



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**LÁSER EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANO DENTISTA**

**P R E S E N T A:**

**ROCIO MENDOZA SORIA**

**DIRECTOR C. D. GASTON ROMERO GRANDE  
ASESORA. C. D. NAYELI CALDERON NIETO**

MÉXICO D. F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



## AGRADECIMIENTOS

*Gracias A ti, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, por haber dejado ser parte de tu esencia estos años y siendo un orgullo formar parte de ella.*

*Por lo que cada reloj en el campus, tenía diferente hora y que los amigos, profesores, doctores, son quienes hacen de este un lugar valioso e importante en nuestra carrera profesional.*

*Por que al pasar de los años después de egresar recordaremos todo aquello que vivimos con amigos...con quienes estudiamos, nos desesperamos, lloramos, gritamos y festejamos y con los cuales compartimos todo el tiempo.*

*A mi Madre, Padre y hermanos, De todo corazón agradezco el apoyo infinito, que me brindaron para poder concluir mi carrera profesional, los quiero.*

*No puedo dejar de mencionar las siguientes personas que me brindan su apoyo, tiempo, trabajo y experiencia sin ningún tipo de interés: CD.F ERNANDO BETANZOS SANCHEZ, CD. BRENDA BARRON, CD. NAYELI CALDERON NIETO, SAUL GOMEZ.*

*Agradezco a DIOS creador del universo, que me dio y me seguirá dando fortaleza para seguir adelante todos los días.*



## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL LASER

1.1	Antecedentes Históricos.....	5
1.2	Física del Laser.....	8
1.2.1	Propiedades de la Luz Laser.....	10
1.2.2	Espectro Electromagnético.....	13

### CAPÍTULO 2: TIPOS DE LASER

2.1	Laser CO <sup>2</sup> .....	15
2.1.1	Laser CO <sup>2</sup> continuo.....	17
2.1.2	Laser CO <sup>2</sup> pulsátil.....	18
2.2	Laser ND:YAG.....	19
2.3	Laser Excimer.....	21

### CAPÍTULO 3: LASER ER:YAG

3.1.	Antecedentes Históricos.....	22
3.2	Características del Laser ER:YAG .....	24
3.3	Efectos del Laser ER:YAG, sobre Esmalte, Dentina y Pulpa.....	29
3.4	Adhesión a Esmalte y Dentina.....	36
3.5	Ventajas, Desventajas del Laser ER:YAG y sus Indicaciones.....	37

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
--------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>
--------------------------	-----------





## **INTRODUCCIÓN**

Hace pocos años, el laser era relativamente desconocido en odontología por lo que en la actualidad, existe una gran variedad del mismo. Que tienden a utilizarse como, eliminación de hipersensibilidad dentinaria, cirugía en tejidos blandos, desinfección de preparación de cavidades, acondicionamiento del esmalte para la colocación de sistemas adhesivos previo a eliminación de caries.

En Odontología Restauradora actual, tiene como finalidad conservar la mayor cantidad de tejido sano, con ayuda de técnicas más conservadoras y materiales mas sofisticados ya que con la incorporación de esta nueva tecnología es una alternativa para mejores tratamientos.

El objetivo principal, de esta investigación es conocer los diferentes tipos de laser y su funcionamiento de cada uno de los láseres existentes en el mercado (LASER ND:YAG, ER:YAG, CO<sub>2</sub> y EXCIMER) así como sus longitudes de ondas, indicaciones, contraindicaciones y precauciones propios para poder realizar eliminación de caries y con ello ofrecer a los pacientes un tratamiento Odontológico adecuado.



## CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL LASER

### 1.1 Antecedentes Históricos

Durante muchos siglos la luz ha sido utilizada como agente terapéutico. Por lo que en la antigua Grecia, el sol era utilizado en la helioterapia y así mismo los chinos lo utilizaron en el tratamiento de enfermedades como el cáncer de piel.<sup>11</sup>

La palabra LASER, corresponde al acrónimo en inglés (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), es decir luz amplificada por la emisión estimulada de radiación. La luz amplificada nos indica de inmediato que estamos dentro del espectro electromagnético, en el campo de la luz. Y pudiendo definir a la luz amplificada por emisión estimulada de una radiación, como el proceso de emitir un rayo de energía después que los electrones han sido estimulados al nivel mas alto de energía sincronizándolos a una misma dirección espacial de coherencia y monocromaticidad.

**L**ight  
**A**mplification  
**S**timulated  
**E**mission  
**R**adiation

FIG.1

La teoría tiene sus raíces en diversos principios básicos de la física, descritos principalmente por Albert Einstein en el año 1917, Einstein expuso la posibilidad, de que el proceso de emisión de la radiación pudiese ser interferido, estimulándose el paso del átomo de su posición a la de reposo.

Tuvieron que pasar casi 50 años, antes de que llegase a comprender bien estos principios y se pudiese traducir la tecnología en una realidad práctica.

En los años 50's, cuando el principio fue llevado a su reproducción en un modelo experimental Townes y colaboradores, diseñaron los primeros sistemas de amplificación de radiación utilizando el procedimiento de estimular la emisión, pero en la zona del espectro correspondiente a las microondas, por lo que a ese sistema le llamaron MASER (microwave amplification by stimulated emission) (amplificación microonda por emisión estimulada de radiación).<sup>7</sup>

En 1958 Townes y Schewlow, en los Estados Unidos junto con Basov y Projorov de la URSS, demuestran construir un sistema capaz de reproducir tales características pero dentro de la emisión lumínica.

En 1960 Theodore Maiman, construye el primer laser de Rubí.

A partir de esos momentos se construyen otros tipos de emisores de laser, utilizando un cristal de rubí como medio para generar el laser, obteniendo así el haz rojo de la luz intensa que suele asociarse con el laser.<sup>1</sup>

En 1961, se desarrolló otro tipo de laser de cristal de Itrio, aluminio y granate tratado con neodimio (ND:YAG).

En 1962, se crean los primeros láseres con diversos tipos de gas como medio activo, ya que posteriormente se va desarrollando un campo de posibilidades prácticas de utilización de diversos sistemas de emisión laser.

En 1964 los físicos de Bell laboratorios, produjeron un laser gaseoso utilizando anhídrido carbónico como CO<sub>2</sub> medio lasérico, en ese mismo año se inventó otro laser gaseoso, el laser de argón, que llegaría a tener una gran importancia en Odontología.<sup>1</sup>

Los científicos que investigaban los efectos del laser de rubí construido por Theodore Maiman sobre el esmalte dental, observaron que provocaba grietas y fisuras en el mismo y llegaron a la conclusión de que el laser no tenía ninguna aplicación en Odontología.

Por lo que en la década de los 80's, debido a la variedad de diferentes longitudes de onda, a las propiedades físicas del laser y a sus interacciones tisulares, renace el uso del laser en Odontología para tejidos duros.<sup>1</sup>

Algunas longitudes como la de ND:YAG, con una longitud de onda de  $1.06\mu\text{m}$ , puede manipularse para ser utilizadas en los tejidos duros.

Pero resultan poco indicadas debido a sus peligros potenciales y a su falta de especificidad por los tejidos dentales. Comprobado así otro tipo de laser, como lo es el laser excimer, estudiado así a finales de la década de 80's y comienzo de 90's.

La creación de los láseres permitió extender una electrónica - coherente desde las regiones de ondas milimétricas (usando válvulas de microondas y transistores ultrarrápidos) a los regímenes submilimétricos, infrarrojo (IR), visible ultravioleta (UV), hasta los rayos X suaves.

## 1.2 Física del Laser

El laser se puede clasificar, según su medio activo (sólido, líquido o gaseoso), según su longitud de onda (ultravioleta, visible o infrarroja).

En donde se excita un gran número de átomos hasta un nivel elevado de energía y se hace que liberen dicha energía simultáneamente, con lo que producen luz coherente en la que todas las ondas están en fase.



FIG.2

Permitiendo así esta coherencia, lo cual genera haces de luz muy intensa y de longitud de onda muy definida, que se mantienen enfocados o colimados a lo largo de distancias muy grandes.

La luz laser es mucho más intensa que la de cualquier otra fuente, un laser continuo puede proporcionar cientos de vatios y un laser pulsado puede generar millones de vatios, durante periodos muy cortos.

Por lo que se entiende que la luz laser es una forma de energía y esta energía se representa en julios (j).

Por lo que definimos a julio (j), a el trabajo realizado cuando un punto de aplicación de Newton se desplaza a una distancia de un metro en dirección de una fuerza.

Potencia, se mide en vatios (w) y representa la cantidad de energía emitida en joule de energía emitida en un segundo.

La luz es simplemente energía transmitida a lo largo del espectro electromagnético, que puede ser ultravioleta, visible o infrarroja. De acuerdo con esta definición, la luz es energía con una determinada longitud de onda, frecuencia y amplitud. Un rayo de luz puede ser considerado como una fuente de partículas de masa imperceptible cada uno llevando la cantidad o quantum asociado con la longitud de onda del tipo de luz al que pertenece. Los fotones se asimilan a paquetes de luz que flotan en las ondas de la misma a lo largo del espacio, por lo que la longitud de onda se define como la distancia existente entre las crestas de una onda. Ya que frecuencia es el tiempo que esta onda se toma para replicarse a lo largo del espacio y la amplitud es la altura de la misma entre la base y la cresta.

La importancia de estos conceptos radica en que a menor longitud de onda mayor frecuencia y a mayor longitud de onda menor frecuencia. Cuando la luz tiene una mayor frecuencia produce más calor y cuando tiene menor frecuencia produce menos calor, por lo tanto, los equipos laser que pueden ser aplicados en odontología, deben ser de baja frecuencia para que no produzcan un efecto térmico deletéreo al tejido dentario y pulpar.

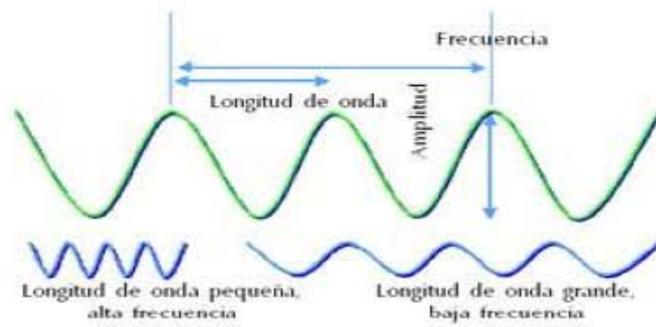


FIG.3

Observando así, longitud de onda, amplitud y frecuencia

### 1.2.1 Propiedades de la Luz Laser



FIG.4

#### Monocromaticidad

El laser emite un color (una longitud de onda lumínica) o más exactamente una banda muy estrecha de longitudes de onda, dichos colores puros no se aprecian normalmente en la naturaleza.

Por lo cual la luz laser procedente de una misma sustancia activa se transmite en una sola frecuencia o longitud de onda única.<sup>1</sup>

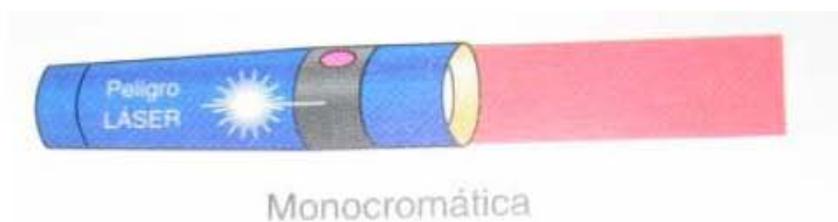


FIG. 5

## Direccionalidad o colimación.

A diferencia de la luz normal, todos los rayos laser son paralelos, colimados. Dado que el rayo laser no diverge significativamente con la distancia, la fuente puede colocarse a muchas distancias del tejido tratado.<sup>1</sup>



↑  
PELIGRO LASER

FIG.6

## Intensidad.

La colimación, monocromatismo y las ondas unifásicas producen un haz de la luz muy intenso y potente. En el cual los tejidos orgánicos pueden reflejar, transmitir, dispersar (separa) o absorber los rayos laser. Las tres primeras condiciones no producen ningún efecto en los tejidos, pero la absorción de un rayo laser puede producir diferentes resultados.<sup>1</sup>

## Coherencia.

Significa que en todas las ondas que conforman el haz laser, están en cierta fase relacionada una con otra, tanto en tiempo como en espacio. Esto se debe a que cada fotón está en fase con el fotón entrante.<sup>1</sup>

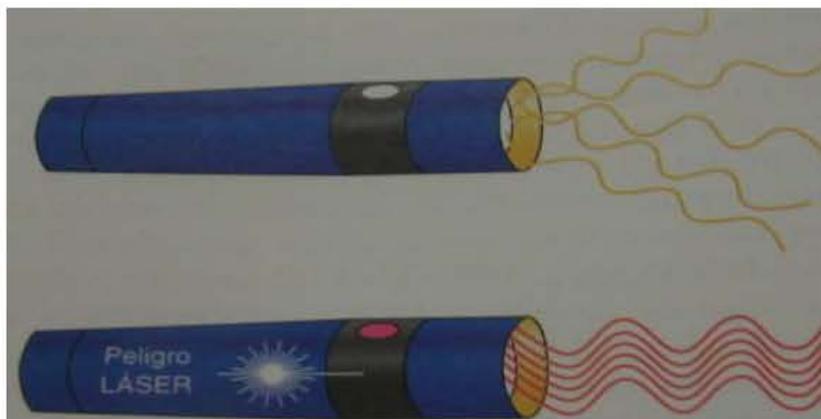


FIG.7

Luz normal, con diferentes longitudes de onda que incluye la dispersión aleatoria del haz lumínico, laser con su haz lumínico y coherente.<sup>1</sup>

## 1.2.2 Espectro Electromagnético

La luz visible representa apenas una pequeña porción del espectro electromagnético, que se extiende desde los rayos gamma hasta longitudes de onda radio. Aunque en realidad ambos extremos del espectro electromagnético se extienden desde cero hasta el infinito.

Por lo que una propiedad básica de la luz, es su longitud de onda que se define como la distancia entre crestas o depresiones consecutivas de las ondas.

Y los parámetros de calibración de cualquier movimiento ondulatorio comunes a la emisión o producción de cualquier fenómeno ondulatorio electromagnético son:

- Amplitud.

Es la intensidad del movimiento ondulatorio.

- Período.

Es el tiempo que se requiere para que pase un ciclo completo (cresta \_ valle \_ cresta). Por un punto de referencia en el espacio.

- Frecuencia.

Es el número de ondas que pasan por un punto dado del espacio en la unidad de tiempo.

- Longitud de onda.

Es la distancia que hay entre dos puntos del mismo movimiento ondulatorio que se encuentra en la misma posición, situados consecutivamente uno tras otro.

Entendiendo así al espectro electromagnético, como a la medición de las ondas organizadas.

Existen 4 tipos de ondas laser:

- Laser ultravioleta o excimer.

- Laser de la luz visible.
- Laser infrarrojo.
- Laser sintonizables.

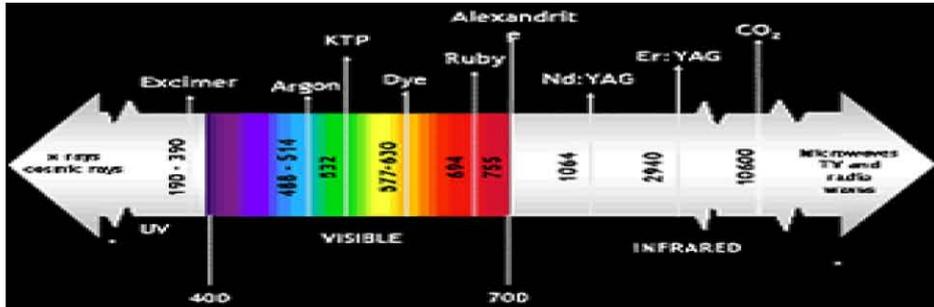


Fig. 8 espectro electromagnético.

Los láseres utilizados en medicina su función depende del espectro electromagnético y sus características varían considerablemente, dando como consecuencia una gran variedad de usos dentro del campo odontológico y médico.

Las longitudes de onda en el rango de 0.4 a 0.7 micrómetros, son las que forman la porción visible del espectro.

Los rayos ultravioletas, los rayos x y los rayos gamma, son formas de radiación electromagnéticas con longitudes de ondas menores y a si mismo con mayor capacidad de penetración.



## CAPÍTULO 2: TIPOS DE LASER

### 2.1 Laser CO<sub>2</sub>

En 1964 Patel, inicia las nuevas aplicaciones de laser CO<sub>2</sub>.

En 1968, se encontraba a una longitud de onda en el infrarrojo medio ya que fue aplicado a los tejidos dentales duros.

Forsyth, fue el primer investigador en reportar el uso de laser en esmalte ya que era el más eficiente que el rubí en la aplicación de irradiación del esmalte y dentina.

Stern y cols, lograron realizar estudios con este tipo de laser y encontraron un incremento en la resistencia del esmalte a la acción de los ácidos.

Keller y Hibst, encontraron que el CO<sub>2</sub> causaba carbonización, fusión y agrietamiento del esmalte no visto con el ER: YAG.

En 1976 el laser CO<sub>2</sub>, es aprobado por (FDA) Food and Drug Administration (Administración de Drogas y Alimentos).

El laser CO<sub>2</sub>, absorbe los componentes minerales como iones de fosfato e hidroxiapatita cerca de 100 veces y tiene afinidad por el H<sub>2</sub>O.

Es muy eficaz para remover tejido blando ya que es altamente hidrofílico y está conformado por una mezcla de dióxido de carbono, nitrógeno y distintas formas de Helio, siendo la mezcla estimulada por cargas eléctricas se produce un rayo con una longitud de onda infrarroja de 10.6µm, este laser absorbe rápidamente agua y es efectivo para cirugía en tejidos blandos.<sup>10</sup>

En Odontología, a nivel de los tejidos duros el laser de CO<sub>2</sub> se usa en el tratamiento de caries, ya que gracias a su efecto fototérmico produce la esterilización de la dentina tratada, evitando así el sellado de la cavidad, la recidiva de la lesión cariosa. También se utiliza para tratar las exposiciones

pulpaes accidentales, tanto traumáticas como las que se producen involuntariamente por el material rotatorio cuando se está muy cerca de la pulpa, evitando efectuar el tratamiento endodóncico, siempre que no exista una patología pulpar previa. El laser CO<sub>2</sub> produce daño térmico en tejidos duros como el rompimiento, calentamiento y vaporización, causando una acumulación caliente instantánea en compuestos inorgánicos irradiados el cual dará como resultado la carbonización del compuesto orgánico y calentamiento del compuesto inorgánico.

La penetración del laser CO<sub>2</sub> es tan solo de 0.03 a 0.1 milímetros dentro del tejido blando, esto es suficiente profundidad en los vasos sanguíneos y vasos linfáticos, en comparación con el ND:YAG la penetración del laser es de 2 a 5 mm dentro del tejido blando.

El laser CO<sub>2</sub> produce una capa térmica (coagulación) en el sitio ablandado, dicha capa es de 100 a 300mm.<sup>16</sup>

Finalmente el laser CO<sub>2</sub>, modifica las propiedades físicas y químicas del esmalte y la dentina por medio de fusión y recristalización de sus estructuras y a su vez la volatilización, de las sustancias orgánicas una vez irradiado este. La resistencia se debe a la combinación de diversos factores los cuales son, aumento de dureza, disminución de la porosidad y de la permeabilidad.

### 2.1.1 Laser CO<sub>2</sub> Continuo

El tratamiento de dicho laser, consiste en emitir la luz con una intensidad de manera constante, y que pueda ser reflejada, absorbida y diseminada por el tejido dentario, ya que este laser puede aplicarse en superficies oclusales por lo cual puede usarse de manera preventiva.

Teniendo así una absorción de energía, que se realiza paulatinamente y que posteriormente producirá un incremento gradual de la temperatura del diente, hasta que se alcance una buena estabilización de la misma. El laser CO<sub>2</sub>

continuo, para que exista a una buena fusión del esmalte tiene que existir un aumento de temperatura de la estructura dentaria, transmitiéndola así a la cámara pulpar y con ello provocar daños a pulpa dental, a una temperatura mayor de 5°C ( grados centígrados ) ocasionando necrosis pulpar. <sup>13</sup>

### 2.1.2 Laser CO<sub>2</sub> pulsátil

La duración de laser CO<sub>2</sub> pulsado, es igual al tiempo de relajamiento térmico característico para el esmalte, por lo cual es menor de 100 microsegundos (ms) en longitudes de onda. Ya que el tiempo óptimo del laser CO<sub>2</sub> que es utilizado para la ablación o para la prevención de caries, debe estar en el orden del tiempo de relajamiento térmico para disipar la energía del laser aplicado. La pulsación se puede hacer con una frecuencia baja, significando que tenemos pocos o muchos pulsos, si la luz visible de la emisión del laser y la pulsación se hace con una frecuencia baja del pulso (hasta cerca de 30 pulsos por segundo) por lo que se considera que la luz está en centelleo. Ya que este tipo de laser pueda generar una menor temperatura, sobre los tejidos dentarios remanentes ocasionando por lo mismo un menor riesgo de daño pulpar. <sup>13</sup>

El componente mineral de los tejidos duros dentarios "hidroxiapatita", puede ser modificada por la radiación pulsada de laser CO<sub>2</sub> a 9.3 y 9.6 mm, esto con el fin de formar el componente mineral libre de bicarbonatos, lo cual lo vuelve mas resistente al ataque ácido. La energía aplicada a esmalte es importante ya que el empleo de longitudes de onda es de 9.3 y 9.6mm con una potencia de 200 mJ/P.

## 2.2 Laser ND:YAG

En 1964 fué desarrollado por Geusic, conformado por Neodimio, cristal de itrio, aluminio y granate.

En 1987 algunos investigadores, aprobaron el funcionamiento de este laser en tejidos mineralizados y fué acreditado por la FDA, Food and Drug Administration (Administración de Drogas y Alimentos).

Desde 1989 el laser ND: YAG, funciona dentro del campo de la Odontología. Ya que es un laser quirúrgico o duro, tiene una longitud de onda de 1.06  $\mu\text{m}$ . y se encuentra dentro del campo infrarrojo del espectro electromagnético. Es emitido con potencias próximas a los 100 watts. (es la potencia que eleva la producción de energía a razón de un julio por segundo).

Este laser tiene una gran afinidad por los pigmentos oscuros, más no por el agua por lo que no puede cortar esmalte ni dentina, solamente puede modificar (fundir).

Este laser tiene las siguientes características;

Corta tejido blando, vaporiza, coagula, esteriliza. <sup>2</sup> La luz laser de este equipo se transmite por fibra óptica, por lo que solo utiliza fibras ópticas de 200,300 y 400 micra. Siendo bastante conveniente ya que es llevado a cavidad bucal, hasta las zonas más difíciles de acceder sin problema alguno. Cuando aumenta la temperatura  $28.70 + 7.75$  c, no se encuentra exposición de los túbulos dentinarios ya que la superficie de la dentina

Expuesta al laser presentaba aspecto de esponja se observaban áreas de pigmentación desordenadas así mismo grietas grandes. <sup>2</sup>

Este laser puede llegar a ocasionar daño en la retina quemándola, por lo que debemos de cuidarnos con espejuelos claros.

Este laser ND:YAG, funciona de manera pulsátil, ya que se encuentra con potencias altas formándose así un gas caliente llamado plasma. Ya que este puede ser responsable por los efectos de coagulación, vaporización o corte y si no es enfriado causará daños a los tejidos circundantes. En odontología es aplicado en los tejidos dentales duros, remoción de caries, y tiene la función como desensibilizante.

White y cols, comunicaron que la modificación de la dentina estimulado por el laser aumentó la microdureza de la misma volviéndola mas resistente a la desmineralización por ácido (es decir a la caries).

Sin embargo en otros estudios han revelado que el laser ND:YAG sobre la pulpa varía mucho, ya que dependerá del grosor de la dentina remanente. Ejemplo, el flujo sanguíneo de la pulpa no cambia de modo significativamente tras la aplicación del laser al esmalte intacto, utilizando 10 mJ /10pps segundos.<sup>4</sup>

### 2.3 Laser excimer

El laser excímer es producido por una mezcla de gases, el término excímero significa dímeros excitados, que es lo que ocurre con esta mezcla de gases al pasar un flujo de electrones a través de ella en el interior de un tubo.

Estos equipos emiten un láser azul-violeta, con una longitud de onda de 193  $\mu\text{m}$  (nanómetros) y su mecanismo de acción es la fotoablación.

El cual consiste en romper los enlaces interatómicos moleculares de carbono en el nivel del estroma corneal, lo que produce desintegración y vaporización del estroma sin que se produzca colateralmente ningún fenómeno de transmisión de calor u otro fenómeno físico como los que caracterizan a otros láseres.

Estas propiedades del laser de excímer de Ar-F de 193  $\mu\text{m}$  el medio ideal, por el momento, para la corrección de ametropías.

El laser excímer emite pulsos de luz, con longitud de onda de 193  $\mu\text{m}$ , con una

fluencia de entre 180-200 mJ/cm<sup>2</sup>, que producen ablación de la córnea con precisión a razón de 0,25 m por pulso, con mínima distorsión del tejido adyacente.



## CAPÍTULO 3: LASER ER:YAG

### 3.1 Antecedentes Históricos

En 1974 es introducido por Zharikov y a principios de 1997, la (FDA), (Food and Drug Administration) (Administración de Drogas y Alimentos). aprobó la utilización de dicho laser en la universidad de ULM, ellos encontraron que el laser CO<sub>2</sub> causó carbonización, fusión y agrietamiento del esmalte, no visto con el laser de ER:YAG, este laser tiene la capacidad de remover partículas en una microexplosión y vaporización de ellas. Como lo muestra Fig. 9

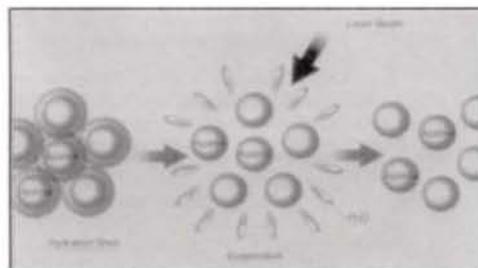


FIG.9

HoKe y cols, describen los efectos del laser de ER:YAG en el esmalte y la dentina cuando es combinado con agua. Ellos fueron capaces de producir una ablación controlada del esmalte y la dentina en dientes extraídos.<sup>14</sup>

La presencia de agua sobre la zona de trabajo, favorece el fenómeno de ablación. Minimiza la sensación dolorosa y evita la desecación de los tejidos duros.

Wigdor H., ABT Elliot, Ashrafi S., Joseph T. y Walsh Jr., compararon el uso de material rotatorio con el uso del laser de ER:YAG, sobre la superficie dentinaria.

R. Hübner y U. Keller lograron los primeros trabajos de operatoria dental llevadas a cabo en la universidad de ULM.<sup>14</sup>

En 1989 se publicaron los primeros artículos sobre el uso de laser ER:YAG en Odontología.

Nagasawa, observó la absorción de laser siendo de 300 µm en esmalte y dentina, ya que había una absorción de cristales de agua y un mínimo de apatita mineral.

### 3.2 Características del Laser ER:YAG

El Laser ER: YAG, es un laser que trabaja por medio de pulso con una frecuencia de repetición de impulsos comprendida entre los 4 y 50 Hz. De modo convencional en Odontología se usan con frecuencias que oscilan entre 5 y los 20 Hz. Posee un elemento sólido en su cavidad de resonancia. Y esta conformado por un cristal sintético por itrio (Y) aluminio (A) con impurezas de erbio (Er) y estructura de granate.

El laser ER: YAG, según sus aplicaciones clínicas, su medio activo y su longitud de onda, se clasifica como un laser quirúrgico, sólido e infrarrojo teniendo así una longitud de onda de 2 940 µm (nanómetros). Por lo que coincide con el máximo del espectro de absorción de agua (ya que durante la irradiación absorbe las moléculas de agua).

Produciendo así evaporación fototérmica lo cual produce microexplosiones. Trabaja por medio de impulsos que van de 200 a 300 ms (milisegundos) y la refrigeración mediante un aerosol de agua. Cada impacto produce un cráter de 0.5mm de diámetro y 1Mm de profundidad de los tejidos, lo que permite un perfecto control de la preparación y ausencia de lesiones en zonas adyacentes.<sup>9</sup>

El mecanismo de acción consiste en un haz de luz de alta energía producida por el laser, durante el corto tiempo de exposición concentrado en un pequeño volumen de tejido con un gran coeficiente de absorción, produciendo así un rápido calentamiento y la súbita evaporización de agua contenida en dichos tejidos, produciéndose microexplosiones los cuales dejan microcráteres expulsando así el material eliminado en

forma de micropartículas. A este procedimiento se le denomina ablación térmica.  
Fig., 10



Fig., 10

Cráter en esmalte, imagen en microscopio.

EL tejido no es completamente vaporizado, sino desintegrado en pequeños fragmentos. No existe carbonización y ningún daño térmico.

La eliminación de caries en dentina es más fácil removerla con el laser ER:YAG, por lo que los microorganismos causantes de la enfermedad provocan la proteolisis de la materia orgánica y así mismo la descalcificación de materia inorgánica, generando así sustancias ricas en agua. El laser ER:YAG, es

considerado como un laser quirúrgico ya que su aplicación es la interacción con la materia produciendo un efecto fotoablasivo , fototérmico y termoablasivo.

La estructura dentaria puede ser preservada, mientras el tejido cariado se elimina, ya que el esmalte y la dentina sana tienen un bajo porcentaje de agua en su composición estructural lo cual les permite no ser removidos por el laser mientras éste incide sobre el diente.<sup>9</sup>

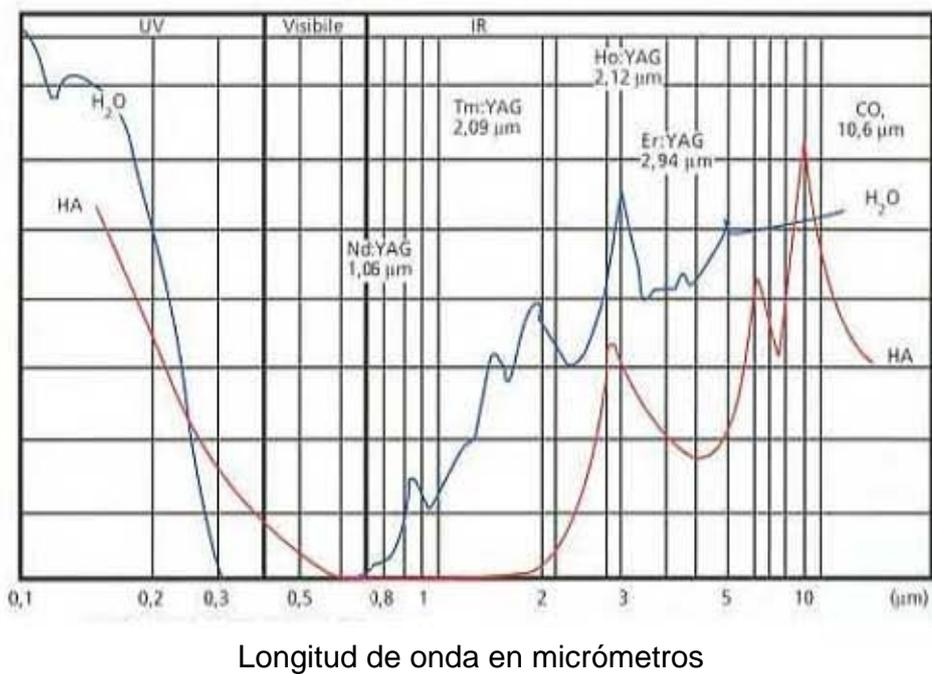


Fig.11 Esquema que ilustra donde se sitúa la absorción de la longitud de onda correspondiente a los 2,94  $\mu\text{m}$  a nivel de la hidroxiapatita y el agua.

El haz de luz del laser ER:YAG, como se menciona anteriormente posee una gran capacidad de absorción del agua y una gran afinidad por la hidroxiapatita. Cabe recordar lo sig;

- Esmalte sano esta compuesto 3,5 % de agua.
- Esmalte cariado presenta un 12% de agua.
- Dentina sana contiene 12% de agua.
- Dentina cariada que posee un 25% de agua.

Por lo tanto la dentina cariada tiene mayor ablación, mientras que en esmalte es más bajo. <sup>5</sup>

	Minerales	materia orgánica	Agua
Esmalte	95 %	1.8%	3.2%
Dentina	70%	18%	12%

Operatoria dental, barrancos Money. Cáp.7.

La energía laser causa:

- Liberación del grupo Hidroxyl (OH) en la hidroxiapatita
- Evaporación inmediata del H<sub>2</sub>O en los cristales
- Evaporación inmediata de la concha de hidratación.

Definiendo a la concha de hidratación como una capa de agua alrededor de la superficie de un cristal. Lo cual da como resultado, una capa eléctrica de doble carga de voltaje Zeta, lo cual es creada en la superficie del cristal con un campo eléctrico poderoso que inmoviliza una considerable cantidad de agua. (FIG.12) Este voltaje Zeta es importante en la permeabilidad iónica, particularmente en la dentina.<sup>5</sup>

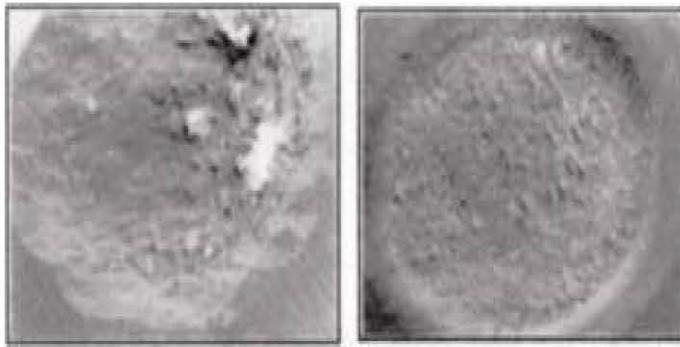


FIG. 12

Es importante contar con un spray de agua y aire efectivo. Durante la preparación laser, la temperatura en la pulpa se incrementará menos de lo que lo haría si se utilizaran los métodos tradicionales.<sup>5</sup>

El spray eliminará fragmentos de tejido suelto y permitirá el uso de energías y frecuencias de pulso más altas. Bajo los mismos parámetros, la ablación trabaja más efectivamente cuando se utiliza un sistema de spray de agua.<sup>5</sup>

### 3.3 Efectos del Laser ER:YAG, sobre Esmalte, Dentina y Pulpa

- Cráteres de bordes bien definidos
- Sin imágenes de lesión térmica
- Sin lesión en estructura adyacentes.



Fig.13 se observa esmalte fundido con bordes redondeados.



Fig.14 Formación de un cráter y ablación del esmalte<sup>9</sup>

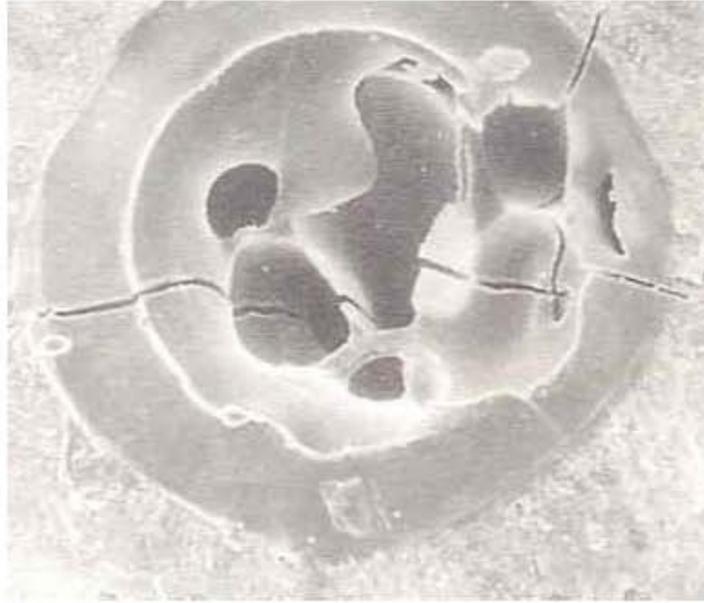


Fig.15 Cráter en esmalte causando lesión térmica con el laser CO<sub>2</sub>

Laser ER:YAG en los tejidos duros dentarios, se obtendrán los siguientes efectos de forma simultánea:

- Eliminación del tejido cariado
- Acondicionamiento del esmalte
- Acondicionamiento de dentina
- Esterilización de la cavidad
- Posibilidad de adhesión sin necesidad de grabado ácido
- Ausencia de dolor o molestias tolerables durante el tratamiento.<sup>9</sup>

### Acción sobre el Esmalte

- Cráteres cónicos e irregulares
- Bordes nítidos
- Superficie rugosa o escamosa
- Copos de ablación
- Sin cambios en la disposición en la estructura de los cristales de Hidroxiapatita.



Fig.16 cráteres en superficie del esmalte.

Trabajos realizados en el microscopio óptico y con el electrónico describen la acción sobre el laser sobre el esmalte.

Observándose así cráteres cónicos e irregulares de bordes bien definidos, sin imágenes, ni lesión térmica (no existen signos de fusión, reblandecimiento, fracturas ni carbonización) y sin lesiones estructurales en tejidos adyacentes.

Las paredes de los cráteres son rugosas, con imágenes de “copos o escamas”, (copos de ablación).<sup>9</sup>

## Acción sobre la Dentina

Los cráteres son semejantes a los provocados en esmalte de bordes nítidos, paredes rugosas, sin signos de lesión térmica, sin alteración en la estructura dentinaria y con imágenes de arrancamiento de tejido por el mecanismo de ablación.

La mayoría de los túbulos dentinarios se encuentran abiertos, la dentina intertubular esta erosionada y la peritubular forma una pared lisa en la luz de los canalículos.

No se produce capa de Smear layer, que aparece con los procedimientos mecánicos.

Pfister y cols, de la Facultad de Odontología de la universidad de Hannover, demostraron la esterilización de los túbulos dentinarios, tras la irradiación con laser de ER: YAG.<sup>9</sup>

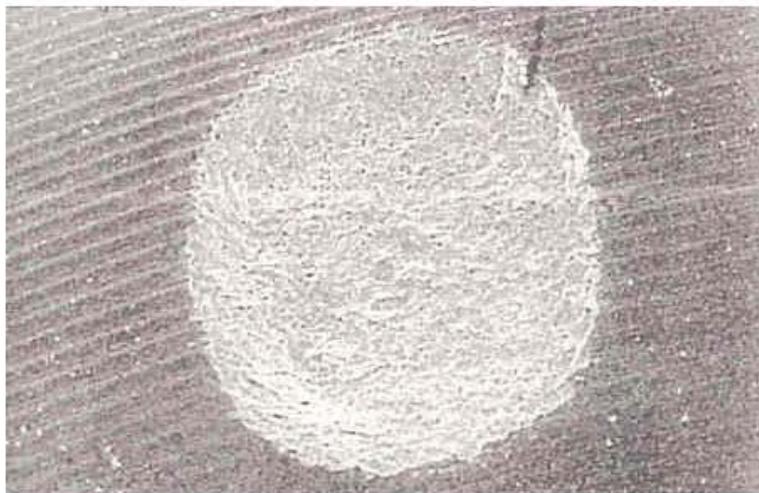


Fig.17

Cráter en dentina sin signos de lesión térmica.

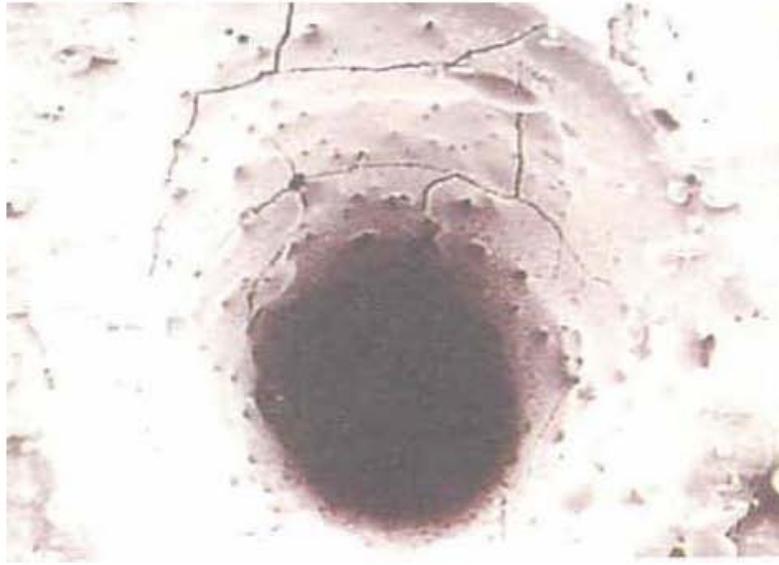


Fig.18

Cráter en dentina aquí si presenta lesión térmica ocasionada con el laser CO<sub>2</sub>.



Fig.19

Con laser ER:YAG, Cráter en dentina, túbulos dentinarios abiertos.<sup>9</sup>

## Acción sobre el Tejido Pulpar

El umbral crítico que no debe excederse es un aumento de temperatura de más de 5°C. En 1965, Each and Cohen mostraron que un incremento de temperatura de 6.1°C irrita las fibras C aferentes. Como resultado, neuropéptidos son liberados y se crean cambios hiperémicos en la microcirculación. Esto lleva a una inflamación neurógena.

Un incremento de temperatura de 7 a 8°C produce una desnaturización de las proteínas y una necrosis irreversible de las células y tejidos. Arriba de los 49°C, toda la circulación sanguínea de la pulpa se detiene y causa necrosis completa.

El laser Er:YAG, a diferencia del CO<sub>2</sub> o el laser Excimer, no produce ablación térmica. Una investigación por microscopía electrónica muestra que no hay cambios térmicos tal como fusión o carbonización. Con el enfriamiento apropiado del agua, solo un incremento de 5°C se puede medir en el tejido adjunto.

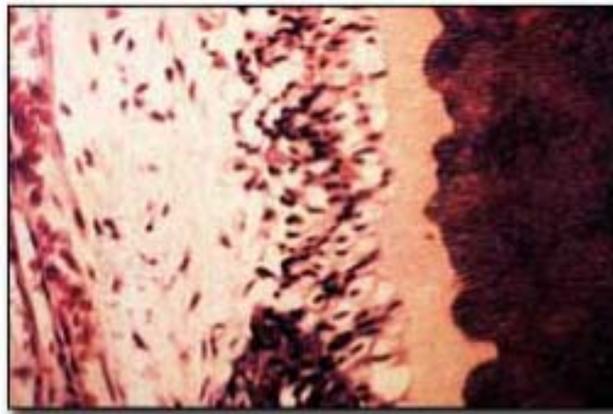


Fig. 20 laser ER:YAG en tejido pulpar.

Note la apariencia normal de la capa odontoblástica en el área tratada.

Esto es menos que con las preparaciones tradicionales.

La investigación histológica con experimentos en animales ha mostrado que durante la preparación en la proximidad de la pulpa, y hasta cuando se abre la cámara pulpar con un laser Er:YAG, solo aparecen cambios reversibles, seguidos

de una formación de dentina terciaria o reconstructiva (puentes de dentina).

Graber and Gutknecht encontraron los mismos resultados con experimentos in vivo en terceros molares humanos.

Los efectos térmicos pequeños, la ausencia de presión y fricción y la ausencia de vibración y sonido agudo permiten que las preparaciones sean efectuadas sin anestesia en la mayoría de los casos.

Si se realiza la ablación en esmalte y dentina lejana a la pulpa, no se producirá ninguna reacción pulpar ya que no se encontrara hiperemia, dilatación de vasos y formación de nueva dentina.

Y si se lleva acabo la ablación en dentina a la cámara pulpar, se producirá la siguiente reacción:

- Fenómenos de hiperemia y dilatación vascular
- Si se lesionan odontoblastos las células mesenquimatosas indiferenciadas se diferencian en nuevos odontoblastos
- De la 4 a 6 semanas comienza la formación de nueva dentina ya que a las 8 semanas se ha formado una zona de 200 mm de espesor en la nueva dentina con ausencia total de fenómenos inflamatorios.

### 3.4 Adhesión a Esmalte y Dentina

El efecto que tiene el laser ER:YAG sobre el esmalte y dentina, dejarán los tejidos en condiciones adecuadas para realizar las técnicas de adhesión con resinas compuestas, sin necesidad del grabado ácido fosfórico tradicional.

Sobre el esmalte, se obtiene un patrón microretentivo similar al obtenido con el grabado ácido. Se alcanzaron valores de adhesión similares, pero en imágenes obtenidas con microscopio electrónico de barrido, se observa que la resina compuesta no es capaz de llenar por completo todos los espacios entre los cristales de los pequeños cráteres creados por el laser, lo que se podría mejorar utilizando una resina mas fluida.

Sobre la dentina, la microscopia electrónica de barrido señala que el laser de ER:YAG, produce apertura de los túbulos dentinarios y una superficie idónea para la adhesión con mayor contenido mineral obteniendo mayores fuerzas de unión.<sup>15</sup>

El laser ER:YAG también puede utilizarse para eliminar diversos materiales de obturación como resinas, vidrios ionoméricos y silicatos sin embargo su uso está contraindicado en la remoción de materiales que transmitan calor fácilmente como las incrustaciones metálicas y las amalgamas de plata. <sup>15</sup>

Así mismo, es de gran utilidad para el micrograbado de resinas antiguas, previo a la adhesión y superposición de resinas nuevas, así como para el micrograbado de resinas diversas de laboratorio en técnicas indirectas (incrustaciones estéticas indirectas). <sup>15</sup>

### 3.5 Ventajas, Desventajas del Laser ER:YAG y sus Indicaciones

#### Ventajas

- Crea un acondicionamiento en la superficie de esmalte o dentina en reemplazo del grabado químico para su adhesión.
- No es necesario la aplicación de anestesia infiltrativa ni antes ni durante el procedimiento.
- Disminuye el tiempo operacional para el odontólogo, por omitirse la aplicación de anestesia local y la aplicación del grabado con ácido fosfórico para el acondicionamiento del esmalte.

- No produce dolor alguno en la mayoría de los procedimientos de remoción de caries, siempre y cuando se regulen los parámetros de energía utilizada en cada caso.
- No posee efectos nocivos a la pulpa dental por poseer una adecuada refrigeración.
- Muy favorable para los pacientes, por disminuir en ellos, el estado de ansiedad generados por el tratamiento convencional con turbina.
- Con la aplicación del laser ER:YAG, muchos casos deberán ser realizados con turbina, en especial donde se encuentre previamente una restauración metálica tipo amalgama.
- Con su eficiencia, el laser ahorra tiempo, elimina algunos pasos, combina y simplifica otros e introduce nuevas y elegantes soluciones a problemas tales como la hipersensibilidad. En síntesis: mejor odontología en menos tiempo.
- La precisión del laser permite el control exacto al odontólogo, haciendo posible el tratamiento interceptivo de la enfermedad y ayudando también a evitar la destrucción del tejido saludable.
- Campo seco, la virtual ausencia de hemorragia durante los procedimientos con láser reduce el peligro de infección tanto al paciente como al odontólogo, y permitiendo mayor visualización operatorio.
- La capacidad del Laser para destruir bacterias realza todos los procedimientos en que éste se utiliza y es la base de su capacidad para efectuar curetaje subgingival y la esterilización de conductos radiculares.

- Los pacientes tratados con Laser informan que no sienten dolor. Aunque ocasionalmente puede requerirse la anestesia, ésta puede eliminarse en muchos casos. Esto ofrece una nueva oportunidad a muchas personas que evitan ir al dentista por miedo al dolor y elimina por fin la asociación entre la odontología y el dolor.
- 98% silencioso a comparación con la turbina.

### Desventajas

- No es recomendable, para preparaciones en prótesis fija.
- No se usa en dentina reblandecida y en zonas cercanas a pulpa como tampoco junto a tejidos blandos.
- Se debe tener especial protección en los ojos y mucho más en pacientes que utilizan lentes de contacto.
- Comparando el laser con la técnica convencional y con instrumento rotatorio, podemos hallar en el segundo caso la presencia de barrido dentinario (Smear layer) residual el cual es importante que sea descontaminado.
- Por lo que el laser ER:YAG tiene un alto poder bactericida aplicado en bajos niveles de energía, lo cual impide la posibilidad de recidiva y el fracaso de la restauración.

### Indicaciones

- Tratamiento de caries dental
- Realización de cavidades clase, I, III Y V
- Tratamiento de los tejidos duros del diente.
- Grabado del esmalte y dentina
- Tratamiento de las superficies de adhesión y técnicas directas e indirectas.
- Eliminación de algunos materiales.



## CONCLUSIONES

Han pasado mas de cuarenta años desde que fué inventado el primer laser y aun en las investigaciones y aplicaciones, el uso del laser ER:YAG en Odontología Restauradora únicamente se puede utilizar como alternativa a los instrumentos rotatorios tradicionales, en la eliminación de caries y preparación de cavidades clase I,III y V, también puede ser utilizado en todos los procedimientos de Odontología Adhesiva, tanto de técnicas directas como indirectas .

Aunque el alcance de las aplicaciones del laser, lo hace el instrumento mas versátil que jamás haya estado disponible para los odontólogos debido a sus ventajas biológicas, estéticas y psicológicas.

El laser no sustituye los conocimientos, tampoco algunas técnicas habituales de tratamiento ya que es un adelanto tecnológico que presenta muchas limitaciones y día a día tenemos que estar actualizándonos, para brindar un buen tratamiento a los pacientes.

De tal manera hay que contar con los conocimientos adecuados en el diagnóstico del paciente para poder ofrecer al mismo, un tratamiento adecuado en los avances tecnológicos en la odontología restauradora.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aschheim K, Barra G., Odontología Estética. 2ª ed, 2002, ED Eiscuvier Scince. Pp 441-445.
2. Asociación Dental Mexicana. Láser Odontología Actual .año 2000, N °15, Pp.29-31.
3. Barrancos Money J. Operatoria Dental 3ª ed. Buenos Aires, ED panamericana; 1999, cáp. 7.
4. Cohen S. Endodoncia. Los Caminos De La Pulpa. ED Médica panamericana, 5ta edición, Buenos Aires Argentina 1995. Pp 581-586.
5. Di Stefano R. Laser ER:YAG Como Alternativa En La Practica Odontológica Operatoria. ED. Acta Odontológica Venezolana, 2003.
6. Kenneth W.Aschheim Barra G. Odontología Estética 2ª edición, 2002 ED, Eiscuvier,Pp 441\_443.
7. Lars Hode Tuner J. Laser Therapy In Dentistry and Médecine ED prima books, 2002, Pp.14-20.
8. Longbottom C,Pitts N.B. CO<sup>2</sup> Laser and The Diagnosis of Occlusal Caries.Vol. 21, N°4, Aug 1993, Pp 234-239.

9. Materiales Dentales, Quintessence (ed.esp) volumen 11, numero 4,1998, Pp. 264\_269.

10. Miyuki Sasaki K, Watanabe H. Periodontology, Lasers in Nonsurgical Periodontal Therapy. Vol. 36, 2004, Pp 59-65.

11. Natera G.A. Usos Del Rayo Laser En Odontología Restauradora I Parte. ED Acta Odontológica Venezolana, Vol. 38, N°1, 2000.

12. Natera G.A. Usos Del Rayo Laser ERBIUM:YAG En Odontología Restauradora II Parte. ED. Acta Odontológica Venezolana, Vol 40, N°1,2002.

13. Rezende Fortes L,Cardoso Villela L. Effects of the Carbon Dioxide Laser (CO<sub>2</sub>) Over the dental tissues.2003.Departamento de la Universidad de Taubate.

14. Pérez Ayala A. El Laser De Media Potencia y Sus Aplicaciones en Medicina. Lasertech, Vol.2, junio1990.Pp33-41.

15. Treviño Bazan E. Lasers en Odontología. Vol. LVII,N °4, julio - agosto, 2000,Pp 137-142.

16. Wavelengths, official publication of the academy of laser Dentistry Winter 2002, Vol 10, N° 1, Pp 9-11.