



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

USO TERAPEUTICO DEL LASER DE BAJA  
POTENCIA EN ODONTOLOGIA

T E S I S A  
Que para obtener el Título de  
CIRUJANO DENTISTA  
p r e s e n t a

ELSA YOSHIKO YAMASAKI BUSSEY



México, D.F.

1993

TESIS CON  
FALSA FE CR.GEN



## **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 está 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.

INTRODUCCION	1
I. ¿QUE ES EL LASER?	3
I.1. ANTECEDENTES	3
I.2. PRINCIPIOS FISICOS	5
I.2.1. Espectro Electromagnético	6
I.3. MECANISMO DE ACCION	9
I.4. DIFERENCIAS ENTRE EL LASER Y LA LUZ NORMAL	12
I.5. COMPONENTES BASICOS DE TODO LASER	14
I.6. TIPOS DE LASER	15
I.6.1.- Según el Medio Activo Empleado.	15
I.6.2.- Según el Modo de Funcionamiento.	16
I.6.3.- Longitudes de Onda	17
I.7.- DIFERENTES LASERES, SU LONGITUD DE ONDA, MODO Y ENERGIA.	18
II. APLICACIONES DEL LASER EN ODONTOLOGIA	20
II.1.- LOS LASERES "DUROS" (TERMICOS)	20
II.2.- LOS LASERES "SUAVES"	21
III. PRINCIPIOS DEL LASER Y SU INTERACCION TISULAR	22
III.1. ABSORCION SELECTIVA DE LAS DISTINTAS RADIACIONES LASER.	23
III.2. PROCESOS FOTOQUIMICOS	26
III.2.1. Efectos Fotoquimicos	26
III.2.2. Efectos Térmicos	27

III.2.3. Efectos No Lineales	27
III.2.3.1. Fotodisrupción	28
III.2.3.2. Fotoablación	28
IV. MECANISMO DE ACCION DE LOS LASERES SUAVES	29
IV.1. EFECTOS PRIMARIOS	29
IV.1.1. Efecto Bioquímico	29
IV.1.2. Efecto Bioeléctrico	31
IV.1.3. Efecto Bioenergético	33
IV.2. EFECTOS INDIRECTOS	33
IV.2.1. Consecuencias de la Vasodilatación Capilar	34
IV.3. EFECTOS TERAPEUTICOS GENERALES	35
IV.3.1. Efecto Analgésico	35
IV.3.1.1. Efecto Antiálgico Según el Tipo de DolorSuperficial, Profundo y Visceral.	37
IV.3.2. Efecto Antinflamatorio, Antiedematoso y Normalizador Circulatorio	39
IV.3.3. Efecto Bioestimulativo y Tráfico Tisular	40
V. PRINCIPALES APLICACIONES DEL LASER TERAPEUTICO EN ODONTOLOGIA	42
VI. RESULTADOS ACTUALES EN EL TRATAMIENTO DE ALGUNAS AFECCIONES ESTOMATOLOGICAS	43
VI.1. DOLOR	43
VI.2. INFLAMACION	48
VI.3. GINGIVITIS	49
VI.4. CICATRIZACION	50

VI.5. LESIONES EN TEJIDOS BLANDOS	51
VII. DOSIMETRIA ENERGETICA	54
VIII. METODOS DE APLICACION	56
VIII.1. CONDICIONES DE EMPLEO Y PRECAUCIONES	56
VIII.2. CONTRAINDICACIONES	58
VIII.3. EFECTOS SECUNDARIOS	58
IX. CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFIA	66

## INTRODUCCION

El interés de este trabajo está encaminado en destacar la importancia de la terapéutica en general para el mantenimiento de la salud. Según la Organización Mundial de la Salud, este concepto es el estado del completo bienestar físico, mental y social y no únicamente la ausencia de afecciones o enfermedades.

El odontólogo, como un profesional que cuida de ella, no debe olvidar que la cavidad bucal es parte íntegra de un individuo, por lo que debe haber un complemento entre los profesionales para llegar a un equilibrio de bienestar total. En la terapéutica odontológica se busca restituir la salud bucal, es decir, curar las afecciones orales. Parte muy importante es la prevención y en especial el de males mayores.

La terapéutica aplica diversos medios para lograr sus propósitos. Algunos son mecánicos (fuerzas ortodónticas, tallado de cavidades), otros quirúrgicos (exodoncia, extirpación de quistes, etc.), dietéticos (dietoterapia), psíquicos (psicoterapia), químicos (farmacoterapia) y físicos (radioterapia y fisioterapia).

El concepto de medicamento no solamente abarca las sustancias para el tratamiento, sino también las que son para la prevención y el diagnóstico de las enfermedades de los seres vivientes.

La palabra droga es la sustancia que puede emplearse en la elaboración de medicamentos, medios de diagnóstico, productos dietéticos, cosméticos u otra forma que pueda modificar la salud de los seres vivos.

Es importante notar los efectos biológicos que los medicamentos tienen sobre los tejidos. Muchos benefician, otros son adversos, unos con infinidad de contraindicaciones, interacciones entre sí, de sinergismo o antagonismo. En un paciente puede haber hipersensibilidad, dando desde alergias hasta shock anafiláctico.

Por esta razón surge el interés de emplear un medio terapéutico físico local con la mayor cantidad de efectos benéficos y la menor de negativos.

Utilizar la radiación del láser como terapia significa el alivio de muchas afecciones (dolor, hipersensibilidad, etc.).

## I. ¿QUE ES EL LASER?

El láser es un acrónimo de la frase inglesa " Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", que quiere decir amplificación de la luz por emisión estimulada de la radiación. Más tarde se especificará la base de su funcionamiento.

### **I.1. ANTECEDENTES**

Por primera vez, Einstein en 1917 describe las bases teóricas del láser. Propuso que el proceso de emisión de las radiaciones se interfiriera, estimulándose el paso del átomo del estado de excitación al de reposo, lo que libera energía necesaria para la creación de éste. La primera posibilidad de aplicación de este fenómeno fué descrita por Charles Hard Townes en 1951 y confirmada experimentalmente en 1954. En 1958, el Dr. Arthur L. Schawlow y el Dr. Charles Townes publicaron el primer artículo sobre el láser, llamado entonces máser óptico.

El llamado máser (Microwave Amplification By Stimulated Emission of Radiation), amplificación de microondas por emisión estimulada de radiación produce o amplifica frecuencias de microonda de banda angosta extremadamente

estable. Las teorías de Townes y Schawlow fueron probadas como correctas en 1960, cuando el Dr. Theodore Maiman de la Hughes Aircraft, construyó el primer láser que funcionó. Utilizó como material activo una varilla de monocristal cilíndrico de rubí sintético hecho de óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dopado con óxido de cromo, también llamado corindón. En 1961 apareció el láser de gas desarrollado por A. Javan. En 1964 se fabricaron láser que utilizaban niveles energéticos de gases ionizantes (láser de mercurio, láser de argón). En ese mismo año se construyó el láser molecular de anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ), que daba mayores rendimientos.

Es en el año de 1965 cuando se empieza a utilizar en el campo médico. El profesor Injucshin de la Universidad de Alma Atta en la Unión Soviética y el profesor Mester de la Universidad de Budapest fueron los principales precursores de los estudios (hace 16 años) que dieron lugar a la laserterapia.

A partir de este primer láser comenzó un desarrollo vertiginoso y actualmente se conocen más de cien mil láseres diferentes que se utilizan en diversas ramas de las ciencias. Se conocen más de seiscientos medios de laser que pueden emitir radiación a diferentes longitudes de onda. Alrededor de diez láseres se utilizan en medicina.

Se han publicado más de mil artículos sobre el uso de láseres en Odontología durante los últimos 25 años. Además de los artículos de revisión, el 26% de éstos consideran el tratamiento de tejido dental duro, mediciones y diagnóstico el 24%, efectos analgésicos del láser suave (soft lasers) 15%, cirugía con láser 14%, y soldadura con láser para prótesis dentales 5%.

## I.2. PRINCIPIOS FISICOS

Luz visible: forma de radiación electromagnética

Radiación: transferencia de energía

Energía: capacidad de efectuar un trabajo.

Energía electromagnética:

a) Viaja en el vacío

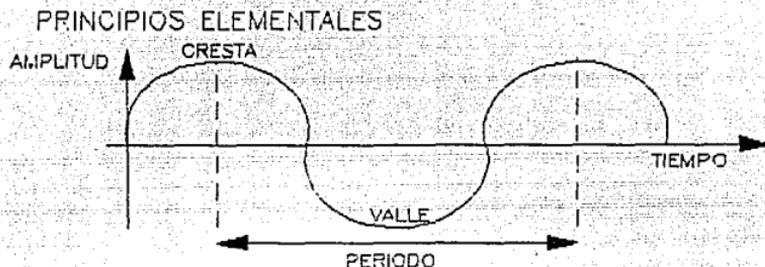
b) Viaja a velocidad de 300,000 Km/seg

c) Se puede modelar en dos formas:

1- onda: puede enfocarse como un lente

2- partícula: la energía se almacena en fotones.

1nm = .000000001 m



**Ciclo:** mínima porción no repetitiva de la onda

**Período:** tiempo en efectuar un ciclo

**Frecuencia:** número de ciclos en un segundo

**Longitud de onda:** distancia recorrida por onda en un período

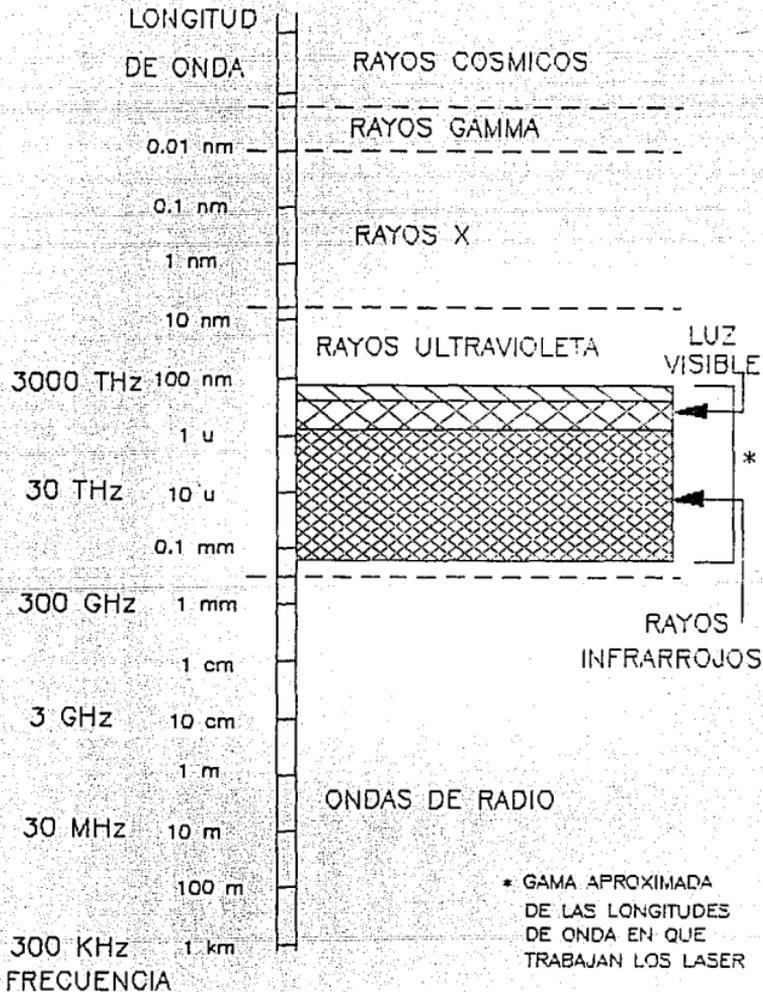
**Potencia:** cantidad de energía en unidad de tiempo

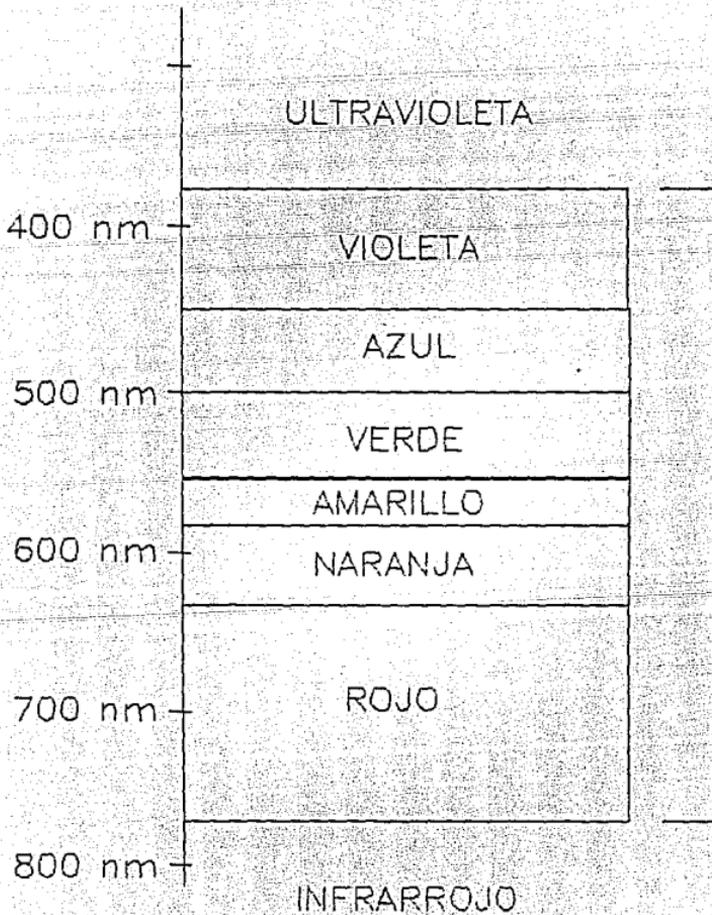
**Densidad de energía:** cantidad de energía aportada en una superficie determinada.

### I.2.1. Espectro Electromagnético

En la figura se puede observar el espectro de radiaciones electromagnéticas que va desde las largas ondas de radio a los rayos cósmicos. La angosta banda del espectro que conocemos como visible o blanca. La luz está hecha de luz roja, anaranjada, amarilla, verde, azul y violeta.

Estas frecuencias, así como todas las ondas de radiación están mezcladas o difusas, como el sonido. La luz láser es organizada y concentrada, como una nota musical clara y única.





\* ESPECTRO VISIBLE

### I.3. MECANISMO DE ACCION

Base de la actividad láser:

Si una molécula o un átomo pasa de un estado de energía mayor a otro de menor energía (niveles energéticos) emite un fotón o, viceversa, absorbe un fotón ("cuanto" de energía). La emisión que se realiza en este caso se denomina espontánea.

Existe otro tipo de emisión, que se denomina "estimulada", la cual se realiza cada vez que el átomo o la molécula se encuentran en un estado excitado y en presencia de radiación, con frecuencia correspondiente al salto de energía de excitación.

El láser se basa en el principio de emisión de energía radiante, por efecto estimulado: una fuente muy intensa (descarga eléctrica de alta tensión o un potente flash luminoso) irradia algunos átomos de una determinada sustancia (medio activo) y los excita, confiriendo a varios de sus electrones una cantidad de energía superior a la poseída por ellos en condiciones normales. Los electrones excitados son inestables y en nanosegundos pierden su excitación y vuelven a su estado normal. Los átomos emiten la energía extra adquirida en forma de radiación con la misma longitud de onda que la incidente.

Si el átomo excitado es atacado por radiaciones de energía iguales a las de su paso del estado excitado al natural (como en el láser) se tiene una amplificación de la energía de excitación con la energía de nivel del electrón.

Los fotones que se liberan pueden incidir en otros átomos, disparando un mecanismo en cadena que amplifica la intensidad del rayo.

La amplificación se realiza gracias a dos espejos parabólicos enfrentados: uno reflectante al 100% y otro al 95%. De ese 5% no reflectante se obtiene la emisión de fotones concentrados y paralelos que constituyen el rayo láser.

a) Estado normal, no excitado. La mayor parte de los átomos en estado de energía inferior.

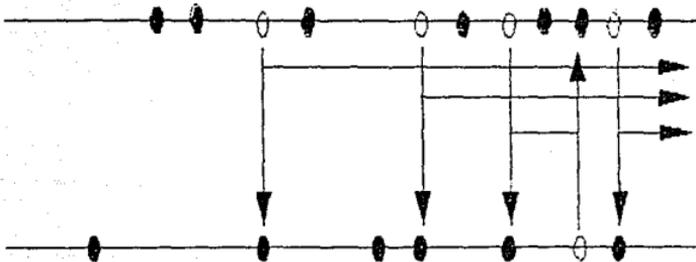
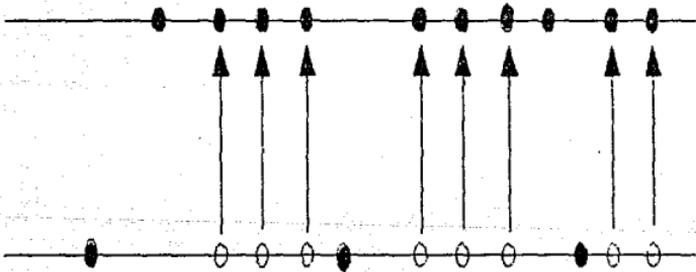
b) Se somete a una excitación externa y un porcentaje elevado de los átomos se "bombean" al estado de energía superior (inversión de la densidad de población)

c) Un átomo que caiga espontáneamente del nivel superior al inferior puede emitir un fotón de luz que estimula a los demás átomos, que a su vez emiten fotones con la misma frecuencia y la misma fase.

Capa superior



Capa Inferior



#### I.4. DIFERENCIAS ENTRE EL LASER Y LA LUZ NORMAL

El principio común en el que todos los láseres trabajan es en la generación de una radiación monocromática, coherente y colimada por un medio apropiado en un resonador óptico.

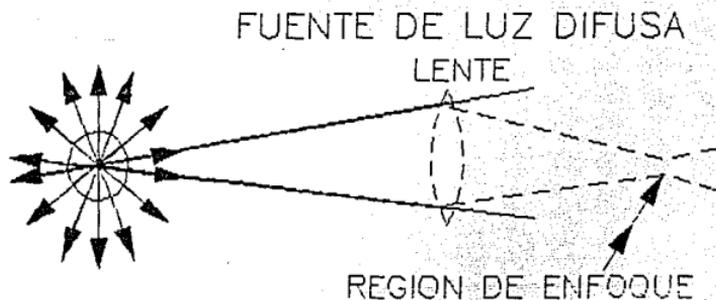
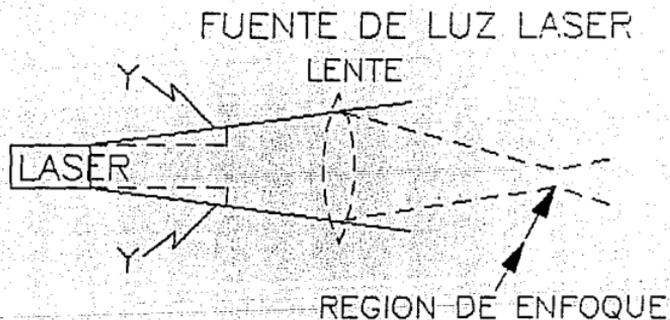
La luz incandescente o fluorescente es aparentemente blanca, pero es una mezcla de muchos colores (energías) de luz. El láser en contraste, es una sola energía,

- **Monocromática:** los rayos tienen la misma longitud de onda u oscilan en un campo muy limitado y pueden emitir luz en el campo del ultravioleta, del visible o del infrarrojo.
- **Coherencia:** espacial y temporal. Las ondas electromagnéticas están altamente colimadas y por lo tanto transportan una enorme cantidad de energía electromagnética.
- **Direccionalidad:** los rayos luminosos mantienen la misma dirección y avanzan en línea recta.
- **Brillo:** superior al de cualquier otra fuente, se le atribuye a la elevada potencia y a la notable direccionalidad.

Las características fundamentales de la fuente de luz láser son: a) toda la energía se emite en un haz paralelo y muy pequeño, por lo que el lente concentra toda la energía

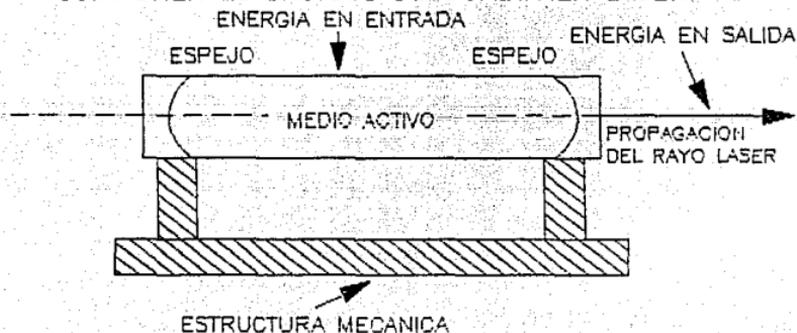
emitida en la región focal y b) la longitud de onda es mucho menor que la del rayo de cualquier fuente no láser.

En la fuente no láser la luz se emite desde todos los puntos, en todas direcciones; el lente sólo concentra en su región focal una pequeña fracción de la energía emitida. La longitud de onda difusa es mucho más amplia que la del láser.



**I.5. COMPONENTES BASICOS DE TODO LASER**

- a) Un medio activo
- b) Una fuente de energía llamada "bomba láser"
- c) Cavidad óptica formada por dos espejos y el espacio comprendido entre ellos.
- d) Estructura mecánica que haga que coincidan los ejes de los dos espejos.

**COMPONENTES BASICOS DE CUALQUIER LASER**

## I.6. TIPOS DE LASER

Los láseres se clasifican:

### I.6.1.-Según el Medio Activo Empleado.

#### 1. GAS.

- a) de mezcla de gases atómicos: He-Ne (helio-neón)
- b) moleculares:  $\text{CO}_2$ , vapores de agua
- c) iónicos: argón, kriptón, xenón

2. ESTADO SOLIDO. En ellos se introduce una especie atómica, como aditivos, en un vidrio o cristal, como el neodimio en el YAG (itrio, aluminio y granate).

#### 3. LIQUIDOS.

- a) líquidos inorgánicos
- b) colorantes orgánicos

#### 4. QUIMICOS.

Como el fluoruro de hidrógeno

#### 5. SEMICONDUCTORES.

Los tipos que existen son de diodos:

GaAs, GaAlAs (arseniuro de galio y aluminio).

Los láseres de estado sólido, una vez emitida su radiación se desactivan y para producir una nueva emisión necesitan ser recargados.

Los de gas son más débiles, emiten radiaciones poco potentes cuyo rayo no perfora superficies duras. Emiten radiaciones luminosas e infrarrojas más uniformes y con elevada cohesión.

Los láseres de diodos convierten en energía de emisión casi toda la energía eléctrica que se les proporciona. Pueden construirse en dimensiones muy reducidas y se activan con corrientes de baja intensidad. Emiten en la gama de radiación correspondiente al infrarrojo.

#### **I.6.2.-Según el Modo de Funcionamiento.**

- a) Láser de emisión continua (CW)
- b) Láser de impulsos: funcionan y se reponen mediante la excitación del medio activo. Por ejemplo, los láseres de gas son impulsados mediante fuentes de descarga de alto vacío.

La principal característica que diferencia a los láseres es la longitud de onda, que depende del medio del láser y del modo de excitación, por ejemplo, ondas continuas (CW) o de modo por impulsos.

### **I.6.3.-Longitudes de Onda**

Las diferentes longitudes de onda se clasifican en tres grupos:

- Rango UV (espectro ultravioleta aprox. 140 - 400 nm)
- Rango VIS (espectro visible aprox. 400 - 700 nm)
- Rango IR (espectro infrarrojo aprox. 700 nm al espectro de microondas)

**I.7.- DIFERENTES LASERES, SU LONGITUD DE ONDA, MODO Y ENERGIA.**

LASER EN MEDICINA			
Laser	Longitud de Onda [nm]	Modo	Energia [W]
CO2	9,000 - 11,000	CW, por Impulsos	Hasta 1,000
Er:YAG	2,940	Por Impulsos	Hasta 10
HO:YAG	2,100	Por Impulsos	Hasta 10
Nd:YAG	1,064 + 1,300	CW, por Impulsos	Hasta 500
Diodos	650 - 950	Por Impulsos	Hasta 10
He - Ne	633	CW	Hasta 0.08
Colorantes	450 - 1,200	CW, por Impulsos	Hasta 10
Ar Ion	488 + 514	CW	Hasta 30
Excimer	190 - 351	Por Impulsos	Hasta 100

(9)

Han aparecido en el mercado nuevos tipo de láser como el láser por impulsos "excimer", éste, se encuentra en la zona baja del rango UV. El desarrollo de láseres que producen pulsaciones cortas e intensas, como el láser "Q-Switched" Nd:YAG, es otro avance técnico nuevo aún por investigar para aplicaciones dentales.

La radiación emitida por los láseres CO<sub>2</sub> y Er:YAG, sólo puede transmitirse por medio del sistema de espejos.

Para los de longitudes de onda inferiores, como son los láseres Ho:YAG, Nd:YAG, diodos, He-Ne, colorantes, Ar-ion existe disponible un sistema de salida de fibra de vidrio.

El láser "excimer" tiene la posibilidad de ambos sistemas de salida.

El láser Nd:YAG tiene una longitud de onda de 1,064 nm, el de argón tiene una combinación de 488 nm y 514 nm. El láser de argón y de He-Ne tienen longitudes de onda visibles entre 400-700 nm. Las longitudes de onda del láser Nd:YAG y CO<sub>2</sub> son invisibles.

Un mismo láser no puede llevar a cabo todas las funciones ya que se absorbe o refleja<sup>o</sup> de acuerdo a su longitud de onda y el color del objeto impactado. Al impactarse, la luz puede tener una combinación de absorción, transmisión y refracción. El negro absorbe toda luz visible y el blanco refleja toda la luz visible. El láser de argón azul-verdoso es absorbido o atraído por el color rojo.

Las características individuales del láser determinan los efectos tisulares y la seguridad de éste.

## II. APLICACIONES DEL LASER EN ODONTOLOGIA

Existen dos clases generales de aplicaciones médicas y dentales: los "duros" y los "suaves".

### II.1.- LOS LASERES "DUROS" (TERMICOS)

Son los más utilizados en cirugía como fuentes precisas de energía para cortar, coagular y evaporizar ( $\text{CO}_2$ , Nd-YAG y Ar). Entre estos tipos de láseres, el  $\text{CO}_2$  es el de mayor uso en Estomatología. Fué creado por Patel en 1964, e introducido por Kaplan y Gerl en la Cirugía Plástica y General en el año de 1972.

Este láser se utiliza sobre tejido duro: en la prevención de caries dental, grabado del esmalte, cierre de tubos dentinarios, apicectomías, etc.; tratamiento de infecciones periapicales, tratamiento quirúrgico de lesiones benignas en tejidos blandos tales como: leucoplasias, hemangiomas, hiperplasias, quistes, ránulas, gingivectomías, frenectomías, remoción de tejido hiperplásico, biopsias, etc., diferenciándose el tratamiento en las dosis o magnitudes radiométricas del láser, de acuerdo con el tipo de lesión, su localización y extensión.

## APLICACIONES DEL LASER EN ODONTOLOGIA

Aplicaciones	Posibles Tipos de Laser
Investigacion Basica	
Interaccion Laser - Tejido	Todos los Tipos
Desarrollo Tecnico de las Aplicaciones del Laser en Odontologia	Todos los Tipos
Medidas y Diagnostico	
Holografia	He - Ne, Diodos
Laser Dopler para medir Flujo Sanguineo	He - Ne, Diodos
Espectroscopia (Diagnostico de Caries)	Varios Tipos
Cirurgia Oral y Maxilofacial	
Corte y Coagulacion	CO <sub>2</sub> , Nd:YAG, Ar, Colorantes
Terapia Fotodinamica	Dye, Vapor de Au - Cu
Odontologia Conservadora	
Odontologia Preventiva (Sellado de Fisuras)	CO <sub>2</sub> , Nd:YAG, rub
Tratamiento de Caries	CO <sub>2</sub> , Nd:YAG, Er:YAG, Excimer
Fotopolimerizacion con Resina Composite	Ar, Colorantes, HeCd
Acondicionamiento de la Superficie Dental	Excimer, CO <sub>2</sub> , Nd:YAG, Er:YAG
Endodoncia	
Tratamiento de Canal Radicular	Nd:YAG, CO <sub>2</sub> , Excimer
Apicectomias	CO <sub>2</sub> , Nd:YAG
Periodoncia	
	CO <sub>2</sub> , Excimer
	CO <sub>2</sub>
Efectos Analgesicos y Bioestimulacion	
Radiacion de Laser de Bajo Poder con Efectos Analgesicos	HeNe, Diodos Nd:YAG

## II.2.- LOS LASERES "SUAVES"

Son fuente de baja energía (atérmicos), emitidos a longitudes de onda capaces de estimular actividad celular.

Se utilizan para la regeneración tisular, para aliviar dolor, disfunción temporomandibular de causa articular, así como en el tratamiento de la sialoadenitis, para reducir inflamación y edema, y acelerar la cicatrización. Las aplicaciones clínicas dentales incluyen: reducción de hipersensibilidad dental, ayudar a la evolución de osteitis localizada aguda y reducir dolor asociado con úlceras, ayudando a su evolución. Actualmente se investiga este láser en técnicas interferométricas y holográficas para el movimiento dentario y la expansión maxilar.

### III. PRINCIPIOS DEL LASER Y SU INTERACCION TISULAR

Para poder decidir si la tecnología del láser tiene ventajas sobre los métodos terapéuticos convencionales, es necesario entender los diferentes efectos de la radiación láser sobre los tejidos orgánicos. La interacción de la radiación electromagnética con los tejidos es la interacción de fotones con los átomos o moléculas del objeto radiado. Estas reacciones por lo general están seguidas por reacciones muy complejas, no comprendidas totalmente aún hoy en día. Las interacciones más investigadas son: las termales, fotoquímicas y los procesos no lineales.

Los efectos del láser sobre el tejido dependen de varios factores:

- a) De las propiedades de radiación del láser, por ejemplo: principalmente, de la longitud de onda, de la densidad, duración y cantidad de energía, de la duración del impulso, de la agudeza del foco y de la distancia al objeto.
- b) De las propiedades del material, por ejemplo: características de absorción del tejido en particular, estructura química, distribución espacial y densidad.

### III.1. ABSORCION SELECTIVA DE LAS DISTINTAS RADIACIONES LASER.

Al irradiarse cualquier sustancia, ocurren dos fenómenos: una parte se refleja y otra parte es absorbida. Esta, es la que actuando dentro de los tejidos se transforma en otras formas de energía (calórica, química, etc.), y sus efectos se propagan a las zonas circundantes.

Los tejidos biológicos son sistemas muy poco homogéneos desde un punto de vista óptico.

La sensación óptica que se produce al irradiar con un láser He-Ne, de que en el tejido hay una transmisión en profundidad, es solamente debida a que en la absorción efectuada en las capas superiores hay una disipación de la energía en forma de fluorescencia.

En terapéutica física la absorción se cuantifica en energía absorbida, "depositada", en una región orgánica. Este aporte energético será el que definirá la magnitud y extensión de los efectos.

Si se utilizan energías superiores a 1 Watt, la conversión de energía absorbida se disipa en forma de calor. Si la potencia es más elevada, el efecto calórico es superior y no por ello más penetrante.

Cuando el aporte energético es de bajas potencias, no hay disipación calórica y la conversión se efectúa provocando unos efectos de tipo bioquímico y eléctrico. Al igual que en el láser de mayor potencia, la magnitud y profundidad de estos efectos serán dependientes de la potencia empleada, de la longitud de onda de emisión y de la modalidad de aplicación (zona puntual, a impulsos, continua, etc.).

El láser quirúrgico de  $\text{CO}_2$  utiliza una longitud de onda de 10.600 nm (infrarrojo lejano) y se absorbe principalmente en el medio acuoso, por lo que logra una volatilización de los tejidos efectuando un corte fino, rápido y limpio.

La emisión del láser de argón está dentro del espectro de color verde y la energía aportada se deposita o se ve absorbida por la hemoglobina. Por ello, es un fotocoagulador por excelencia. Resuelve rápidamente hemorragias superficiales, intervenciones dérmicas, eliminación de venículas y tatuajes, etc. y en especial, destruyendo angiomas.

Los láser de rubi y neodimio emiten con gran potencia y sus longitudes de onda se encuentran en la banda roja e infrarroja cercana, respectivamente. Demuestran ser los más efectivos para tratar hemorragias arteriales profundas, por medio de la endoscopia. Se utiliza en intervenciones quirúrgicas de la retina.

El láser de helio-neón emiten una longitud de onda de 632,8 nm (emisión roja). Los semiconductores (diodos) de emisión infrarroja cercana, lo hacen de 850 y/ó 904 nm (radiación no visible). Su energía es poco absorbible por el componente acuoso y por la hemoglobina.

La diferencia importante de los He-Ne y Semiconductores es que emiten a baja potencia, por debajo del umbral destructivo del láser quirúrgico, por lo que su empleo es exclusivamente terapéutico. La energía absorbida provoca unos procesos bioquímicos y bioeléctricos muy importantes.

### III.2. PROCESOS FOTOQUIMICOS

Estos procesos tienen densidades de baja energía y tiempos de irradiación largos, cambiando a efectos fototérmicos con incrementos de densidad de energía. Altas densidades de  $10^7 \text{W cm}^{-2}$  e impulsos cortos (de menos de 1 ns) llevan a procesos no lineales. Un ejemplo de interacción es la llamada ablación de láser UV observada con los láseres tipo excimer. Esto es ablación de los tejidos con mínimos efectos térmicos secundarios y es una combinación de interacciones fotoquímicas y fotoprocesos ayudados o activados térmicamente.

#### III.2.1. Efectos Fotoquímicos

La base del efecto fotoquímico es la absorción del láser sin efecto térmico alguno que dé lugar a un cambio en las propiedades físicas y químicas de átomos y moléculas. Un ejemplo es la terapia fotodinámica con HpD (un derivado de hematoporfirina).

### III.2.2. Efectos Térmicos

El mejor efecto térmico es la vaporización del tejido por absorción de la luz láser, dando lugar a un aumento de las vibraciones entrelazadas internas, que se convierten en energía térmica que destruye a los tejidos.

### III.2.3. Efectos No Lineales

Cuando se utilizan radiaciones de menos de 1 ns, predominan los efectos no térmicos, por ejemplo: "fotodisrupción" (fotodesorganización), "ablación" (ablación) por estimulación multifotónica y ablación por disociación directa de electrones.

### III.2.3.1. Fotodisrupción

El láser de energías muy altas y de impulsos cortos, ioniza material, por medio de la construcción de un plasma, que se disipa explosivamente a una gran presión. El tejido se destruirá mecánicamente. El proceso es independiente de la absorción y puede ocurrir en materiales transparentes, así como en el aire.

### III.2.3.2. Fotoablación

En contraste a los efectos térmicos, las moléculas pueden disociarse directamente con la luz del láser de altas energías fotónicas, conduciendo a la disociación de un solo fotón (por ej. láser excimer). Con densidades de energía elevadas y duración de impulsos corta, se conduce a procesos multifotónicos (por ej. láser CO<sub>2</sub>). Únicamente los láseres excimer emiten radiación con energías fotónicas suficientemente elevadas para la disociación directa de electrones.

#### **IV. MECANISMO DE ACCION DE LOS LASERES SUAVES**

La energía depositada en los tejidos se transforma en otro tipo de energía o en un efecto biológico. Las modificaciones o efectos en la zona de absorción y circundante son llamados efectos primarios: Bioquímicos, bioeléctricos y bioenergéticos.

##### **IV.1. EFECTOS PRIMARIOS**

###### **IV.1.1. Efecto Bioquímico**

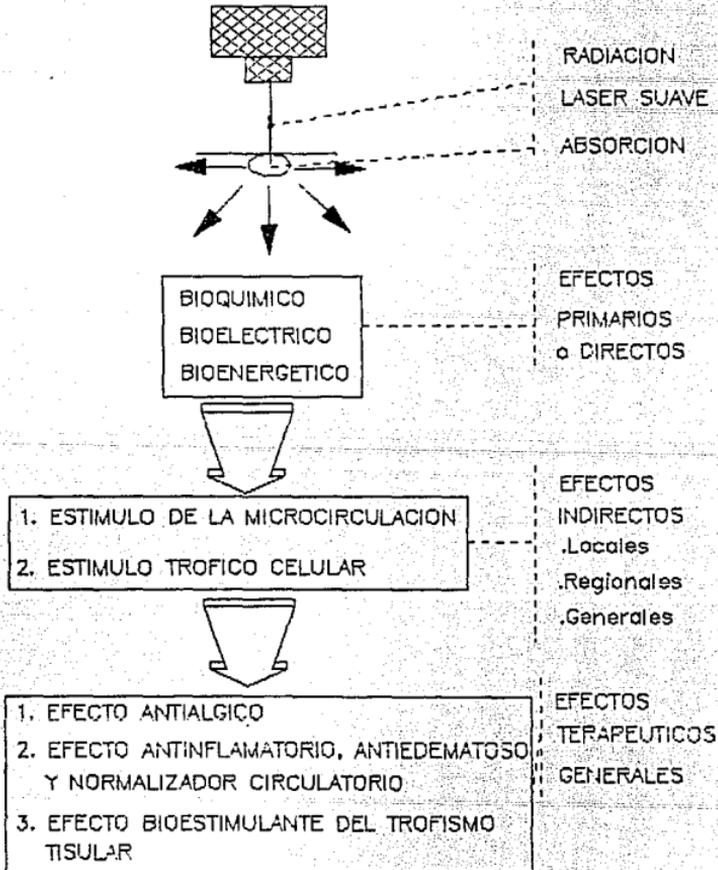
La energía absorbida puede actuar de dos formas:

1. Estimulando la liberación de sustancias como la histamina, serotonina, bradiquinina, etc.
2. Modificando las reacciones enzimáticas normales, tanto de excitación como de inhibición.

Numerosos investigadores, entre ellos el profesor Benedicenti, han probado que la radiación láser ejerce un estímulo en la producción de ATP intracelular. Se acelera la mitosis, se puede interferir la producción de ciertas sustancias, por ejemplo, las prostaglandinas. Es

probablemente un mecanismo similar a la inhibición producida por otros antiinflamatorios.

Hay que destacar la acción fibrinolítica, característica específica de la acción láser.



#### IV.1.2. Efecto Bioeléctrico

La normalización del potencial de membrana. La célula tiene en su interior más cargas negativas, por lo que es más permeable a los iones  $K^+$ . En la transmisión de impulsos nerviosos aumenta la permeabilidad de la célula, penetrando iones sodio. La célula, mediante el mecanismo llamado "bomba de  $Na$ " expulsa el sodio interno con energía que utiliza de la hidrólisis del ATP.

Acción terapéutica del láser:

A nivel celular:

A nivel celular el láser terapéutico es un bioestimulante o biorregulador celular y actúa sobre tres estructuras básicamente:

1. Mitocondria; aumenta la transformación de ADP en ATP, obtiene una mayor producción de energía intracelular.
2. Membrana celular; el láser contribuye a repolarizar la membrana cuando ésta se encuentra despolarizada. Al actuar, normaliza la situación iónica intra y extracelular, como resultado se obtienen aumento de la vitalidad celular y restablecimiento de sus funciones.

3. Protoplasma; existen investigaciones en las que se demuestra la posibilidad de una interferencia de los fotones coherentes de la emisión láser con los centros de producción de fotones ultradébiles en la estructura celular. Este fenómeno facilita las reacciones energéticas interestructurales, así como los ciclos metabólicos intracelulares de gran consumo de oxígeno, por lo que se comprueba un fenómeno de activación general celular.

A nivel sistémico:

El efecto del láser a nivel sistémico según Roccia, es aquel que transmite el efecto desde la zona irradiada hacia el sistema nervioso central, obteniéndose como resultados efectos analgésicos y antiinflamatorios.

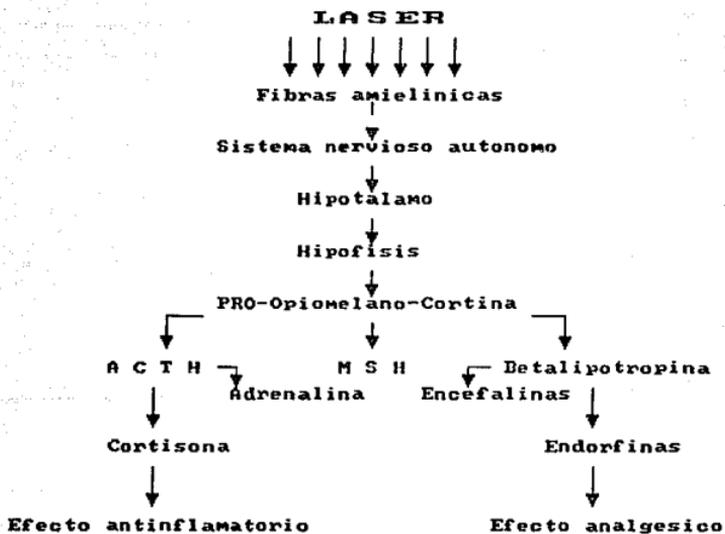
Efectos fisiológicos:

a) de modo directo actúa sobre la movilidad iónica.

b) de modo indirecto aumenta la cantidad de ATP producido por la célula.

Por ello, su efecto bioeléctrico actúa como normalizador del potencial celular y equilibra el funcionamiento celular.

## ACCION DEL LASER TERAPEUTICO SEGUN ROCCIA



El poder mantener el potencial es una primera acción para que los estímulos dolorosos no se transmitan a los centros superiores.

#### **IV.1.3. Efecto Bioenergético**

Estudios realizados por Gurvich, Popp, Mester e Injucshin confirman la existencia de una energía celular, si bien todavía no conocida su esencia, más sí sus efectos. Se puede admitir que la radiación láser proporciona a las células, tejidos y organismo en conjunto, una energía válida que estimula a todos los niveles su troficidad, y fisiología, normalizando las deficiencias y equilibrando sus desigualdades.

#### **IV.2. EFECTOS INDIRECTOS**

Pueden dar origen a efectos fisiológicos con una profundidad y extensión mayores, por lo cual se les puede calificar de efectos regionales, e incluso generales.

**Estímulo de la microcirculación:**

El láser tiene una acción sobre los capilares, produciendo dilatación persistente, que puede manifestarse a mayor o menor distancia, dependiendo de la potencia de la irradiación.

#### **IV.2.1. Consecuencias de la Vasodilatación Capilar**

a) Mejora la troficidad local por el aumento de nutrientes y oxígeno, eliminando los catabolitos.

Se aumentan los procesos de reparación, debido al estímulo de la capacidad de cicatrización del tejido conjuntivo, así como a la neoformación de vasos a partir de los ya existentes.

b) aporte de elementos defensivos, tanto humorales como formes. De ello se deducirá la capacidad antiinflamatoria.

Ambos factores contribuyen a reparar pérdidas de sustancia, sobre todo en úlceras de diversos orígenes, heridas traumáticas u operatorias, etc.

Varios tejidos son estimulados: aumento de la velocidad de regeneración de las fibras nerviosas dañadas, estimulación de la reparación del tejido óseo, estímulo general sobre la hematopoyesis de la médula, aumento de la troficidad en la piel, activación de los fibroblastos responsables de la formación de las fibras colágenas y elásticas, incidencia en la desaparición de las calcificaciones, etc.

#### **IV.3. EFECTOS TERAPEUTICOS GENERALES**

Los beneficios terapéuticos los podemos dividir en:

Efecto analgésico.

Efecto antiinflamatorio, antiedematoso y normalizador circulatorio.

Efecto estimulativo del trofismo tisular.

##### **IV.3.1. Efecto Analgésico**

A las terminaciones nerviosas libres les denominamos receptores del dolor (RD). Estos RD se excitan entre diferentes tipos de agresión tisular, clasificándose en:

1. RD mecanosensibles (sensibles a estímulos mecánicos).

2. RD termosensibles (sensibles a estímulos de calor y frío).

3. RD quimiosensibles (sensibles a sustancias químicas).

Entre las sustancias químicas cabe mencionar la bradiginina, serotonina, histamina, iones  $+K$  en exceso, ácidos, prostaglandinas, acetilcolina, enzimas proteolíticas, la isquemia tisular, el espasmo muscular, etc.

Las señales que emiten los RD estimulados se transmiten al SNC (Sistema Nervioso Central) a través de las vías nerviosas sensitivas.

El dolor punzante estimula fibras A delta, permiten una determinación muy fina entre 10-20 cm de la zona estimulada. El dolor continuo, quemante, estimula las fibras C, éstas, de conducción más lenta tienen una localización difusa en una gran zona.

Existe un sistema analgésico cerebral estimulado por neurotransmisores, las encefalinas y endorfinas.

Al ser estimuladas las fibras sensoriales grandes de los Rd disminuye la transmisión de señales dolorosas finas a distancia.. Parece probable que la acción antiálgica del láser sea la suma de intervenciones a distintos niveles, entre otras cosas porque ejerce una analgesia que dura poco tiempo ( de 12 a 24 hr), pero que después de varias sesiones se transforma en perdurable o definitiva.

**IV.3.1.1. Efecto Antiálgico Según el Tipo de Dolor:  
Superficial, Profundo y Visceral.**

**SUPERFICIAL.** Cuando es localizado y superficial. La irradiación puntual o zonal por lo general, produce analgesia inmediata, con duración de 12 a 24 h. El dolor persistirá si el estímulo persiste.

**PROFUNDO.** Es producido por las fibras musculares, nerviosas, fascias y articulaciones. Generalmente, es difuso, persistente e intenso. La analgesia obtenida por la irradiación no es inmediata, sino se obtiene después de varias sesiones.

**VISCERAL.** Parece no haber acción del láser a este nivel, posiblemente por la incapacidad de irradiar directamente la zona afectada.

Posibles niveles de acción del láser:

1. A nivel local, reduciendo la inflamación, provocando la reabsorción de exudados y favoreciendo la eliminación de sustancias algógenas.
  2. Interfiriendo el mensaje eléctrico durante la transmisión del estímulo, manteniendo el gradiente iónico a ambos lados de la membrana celular y evitando o reduciendo la despolarización de la misma.
  3. Actuando sobre las fibras nerviosas gruesas (táctiles), que estimuladas por el rayo láser provocarían un bloqueo de las fibras finas (dolorosas).
  4. Estimulando la producción de las beta endorfinas, directa e indirectamente.
  5. Evitando el descenso del umbral doloroso de los RD.
  6. Provocando la normalización y equilibrio de la energía presente en el punto lesionado.
- Se ha demostrado que se disminuyen los niveles de bradiquinina a nivel local y se activa la liberación de péptidos endógenos (endorfinas), que actúan como inhibidores de la sensación dolorosa.

#### IV.3.2. Efecto Antinflamatorio, Antiedematoso y Normalizador Circulatorio

Existen varios agentes causales como bacterias, traumatismos, agentes químicos, calóricos, reacciones inmunológicas, etc. que lesionan los tejidos, éstos a su vez, reaccionan de manera compleja. El tejido dañado libera sustancias anormales como la histamina, bradisinina, serotonina, etc. Actúan principalmente aumentando el flujo sanguíneo local y la permeabilidad de los capilares venosos y vénulas. Esto provoca una salida masiva de líquido y proteínas a espacios intersticiales y se produce un edema local. Hay una respuesta de las células de defensa, aumentan macrófagos, neutrófilos, leucocitos y monocitos, con gran capacidad fagocitaria, además contribuyen a iniciar la formación de anticuerpos.

El efecto del láser mejora favorablemente la sintomatología de la tumefacción: rubor, calor, dolor y edema.

El láser a nivel exudativo:

Tiene efecto vasodilatador arteriolar y capilar, normalizador de la permeabilidad de la pared vascular, disminuye el edema, eleva la actividad fagocitaria.

A nivel de procesos locales:

Activa la función de las mitocondrias, los procesos metabólicos, el consumo de oxígeno, la respiración tisular y la regeneración del tejido dañado.

A nivel de proliferación:

Estimula el sistema proteico, aumenta la actividad mitótica de las células y de la reacción del tejido conectivo, estimula el tejido de granulación y acelera la maduración de los fibroblastos.

#### IV.3.3. Efecto Bioestimulativo y Tráfico Tisular

1. Estimula la producción de ATP mitocondrial.
2. Incrementa la síntesis proteica.
3. Estimula la mitosis.
4. Crecimiento del tejido de granulación.
5. Epitelización y regeneración de las fibras nerviosas y otras células especializadas.
6. Repitelización a partir de restos basales (en úlceras superficiales).
7. Regeneración de vasos sanguíneos, a partir de los ya existentes.

8. Aumento de fibroblastos y por consecuencia, de fibras de colágeno.

Estudios de Projonchukov se han dirigido al mecanismo de estimulación de la regeneración de la mucosa bucal postrauma. Se logra un efecto de proliferación e inhibición el crecimiento celular. Ha estudiado la circulación sanguínea en procesos inflamatorios odontógenos y en tumores.

**V. PRINCIPALES APLICACIONES DEL LASER TERAPEUTICO EN ODONTOLOGIA**

Dolor en pulpitis aguda, parodontopatías, neuralgia del trigémino. En traumatología, estudios postquirúrgicos, contractura muscular y patología de la articulación temporomandibular (en esta articulación se deben evitar las aplicaciones repetidas y muy prolongadas, pues existen estudios que demuestran pequeñas calcificaciones del menisco interarticular), osteitis alveolar (alveolitis), pericoronitis, dolor postinstrumentación endodóntica, dolor posterior y curetaje gingival, alisado radicular, hipersensibilidad dentaria, lesiones dolorosas provocadas por prótesis removibles, lesiones postherpéticas (herpes zóster), otros.

El láser terapéutico también, es un valioso auxiliar como antiinflamatorio y regenerador tisular. En casos de movilidad dentaria, por parodontopatías, en procesos postquirúrgicos, herpes simple y herpes zóster, tratamiento de granulomas apicales y osteolisis apical, tratamiento de la gingivitis aguda úlcera-necrosante, promueve la formación de dentina secundaria, y disminuye el tiempo de tratamiento de la caries dental profunda.

## VI. RESULTADOS ACTUALES EN EL TRATAMIENTO DE ALGUNAS AFECCIONES ESTOMATOLÓGICAS

Se citan algunos casos clínicos en los que se trata el/la:

### VI.1. DOLOR<sup>(33)</sup>

La aplicación del láser helio-neón de baja potencia en el dolor localizado en el diente por pulpitis o hiperestesia en la articulación temporomandibular, así como en las neuralgias trigeminales, es exitoso por su gran efecto analgésico al disminuir la actividad bioeléctrica de los receptores y estabilizar la estructura de la membrana celular. Bertelli<sup>(4)</sup> habla de la habilidad analgésica de la laserterapia, utilizando el láser semiconductor Ga-As (galio-arseniuro), para la posibilidad de reducir las medicinas antiinflamatorias que toman pacientes que sufren de dolor.

#### I.

Aoyama S.<sup>(1)</sup> utiliza dos equipos de láser: STOMA-LASER Y FOUR-LUCK en pacientes con dolor en boca. Se compararon en 93 pacientes las tasas de efectividad del láser para aliviar el dolor.

**Resultados:**

1. 70.7 % de efectividad justo después de la radiación.
2. La edad, sexo e higiene oral no significativos para la efectividad.
3. El tipo de enfermedad era significativo.
4. El tipo de aparato no fue importante en cuanto a efectividad.

**II.**

Kawakami<sup>(15)</sup> describe el tratamiento con radiación de baja energía como sedante y antiflogístico. Se utilizó un Semi-láser Nanox LX-800 G.C. Co. Longitud de onda de 780 nm, 30mW, con tiempos desde 30 hasta 180 segundos por tratamiento.

Grado 0 : sin dolor.

Grado I : moderado.

Grado II : fuerte pero tolerable.

Grado III : dolor intolerable (simultáneo a estimulación).

**Resultados:**

1. En hipersensibilidad dentinaria, el tratamiento no fue efectivo con dos casos de grado III, pero con todos de

grado I, II (35 casos) el dolor disminuyó justo después de la radiación.

2. Fue efectivo en los casos de dolor como periadenitis después del sellado canalicular y dolor después de extracción dentaria.

3. Fue efectivo en todos los casos de gingivitis, estomatitis y úlceras gingivales, después de infiltración anestésica, etc.

### III.

Cekic-Ambrasin<sup>(6)</sup> hace mención a un estudio en el que se utilizó un láser con longitud de onda de 904 nm, fuerza de aplicación de 20 W. Se aplicó la radiación sobre la mucosa oral, por 5 días, con aplicaciones de 3 min en un área de 1 cm<sup>2</sup>.

Se obtuvo un efecto analgésico, la intensidad de los dolores bajó cada día con la aplicación del láser.

El láser puede utilizarse como un remedio efectivo en el tratamiento de los síntomas orales de "stomatodinae y stomatopiresis".

## IV.

Clokiet<sup>(8)</sup> describe la capacidad analgésica del láser como una interferencia de la mediación del mensaje del dolor y/o la estimulación de la producción de endorfinas. Sin embargo esto no ha sido muy bien investigado.

El láser es de helio-neón, su longitud de onda: 632.8 nm, 10mW, con un tiempo de exposición de 3 min.

Se aplicó después de cirugía de tercer molar. El resultado fué la reducción del dolor postoperatorio el día de la cirugía y al primer día del postoperatorio.

## V.

T. L. Hansson<sup>(11)</sup> no propone el tratamiento con láser como una alternativa de tratamiento reversible convencional a condiciones de dolor artrógeno. Sin embargo, parece posible reducir el tiempo de cura de tales afecciones.

Longitud de onda: 904 nm, tiempo de radiación: 3 min.,  
duración: 5 días.

## Resultados.

Osteoartritis: el paciente reportó desaparición del dolor en los primeros días del tratamiento. El paciente pudo

abrir de 2 a 5 mm más la boca. Se redujo la crepitación durante el tiempo de radiación.

Dolor postoperatorio de la ATM (Articulación Temporo-Mandibular): Los pacientes reportaron reducción del dolor y una mayor apertura de la boca, además de disminuir la crepitación.

Estas observaciones deben ser interpretadas cautelosamente debido a la pequeña muestra de estudio.

#### VI.

En el Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán" (25), se trataron siete casos de disfunción de la ATM con láser arseniuro de galio y aluminio (GaAlAs) de diez a veinte sesiones. Hubo seis curaciones y una mejoría.

Estudios de Jiménez en España y Katz (32) en Rusia, demuestran la efectividad del láser He-Ne de baja potencia en los casos de origen articular, artrosis, artritis, capsulitis, desplazamientos meniscales, etc. Ambos coinciden en los efectos analgésicos, antiinflamatorios y bioestimulantes del láser. Al reducir o desaparecer totalmente los síntomas de crepitación, chasquidos, dolor y limitaciones en la apertura bucal.

## VII.

En el Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán" (25), se trataron 54 casos de neuralgia del trigémino con láser GaAlAs obteniendo 49 curaciones, dos mejorías y tres recidivas.

## VI.2. INFLAMACION (33)

Diferentes autores utilizan el láser helio-neón en el tratamiento de los procesos inflamatorios de origen dentario y consideran que la dosis a utilizar debe ser según la experiencia clínica y de acuerdo con las características de cada caso, e inclusive el estado inflamatorio en que se encuentre. Se debe tener en cuenta el estado de los tejidos alterados como son la pigmentación, la hiperemia u otros factores que influyen directamente en las características de éstos.

## I.

Bazhanov N. N. (2) describe que la terapia combinada de láser y ultrasonido es considerablemente eficaz para el tratamiento de flemones maxilofaciales.

**II.**

Carrillo J. J. (5) describe el uso del láser MEDITEC 783/3, de He-Ne, longitud de onda: 632.8 nm para reducir la inflamación tras la extracción del tercer molar impactado. Señala que la inflamación fue similar en los tres grupos (láser, ibuprofen, placebo).

**VI.3. GINGIVITIS (33)**

La gingivitis aguda o crónica y la parodontitis localizada o generalizada fué estudiada por Kunin, Projonchukov y Lytzi, y todos coinciden en el resultado favorable de la radiación láser helio-neón por su rápido efecto antiinflamatorio.

Sin embargo, un estudio realizado por Petra Wilder-Smith (34), demuestra que no hay diferencia entre las unidades parodontales que recibieron laserterapia y las que no. Se radiaron por cuatro minutos (dos minutos haz constante y dos minutos por impulsos a 5 Hz durante 7 días).

#### VI.4. CICATRIZACION

##### I.

Pourreau-Scheider (29) muestra como evidencia clínica que tratar lesiones cutáneas con helio-neón acelera el proceso de cicatrización. La radiación de baja energía estimula la regeneración de piel induciendo actividad mitótica de células epiteliales, modificando la densidad capilar y aumentando la síntesis de colágeno. La radiación con láser de heridas abiertas estimula la replicación de fibroblastos.

El láser actúa sobre:

- Estimulación de movimientos iónicos intra y extracelulares.
- Acción en mitocondrias vía citocromo oxidasa.
- Acción fotoeléctrica en la repolarización de la membrana celular.
- Efecto fotoquímico en la síntesis proteica.
- Aumento en la síntesis de ARN (Acido Ribonucléico).
- Acción por resonancia en el ADN (Acido Desoxirribonucléico).

El láser produce diferentes efectos en la producción de procolágeno, dependiendo de la longitud de onda:

- Reducción de la síntesis de colágeno con el láser de alta energía neodimio-itrio, aluminio-granate (Nd:Yag)
- Estimulación de la producción de colágeno en el de baja energía (helio-neón y arseniuro de galio).

Por ser delgada la capa epitelial en la cavidad oral, permite una óptima penetración del láser en regiones dérmicas, lo que ofrece un lugar privilegiado de tratamiento de heridas.

#### VI.5. LESIONES EN TEJIDOS BLANDOS (32)

Las lesiones en tejidos blando como estomatitis herpética y aftosa, tanto en niños como en adultos, según Lapidus Alexandrov y otros evolucionan muy bien bajo la acción del láser He-Ne, pues el dolor, las molestias y la inflamación se reducen rápidamente.

##### I.

Machnikowski I. (20) hace observaciones clínicas de la aplicación terapéutica del láser para tratar enfermedades crónicas de la cavidad oral. Se obtuvieron resultados satisfactorios en la mayoría de los pacientes, lo que confirma la utilidad de la terapia-láser en estomatología.

Hay regresión de cambios patológicos durante el tratamiento de úlceras recurrentes crónicas y de herpes simple. Reducción del dolor en pacientes con neuralgia del trigémino después de la radiación única.

## II.

Iacobelli L. (13) utiliza una combinación terapéutica con: antibióticos, vitamina C, láser para el dolor y cortisona para deprimir el origen inmunitario de las úlceras aftosas recurrentes.

## III.

Mel'Nichenko E. M. (22) utiliza la terapia del láser de 633 Nm para tratar estomatitis herpética recurrente crónica en niños.

## IV.

Kirev A. K. (17) utiliza el láser Uzor (semiconductor) como régimen bioefectivo de terapia magneto-láser para tratar patologías maxilofaciales, para tratar enfermedades como artritis, alveolitis, sialoadenitis, pericoronitis y fracturas de los maxilares.

Estudios de Katz y Zusaev (33) reportan buenos resultados al aplicar láser de He-Ne de baja potencia en casos agudos de

sialoadenitis, con pocos cambios en la flora de la secreción de la glándula.

Los mecanismos de osteogénesis fueron estudiados por Lomnitzky (33), demostró la regeneración ósea producida al irradiar láser He-Ne en fracturas provocadas en animales. Estudios de Zusaev y Urazalin (33) demuestran que en personas con fractura mandibular unilateral, bilateral o en el ángulo mandibular que recibieron radiación con He-Ne se produjo una disminución rápida del dolor, se aceleró el proceso de regeneración ósea y disminuyeron las complicaciones inflamatorias.

V.

En investigaciones en el Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán" (25), se obtuvieron resultados satisfactorios en el tratamiento de herpes simple con láser arseniuro de galio y aluminio. Se trataron 28 casos con dos a tres sesiones diarias, hubo 25 curaciones, tres mejorías.

**VII. DOSIMETRIA ENERGETICA (14), (25)**

La radiación láser aporta fotones, alrededor de  $10^{25}$  Cuantos por segundo. Deberán traspasar el estrato córneo y ser absorbidos en cantidad suficiente para obtener los efectos terapéuticos deseados. El efecto fotobiológico es el conjunto de efectos derivados de la absorción por parte de los tejidos. Este ganará transmisión, profundidad y extensión si se provoca en un menor tiempo. Un depósito efectuado en un segundo provoca mayores efectos terapéuticos y profundos, que el mismo depósito en cinco minutos.

Casi todos los autores afirman que la energía a "depositar" por unidad de superficie debe situarse entre 1 y 5 Julios. Se puede seguir una clasificación simple: aguda, subaguda y crónica; las irradiaciones deberán tener dosis energética de débil, media y fuerte respectivamente.

El médico es el que deberá precisar, variar o alternar las dosis en función de la respuesta del paciente, profundidad, agudeza o cronicidad de la afección, respuesta frente a otras terapias, etc.

La dosificación en laserterapia es variable y depende básicamente de los siguientes factores: potencia y

frecuencia del emisor, densidad y composición del tejido a tratar, profundidad y extensión de la lesión, naturaleza de la patología y respuesta sensitiva individual hacia el tratamiento.

Se debe aplicar la dosis mínima terapéutica para evitar sobredosificar, anulando los resultados terapéuticos. Debe haber terapias cíclicas, pues con la evolución de las sesiones se obtienen mejorías notables (neuralgia del trigémino).

Cada aplicación en odontología varía entre 30 segundos y 20 minutos de irradiación según el caso. El criterio del operador para lograr el tratamiento adecuado se basará en el conocimiento profundo de la técnica y de la propia experiencia clínica.

**VIII. METODOS DE APLICACION (25)**

La terapia láser se divide en dos grandes modos:

- Zonal
- Puntual

En la terapia puntual la fibra óptica está en contacto con la lesión, concentrando la salida de la luz en un punto determinado y se escogen otros puntos, una vez terminado el tiempo de exposición del primero.

En la terapia zonal se utiliza la fibra óptica "barriendo" muy lentamente la zona a tratar, hasta abarcarla totalmente.

**VIII.1. CONDICIONES DE EMPLEO Y PRECAUCIONES**

El rayo láser es una forma intensa de radiación electromagnética que al usarse sin el conocimiento de los principios de seguridad y el uso correcto de los procedimientos operatorios puede dañar tanto al paciente como al operador.

Existen exposiciones permisibles máximas (EPM) ya determinadas. La EPM para el láser He-Ne con longitud de onda de 632 nm es de 1.0 mili Watt por milímetro.

Existe el riesgo de que la radiación traspase el medio acuoso y transparente del ojo, siendo absorbida o depositada dependiendo de la longitud de onda.

El sitio de absorción de la radiación visible y cercana al infrarrojo (400-140 nm) es la retina.

El sitio de absorción del infrarrojo lejano (3,000 nm-1mm) y la radiación ultravioleta media (200-315 nm) es la córnea.

El sitio de absorción del ultravioleta cercano (320-390 nm) y la radiación infrarroja media (1,400-3,000 nm) es los lentes intraoculares.

Se deben de utilizar gafas especiales para protección, tanto del paciente como del operador.

Se debe de hacer una historia clínica general, obtener un diagnóstico correcto para poder establecer el plan de tratamiento.

### VIII.2. CONTRAINDICACIONES

Existen contraindicaciones absolutas: irradiación directa e indirecta sobre el globo ocular; irradiación a la glándula tiroides, neoplasias, en epilepsia, mastopatía fibroquistica; irradiación prolongada a niños, pacientes con marcapasos y pacientes con infarto reciente.

Las contraindicaciones relativas son las siguientes: distiroidismo, embarazo (junto con cualquier otro tratamiento de radiación queda a criterio del médico, las irradiaciones en zonas alejadas no están contraindicadas pues el haz de luz abarca solamente una fracción de milímetro); infecciones bacterianas sin previa cobertura antibiótica; combinación con fármacos fotosensibles; dolor orgánico o visceral, pues en estos casos no actúa el láser.

### VIII.3. EFECTOS SECUNDARIOS

En general no existen efectos secundarios pero puede haber aumento del dolor después de la primera aplicación, cediendo con la segunda.

**Se deben de evitar irradiaciones excesivas, pues puede haber síntomas de somnolencia y vértigo (sólo se presentan con sobredosis)**

## **IX. CONCLUSIONES**

Actualmente, muy pocas aplicaciones del tratamiento con láser son métodos aceptados con ventajas para los practicantes dentales en general.

El uso más frecuente y el efecto más conocido de la radiación láser es la conducción de esta energía en calor. En muy pocos casos los efectos térmicos no dañan a los tejidos circundantes, por eso es que hoy en día aún no se pueden reemplazar los métodos convencionales, pero sí se pueden utilizar como un complemento terapéutico.

Dentro de este tipo de láser hay que investigar sobre los efectos secundarios causados por el calor, como la carbonización o fractura de los tejidos dentales duros y del efecto dañino a la pulpa. Se debe considerar el alcance de penetración hacia el hueso y los efectos sobre él. Dentro de este tipo láser duro, los usos más efectivos son en la prevención de caries, sellado de fisuras, fotopolimerización de composites y el acondicionamiento (grabado) de superficies dentales, además de la cirugía de tejidos suaves.

Hay que recordar que no hay estudios definitivos sobre la eficacia del láser en uso clínico. Por esta razón se debe de utilizar con cautela hasta tener una mejor comprensión de sus efectos, pues somos vulnerables a malas interpretaciones o malas informaciones.

Hay diferentes métodos para controlar el dolor (farmacológicos, no invasivos, neuroquirúrgicos y otros métodos invasivos), éstos tienen efectos colaterales que con el uso del láser se pueden evitar.

**METODOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DEL DOLOR****FARMACOLOGICOS**

Opiaceos (potencialmente encefalinas, endorfinas y sus derivados).  
Farmacos antiinflamatorios no esteroides.  
Otros analgesicos verdaderos, como el paracetamol, nefopam.  
Farmacos coadyuvantes (especialmente antidepressivos triciclicos).  
Farmacos usados en circunstancias especiales ( como anticonvulsivos en la neuralgia del trigemino, la ergotamina en la hemicrania).

**NO FARMACOLOGICOS - NO INVASIVOS**

Contrairritacion (caliente, frio, masaje, ultrasonido).  
Acupuntura.  
Estimulacion electrica transcutanea.  
Hipnosis.  
Meditacion  
Yoga.  
Laser.

**METODOS NEUROQUIRURGICOS Y OTROS METODOS INVASIVOS**

Bloqueo de los nervios perifericos (normalmente productos quimicos).  
Bloqueo del simpatico.  
Bloqueo subaracnoideo, subdural y epidural.  
Bloqueo de las raices de los nervios.  
Lesiones de los haces espinotalamicos.  
Lesiones del talamo.  
Lesiones del mesencefalo.

**EFFECTOS COLATERALES COMUNES DE LOS ANALGESICOS**

<b>ANALGESICOS</b>	<b>EFFECTOS</b>
<b>Fuertes</b>	
Morfina	Nauseas, vomito, estreñimiento.
Heroína	Confusión, alucinación, vertigos.
Oxicodona	depresión, respiratoria.
Meperidina	Edema pulmonar.
Metadona	Dependencia.
Metotrimoprazina	Aumento de la resistencia pulmonar.
Pentazocina	Lesión respiratoria.
<b>Medios</b>	
Acetaminofen (a)	Nefropatía por analgésico.
Fenacetina (b)	Lesión renal, lesión hepática (c). Lesión cardiopulmonar.
Propoxifeno	Ver analgésicos fuertes.
Codeína	
Salicilatos	Ver más abajo.
<b>Antiinflamatorios</b>	
Salicilatos	Nauseas, vómitos, dispepsia, hemorragia gastrointestinal. Pérdida del oído, eritema, asma, pólipos nasales, tiempo prolongado de protrombina, agregación plaquetar Acidosis metabólica, alcalosis respiratoria, colapso cardiovascular.
Ibuprofen	Nauseas, vómitos, dispepsia.
Fenprofen	Hemorragia gastrointestinal.
Naproxen	Vertigos, dolor de cabeza.
Tolmetín	Retención hídrica, edema.
Indometacina	Sobrepresión de la eritropoyesis.
Fenilbutazona	Efectos variables en el tiempo de protrombina y las plaquetas.
Oxifenbutazona	Reacciones de hipersensibilidad.
(a), (b), (c) indican que un efecto colateral particular es más común con los analgésicos individuales indicados.	

**DOLOR TRATADO CON FARMACOS QUE NO SON ACEPTADOS  
NORMALMENTE COMO ANALGESICOS**

ENFERMEDAD	FARMACO
Angina pectoris	Nitroglicerina. Isosorbide dinitrato. Betabloqueantes. Propanol. Metroprolol. Timolol.
Gota	Alopurinol. Probenecid. Sulfipirazona. Colchicina. Egotamina.
Hemicranea	Carbamazepina
Neuralgia del trigemino	Inhibidores de la anhidrasa carbonica.
Glaucoma	
Arteritis de las celulas gigantes	Corticosteroides.
Ulcera peptica	Antiácidos. Carbenoxolona. Cimetidina.
Diseccion aortica	Betabloqueantes Reserpina.
Enfermedades infecciosas	Antibioticos adecuados.
Enfermedad de Paget	Calcitonina. Mitramicina. Sodio editronato.

Debemos de profundizar más en cuanto al conocimiento de los efectos de la radiación de baja potencia, pues en las investigaciones actuales se demuestran algunas ventajas de su uso, pero las muestras en estudio son pequeñas.

Ultimamente se ha generalizado el empleo del láser por su efecto analgésico y antiinflamatorio en la resolución de casos de pacientes que no responden a terapias convencionales. Debemos destacar que no existe un efecto aislado sino que todos ellos (analgésico, antiinflamatorio y trófico) actúan conjuntamente sobre la zona tratada. La respuesta al tratamiento depende de cada individuo y de la afección que se trate. Hay síntomas que ceden en la primera sesión hasta desaparecer y en otros el efecto analgésico no aparece sino hasta la tercera o cuarta sesión.

El láser es un esfuerzo terapéutico que debe ir unido a los medios medicamentosos, físicos, quirúrgicos, etc. para el alivio de afecciones. Una de las grandes ventajas del láser de baja potencia es su inocuidad a los tejidos, por eso, debemos usar todas las ventajas de éste para su uso terapéutico.

**BIBLIOGRAFIA**

- (1) AOYAMA, S., (1989), "Effecto of Soft Laser in Pain", Tsurumi Shigaku, Tsurumi University Dental Journal, Vol 15, No. 3, págs. 529-37, Sep.
- (2) BAZHANOV, N.N., (1989), "Combined Treatment of Odontogenic Inflammatory Processes Using Ultrasound and Wide-spectrum Laser Radiation", Stomatologija, Vol. 68, No. 1, págs. 39-41.
- (3) BAZHANOV, N.N., (1990) , "The Efficacy of Using He-Ne Laser, Ascorbic Acid and Methylene Blue in The Combined Treatment of Patients with Maxilofacial Phlegmons", Stomatologija, Vol. 5, págs. 35-7, Sep-Oct.
- (4) BERTELLI, E., CECCARIGLIA, A., (1990), "Laser Therapy: Clinical Aspects of Analgesic Effect in Dentistry", Giornale Di Anestesia Stomatologica, Vol. 19, No. 3, págs. 21-4, Jul-Sep.

- (5) CARRILLO, S.J., CALATAYUD, J., MANSO, F.J., (1990), "A Randomized Double-blind Clinical Trial on the Effectiveness of Helium -neon Laser in the Prevention of Pain, Swelling and Trismus After Removal of Impacted Third Molars", International Dental Journal, Vol. 40, No. 1, págs. 31-36.
- (6) CEKIC-ARAMBASIN, A. et al., (1990), "Use of Soft Laser in The Treatment of Oral Symptoms", Acta Stomatologica Croatica, Vol. 24, No. 4, págs 281-8.
- (7) CHISTOV, V. B., (1989), "The Effect Of Low Intensity Radiation From He-Ne Laser On The Alkaline Phosphatase Activity In An Uncomplicated Mandible Fracture And In Traumatic Osteomyelitis", Stomatologia, Vol. 68, No. 6, págs. 13-5, Nov-Dec.
- (8) CLOKIEC et al., (1991), "The Effects of The He-Ne Laser On Postsurgical Discomfort: A Pilot Study", Canadian Dental Association Journal, Vol 57, No. 7, págs. 584-6, Jul.

- (9) FRENTZEN, M., KOORT, H.J., (1990). "Lasers in Dentistry. New Possibilities with Advancing Laser Technology?", International Dental Journal, Vol. 40, No. 6, págs. 323-332.
- (10) GRAN ENCICLOPEDIA LARROUSE, "Láser", Editorial Planeta, Tercera Edición, 1991, Tomo XIII, págs. 6399-6401.
- (11) HANSSON, T. L. (1989), "Infrared Laser in the Treatment of Craniomandibular Disorders, Arthrogenous Pain, The Journal of Prosthetic Dentistry, Vol. 61, No. 5, págs. 614-616.
- (12) HOJI, T., (1990), "Effects of Soft Laser Irradiation on Dentinal Pain", Gifu Shika Gakka Zasshi, Vol. 17, No. 2, págs. 534-46, Dec.
- (13) IACOBELLI, L. et al., (1989), "Oral Aphtae", Stomatologia Mediterranea, Vol. 9, No. 2, págs. 107-9, Apr-Jun.
- (14) JACOBOWITZ, HENRY, (1972), Electrónica Simplificada, Nueva Edición Revisada, México, Compañía General de Ediciones\*, 1972, 206 p.

- (15) KAWAKAMI, et al., (1989), "The Effectiveness of Ga Al As Semiconductor Laser Treatment To Pain Decrease After Irradiation", Higashi Nippon Shigaku Zasshi, Vol. 8, No. 6, págs. 57-62, Jun.
- (16) KENNETH, L., ZAKARIASEN, B.A., (1991), "Spotlight on Lasers. A look at Potential Benefits", Journal of The American Dental Association, Vol. 122, No. 8, págs. 58-62.
- (17) KIREV, A. K. et al., (1989), " The Use of The Uzor Laser Apparatus for Treating Inflammatory Diseases of The Maxilofacial Area", Stomatoleqia, Vol. 68, No. 5, págs. 42-5, Sep-Oct.
- (18) LANZAFAME, R., HINSHAW RAYMOND, J., Atlas of CO<sub>2</sub>-Laser Surgical Techniques, Ishiyaku EuroAmerica Inc., págs. 3-22.
- (19) LYNN POWELL, G., (1992), "Lasers in The Limelight: What Will The Future Bring?, Journal of The American Dental Association, Vol. 123, No. 1, págs. 71-74.

- (20) MACHNIKOWSKI, I., (1989), "Application of Therapeutic Laser in Treatment of The Selected Chronic Illnesses of The Oral Cavity", Protetyka Stomatologiczna, Vol. 39, No. 3, págs. 147-50, May-Jun.
- (21) MATURO, L., PAGANI, R., PALMIERI, B., (1986), Laserterapia. Experiencias Clínicas en Rehabilitación y Traumatología, Editorial Instituto de Investigaciones Láser, 94 p.
- (22) MEL'NICHENKO, E. M., (1992), "The Clinico-experimental Validation of The Use of Low-intensity Laser Radiation for The Treatment of Exacerbated Recurrent Herpetic Stomatitis in Children", Stomatologia, Vol. 2, págs. 76-8, Mar-Apr.
- (23) MERCER, C., (1992), "Let There Be Light-The Laser in Dentistry", British Dental Journal, Vol. 172, No. 12, págs. 464-465.
- (24) MIDDA M., RENTON-HARPER (1991), "Lasers in Dentistry", British Dental Journal, Vol. 170, No. 9, págs. 343-347.

- (25) MIER Y TERAN ARMIDA, M., (1989), "Laserterapia y sus Aplicaciones en Odontología", Práctica Odontológica, Vol. 10, No. 3, págs. 9-16.
- (26) MYERS, M. L., (1991), "The Effect Of Laser Irradiation on Oral Tissues", The Journal of Prosthetic Dentistry, Vol. 66, No. 3, págs. 395-397.
- (27) NEIBURGER, E. J., MISERENDINO L. (1988), "Lasers Reflectance: Hazard in the Dental Operatory", Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, Vol. 66, No. 6, págs. 659-661.
- (28) POLIAKOVA, V. V. et al., (1989), "Characteristics of The Morphological Changes in Experimental Suppurative Wound Of The Perimandibular Soft Tissues Treated By Some Types Of Laser Radiation", Stomatologija, Vol. 68, No. 5, págs. 17-20, Sep-Oct.

- (29) POURREAU-SCHIEDER, N. et al., (1989), "Modification of Growth Dynamics And Ultrastructure of Human Fibroblasts After Treatment With An Helium-Neon laser", Quintessence International, Vol. 20, No. 12, págs. 887-93.
- (30) RENTON-HARPER, MIDDA M. (1992), "NdYAG Laser Treatment of Dentinal Hypersensitivity", British Dental Journal, Vol. 172, No. 13, págs. 13 - 16.
- (31) SATO, M. et al., (1989), "Clinical Evaluation of The GaAlAs Hypersensitive Dentin", Shigaku Odontology, Vol. 73, No. 3, págs. 813-21, Oct.
- (32) VALIENTE ZALDIVAR, (1988), "Laser en Estomatología. I. Actualización", Revista Cubana de Estomatología, Vol. 25, No. 2, págs. 27-32.
- (33) VALIENTE ZALDIVAR, C., GARRIGO ANDREU, M. (1989), "Laser en Estomatología II Parte", Revista Cubana de Estomatología, Vol. 26, No. 4, págs. 336-343.

(34) WILDER-SMITH, P., (1988), "The Soft Laser: Therapeutic Tool or Popular Placebo?"; Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, Vol. 66, No. 6, págs. 654-658.