de xenón, lámparas de arco o lámparas de vapor metálico. La gama de frecuencias se ha ampliado desde el infrarrojo (IR) hasta el ultravioleta (UV) al multiplicar la frecuencia original del láser con cristales de dihidrogenofosfato de potasio, y se han obtenido longitudes de onda aún más cortas, correspondientes a rayos X, enfocando el haz de un láser sobre blancos de itrio.

3.2 DE GAS

El medio de un láser de gas puede ser un gas puro, una mezcla de gases o incluso un vapor metálico, y suele estar contenido en un tubo cilíndrico de vidrio o cuarzo. En el exterior de los extremos del tubo se sitúan dos



espejos para formar la cavidad del láser. Los láseres de gas son bombeados por luz ultravioleta, haces de electrones, corrientes eléctricas o reacciones químicas. El láser de helio-neón resalta por su elevada estabilidad de frecuencia, pureza de color y mínima dispersión del haz. Los láseres de bióxido de carbono son muy eficientes, y son los láseres de onda continua (CW, siglas en inglés) más potentes.

3.3 SEMICONDUCTORES

Los láseres de semiconductores son los más compactos, y suelen estar formados por una unión entre capas de semiconductores con diferentes propiedades de conducción eléctrica. La cavidad del láser se mantiene confinada en la zona de la unión mediante dos límites reflectantes. El arseniuro de galio es el semiconductor más usado. Los láseres de semiconductores se bombean mediante la aplicación directa de corriente eléctrica a la unión, y pueden funcionar en modo de onda continua con una eficiencia superior al 50%. Se ha diseñado un método que permite un uso de la energía aún más eficiente. Implica el montaje vertical de láseres minúsculos, con una densidad superior al millón por centímetro cuadrado. Entre los usos más comunes de los láseres de semiconductores están los reproductores de discos compactos y las impresoras láser.

3.4 LÍQUIDOS

Los medios más comunes en los láseres líquidos son tintes inorgánicos



contenidos en recipientes de vidrio. Se bombean con lámparas de destello intensas —cuando operan por pulsos— o por un láser de gas — cuando funcionan en modo de onda continua. La frecuencia de un láser de colorante sintonizable puede modificarse mediante un prisma situado en la cavidad del láser.

3.5 DE ELECTRONES LIBRES

En 1977, se desarrollaron por primera vez láseres que emplean para producir radiación haces de electrones, no ligados a átomos, que circulan a lo largo de las líneas de un campo magnético; actualmente están adquiriendo importancia como instrumentos de investigación. Su frecuencia es regulable, como ocurre con los láseres de colorante, y en teoría un pequeño número podría cubrir todo el espectro, desde el infrarrojo hasta los rayos X. Con los láseres de electrones libres debería generarse radiación de muy alta potencia que actualmente resulta demasiado costosa de producir. (5,8)



contenidos en recipientes de vidrio. Se bombean con lámparas de destello intensas —cuando operan por pulsos— o por un láser de gas — cuando funcionan en modo de onda continua. La frecuencia de un láser de colorante sintonizable puede modificarse mediante un prisma situado en la cavidad del láser.

3.5 DE ELECTRONES LIBRES

En 1977, se desarrollaron por primera vez láseres que emplean para producir radiación haces de electrones, no ligados a átomos, que circulan a lo largo de las líneas de un campo magnético; actualmente están adquiriendo importancia como instrumentos de investigación. Su frecuencia es regulable, como ocurre con los láseres de colorante, y en teoría un pequeño número podría cubrir todo el espectro, desde el infrarrojo hasta los rayos X. Con los láseres de electrones libres debería generarse radiación de muy alta potencia que actualmente resulta demasiado costosa de producir. (5,8)



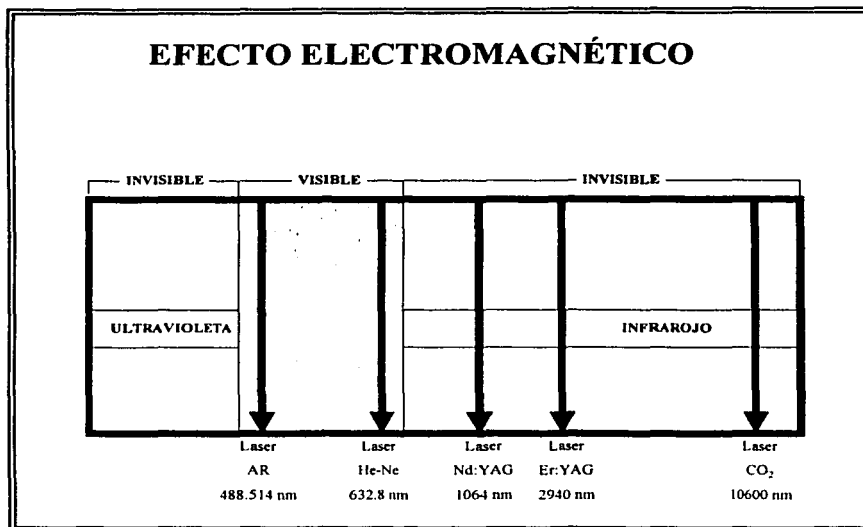
Capítulo 4

EFFECTOS DEL LÁSER SOBRE LOS TEJIDOS

Cada tipo de tejido tiene un patrón de energía de absorción específico, ya que cierta energía láser es absorbida por los tejidos, mientras otros tipos de tejidos modifican el impacto de absorción del foton de energía. Debido a las limitaciones de la física del láser y la biofísica de los tejidos, un solo láser no puede ser aplicado en todas las variedades de tejidos con eficiencia completa. (7)

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LUZ LÁSER.

La radiación láser ocupa gran parte del espectro electromagnético aunque, en general, cerca de la parte visible. Su posición concreta depende de su longitud de onda, la cual es el principal parámetro que delimita la tasa de absorción de la luz por los tejidos (coeficiente de absorción). Luces con una longitud de onda entre 400 y 750 nm. se sitúan en el rango visible del espectro; las que están por debajo de 400 nm. hasta 10 nm. constituyen el espectro ultravioleta, mientras que las ondas de 750 nm. a 106 nm. forman el espectro infrarrojo. Los láseres comúnmente utilizados en cirugía ocupan desde el rango ultravioleta (excímer, con 193 nm.) al infrarrojo (CO₂, de 10.640 nm.). (7)



A diferencia de otros tipos de luz, la luz láser procedente de una misma sustancia activa se transmite en una sola frecuencia, o longitud de onda única (es monocromática), y en una misma dirección en un haz paralelo y estrecho. Estas dos características se denominan coherencia (espacial y temporal) y es lo que permite que la luz láser pueda ser absorbida específicamente por determinados componentes tisulares y que pueda concentrarse y enfocarse por lentes y fibras convencionales. La luz normal, por el contrario, está formada por múltiples longitudes de onda dispuestas al azar. (7)

La frecuencia de emisión de ondas (su relación temporal) determina de manera importante el efecto del láser en el tejido. La frecuencia de



emisión se considera continua cuando la luz láser oscila en pulsos de más de 0,25 s, resultando en la liberación de una cantidad de energía constante, pero que resulta menor que la emitida por los láseres denominados pulsátiles. Éstos, por el contrario, emiten a intervalos del orden de milisegundos (normalmente entre 10 y 100 ms) y permiten, por tanto, una mayor compresión de la amplitud del pulso (o duración) con un aumento correspondiente de su potencia y precisión de corte. El término **súper pulso** se refiere a láseres de gran potencia con longitud de pulso aún más corta, mientras que los de **pulso gigante** tienen pulsos extremadamente cortos y, por tanto, intensidades muy elevadas. (7)

4.2 INTERACCIÓN DEL LÁSER CON EL TEJIDO

La acción quirúrgica del láser se debe principalmente a la absorción de la energía electromagnética por el tejido y a la conversión de ésta en calor (efecto térmico). La luz láser, al incidir en la superficie tisular puede ser absorbida, reflejada, dispersada o transmitida. La producción de uno u otro efecto depende principalmente de la composición de los tejidos y de su afinidad por cada longitud de onda (es decir por el coeficiente de absorción de la luz en los tejidos). Cuanto mayor es la capacidad de absorción, mayor es la energía depositada en una unidad de volumen de tejido. De manera inversa, cuanto menor es la capacidad de absorción, mayor es la penetración o transmisión de la energía a través del tejido (la energía del láser disminuye exponencialmente con la profundidad de penetración) (7)



La luz puede también reflejarse (desvío del haz de luz al incidir sobre el tejido receptor) lo cual supone un riesgo para el paciente o el operador, o dispersarse en múltiples direcciones a través del tejido, por diferencias en los índices de refracción de los componentes tisulares, pudiendo lesionar las zonas adyacentes al tejido. La longitud de onda del láser es, por tanto, el principal factor que define la naturaleza del efecto térmico, 1,2,4 aunque también influyen la densidad de energía, el diámetro del haz de luz y la distancia desde la punta del fibroscopio.

En ambientes confinados, los láseres pulsátiles producen principalmente un efecto termo-elástico debido a la limitación que presentan estos ambientes a la expansión natural de los materiales producida por el calor. Este fenómeno hace que se generen burbujas de vapor que se expanden y colapsan a la velocidad del pulso generando ondas acústicas las cuales al transmitirse al tejido producen efectos mecánicos y estallido o destrucción celular. (7)

4.3 LESIÓN TISULAR

La lesión producida por el efecto térmico depende de la temperatura alcanzada: hacia los 60°C se produce una desnaturalización de las proteínas y coagulación de los vasos sanguíneos (coagulación térmica). A temperaturas próximas a los 100°C, el líquido intracelular se evapora produciendo deshidratación y pérdida del volumen tisular. Por encima de los 100°C el contenido celular se evapora.

Por debajo de la zona de vaporización suele haber un fondo de necrosis.



La lesión térmica típica producida por el láser suele presentar tres zonas más o menos diferenciadas: un cráter de vaporización, una zona de necrosis o de tejido "hervido" por debajo y, a mayor profundidad, una zona de coagulación. (7)

4.4 SEGURIDAD CON EL USO DEL LÁSER

La energía producida por láser debe ser utilizada con precaución. Uno de los riesgos inherentes es el de la lesión accidental al operador o al paciente, bien por exposición directa o reflejada. Si el haz de luz incide en una superficie refráctante, como el material quirúrgico, puede reflejarse o refractarse alcanzando al paciente o al personal sanitario. La cornea es un tejido especialmente sensible a la radiación del láser, por lo que se recomienda que el personal sanitario utilice unas gafas especiales, opacas para cada longitud de onda que se vaya a utilizar. Otro riesgo es la posibilidad de ocasionar la combustión de material inflamable de la sala de operaciones. Se recomienda disponer de un sistema de evacuación de gases y de pluma (fragmentos de tejido evaporado), y contar con personas entrenadas en el mantenimiento y seguridad de equipos.

El Departament de Sanitat i Seguretat¹ Social, ha definido una serie de requisitos mínimos para la constitución de «áreas controladas de láser» en los centros sanitarios.

¹ Departamento de Sanidad y Seguridad Social.



4.5 REGULACIÓN DEL LÁSER

No hay regulaciones específicas para la comercialización y uso de equipos de láser en España ni en la Comunidad Europea. Los equipos deben cumplir con lo establecido en el Real Decreto 414/1996 del 1 de marzo, por el que se regula la comercialización de productos sanitarios y que se concreta en la obtención de la marca CE; extendida ésta en España por la Dirección General de Farmacia y de Productos Sanitarios.

(7)



Capítulo 5

CLASIFICACIÓN DEL LÁSER

Es necesario que para poder clasificar un emisor láser hay que tener presente algunos parámetros físicos, los cuales se relacionan a continuación: (8)

5.1 ESTADO DE AGREGACIÓN:

Se considera estado de agregación al elemento activo que se utiliza para producir el efecto láser y puede clasificarse en:

1. De estado sólido:
 - 1.1 Semiconductores
 - 1.2 Dieléctricos:
 - 1.2.1 Con estructura cristalina
 - 1.2.2 Sin estructura cristalina
2. De estado líquido
3. De estado gaseoso:
 - 3.1 Atómicos
 - 3.2 Iónicos
 - 3.3 Moleculares
4. De plasma:
 - 4.1 Eléctricos
 - 4.2 Químico-plasmático
 - 4.3 De flujo de plasma



5.2 BOMBEO QUE EMPLEAN:

1. De descarga eléctrica en gases
2. Químico
3. Óptico
4. Gasodinámico
5. Térmico
6. Bombeo Nuclear
7. Inyección de electrones
8. Bombardeo electrónico
9. Otros

5.3 REGÍMENES DE TRABAJO O ESTRUCTURA TEMPORAL:

1. Régimen continuo: cuando la inversión de población se mantiene estable a través del tiempo, esto caracteriza a los láser gaseosos.
2. Régimen de pulsos: cuando la inversión de población no se mantiene constante a través del tiempo, esto caracteriza a los láser sólidos.

5.4 LONGITUD DE ONDA:

En el capítulo anterior revisamos la importancia de la longitud de onda del espectro electromagnético y lo que representa para el terapeuta ya que según varíe la misma así variara el efecto terapéutico deseado sobre el organismo humano o animal de experimentación. Recordemos que la misma se expresa en metros o submúltiplos de éste; por citar algunos ejemplos: los láseres pueden ser elaborados en: 632.8 nm, 780 nm, 904 nm, entre otros.



5.5 ESTRUCTURA ESPACIAL:

La estructura espacial es la forma de distribución de la energía de un paquete fotónico, también puede ser llamada modos. Para la clasificación de la misma se utilizan las letras T.E.M. que traducido del inglés quiere decir: Modo Transversal Electromagnético.

Para el láser de Baja Potencia el T.E.M. o también llamado Modo Gaussiano es el más utilizado.

Se clasifican de la siguiente forma:

5.6 POTENCIA:

De baja potencia: hasta 100 mw (micro wats)

De mediana potencia: de 100 mw a 100 W

De alta potencia: más de 100 W. (8)



Capítulo 6

LÁSERES UTILIZADOS EN ODONTOLOGÍA

6.1 DE CO²

El láser de bióxido de carbono CO² es el ejemplo más importante de los láseres moleculares. El medio activo en este láser es una mezcla de bióxido de carbono (CO²), nitrógeno (N²) y helio (He), aunque las transiciones láser se llevan a cabo en los niveles energéticos del CO².

Funcionamiento de un láser de CO².

Aunque todos los láseres de CO² funcionan debido a los mismos principios, es conveniente analizar por separado los diferentes tipos de láseres de CO², los cuales pueden ser clasificados por la manera en que se hace circular la mezcla gaseosa y por los métodos de producir la descarga eléctrica. En esta sección se describirán los láseres de CO² de flujo axial y de flujo y excitación transversal, dejando para más adelante el láser dinámico de CO², que involucra un sistema de bombeo diferente al de la descarga eléctrica.

a) Láser de CO² de flujo axial. Estos láseres, también conocidos como "láseres longitudinales de CO²", constan básicamente de un tubo enfriado por medio de agua (o algún otro refrigerante) en cuyos extremos se colocan los espejos del resonador. La mezcla de gas se hace fluir por el tubo al mismo tiempo este se excita eléctricamente utilizando dos electrodos. Un esquema típico de estos láseres se muestra en la figura 1. La simplicidad de estos aparatos y la facilidad con que pueden construirse los hacen muy atractivos para aplicaciones que requieren potencias bajas y medianas (menores de 500 watts continuos.). Una mezcla de gas típica de CO²: N²: He está



en la relación 0.8:1.0: 7.2. Éstas proporciones son hasta cierto punto aproximadas, ya que las razones que proporcionan la salida máxima se encuentran de manera empírica, variando las proporciones de la relación de gas durante la operación. La eficiencia de un láser de CO_2 puede aproximarse al 25%; esto los sitúa entre los láseres más eficientes.

b) Láser de flujo y excitación transversal de CO_2 . Para los láseres de flujo axial existe un límite en la potencia máxima que pueden proporcionar. Esto se debe a que gran parte de la potencia eléctrica que consumen es disipada en forma de calor. En estos láseres el calor se elimina por difusión del centro del tubo hacia las paredes, las cuales son enfriadas.

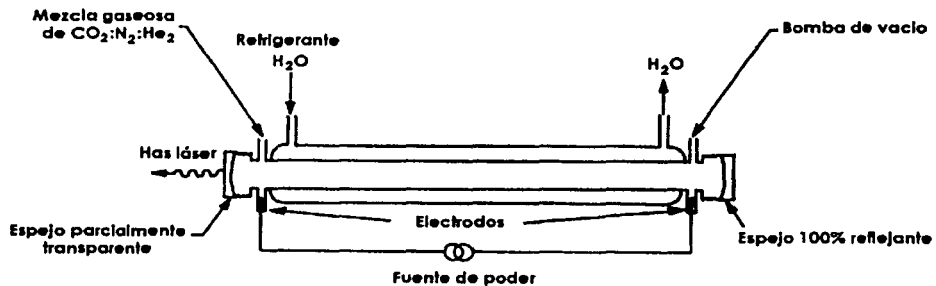


Figura 1

Una forma más eficiente de realizar el enfriamiento consiste en hacer que el gas fluya perpendicularmente a la descarga. figura 2.

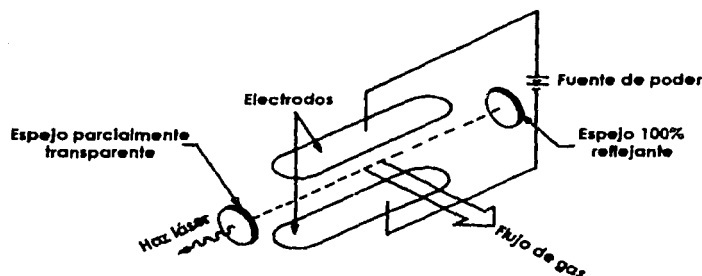


Figura 2

Si el flujo es lo bastante rápido, el calor se elimina por convección más que por difusión, y la excitación es realizada por una descarga perpendicular al eje del resonador. El flujo de gas y de corriente eléctrica de descarga puede aumentarse considerablemente (en relación con un láser de flujo axial) y por tanto la potencia de salida también aumenta. Potencias continuas de 3 kw y aun mayores son fácilmente alcanzables. Debido a que estos láseres operan a presiones de gas más elevadas que las de los láseres de excitación longitudinal, tendremos una mayor potencia de salida debido al incremento de la cantidad de centros activos por unidad de volumen en la región de excitación. En conclusión, podemos ver que la excitación de la molécula de CO^2 es lograda eficientemente debido a la presencia del N^2 , mientras que la desexcitación de la molécula de CO^2 se logra debido a la presencia del He. (9,10)



ALGUNAS APLICACIONES

Además de estas aplicaciones industriales, destacan las aplicaciones médicas del láser de CO^2 . Esto es debido a que la radiación láser emitida de 10.6 mm es fuertemente absorbida por las moléculas de agua. Dado que el cuerpo humano está compuesto en más del 80% por estas moléculas, al hacer incidir dicha radiación en el tejido humano ésta es rápidamente absorbida. Al focalizar esta radiación en un tejido se produce una fina quemadura, cuya profundidad (para un sistema de focalización dado) puede controlarse variando la potencia del láser, lo cual constituye el principio de operación del bisturí láser. Las aplicaciones de este instrumento en cirugía general están ampliamente difundidas en la actualidad. Una importante ventaja que tiene sobre los bisturíes convencionales radica en que con el láser al mismo tiempo que se corta se está cauterizando; de este modo, es posible realizar complicadas intervenciones quirúrgicas sin gran pérdida de sangre y con mayor rapidez.

Aparte de las aplicaciones quirúrgicas del láser de CO^2 destacan sus aplicaciones en dermatología, ginecología, proctología y, recientemente, odontología.

El láser de CO^2 presenta gran afinidad por los tejidos con gran cantidad de agua sin importar su color^(13,14,15,16). Presenta un gran rango de absorción por lo que la radiación actúa en la superficie del tejido con muy poca profundidad de penetración (0.2 a 0.3 mm)⁷, no presenta dispersión, reflexión, ni transmisión por lo que no daña los tejidos subyacentes.



De todos los láseres de uso bucal el de CO^2 es el mas rápido para la remoción de tejido. El láser de CO^2 puede ser transmitido en forma continua o pulsátil con una potencia de 10 a 1000 watts;2,7 como se encuentra en la barra de infrarrojo es invisible por lo que debe utilizarse junto con un rayo guía generalmente de He-Ne.

6.2 DE ARGÓN

Las transiciones radiactivas entre niveles altamente excitados de gases nobles se conocen desde hace largo tiempo, y la oscilación láser en este medio activo data desde la década de los sesenta. Entre estos láseres, el de argón ionizado es el que más se utiliza, debido a sus intensas líneas de emisión en la región azul-verde del espectro electromagnético y a la relativa alta potencia continua que se puede obtener de el.

El bombeo, necesario tanto para ionizar el argón como para lograr la población de los niveles energéticos superiores de éste, se realiza por medio de colisiones múltiples entre electrones producidos por una descarga eléctrica con iones y átomos activos.

El nivel superior de la transición láser corresponde al nivel espectroscópicamente denotado por 4p, que es poblado en forma colisional, siguiendo los procesos:

3p 4d 4p o también

3p 4p, el primero de ellos llamado "en cascada" y el segundo "directo". No obstante, la población del nivel superior de la transición láser puede también producirse debido a transiciones de niveles energéticamente



superiores al 4p hacia el nivel 4p. El nivel inferior de la transición láser es el 4s.

El láser de argón tiene varias líneas de emisión, debido a que los "niveles" 4p y 4s, de hecho, están compuestos por 15 y 8 niveles espectrales respectivamente. Sin embargo, algunas transiciones son más intensas que otras: dos de las más importantes corresponden a 0.515 mm. de longitud de onda.

Funcionamiento del láser de argón. Como hemos visto, en este láser el bombeo se realiza por una descarga eléctrica cuya corriente típica es entre 15 y 50 amperes, que al pasar por el tubo de descarga puede producir densidades de corriente del orden de 1 000 amperes/ cm².

Para evitar que los electrones de excitación pierdan energía al colisionar con las paredes del tubo de descarga se utiliza una bobina que produce un campo magnético para limitar el movimiento de los electrones en la dirección longitudinal del tubo. El esquema típico de un láser de argón ionizado se muestra en la. Debido a la alta corriente, el movimiento de los iones hacia el cátodo y de los electrones hacia el ánodo producirá una diferencia en la distribución de iones y de presión en el tubo, la cual puede interrumpir la oscilación del láser. Para solucionar este problema, una conexión de retorno para el gas se coloca entre el cátodo y el ánodo cuidando que la trayectoria de la columna de descarga en el tubo para evitar que la descarga eléctrica se realice en la conexión de retorno.

Para poder seleccionar una sola longitud de onda de oscilación en el láser, dentro de la cavidad óptica se introduce un "elemento dispersor", cómo por ejemplo un prisma. De este modo sólo retornará a lo largo del



eje óptico del láser radiación de una sola longitud de onda (9,10). Esto se muestra esquemáticamente en la figura 3.

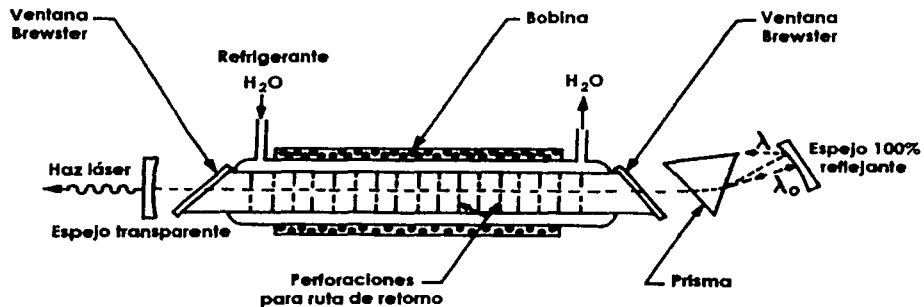


Figura 3

ALGUNAS APLICACIONES

Dado que estos láseres pueden proporcionar potencias continuas de hasta 100 watts y también ser operados en forma pulsada, se les ha encontrado diversas aplicaciones médicas, técnicas y científicas.

El láser de argón tiene una gran afinidad por los tejidos pigmentados de color oscuro, por las células melanínicas y por la hemoglobina por lo que son excelentes para la destrucción de coágulos y hemangiomas con daño mínimo a tejidos adyacentes: (13,15,16,17) sobre tejidos bucales no presenta reflexión y solo un poco de absorción, transmisión y dispersión.4 Trabaja tanto en modo de contacto como de no contacto bajas potencias presenta



(13,15,16,17)

una característica de "dragabilidad" y requiere movimientos para evitar la acumulación de tejido sobre la punta. Este láser posee la capacidad para polimerizar resinas compuestas que es una característica que no tiene ningún otro láser..(13,14,16). La longitud de onda de 488nm.(luz visible) es la que se puede utilizar para el cuidado de resinas mientras las de 510nm (luz verde) se utiliza para procedimiento de tejidos blandos y coagulación.

(13,14,15,17)

Otro importante campo de aplicación de estos láseres está en el área médica. En particular destacan sus aplicaciones en oftalmología para la fotocoagulación y "soldadura" de pequeñas áreas. El ojo es transparente a la luz entre aproximadamente 0.38 y 1.4 mm. A menores longitudes de onda el cristalino y la córnea absorben la radiación y a mayores longitudes de onda son las moléculas de agua presentes en el ojo las que absorben la luz. Por medio de radiación láser es posible en la actualidad tratar casos de desprendimiento de retina.

6.3 ND-YAG

Este láser ha sido utilizado con éxito en aplicaciones industriales, militares, médicas y científicas. No obstante, hay que mencionar que debido a lo costoso y complicado de fabricación de las barras sintéticas de rubí, desde hace algunos años este tipo de láser ha sido desplazado por láseres similares en concepción y diseño que utilizan como centros activos iones de neodimio. La diferencia básica entre ambos láseres está en la longitud de onda de emisión: en el láser de rubí es de 0.6943 mm. y



en el de neodimio de 1.064 mm.(1.06 mc) por lo que también es invisible, se encuentra en un rango infrarrojo del espectro. Por lo tanto, prácticamente en todas las aplicaciones que a continuación se describen debemos tener en mente que se puede usar indistintamente un láser de rubí o uno de neodimio.

La excitación del rubí se realiza mediante la energía óptica proporcionada por lámparas flash conectadas a un banco de capacitores. Esto se muestra en la figura 4. Una de las grandes desventajas de los láseres bombeados ópticamente (incluido, claro está, el láser de rubí), es su baja eficiencia, que por lo general es menor del 0.1%. Otro inconveniente del láser de rubí consiste en la dificultad del crecimiento de los cristales sintéticos de rubí. Ello ha ocasionado que en la actualidad se prefiera como medio activo el uso de vidrios de fácil fabricación (como por ejemplo, vidrios con impurezas de neodimio) y no de cristales como el rubí.

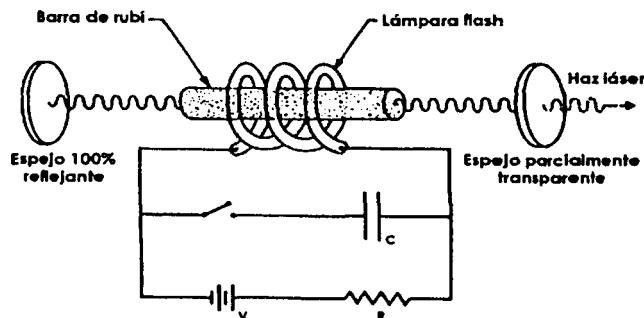


Figura 4



Este tipo de láser también puede ser transmitido mediante fibra óptica de 320mc de diámetro de potencia de 3 hasta 500watts por lo que es versátil y su acceso a la boca prácticamente no tiene límites; la mayoría usan guía de He.Ne.4,7,9,10 Hasta la fecha el láser de Nd-YAG ha recibido la aprobación de la FDA solamente para su uso en tejidos blandos; sin embargo desde 1987 algunos investigadores lo han estado evaluando para su uso en tejidos mineralizados. (9,10)

Los láseres de Nd-YAG son atraídos por los tejidos pigmentados, su absorción tisular es relativamente baja, sin embargo hay dispersión óptica lo que produce una penetración más profunda y uniforme del tejido; prácticamente no presenta reflexión.(14,15,,17) Trabajan tanto del modo de contacto como de no contacto; (14,15),dependiendo del método de transmisión pueden penetrar desde 0.5mm hasta 4mm en los tejidos bucales. Debido a su atracción por los tejidos pigmentados y tejidos oscuros algunos operadores utilizan un campo negro para aumentar la acción de velocidad del láser. La mayoría de los láseres Nd-YAG trabajan de modo pulsátil con potencias altas se forma un gas caliente llamado plasma que puede ser responsable de los efectos de coagulación, vaporización o corte, pero si no es enfriado puede causar daño a los tejidos circundantes (14,15) Entre las aplicaciones médicas se puede mencionar su uso en el tratamiento de problemas dermatológicos y tumores cancerosos, y su uso como cauterizador o bisturí láser. Ya que la radiación producida por este láser puede propagarse a través de fibras ópticas, es posible realizar en forma simple, segura y sin muchas molestias para el paciente, intervenciones en el estómago para el



tratamiento de úlceras, o en las venas para destruir obstrucciones que podrían causar serios problemas circulatorios. En ambos casos dichas operaciones pueden realizarse en cuestión de minutos, y no requieren hospitalización ni cirugía mayor.

6.4 ER-YAG.

Es de tipo sólido compuesto por Erblio y un cristal de Ytrio, Aluminio y Granate. Tiene en su longitud de onda 2.94 mc por lo que se encuentra en el rango infrarrojo del espectro electromagnético.

Es uno de los láseres mas recientes y se encuentra en etapa de investigación. (9,10)

6.5 DE DIODOS O SEMICONDUCTORES

Los láseres de semiconductores son los láseres más eficientes, baratos y pequeños que es posible obtener en la actualidad. Desde su invención en 1962 se han mantenido como líderes en muchas aplicaciones científico-tecnológicas y su continua producción masiva nos da un inicio de que esta situación se prolongara por mucho tiempo.

DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

Hemos visto en el segundo capítulo que podemos considerar a los átomos como pequeños sistemas solares con electrones girando en



órbitas específicas alrededor de un núcleo con carga positiva. Los electrones localizados en la última órbita son llamados electrones de valencia y no son retenidos tan firmemente como los que se encuentran en las órbitas interiores. Cuando varios átomos se combinan para formar una molécula o una estructura cristalina los electrones de valencia son intercambiados libremente, ligando con esto a los átomos.

Elementos semiconductores típicos son el silicio y germanio. Un material semiconductor como el silicio en su forma cristalina tiene sus cuatro electrones de valencia entrelazadas con los átomos adyacentes.

La figura 5 es una representación bidimensional de la estructura cristalina del silicio, en ella se muestran sus electrones de valencia y sus núcleos. A muy bajas temperaturas el silicio se comporta como un aislador, ya que no hay electrones libres que puedan conducir corriente eléctrica. Sin embargo, a temperatura ambiente, por la agitación térmica, algunos electrones serán separados de su posición dentro de la red cristalina, quedando libres y dejando en su lugar un "hueco" con carga positiva. Si a través del cristal se aplica un campo eléctrico circulará una pequeña corriente eléctrica debido al movimiento de electrones libres y de huecos.

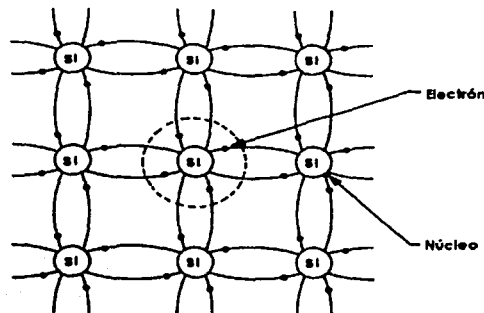


Figura 5



Todos los materiales existentes pueden clasificarse en las siguientes categorías: conductores, aislantes o semiconductores. Los primeros son materiales que conducen con facilidad una corriente eléctrica a través de ellos. Los segundos difícilmente conducen corrientes eléctricas y los últimos están en una situación intermedia.

Un buen conductor como la plata tiene una conductividad de 6×10^7 mohs/ metro, mientras que un buen aislante como el cuarzo fundido tiene una conductividad de 2×10^{-17} mohs/metro. Es decir que hay 24 órdenes de magnitud de diferencia en su conductividad. Un semiconductor tiene una conductividad típica de 7 a 14 órdenes de magnitud menor que un buen conductor. Ejemplos de materiales semiconductores son el germanio (Ge), el silicio (Si) y algunos compuestos como el arsenuro de galio (GaAs) y el sulfuro de plomo (PbS). Es posible aumentar en forma controlada la conductividad de un semiconductor. Para realizar esto, durante la formación del semiconductor puro se introduce una pequeña cantidad de átomos "contaminantes" con tres o con cinco electrones de valencia en lugar de sólo cuatro. La introducción de átomos contaminantes con tres electrones de valencia como por ejemplo el bario (Ba), el galio (Ga) o el indio (In), da lugar a una estructura cristalina imperfecta en la cual han quedado "huecos positivos" que aumentan la conductividad del material. Este tipo de materiales se conocen como semiconductores tipo P y su representación bidimensional se muestra en la figura.6.

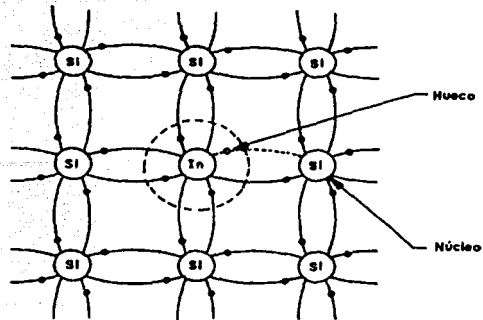


Figura 6

De manera similar, la introducción de átomos contaminantes con cinco electrones de valencia, como por ejemplo el fósforo (P), el arsénico (As), el bismuto (B) o el antimonio (Sb), da origen a una estructura cristalina imperfecta en la cual han quedado electrones en exceso que incrementan la conductividad del material. Estos materiales contaminados con átomos con cinco electrones de valencia son llamados semiconductores tipo N. Su representación bidimensional se muestra en la figura 7.

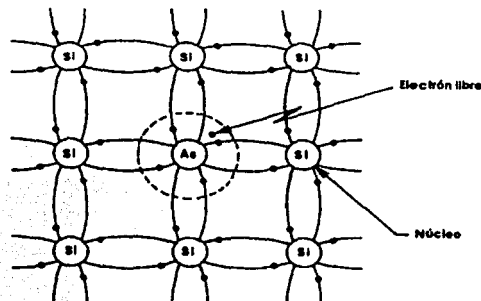


Figura 7



DIODOS Y LÁSERES SEMICONDUCTORES

Cuando un trozo de material semiconductor tipo P y uno tipo N se unen tenemos una "unión P-N que es también conocida como diodo. Si en este diodo colocamos una batería, conectando el polo positivo con el material tipo N y el polo negativo con el material tipo P, el resultado es que los huecos son atraídos por el potencial negativo de la batería y el potencial positivo de la batería atrae a los electrones libres. En este caso no puede haber circulación de corriente eléctrica a través del diodo y decimos que está polarizado en sentido inverso como se muestra en la figura 8. Por el contrario, si conectamos una batería con el polo positivo al material tipo P y el negativo al material tipo N, los huecos positivos son repelidos por el potencial positivo de la batería y dirigidos hacia la unión de los materiales P y N. Por otra parte, los electrones libres de la región N son repelidos por el potencial negativo de la batería y dirigidos también hacia la unión de los materiales P y N. En dicha unión los electrones y los huecos se recombinan y permiten así el paso de corriente.

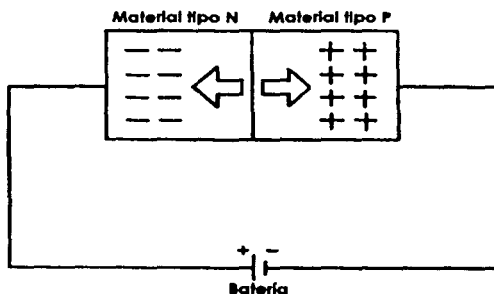


Figura 8

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA



En este caso decimos que tenemos polarización en sentido directo, como se muestra en la figura 9. Durante la recombinación de huecos y electrones pueden ser emitidos fotones que generalmente caen en la región infrarroja del espectro.

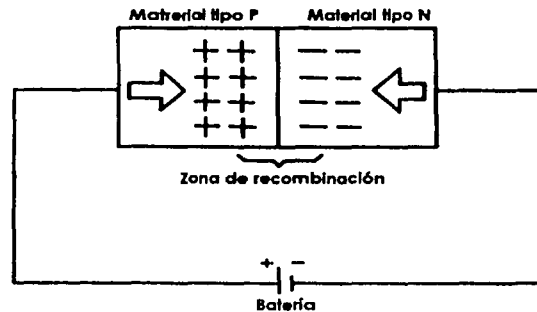


Figura 9

Diseñando una unión P-N de forma adecuada, podemos formar una cavidad láser, cuya región activa está formada por la región de unión de los materiales P y N. La realización práctica de un láser de semiconductor se muestra esquemáticamente en la figura 10.

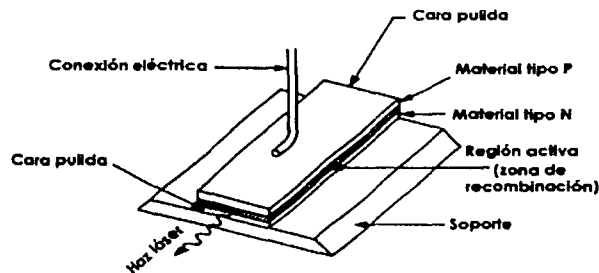


Figura 10



Debido a su solidez y a sus reducidas dimensiones, estos láseres encuentran aplicación en cualquier área tecnológico-científica que demande un láser de no muy alta intensidad. Figura 11.

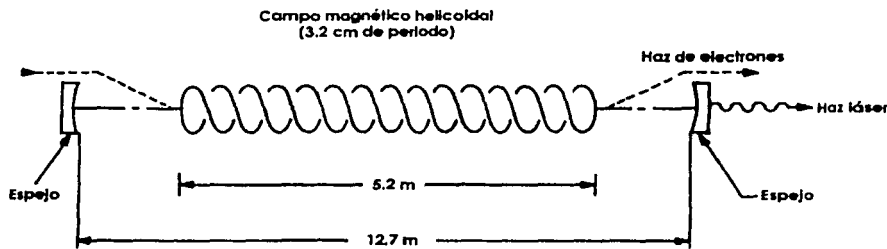


Figura 11

Hoy en día, una de las aplicaciones principales de estos láseres se encuentra en los sistemas electro-ópticos de comunicación, en los cuales las líneas de transmisión por medio de cables eléctricos son sustituidas por fibras ópticas que tienen la ventaja de poder transmitir bastante más información que los cables eléctricos convencionales, además de ser prácticamente insensibles a perturbaciones eléctricas exteriores. En la actualidad es posible transmitir hasta 50 000 conversaciones telefónicas simultáneamente, por medio de una sola fibra óptica. Estos revolucionarios avances logrados en sistemas de comunicación que utilizan fibras ópticas y diodos láser eran inimaginables hace unas cuantas décadas. Otra aplicación actual muy importante de los diodos láser la encontramos en los sistemas de lectura de discos ópticos compactos, mejor conocidos como discos láser o discos compactos. Estos discos contienen cierta información (por lo común es música pero



también puede ser la Enciclopedia Británica), grabada digitalmente por medio de perforaciones cortas o largas en una laminilla metálica que es encapsulada en el plástico que constituye el disco. Su emisión típica en los 904 nm. de longitud de onda la proporciona una capacidad de sumo interés en el tratamiento de afecciones tendinomusculares y osteoarticulares. (9,10)



CONCLUSIONES

El láser es, sin duda, uno de los temas mas controvertidos actualmente; sin embargo, esto se debe en gran parte, a la desinformación y confusión causada por los reportes polémicos encontrados en la literatura basados en estudios con poca o nula validez científica, por lo que debemos ser selectivos con la información para lograr alcances reales del uso del láser en odontología.

La introducción del rayo láser en odontología ha ayudado a cambiar la época de una relación tensa e incomoda por una era más relajada y amistosa con el paciente, así, los dos mayores bloques de la practica dental en relación al estrés, son la aprehensión y la incomodidad del paciente y éstos están siendo cambiados con la odontología láser. Así los pacientes se vuelven más receptivos para la comprensión del tratamiento, su confianza en el dentista se incrementa y el estrés en el consultorio se ve altamente reducido. Las actitudes positivas del paciente logran una respuesta productiva a su tratamiento.

La cirugía con el rayo láser brinda varias ventajas, tales como, hemostasis, un campo operatorio relativamente mas limpio y seco, mayor visibilidad, menor dolor postoperatorio, menor inflamación, menor periodo de cicatrización, reducción del tiempo operatorio, menor trauma a tejidos adyacentes, coagula, vaporiza, corta, presenta capacidad de crear microcirugías, normalmente no se requiere de sutura, efecto bacteriostático y es útil en tratamientos de pacientes con desordenes hemorrágicos.



Las aplicaciones del rayo láser que son aceptadas por la FDA son:

Para los rayos láser de CO^2 y Nd:YAG, para utilizarse en procedimientos en tejidos blandos. El rayo láser de Argón, para uso de polimerización de resinas; y el láser Diódico o Semiconductor, utilizado como láser terapéutico.

Es importante mencionar que el conocimiento de la física del láser es básico para poder llevar una buena aplicación y técnica del mismo.

Es necesario comprender la interacción Láser-Tejido para seleccionar que tipo de láser debemos de emplear y no utilizarlo en aplicaciones que no estén comprobadas científicamente,

Es indispensable hacer consciente al Odontólogo de la capacitación de estos equipos, y tomar en cuenta todas las precauciones y contraindicaciones que presenta. Tener en cuenta que no existe un manual de uso o aplicaciones (ya que éstos varían de un paciente a otro). Debemos de preguntarnos antes de utilizar esta tecnología, Que tanto conocemos el láser, y si estamos capacitados para utilizarlo.



GLOSARIO

ABSORCIÓN.- La energía absorbida es la que vaporiza y carboniza el tejido mas efectivamente. Usualmente ocurre después de cierta cantidad de diseminación, en este momento es convertida de energía luminosa a energía térmica. Característica que es responsable de los efectos térmicos dentro del tejido

Algunas veces, por el poder de densidades extremadamente altas, la energía luminosa puede romper uniones no térmicamente. La mayoría de los efectos en los tejidos en la odontología, sin embargo, son inducidos térmicamente. Esta es la energía aprovechada en forma mas efectiva para modalidades terapéuticas.

La absorción de la energía láser causa aumento en la temperatura, efecto principal del láser quirúrgico usado actualmente para cortar o para la ablación del tejido.

La absorción de la energía láser en cualquier tejido es la suma de la absorción de cada uno de los componentes de los tejidos.

ABSORCION POR TEJIDO.- Se refiere a que tan lejos el rayo láser es absorbido dentro del tejido, lo que ocasiona un ascenso de la temperatura en el tejido. Ser transmitida a través del tejido.- Se refiere a que tan lejos el rayo se traslada a través de los tejidos. Ser diseminada dentro del tejido.- Se refiere a si el rayo se distribuye dentro del tejido, y qué tan lejos llega este.

Ser reflejada por el tejido.- Se refiere a que el rayo sea rechazado por el tejido, dirigiéndose la energía luminosa fuera de el.

Diccionario de la Física Rioduero. Ed. Ediplesa. México 1972.



COHERENTE.-adj. Que tiene coherencia.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

DISEMINACION.- Ocurre cuando la energía luminosa pasa de una molécula a otra dentro del tejido. Esta es afectada por el grado de absorción. Alta absorción minimiza la diseminación y la diseminación disminuye la energía sobre el volumen largo del tejido, disipando los efectos térmicos.

La cantidad de diseminación que ocurre cuando la energía láser es dirigida hacia el tejido, depende de un alto grado de absorción de la longitud de onda particular de la luz en el tejido específico. Para ser utilizado en la odontología es importante entender que la longitud de onda o la frecuencia del rayo láser determina el grado en el que su energía es absorbida.

Diccionario de la Física Rioduero. Ed. Ediplesa. México 1972.

ELECTRON.- m. Componente del átomo que lleva carga eléctrica negativa neutralizada por la carga eléctrica positiva del núcleo o protón.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

EMISOR, RA.- adj.-s. Que emite.



2 m. Aparato productor de ondas electromagnéticas en una estación radiotelegráfica o radiotelefónica de origen.

3 f. Esta estación: emisora pirata, la que emite al margen de los acuerdos o normas vigentes.

4 m., f. Persona que enuncia el mensaje en un acto de comunicación.

5 m. electr. Electrodo de un transistor de unión.

6 fís. Radioelemento que se desintegra con emisión de radiaciones.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

ESPECTROSCOPIA.-(espectro + -scopia) f. Empleo del espectroscopio. 2 Conjunto de métodos empleados para estudiar por medio del espectro las radiaciones de los cuerpos incandescentes.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

ESTIMULACION.-f. Acción de estimular. 2 Efecto de estimular.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

ESTIMULANTE.- adj.-s. Que estimula.

2 m. Agente o medicamento que excita la actividad funcional de los órganos.



Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

FRECUENCIA.-(lat. frequentia)

f. Cualidad de frecuente.

2 Número de veces que ocurre una cosa en cierto espacio de tiempo.

3 fís. Número de vibraciones, ondas o ciclos por segundo de cualquier fenómeno periódico.

4 fon. Número de periodos por unidad de tiempo.

5 ling. En el análisis estadístico del vocabulario, índice de aparición de una palabra en un texto o en un conjunto de ellos.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

FOTON.-m. fís. Cuanto de energía luminosa.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

INTERFERENCIA.-(ingl. interference, der. del fr. ant. s'entreférir, del lat. ferire, golpear)

f. fís. Fenómeno que resulta del paso de dos o más ondas por un mismo punto, en que se superponen sus efectos.

2 Acción de interferir.



3 Efecto de interferir.

4 Mezcla de las señales de dos emisoras próximas que produce ruido en los receptores.

5 fig. Acción de interponerse una persona o cosa.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

ION.-(gr. ion, que va)

m. En la electrólisis, sustancia que aparece, cada una en un polo, como resultado de la descomposición del electrólito; el que aparece en el cátodo es electropositivo y se llama catión , y el que aparece en el ánodo es electronegativo y se llama anión . Pl. iones.

Derivados: adj., iónico, -ca; vb., ionizar; sust. ionización.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

LONGITUD.-(lat. -tudo)

f. Magnitud física fundamental que expresa la dimensión lineal.

2 ffs. de onda, distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase en dos ondas consecutivas.

3 Distancia de un lugar al primer meridiano, gralte. el de Greenwich, determinada por el arco del ecuador comprendido entre dicho primer meridiano y el del lugar dado.



4 Distancia, contada por grados y hacia oriente sobre la eclíptica, desde el punto equinoccial de Aries hasta el meridiano eclíptico que pasa por el punto dado.

SIN. 1 Largo, largor, largueza, largura.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

KILOVATIO.- (kilo- + vatio)

m. Unidad de potencia, en el sistema M.K.S., equivalente a 1.000 vatios.

2 Kilovatio hora, unidad de trabajo o energía equivalente a la que produce un kilovatio durante una hora.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

KW.-abreviatura de kilovatio.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

LONGITUD DE ONDA.- Es indiscutiblemente el factor mas importante de cómo la luz afecta el tejido, La longitud de onda es la distancia entre los picos o cumbres adyacentes de la onda electromagnética o de la onda de luz.

Diccionario de la Física Rioduero. Ed. Ediplesa. México 1972.



MASER.-(ing. maser, voz constituida con las iniciales de Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

m. Dispositivo semejante en sus fundamentos al láser, con la diferencia de que la radiación emitida no pertenece al espectro visible, sino al de las microondas.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

MOLECULAR.-adj. Relativo a las moléculas. 2 Peso , v. peso.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

ONDA.-(lat. unda)

f. Elevación que se produce en un medio líquido, sin que en dicho medio, como conjunto, se produzca ningún desplazamiento permanente: las ondas del mar, de un lago.

2 Ondulación.

3 ffs. En la propagación del movimiento vibratorio dentro de un medio o cuerpo elástico, conjunto de partículas vibrantes que se encuentran en fases distintas intermedias entre dos fases iguales: ~ luminosa, ~ sonora; ~ eléctrica, electromagnética o hertziana, la generada por una corriente oscilatoria; ~ etérea, cualquiera de las que se propagan en el éter; ~ de Rayleigh, la sísmica que se propaga a lo largo de la superficie plana de un sólido homogéneo elástico.



4 Parte que en una línea curva, en un cuerpo filiforme, etc., toma la forma del perfil de la sección plana de una onda en el sentido de su propagación: las ondas del pelo, de una tela.

5 Recorte, a manera de semicírculo, con que se adornan las guarniciones de vestidos y otras prendas.

6 fig. Reverberación y movimiento de la llama. homóf.: honda (f.), honda (adj.). FR. Captar, o coger la ~, entender una sutileza; estar en la misma ~, coincidir en ideas y aficiones.

RADIACION.- Acción de radiar.

2 Efecto de radiar.

3 ffs. Emisión de partículas de energía.

4 ffs. Elemento de una onda electromagnética o luminosa.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.

REFLEXIÓN.- La luz reflejada es rechazada por la superficie del tejido y es dirigida hacia el exterior debido a que la energía es efectivamente disipada después de ser desviada, hay muy poca posibilidad de peligro en dañar alguna otra parte de la boca. Va a limitar la cantidad de energía que entra en el tejido.

La reflexión de la energía luminosa de la superficie del tejido , no ha mostrado hasta ahora ser de mayor interés clínico, excepto que ha



resultado en decremento de la energía existente para la interacción con el tejido a tratar.

Diccionario de la Física Rioduero. Ed. Ediplesa. México 1972.

TRANSMISION.- La absorción de energía luminosa viaja mas allá del limite del tejido tratado. La transmisión irradia los tejidos alrededor o adyacentes y debe ser medida para considerar sus efectos, antes de que sea justificado el tratamiento con el rayo láser.

Diccionario de la Física Rioduero. Ed. Ediplesa. México 1972.



BIBLIOGRAFÍA

1. Marshall, Samuel L.M. Laser technology and Applications .New. York: Mac Graw Hill. pag 1-20, 1987.
2. www.Monografias .com. El Láser.
3. Coherent. Lasers, Operation, Equipment Application and Desing. Mac Graw Hill. Ed 198511-32.
4. Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation.
5. www.maloca.org/fisica 2000/lasers.
6. Mckee, M.D. Effects if laser Irradiation in vivo on Rat Alveolar Bone and Incisor Enamel ,Dentin; and pulp. J :Dent Res.7(10) 1417.1993.
7. -Itzear Larisgoitia. www.aatm.es. Agencia de Evaluacion de Tecnologia y recursos médicos.
8. Dr. Humberto F. González..Actualidades en Láser de Baja Potencia.. Ciudad de la Habana.1996. Pag.34-38.
9. Maria Isela Garrigo Andreu y Carolina Valiente Zaldivar. Efectos biológicos de la radiación láser de baja potencia en la reparación hística. Rev. Cubana Estomatol 1996;33(2).



10. María Cristina Piña Barbara. La Física en la medicina. Fondo de cultura económica Segunda edición 1998 Mex.

11. Marco Antonio Rulido y María del Carmen Faria. La ciencia para todos. Ed Progreso. 1998.

12. www.cienciahoy.org.

13. Research, Science and Therapy committee of the American Academy of Periodontology: Research in laser in Periodontics. APP: 1-6, 1992.

14. Gordon, T.E. Single-surface cutting of normal Tooth With ruby laser. J. Am Dent Assoc. 74:398-402, 1967.

15. Miller, M. Truhe, T.: Lasers in Dentistry: An overview. JADA. 124:32-35, 1993.

16. Pick, R.M, Powell, G.L.: Laser in Dentistry :Soft-tissue procedures. Dent. Clinic of North America. 37(2):281-296, 1993

17. Myers, T.D.; Mc Daniel, J. D: The pulsed Nd-YAG Dental laser: Review of clinical applications. J. Calif. Dent. Assoc. 19:25-30, 1991.

18. Colette Cozean, PH.D: Charles J. Arcoria, D.D.S. ,M.B.A.; James Pelagalli, D.D.s: G Lynn Powell, D.D.S. Dentistry for the 21st Century? Erbium: Yag Laser for Teeth. JADA, Vol. 128, August 1997.



19. Robert M. Pick, D.D.S., M.S. Using Lasers in Clinical Dental Practice
.JADA, Vol. 124, February 1993.

20. V. Kim Kutsch. D.M.D: LASERS IN dentistry: Comparing Wavelengths..
Jada, Vol. 124, February 1993

21. Douglas n: Dederich B.S.E.E., D.D.S., M.SC., PH.D. Laser/ Tissue
Interaction: What happens to laser light when it strikes tissue?.
JADA., Vol. 124, February 1993.

22. Kenneth L .Zakariasen. D.D.S., M.S., PH.D. Shedding New Light on
Lasers. Some timely words of caution for readers. JADA, Vol. 124, February
1993.

23. Harvey Wigdor, D.D.S., M.S. .Elliot ABT, D.D.S., M.S. etc. The Effect of
lasers on Dental Hard Tissues.. JADA, Vol. 124 February 1993.

24. L.R. Eversole . D.D.S., M.S.D. , M.A.: I. Rizoiu, B.S. , M.S.: A.I. Kimmel,
B.S.. Pulpa Response to Cavity Preparation by an Erbium, Chromium:
YSGG Laser-Powered Hydrokinetic System. JADA, Vol. 128, August 1997.