



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



USO DE LÁSER TERAPÉUTICO EN EL
POSTOPERATORIO DE CIRUGÍA DE TERCEROS
MOLARES.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

IAN ARTURO CANIZAL MENDOZA

TUTOR: C.D. MUÑOZ CANO CHÁVEZ ALEJANDRO

ASESOR: Esp. CORTÉS BASURTO JOSE LUIS
ANTONIO

MÉXICO, Cd. Mx.

2020



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

No existe alguna manera ni palabras para poder expresar todo lo que siento por mis padres, ya que juntos y cada uno a su manera son mis ejemplos a seguir, todo lo que me han enseñado, me ha llevado a este punto de mi vida y ser la persona que soy. Agradacerles, por que a medida que avanzaba, el camino se tornaba cada vez más difícil, ellos nunca se dieron por vencidos, jamás flaquearon, si no que me demostraron todas aquellas aptitudes y valores que se necesitan para poder salir adelante. Agradezco su atención completa, ya que jamás me faltó algo para poder seguir adelante, pero sobre todo que siempre estuvieron cuando los necesite y de verdad valoro todos los sacrificios que hicieron por mi.

A mis hermanos, por que siempre tuve cómplices en quienes confiar, siempre pude contar con ellos no importaba la situación. Por su facilidad de hacerme reír cuando no eran mis mejores momentos. Y sobre todo por su confianza al ayudarme en la escuela.

Amigos y familiares, a todos y cada uno de ellos, agradezco igualmente la confianza al ser mis pacientes sabiendo que podía fallar, por que con su granito de arena ahora estoy concluyendo mi formación. A mi novia, por que con ella he crecido personalmente de una manera que no imaginaba, le agradezco su paciencia y sus consejos, pero sobretodo los momentos que comparte conmigo incondicionalmente.

A cada uno de ustedes les agradezco infinitamente, su tiempo, sus palabras pero sobre todo su compañía.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. LÁSER.....	2
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....	8
1.3 PROPIEDADES DE LA LUZ.....	10
2. LÁSER TERAPÉUTICO.....	11
2.1 INTERACCIÓN CON TEJIDOS.....	11
2.2 COMPOSICIÓN Y ACCIÓN.....	13
2.3 CLASIFICACIÓN.....	17
2.4 INTERACCIONES BIOLÓGICAS CON LOS TEJIDOS.....	23
2.4.1 TÉRMICA.....	23
2.4.2 QUÍMICA.....	23
2.4.3 MECANISMO DE ACCIÓN BIOLÓGICO.....	24

3.FUNCIÓN DE LÁSER TERAPÉUTICO EN TERCEROS MOLARES.....	26
3.1 HEMOSTASIA Y ANGIOGÉNESES.....	26
3.2 ANALGESIA.....	27
3.3 INFLAMACIÓN.....	30
3.4 CONTROL DE INFECCIÓN.....	32
3.5 HUESO.....	33
3.6 TEJIDO CONECTIVO.....	33
3.6 TRISMUS.....	34
4. INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	35
5. CONCLUSIONES.....	38

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cirujano dentista tiene que hacer uso de las herramientas tecnológicas e irse actualizando, ya que los pacientes poseen información al alcance de su mano con lo que pueden cuestionar nuestro trabajo, instrumentos o procedimientos.

Específicamente cirugía es un área donde los pacientes piden un tratamiento eficaz y rápido, ya que ellos necesitan incorporarse a su vida diaria lo antes posible. Entonces es cuando el cirujano dentista tiene que ver todas las opciones para que el diagnóstico sea el mejor, el tratamiento excelente y el postoperatorio consentidor. Por lo que una buena herramienta es el uso de LÁSER terapéutico.

El LÁSER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) terapéutico es poco usado ya que no se conocen todas las propiedades y beneficios que le puede otorgar al paciente, como pueden llegar a ser sus cualidades analgésicas, regenerativas, antiinflamatorias y de cicatrización. Siendo éste, un avance tecnológico modificado al área médica, teniendo entre ellos muchos beneficios y pocas limitantes.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer de una manera sencilla, importante y sobre todo entendible: la historia, los diferentes equipos, sus propiedades, el mecanismo de acción del LÁSER con el sistema biológico, así como sus indicaciones y contraindicaciones.

LÁSER

ANTECEDENTES

Desde la antigüedad algunas civilizaciones como la egipcia y maya ya utilizaban la terapia lumínica aprovechando las propiedades del sol, haciendo extractos de plantas para posteriormente aplicarlo en piel y por último colocar al paciente debajo del sol para curar el vitiligo. (1)

Los griegos entendían que la luz solar poseía propiedades que el cuerpo humano aprovechaba de manera natural. En base a ellos posteriormente surge la práctica llamada fototerapia. (2)

Para el siglo XVIII y XIX, Niels Finsen usa la luz artificial (ultravioleta) como medio terapéutico, para curar la psoriasis y vitiligo.(3)

Max Plank en 1901 empezó a hablar de la teoría cuántica con lo cual se pudieron entender algunos principios físicos de la luz. Posteriormente Bhor en el año de 1913, describe su propio modelo atómico, teniendo una idea más acertada de como era un átomo realmente y el cual seguimos usando hasta la actualidad, para que posteriormente Albert Einstein en 1917, describiera la estimulación y amplificación de la energía, que sería la base de la física cuántica para poder entender el comportamiento de la luz y así empezar a construir no solo el LÁSER, si no dispositivos de uso diario así como medios de destrucción masiva. (2,3)

Se podría decir que 1958, Charles Townner y Weber crean el precursor del LÁSER que es el MÁSER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of

Radiation) donde amplifican la radiación con una emisión estimulada con longitud de onda dentro del espectro electromagnético. (4)

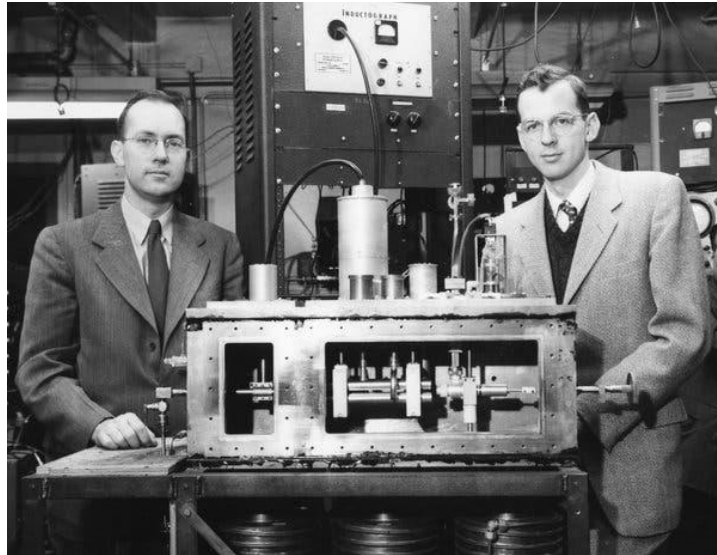


Figura 1: Tower y Weber con MASER

Charles Towner y Arthur Schawlow en el mismo año demuestran que la emisión estimulada se podía reproducir dentro del área lumínica del espectro electromagnético. (1)

Theodore H. Maiman fue el precursor del uso de LÁSER en un ambiente diferente al bélico, y construye el primer LÁSER de rubí con una longitud de onda de 694 nm. Después de este invento se aceleró la investigación y los avances en diferentes áreas para su utilización. (2,3)

En 1961 se inician investigaciones y aplicaciones de LÁSER en todas las áreas. Pero en 1963 se inician las investigaciones en el campo dental por Stern, Sognnaes y Goldman.(1)

En los años 60`s se inventan los LÁSER de He:Ne (Johnson), de Ar (Bennett) y CO2 (Patel).

Los hermanos Myers usan el laser Nd:YAG en clínicas para tratamientos de cirugía en pacientes, obteniendo excelentes resultados.

La FDA (Food and Drug Administration) en 1989 aprueba el uso de LÁSER y aumenta su investigación. (1)

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

La radiación electromagnética se encuentra dentro del campo electromagnético, el cual consiste en un sistema tanto eléctrico como magnético, de ahí su nombre, el cual se puede ir representando o clasificando por la frecuencia de las ondas que se encuentran dentro de éste, se puede dividir en 3 zonas principales:

Radiación ionizante: Es invisible al ojo humano, esta radiación es absorbida si se llega a exponer a tejidos biológicos, dado que a energía que transmiten es muy alta, puede alterar material genético por lo que puede causar problemas mutágenos. En estos se pueden encontrar los rayos Gamma, X y UV.(5)

Espectro visible: Su rango comienza a partir desde los 380 nm a los 760 nm. Aquí se encuentran los rayos de color, por lo que el ojo humano si puede detectarlos.

Radiación no ionizante: Este a su vez se divide en dos; Infrarrojo, que posee un efecto térmico y aquí se encuentran las longitudes de onda de los láseres y ondas de radio donde se encuentran las microondas y las ondas de tv y onda cortas de radio.(5)

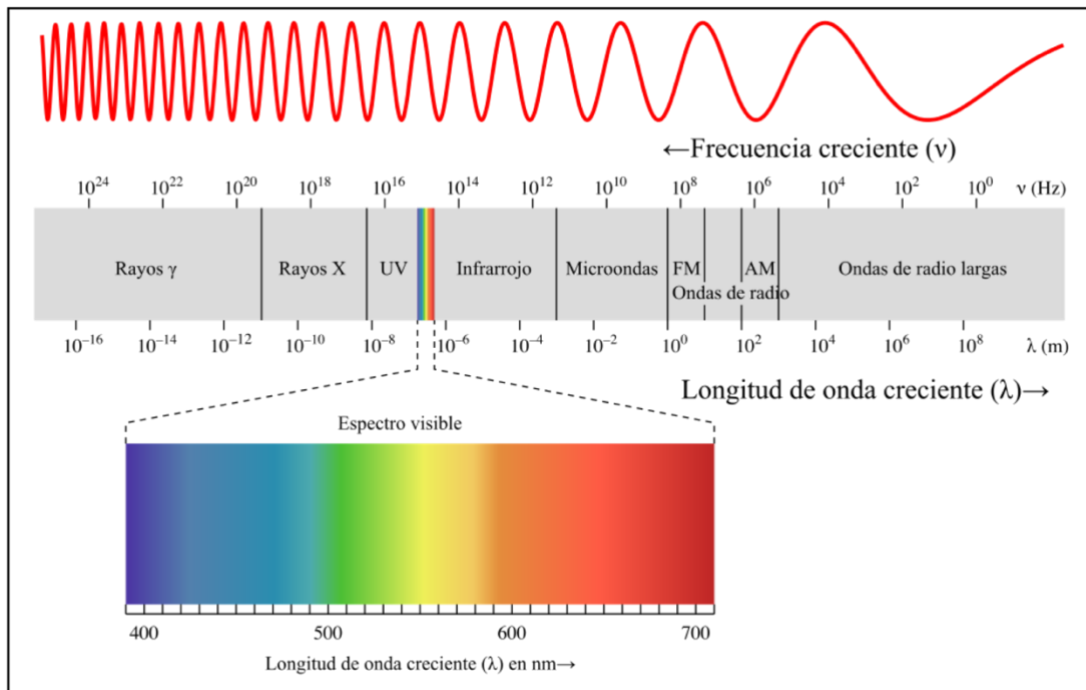


Figura 2: Rango del Espectro Electromagnético

La longitud de onda determina la energía y a su vez el color si se encuentra dentro del espectro electromagnético visible. (2)

Por lo que describiremos las propiedades de las ondas, las cuales le darán una característica importante a cada rango y por lo tanto una diferencia dentro del espectro electromagnético.

Amplitud: Es el punto de elongación de una cresta conforme a su posición de reposo. (2,4)

Periodo: Es el tiempo que tarda una onda en dar una oscilación completa. (2,4)

Longitud de onda: Es la distancia que recorre una onda en dar una oscilación completa y antes de iniciar un ciclo nuevo.

Frecuencia: Es el número de veces que se repite la onda en una unidad de tiempo. (2,4)

PROPIEDADES DE LA LUZ

Para empezar a hablar de LÁSER, tenemos que definir algunos conceptos base acerca de las propiedades de la luz que emitirá y que son la diferencia a una emisión de luz ordinaria.

Monocromática. La luz posee diferente tipo de ondas por lo que cuando únicamente se puede emitir una sola, entonces la luz se proyectará de un solo color (2,5)

Colimación: Todas las ondas de un solo color poseen una misma longitud de onda por lo que serán paralelas entre sí, y cuando sean emitidas no tendrán divergencia alguna. (2,5)

Coherente: El rayo que compone el haz de luz, está compuesto por ondas que todas coinciden en sus crestas si se colocaran una sobre otra. (2,5)

Direccional: La transmisión de la energía es en un sentido. (5)

LÁSER TERAPÉUTICO

INTERACCIONES DEL LÁSER CON TEJIDOS

Reflexión: Cuando un haz de luz es emitido, este se reflejará en la una angulación proporcionalmente contraria, por lo que no tendrá una penetración alguna en un tejido. (6,7)

Transmisión: Las ondas aquí lograrán pasar a través de los tejidos sin tener alguna interacción. (6,7)

Absorción: es la cualidad de un tejido para captar una onda específica. Se puede transferir energía dependiendo de la consistencia, el color del tejido y el agua que contiene. (6,7)

Dispersión: Es cuando la energía penetra el tejido, sin embargo no sigue una línea recta por lo que se distribuye pero no se observa ningún efecto o cambio en el tejido. Esto es debido a diferentes factores como: el calor. (6,7)

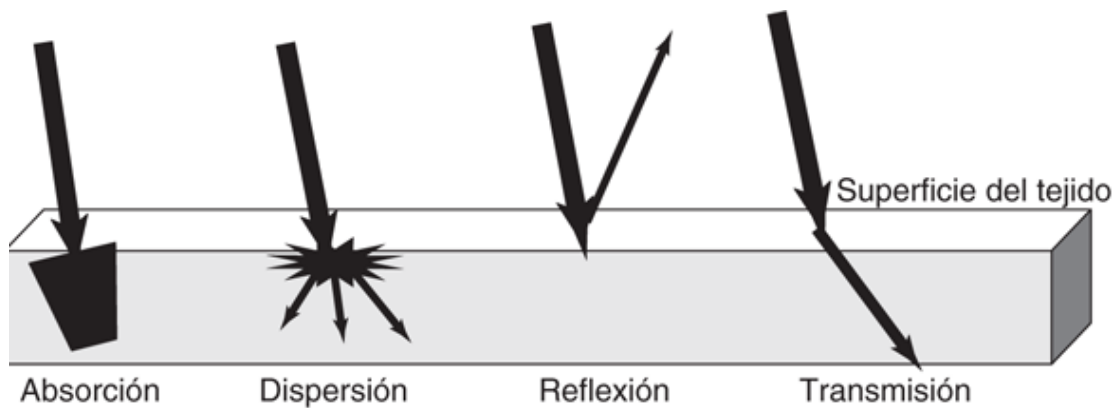


Figura 3: Interacción de luz con tejidos

La interacción entre la luz y los tejidos siempre será dado por dos factores:

- La longitud de onda específica del LÁSER.
- Las características del tejido al cual se le emite la luz.

Otros factores no menos importantes pero si que podemos manipular son:

- El nivel de potencia
- Densidad/Fluencia
- Velocidad
- Tiempo
- Forma de trabajo (Pulsado o continuo)

Todos estos factores controlados hacen que tengamos el resultado deseado sobre los tejidos.

COMPOSICIÓN Y ACCIÓN

Un LÁSER consta de algunos elementos básicos en su funcionamiento. Los cuales constan de:

Fuente de excitación/bombeo: éste provee de energía, la cual, será absorbida y transformada por el medio activo. Ésta energía puede ser eléctrica, otro láser, o una bombilla de luz intensa. (3,8)

Cabeza LÁSER/Resonador óptico: Aquí se encuentra el medio activo, el cual, es la sustancia que será estimulada para poder producir los fotones.

De igual manera en el interior se encuentran un par de espejos reflectores (uno anterior y otro posterior), su función es contener a los átomos dentro de la cavidad para que los fotones a su vez sigan amplificando su número, solo uno de los dos espejos (el anterior) es parcialmente reflejante ya que se necesita que por algún lado salgan los fotones estimulados, estos saldrán de una manera intensa, coherente y monocromática. (3,8,9)

Panel de Control: Es la fuente de operaciones, en la cual se encuentra la potencia, duración, modo y acciones que hacen que el uso del LÁSER sea más fácil de utilizar. Debe de contar con una llave maestra que debe ser insertada para la operación del LÁSER. (3)

Sistema de entrega: es el dispositivo que transmite el rayo de la cabeza LÁSER al tejido. (3)

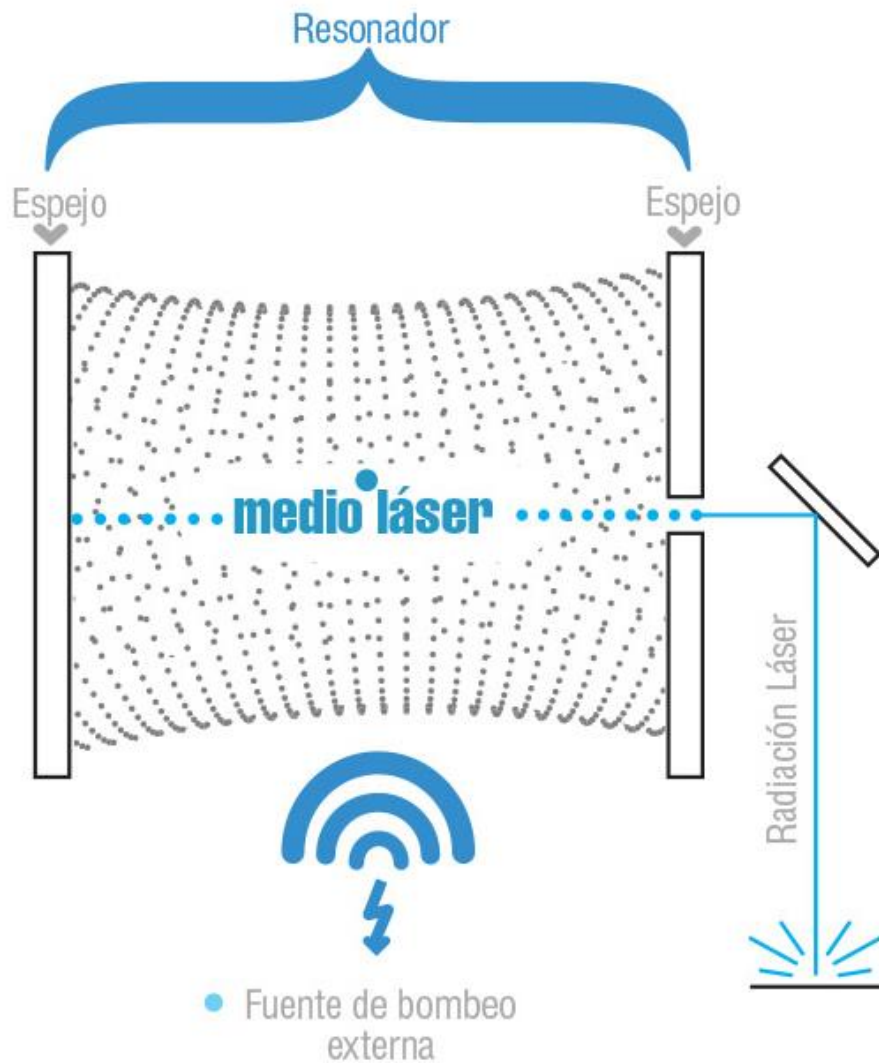


Figura 4: Composición interna de un equipo LÁSER

Componentes Auxiliares: Son aditamentos que se necesitan para la producción de la energía láser. Dependiendo del sistema láser son requeridos diferentes componentes. (3)

Sistema de refrigeración: La energía que saldrá del láser se transformara en calor. Por lo que se necesitará un sistema que ayude a enfriar o refrigerar y no se sobrecaliente.

La consola: es una carcasa protectora para los componentes dentro del LÁSER.

La profundidad de la penetración depende de la potencia/intensidad, el diametro del haz del LÁSER y la duración de la exposición. Donde si el haz de luz es pequeño se concentrará mejor, requiriendo menor potencia. (3)

MECANISMO DE ACCIÓN

Para que el fenómeno de la emisión estimulada se dé, tenemos que revisarlo de una manera atómica. La cual consiste en la liberación de energía.

Un átomo posee diferentes niveles de energía en los cuales orbitan electrones con carga negativa, estos giran alrededor de un núcleo positivo. Esta conducta se conoce como estabilidad atómica.

Esta estabilidad se ve afectada cuando el átomo recibe una estímulo externo, por lo que el átomo entra en una fase de excitación, la cual consiste en que los electrones brincan a una órbita superior. (3,8)

Generalmente, sucede el proceso de emisión espontánea, lo cual consiste en que se genera una pequeña energía (llamada fotón) la cual es liberada y el átomo regresa a su estado normal o de reposo. Sin embargo en la emisión estimulada esto cambia, cuando el átomo se encuentra en su estado de excitación, llega un fotón con la misma energía y choca contra el átomo provocando la generación ahora no solo uno si no dos fotones con la misma dirección. (8,9)

La luz convencional es un conjunto de ondas desorganizadas, a diferencia del LÁSER que su haz esta compuesto por luz organizada.

Emisión estimulada en un cavidad del laser con espejos

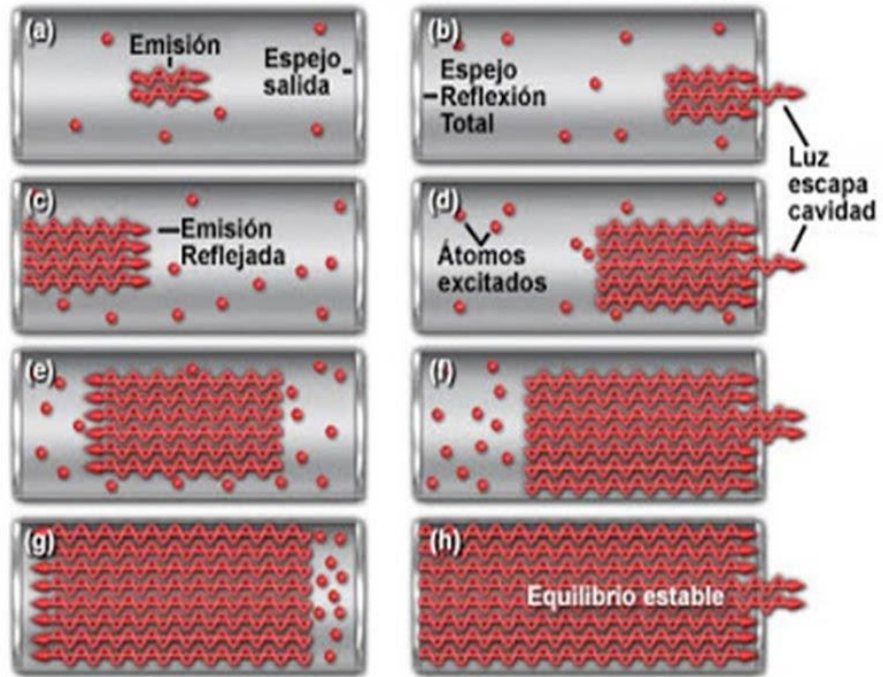


Figura 5: Mecanismo de Acción en los átomos

CLASIFICACIÓN

- Por su potencia.
- Por su medio activo.
- Por su tipo de emisión.
- Por seguridad.

De Alta potencia/Quirúrgicos:

Estos equipos poseen la cualidad de generar una gran concentración de energía en un área reducida, por lo que su corte es preciso, tienen efectos de coagulación y vaporización. (8)

De Baja potencia Terapéuticos:

A diferencia de los de alta potencia, no poseen una precisión exacta, sin embargo no poseen efecto térmico, por lo que el calor se dispersa y este a su vez produce efectos de bioestimulación celular, alivio del dolor, una cicatrización acelerada por lo tanto una regeneración tisular rápida. (8)

MEDIOS ACTIVOS

Sólidos

Fue el primero en construirse en 1961.

Son equipos de cristal, los cuales el medio activo es un material ópticamente transparente mezclado con una impureza llamado dopante.

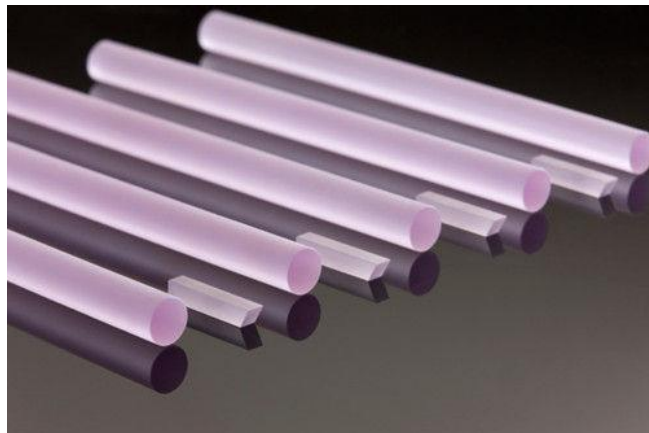


Figura 6: Cristal YAG

El dopante es el que produce la energía LÁSER.

Y el cristal es escogido por su conductividad térmica, fragilidad y su estabilidad mecánica y óptica. Usando como cristal, YAG (itrio, aluminio y granate) recubiertos con Nd (Neodimio, siendo este el mas estable dentro de los lasers solidos), Er y Ho. Existen mas medios activos como lo son Erbium y Holmio.

Estos equipos aunque se encuentran en un rango de infrarrojo, están por arriba de lo que se necesitaria para poder estimular a las células de una manera adecuada. Estando en un rango de 2940 (Er) y 2100 (Ho) nm.

Por lo general, se usa con una frecuencia de 800 a 1,064 nm encontrandose en el rango de infrarrojo. (1,2,3,4,10,11)

Láser Diodo.

Este LÁSER sigue siendo sólido sin embargo su diferencia radica en que emplean cristales semiconductores y estos convertirán de una manera más eficiente la energía eléctrica en radiación.

Estos equipos poseen una longitud de onda que oscila entre los 630 y 980 nm, abarcando tanto el espectro visible como el infrarrojo.

GAS

Las moléculas de un medio gaseoso son excitadas cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellas. Se usan dos gases, uno como medio activo y el otro como medio congelante.

Como ejemplos se encuentran gases como CO₂ y Xe. Los láseres de gas, poseen una longitud de onda desde los rayos UV, hasta las de infrarrojo.

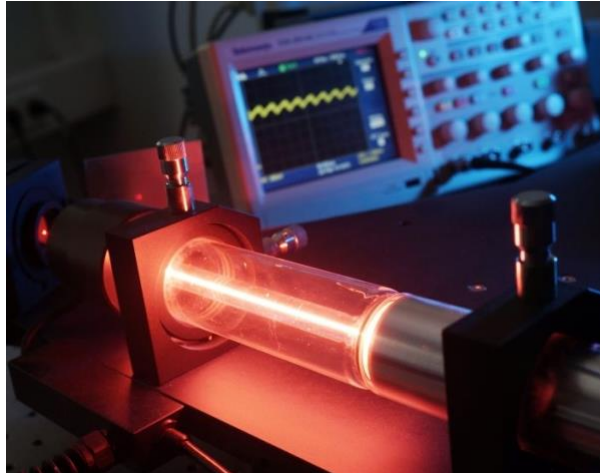


Figura 7: LÁSER con medio activo de GAS

También se encuentran de Ar y Kr y su frecuencia oscila entre los 350 a 800 nm.

Su uso radica en cirugías donde se necesite una precisión mayor o exacta, su longitud de onda sobre pasa el rango para poder realizar una bioestimulación, sin embargo se usa mayormente como procedimientos como la dermoabrasión o corte. (1,2,3,4,10,11)

LÍQUIDO

El medio activo es un tinte orgánico que se disuelve en agua o etanol. Este es activado por un rayo, el cual produce una amplia gama de ondas. Y se le

denomina sintonizable ya que se pueden alcanzar diferentes longitudes de onda en un mismo medio activo.

De todos los lasers se podría decir que éste es el que requiere mayor cuidado, mantenimiento por lo tanto el menos confiable. (1,2,3,4,10,11)

EMISIÓN

Una variabilidad del LÁSER que podemos controlar es la duración.

Es cuando podemos interrumpir o emitir de manera precisa en tiempos, la duración del LÁSER. Dando así una dosis exacta de energía en el tiempo que queremos, para así obtener la energía que requerimos en una zona determinada para poder inducir un efecto deseado.

Tenemos dos maneras de emitir energía de un LÁSER, de manera pulsada o continua. (8)

Pulsátil:

Estos generan un pico o una potencia máxima de mayor magnitud pero solo es por periodo breve. La ventaja de esta forma de emisión es que no se almacena el calor en el tejido provocando necrosis. (2,8)

Continuo:

La emisión como lo dice su nombre, no es interrumpida en ningún momento. Aquí la penetración es suficiente para transmitir el calor, teniendo una mayor hemostasia. (2,8)

SEGURIDAD

Aquí el LÁSER se va a clasificar por el peligro que se obtiene al emitir su luz. Se clasifican en 4 clases:

Clase 1: Éstos equipos son seguros, ya que poseen una salida de luz de baja potencia. Siendo seguro para que el ojo humano no tenga secuelas si se llegara a exponer a ese tipo de radiación indirectamente.

Por lo que hay una clasificación nueva llamada 1M que coloca a aquellos laseres que no dañan el ojo humano a una exposición directa.

Clase 2: Su espectro abarca la luz visible, por lo que solamente se tendría que retirar la vista del haz de luz para no tener algún daño. Sin embargo si por alguna razón se esta trabajando con algún instrumento óptico que modifique la amplitud de la onda entonces podría tener repercusiones.

Clase 3: La radiación aunque sea corta puede ocasionar daño óptico e incluso en algunos casos la piel. Para este LÁSER se necesita un personal capacitado e instruído para manejarlo.

Clase 4: Aquí el riesgo en ojos y piel es muy alto, de hecho hay peligro con materiales flamables ya que el haz de luz puede reaccionar con ellos. (9)

INTERACCIONES BIOLÓGICAS CON LOS TEJIDOS

INTERACCIÓN FOTOTÉRMICA

Este proceso se dará por el aumento de calor absorbido por el tejido. Por lo que la energía transmitida hará una reacción de tipo excitable en estructuras internas de los tejidos. Por lo que se recomienda siempre el uso de la modalidad pulsada, ya que aunque tenga un pico de emisión de energía también posee el tiempo adecuado para que la misma energía sea liberada y no haya un acúmulo de ésta.

Para un mayor efecto cuando se use el LÁSER, tenemos que disminuir el tiempo el cual se expone, pero elevando la potencia o intensidad con la que se emite. (2)

INTERACCIÓN FOTOQUÍMICA

Aquí la interacción radica en que el tejido absorberá el haz de luz por lo que habrá reacciones químicas como consecuencia de dicha absorción². Este efecto se dará con tiempos relativamente largos de exposición con baja potencia del LÁSER, para no obtener un calentamiento en el tejido. (10)

La mitocondria es un organelo en la célula, la cual servirá como cromóforo en esta misma, ya que absorberá la luz y entrará en un estado de hiperactividad, la luz que se absorberá se interpretará como un aumento en el metabolismo celular, acelerando procesos que tienen como fin el aumento de oxígeno y la síntesis de ATP.

MECANISMO DE ACCIÓN BIOLÓGICO

Específicamente esto se llevará a cabo en la cadena respiratoria, donde las moléculas NADH Y FADH que fueron sintetizadas en el ciclo de Krebs, entrarán en el primer y segundo complejo para oxidarse, quedando únicamente como NAD y FAD, los protones (H) son llevados fuera al espacio intermembranal (espacio entre membrana externa e interna de la mitocondria). Los electrones que NADH y FADH donarán, pasarán a los siguientes complejos por medio de la proteína Ubiquinona. En el complejo III Citocromo Reductasa, los electrones conducirán a los protones de la matriz de la mitocondria al espacio intermembranal. La proteína carreadora Citocromo C pasará los electrones del complejo III a el complejo IV Citocromo Oxidasa donde es el final del recorrido de los electrones, para que se junten con Oxígeno y H⁺ de la matriz para formar agua.

Son específicamente éstas las moléculas cromóforas que absorberán la luz (Complejo III Citocromo Reductasa, Complejo IV Citocromo Oxidasa y la proteína Citocromo C).

Por último en el complejo V (ATP Sintasa) se fosforile el ADP en ATP.

Por cada NADH, se mandan 4 protones en el complejo I, 4 en el complejo III y 2 en el complejo IV dando un total de 10.

Por cada FADH, se mandan 4 en el complejo III y 2 en el complejo IV dando un total de 6.

Si para crear un ATP en el complejo V, se necesitan la entrada de 4 protones, entonces un NADH proporciona 2.5 ATP y un FADH proporciona un total de 1.5 ATP. (12,13,14)

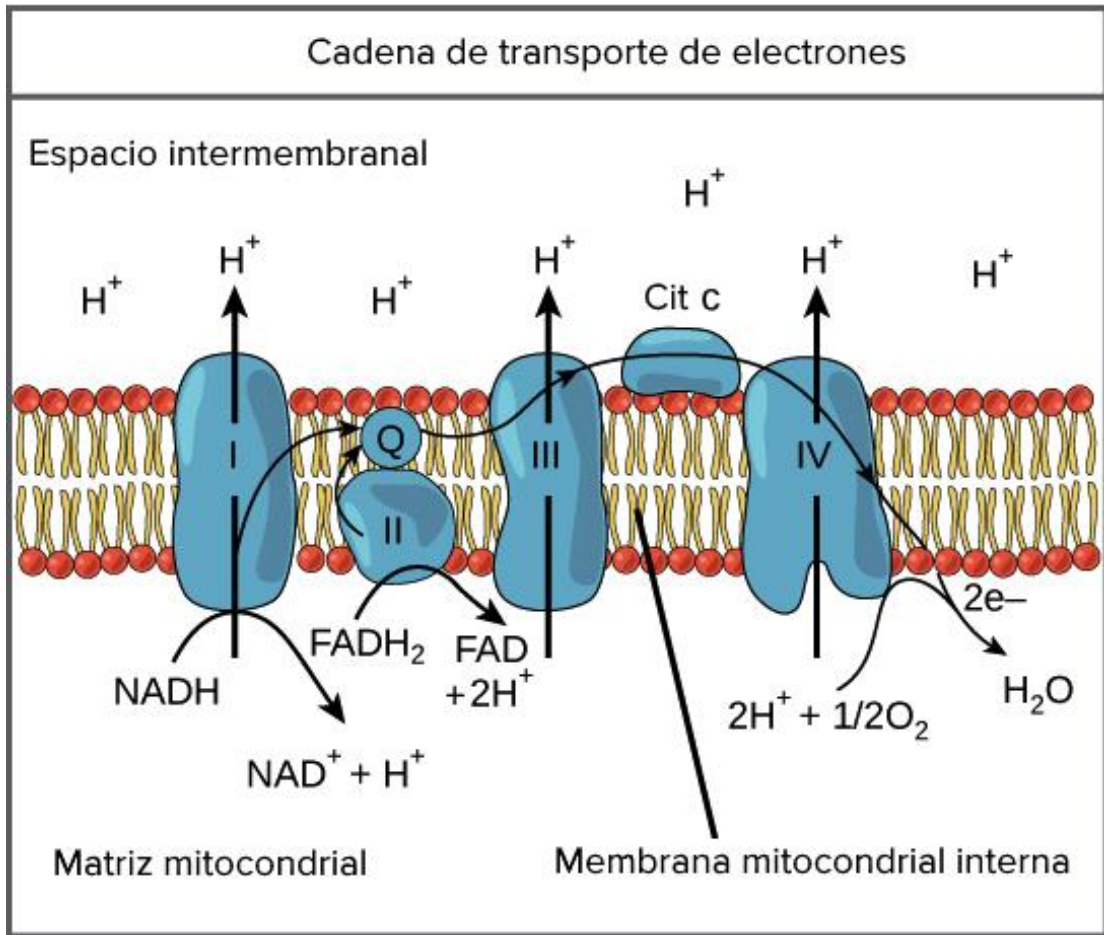


Figura 8: Cadena Respiratoria

Todo esto será importante ya que es precursor de diferentes vías de señalización.

El ATP servirá para acitvar segundos mensajeros como el AMPc que tiene función acitvar:

- El ciclo de división celular.
- Producción de ácidos nucleicos (ADN y ARN).
- Activación de enzimas.
- Síntesis de proteínas.

Con el aumento de síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y con la regulación de la división celular, podemos entender que al bioestimar a la mitocondria, directamente estimulamos la proliferacion celular.

Ademas, al inciar la síntesis de material genético, también podemos incluir tambien actividades enzimáticas, efectos tanto intra como extracelulares como la regulacion del pH, también los factores de crecimiento que serán muy importantes.

Se ha encontrado que cuando existe una lesión, las celulas quedan hipóxicas y las mitocondrias no pueden realizar una oxigenación como normalmente se realiza debido a que el Óxido Nítrico se une a COX y estimula a que el oxígeno que necesite la mitocondria para realizar sus funciones, pase al sitio de hipoxia en la lesion. Esto es debido a que el óxido nítrico se une a la COX y desplaza el oxígeno. (15,16,17)

FUNCIÓN DE LÁSER TERAPÉUTICO EN TERCEROS MOLARES.

HEMOSTASIA Y ANGIOGÉNESIS

A nivel de vascularidad, el laser ayuda en vasos de calibre pequeño y sobre todo en tejidos blandos, donde la sangre aumenta su viscosidad, haciendo que la circulación baje por lo tanto habrá una vasoconstricción por lo que ayudará a que se realice una trombosis temprana.

La angiogénesis y la revascularización comenzará cuando el LÁSER de baja potencia estimule la proliferación de células endoteliales, lo que resulta en la

formación de numerosos vasos sanguíneos y una mayor producción de tejido de granulación.

También estimula la relajación vascular del músculo liso, contribuyendo así a los efectos analgésicos de la terapia con LÁSER. (10,15,18)

ANALGESIA

Cuando se hace un procedimiento como cirugía de terceros molares y se tenga una cercanía al nervio alveolar inferior cabe la posibilidad de dañar dicha rama del Trigémino. Según Seddon la lesión puede clasificarse en 3 estados donde:

Neuropraxia: Es el estado en donde el nervio macroscópicamente no se le observa lesión alguna. Sin embargo, hay un bloqueo de la conducción nerviosa. Solo existe una pequeña desmielinización y el axón está intacto. Su recuperación completa es de días o semanas.

Axonotmesis: El nervio sufre una lesión en el axón y una degeneración Walleriana. El endo y perineuro están intactos por lo que la recuperación si es posible pero es lenta y puede tomar más tiempo, aunque puede ser afectado por el tejido de cicatrización. Dependiendo de la extensión, puede o no requerir tratamiento quirúrgico.

Neurotmesis: Es la lesión mas severa, aquí ya existe una ruptura del axón, por lo que cual no hay una inervación ni mucho menos una transmisión de impulsos por lo que ya se requiere una intervención quirúrgica.

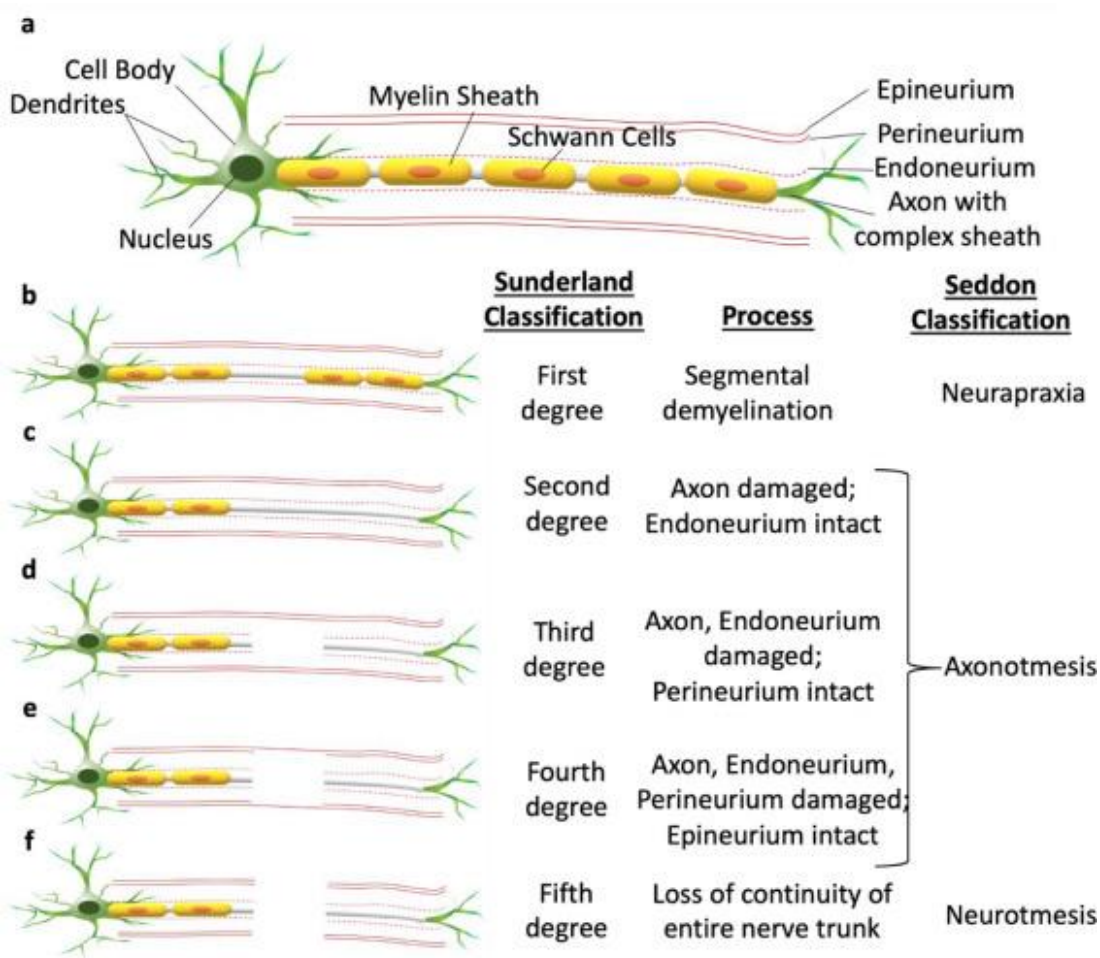


Figura 9: Tipos de Lesiones Nerviosas

Hablando propiamente del LÁSER, éste actuará de la siguiente manera para poder tratar algunas lesiones nerviosas: A nivel celular habrá una producción de células de Schwann, las cuales se encuentran en el sistema nervioso periférico, éstas se encuentran sobre los axones y su función es cubrirlos de una sustancia llamada mielina, la cual es la encargada de transmitir el impulso nervioso.

Cuando se efectúa una compresión, laceración o un daño al nervio, su recuperación por si solo es muy lento, por lo que el LÁSER hará una proliferación de células de schwann para que cubran el defecto que se produjo en el nervio. Acelerando el tiempo de recuperación. Otra ventaja que se ha comprobado con la radiación del LÁSER el axón genera menos tejido cicatrizal y su regeneración es de una mejor calidad y cantidad. Dando como consecuencia una disminución en la degeneración Walleriana.

Algunos de las sustancias que estan implicadas en el aceleramiento de la regeneración por láser son: el factor de crecimiento vascular endotelial, el factor de crecimiento fibroblástico y colágena tipo I. (15,19)

La producción de células no es la única función a nivel nervioso, si no que cuando se ocasiona una lesión en el cuerpo, se envían estímulos hasta el cerebro (especificamente el encéfalo y mesencéfalo). Dichos estímulos provocarán producción de endorfinas naturales, especificamente la B-endorfina (que es un neurotransmisor), así inhibiendo nociceptores que se encuentran en el cerebro, éstos tienen la principal función de modular el dolor, por lo cual se controlará y disminuirá, dando así un efecto analgésico.

Se necesita una densidad de 20-40 J/cm² en promedio sobre el tejido afectado para conseguir dicho efecto. (18,20,21)

El dolor es incierto, ya que depende de cada individuo y ciertas circunstancias como lo son la edad, el sexo, umbral de dolor, estado emocional, diferente cultura y previas experiencias. (22,23)

INFLAMACIÓN

Una parte importante para un posoperatorio más cómodo, es que los pacientes no se inflamen, sin embargo este proceso tiene que ocurrir, ya que es una parte importante para que cicatrice de buena manera.

La inducción del LÁSER actuará una vez que la angiogénesis haya empezado, se liberan sustancias proinflamatorias como la histamina y bradicinina que son vasodilatadores y causan permeabilidad vascular, dando una mejor respuesta a las células de defensa como lo son los neutrófilos, macrófagos y leucocitos.

Una vez que se normalice el potencial de acción de la membrana, favorecerá el equilibrio hidroelectrolítico tanto extra como intra celular.

Cuando los capilares se encuentren vasodilatados, permeables y que el potencial de membrana ya ha sido restaurado entonces se unirán factores que ayudarán a la reabsorción de los líquidos extracelulares que causan el edema.

Por lo que el edema (signo de la inflamación, el cual se ve a nivel clínico) puede aminorarse, mas no inhibirse, ya que es necesario para una cicatrización adecuada.

Además de que causa una sensibilidad en la actividad fagocítica y quimiotáctica de los leucocitos, haciendolos estos más sensibles a un estímulo mediador cuando se requiera en un tejido lesionado. (13,23-26)

A continuación se muestra una evaluación 3DMD (3D Media Design) donde se logra observar de una manera precisa en el postoperatorio, la región donde la inflamación esta presente.



En la imagen siguiente se logra observar de color rosa la región inflamada y una sombra azul fuerte la zona donde la inflamación ya disminuyó al día siguiente de haber usado terapia LÁSER, tomando en cuenta que el pico de la inflamación es a las 72 horas. (27)

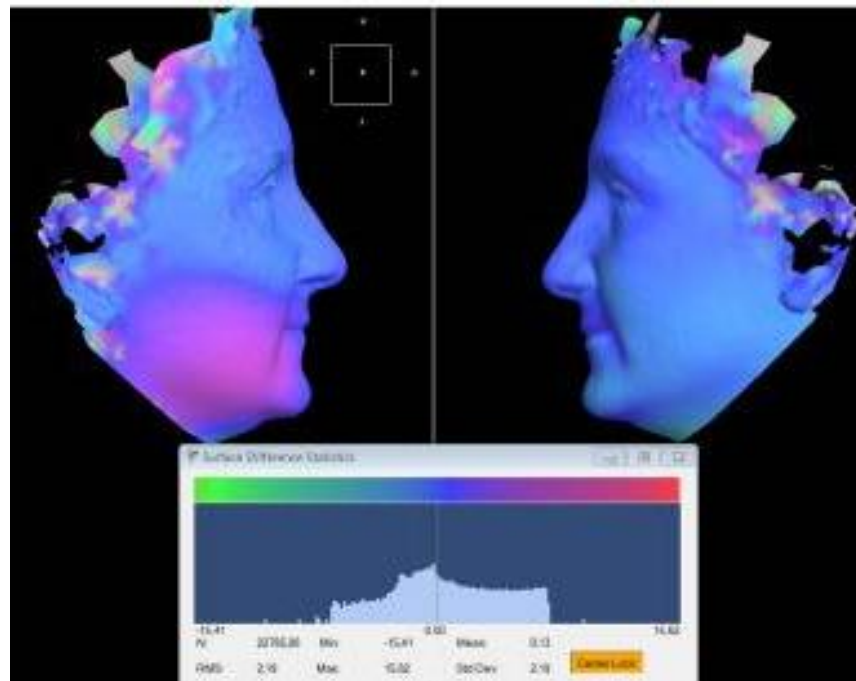


Figura 10: Sistema 3DMD

CONTROL DE INFECCIÓN

Se ha demostrado que el efecto de una terapia fotodinámica LÁSER con los estándares adecuados puede reducir significativamente patógenos anaeróbios que se encuentran en la cavidad bucal, ya que no solamente actúa como bactericida si no que ayuda a la disminución de tóxicas producidas por éstas mismas.

Por lo que un medicamento un poco mas noble para el cuerpo y la terapia fotodinámica podrían ser una alternativa para no saturar el cuerpo con medicamentos y además no generar resistencia a éstos mismos. (28)

Con la utilización del LÁSER terapéutico se ha podido señalar que la temperatura no aumenta a mas de 36.5º, así eliminando uno de los puntos de la inflamación que es el calor. Por lo que también podría estar directamente relacionado con una acción antiséptica donde se elimina algún cultivo bacteriológico evitando una infección. (22,29)

Se ha comprobado que el láser tiene propiedades que ayudan al control de infecciones, esto ocurre cuando se reduce el estrés oxidativo y se disminuye los factores que intervienen en la inflamación. Al no dejar que las bacterias proliferen o que desechen sus productos, no habrá virulencia por lo que no habrá una respuesta inmune inmediata de los polimorfonucleares. No solamente disminuyen valores de inflamación si no al mismo tiempo se ha comprobado que moléculas de inmunidad como la lisozima salival e inmunoglobulinas específicamente la A (IgA) bajan su concentración llegando a sus valores estándares. (30)

Sin embargo los pocos polimoronucleares que sean activados, serán altamente sensibles y darán una respuesta rápida y eficiente en el lugar de acción, para dejar un sitio apropiado para empezar con la proliferación celular para una reparación de los diferentes tejidos en el sitio de la extracción. (13,18,31,32,33)

HUESO

Después de una extracción, el uso de LÁSER jugará un papel importante en el remodelado óseo del alveolo dental, ya que como se mencionó anteriormente el LÁSER estimulará diferentes tipos de células, las cuales algunas se puede diferenciar en osteoblastos, estos a su vez sintetizarán matriz osteoide para que posteriormente se mineralice y sea nuevo hueso. O simplemente puede sensibilizar a osteoblastos inactivos para que inicien su función.

Aquí se puede decir que no hay una cicatrización si no una regeneración ósea. (32-37)

TEJIDO CONECTIVO

El LÁSER aquí actuará específicamente a nivel enzimático, donde se aumenta el ácido ascórbico dentro de los fibroblastos y éste se usa para la formación de hidroxiprolina que es requerida para la síntesis de colágeno.

Sin embargo la participación de la colagenasa y gelatinasa que son moduladores de la síntesis de colágeno no se encuentran afectadas por el uso del LÁSER.

Al haber una producción de fibroblastos, estos ayudarán a una mayor organización y producción de fibras de colágena tipo I y III, que son esenciales en la matriz extracelular del tejido conectivo.

Otra acción que se ha visto del láser es la producción del factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) el cual induce a una mayor proliferación, diferenciación y maduración de células nuevas. (18,32,33,38)

Se ha investigado cual de los dos espectros (espectro visible y espectro infrarrojo) tiene mejores resultados al ser absorbidos por el cultivos celulares, y se ha encontrado que aunque los dos presentan mejores resultados que si no se hubiera hecho alguna terapia, el cultivo celular presentó un índice mayor en activación celular por el espectro infrarrojo. (38)

TRISMUS

Se denomina como la inflamación de los músculos de la masticación, donde su etiología puede derivarse de diferentes factores como traumáticos e infecciosos.

Clínicamente se puede diagnosticar por una limitación de apertura de la cavidad bucal, dolor agudo.

Cuando se realiza una extracción de un tercer molar, se puede lesionar algun músculo de la masticación, por lo que suele ser muy molesto en el postoperatorio ya que para la fonación o para comer es muy incómodo.

Se ha demostrado que con una terapia láser se logra acortar el tiempo de recuperación, ya que se disminuye el dolor, hay una relajación de la musculatura, dando así una mayor comodidad para el paciente, para reincorporarse a su vida diaria. (23-25,39)

INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Para saber cual es la adecuada emisión de luz laser en un tratamiento se recomienda lo siguiente:

Para un efecto analgésico se recomienda:

- Muscular: 2-4 J/cm²
- Articular: 4-8 J/cm²

$$D.E (J/cm^2) = \frac{P (W) \times t (seg.)}{S (cm^2)}$$

Para un efecto antiinflamatorio se recomienda:

- Agudo: 4-6 J/cm²
- Crónico: 4-8 J/cm²

$$t (seg.) = \frac{D.E. (J/cm^2) \times S (cm^2)}{P (W)}$$

Para reparación tisular: 8-12 J/cm²

Donde por cada 2 J/cm² son 12 segundos.

Son recomendaciones estándar aunque si alguien lo quisiera hacer personalizado tendría que partir de la siguiente fórmula:

D.E.= Dosis de Energía

P(w)= Potencia

T=Tiempo

S=Superficie

INDICACIONES

Procesos inflamatorios y dermatológicos.

Procesos ulcerosos.

Cirugías y extracción dental.

CONTRAINDICACIONES

- Las irradiaciones prolongadas de los láseres terapéuticos se contraindican en:
- No es recomendable en pacientes con embarazo.
- Personas con piel fotosensible.
- Pacientes con problemas en la glandula Tiroides.
- Pacientes con transtornos epilepticos.
- Estar totalmente seguros que en la zona de aplicación no se encuentra algún tumor.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

1. Usar el equipo de rayo LÁSER únicamente las personas autorizadas y con el previo adiestramiento para poder utilizarlo.
2. Utilización de equipo de seguridad (específicamente lentes de protección) tanto para el operador como el paciente.
3. Evitar que haya espejos, vidrios o muebles de metal, para evitar una reflexión del rayo.
4. Se debe calibrar y sersiorar que el equipo esté en buenas condiciones, sobre todo los equipos que su espectro oscila en el rango de infrarrojo.(40-43)

Se han propuesto 6 puntos diferentes en la region auricular donde se puede dar terapia LÁSER y tendrán un efecto:

1. Shen Men: Está irectamente relacionado con el alivio del dolor, procesos inflamatorios y ansiedad.
2. Sympathethic reduce el estado neurovegetativo.
3. Stomach: Su función es aliviar el dolor de muelas.

4. Dientes: Alivia el dolor dental inferior.
5. Mandíbula: Alivia dolor dental, muscular y ansiedad,
6. Suprarenal: Estimula hormonas suprarrenales y está indicado en para inflamación y ansiedad. (44)

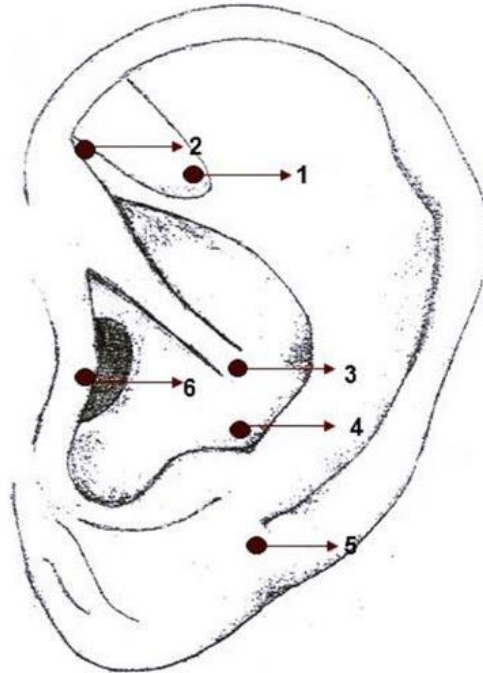


Figura 11: Puntos de colocación LÁSER



Figura 12: Puntos de colocación de LÁSER

También se sugiere que la colocación del LÁSER sea en puntos con una separación de 1 cm, donde se siga el trayecto de las ramas del trigémino que estuvieron involucradas en una cirugía. Al igual se sugiere en pacientes donde llegara a visualizarse edema y hematomas. (45)

CONCLUSIONES

El principal beneficio que otorga el LÁSER es que ayuda a aminorar y controlar todos los signos de la inflamación, siendo éste, el mayor de los problemas para los pacientes.

Durante los procedimientos quirúrgicos se presentan ciertos riesgos y complicaciones, por lo que el LÁSER es una herramienta adyuvante al tratamiento farmacológico.

Dado el funcionamiento del LÁSER con el cuerpo humano, podemos determinar que no es dañino, y otorga una serie de beneficios que ayudarán a tener un postoperatorio con menos complicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez Arizpe, Héctor. Odontología laser, 1ª edición, Mexico D.F: Trillas; 2007.
2. Maggioni, Maurizio. Attanasio, Tommaso. Scarpelli, Francesco. Laser en Odontologia, Edicion año 2010, Venezuela, Amolca; 2009.
3. Ball, Kay A. Lasers. The perioperative challenge, 2ª edicion, EUA, Mosby; 1995.
4. Canales Sanchez Maria Elena, El laser de media potencia y sus aplicaciones en medicina, Centro Integral de Medicina Avanzada, A.C.Mediagraphic, Diciembre 2007 Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/plasticidad/prn-2007/prn071_2g.pdf
5. Whaites, Eric. Drage, Nicholas. Fundamentos de radiologia dental, 5ª edicion, España,Elvieser, 2014.
6. Parker, S. Laser-tissue interaction. Br Dent J 202, 73–81 (2007). <https://doi.org/10.1038/bdj.2007.24>
7. Najeeb, S., Khurshid, Z., Zafar, M. S., & Ajlal, S. (2016). Applications of Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lasers) for Restorative Dentistry. Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre, 25(3), 201–211. <https://doi.org/10.1159/000443144>
8. Allen Kirchner, Ronald. Unger, Michael. Cirugia con laser, 1ra edicion, Mexico D.F., Interamericana-McGra Hill, 1989.
9. Mortiz, A. Cols. Oral Laser Application, 1ª edicion, Alemania, Quintessenz bibliothek, 2006.
10. Knappe, V., Frank, F., & Rohde, E. (2004). Principles of Lasers and Biophotonic Effects. Photomedicine and Laser Surgery, 22(5), 411–417.[doi:10.1089/pho.2004.22.411](https://doi.org/10.1089/pho.2004.22.411)

11. Strauss, R. A., & Fallon, S. D. (2004). Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. *Dental Clinics of North America*, 48(4), 861–888. doi:10.1016/j.cden.2004.06.005
12. Hashmi, J. T., Huang, Y. Y., Osmani, B. Z., Sharma, S. K., Naeser, M. A., & Hamblin, M. R. (2010). Role of low-level laser therapy in neurorehabilitation. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 2(12 Suppl 2), S292–S305. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.013>
13. Hamblin M. R. (2018). Mechanisms and Mitochondrial Redox Signaling in Photobiomodulation. *Photochemistry and photobiology*, 94(2), 199–212. <https://doi.org/10.1111/php.12864>
14. Lehninger, A.L. *Bioquímica*, 2ª ed. Omega, Barcelona, 1978
15. Mashhoudi Barez, M., Tajziehchi, M., Heidari, M. H., Bushehri, A., Moayer, F., Mansouri, N., Safavi Naini, N., & Movafagh, A. (2017). Stimulation Effect of Low Level Laser Therapy on Sciatic Nerve Regeneration in Rat. *Journal of lasers in medical sciences*, 8(Suppl 1), S32–S37. <https://doi.org/10.15171/jlms.2017.s7>
16. Gigo-Benato, D., Geuna, S., & Rochkind, S. (2005). Phototherapy for enhancing peripheral nerve repair: a review of the literature. *Muscle & nerve*, 31(6), 694–701. <https://doi.org/10.1002/mus.20305>
17. Fernández Cervantes, R., Patiño Núñez, S., Martínez Rodríguez, A., Viñas Diz, S., Paseiro Ares, G., & Barcia Seoane, M. (2003). Analgesia por medios físicos en la patología de la ATM. *Fisioterapia*, 25(5), 293–305. doi:10.1016/s0211-5638(03)73068-5
18. Lins RDAU, Dantas EM, Lucena KCR, Catão MHCV, Granville- Garcia AF, Carvalho Neto LG. Biostimulation effects of low-power laser in the repair process. *An Bras Dermatol*. 2010;85(6):849-55. https://www.scielo.br/pdf/abd/v85n6/en_v85n6a11.pdf

19. Low Level Laser Therapy on Sciatic Nerve Regeneration in Rat. *Journal of lasers in medical sciences*, 8(Suppl 1), S32–S37. <https://doi.org/10.15171/jlms.2017.s7>
20. De Andrade, A. L. M., Bossini, P. S., do Canto De Souza, A. L. M., Sanchez, A. D., & Parizotto, N. A. (2017). Effect of photobiomodulation therapy (808 nm) in the control of neuropathic pain in mice. *Lasers in Medical Science*, 32(4), 865–872. doi:10.1007/s10103-017-2186-x
21. de Pedro M, López-Pintor RM, de la Hoz-Aizpurua JL, Casañas E, Hernández G. Efficacy of Low-Level Laser Therapy for the Therapeutic Management of Neuropathic Orofacial Pain: A Systematic Review. *J Oral Facial Pain Headache*. 2020;34(1):13–30. doi:10.11607/ofph.2310
22. Celebi, F., Turk, T., & Bicakci, A. A. (2019). Effects of low-level laser therapy and mechanical vibration on orthodontic pain caused by initial archwire. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 156(1), 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.08.021>
23. Raiesian, S., Khani, M., Khiabani, K., Hemmati, E., & Pouretzad, M. (2017). Assessment of Low-Level Laser Therapy Effects After Extraction of Impacted Lower Third Molar Surgery. *Journal of lasers in medical sciences*, 8(1), 42–45. <https://doi.org/10.15171/jlms.2017.08>
24. Tennis, C. A., Martins, M. D., Gonçalves, M., Silva, D., Cunha Filho, J., Martins, M., Mesquita-Ferrari, R. A., Bussadori, S. K., & Fernandes, K. (2018). Efficacy of diode-emitting diode (LED) photobiomodulation in pain management, facial edema, trismus, and quality of life after extraction of retained lower third molars: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Medicine*, 97(37), e12264. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012264>
25. Landucci, A., Wosny, A. C., Uetanabaro, L. C., Moro, A., & Araujo, M. R. (2016). Efficacy of a single dose of low-level laser therapy in reducing

pain, swelling, and trismus following third molar extraction surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(3), 392–398. doi:10.1016/j.ijom.2015.10.023

26. Pol, R., Ruggiero, T., Gallesio, G., Riso, M., Bergamasco, L., Mortellaro, C., & Mozzati, M. (2016). Efficacy of Anti-Inflammatory and Analgesic of Superpulsed Low Level Laser Therapy After Impacted Mandibular Third Molars Extractions. *The Journal of craniofacial surgery*, 27(3), 685–690.
27. Koparal, M., Kucuk, A. O., Alan, H., Asutay, F., & Avci, M. (2018). Effects of low-level laser therapy following surgical extraction of the lower third molar with objective measurement of swelling using a three-dimensional system. *Experimental and therapeutic medicine*, 15(4), 3820–3826. <https://doi.org/10.3892/etm.2018.5921>
28. Dodani, K., Khare, N., Bathini, C., Mishra, S., Inamdar, M. N., & Nasha, A. (2019). An In Vitro Study of Bactericidal Effect of Gallium Aluminium Arsenide Laser on Anaerobic Photosensitized Periodontopathics. *The journal of contemporary dental practice*, 20(3), 385–389.
29. Udart, M., Stock, K., Graser, R., & Hibst, R. (2011). Inactivation of bacteria by high-power 940nm laser irradiation. *Medical Laser Application*, 26(4), 166–171. doi:10.1016/j.mla.2011.08.004
30. Dostalova, T., Kroulikova, V., Podzimek, S., & Jelinková, H. (2017). Low-Level Laser Therapy After Wisdom Teeth Surgery: Evaluation of Immunologic Markers (Secretory Immunoglobulin A and Lysozyme Levels) and Thermographic Examination: Placebo Controlled Study. *Photomedicine and Laser Surgery*, 35(11), 616–621. doi:10.1089/pho.2016.4214
31. Uslu, M. Ö., Eltas, A., Marakoğlu, İ., Dündar, S., Şahin, K., & Özercan, İ. H. (2018). Effects of diode laser application on inflammation and mpo in periodontal tissues in a rat model. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 26, e20170266. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0266>

32. Abergel, R. P., Meeker, C. A., Lam, T. S., Dwyer, R. M., Lesavoy, M. A., & Uitto, J. (1984). Control of connective tissue metabolism by lasers: Recent developments and future prospects. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 11(6), 1142–1150. doi:10.1016/s0190-9622(84)80194-2
33. Pugliese, L. S., Medrado, A. P., Reis, S. R., & Andrade, Z. (2003). The influence of low-level laser therapy on biomodulation of collagen and elastic fibers. *Pesquisa odontologica brasileira = Brazilian oral research*, 17(4), 307–313. <https://doi.org/10.1590/s1517-74912003000400003>
34. Jakse, N., Payer, M., Tangl, S., Berghold, A., Kirmeier, R., & Lorenzoni, M. (2007). Influence of low-level laser treatment on bone regeneration and osseointegration of dental implants following sinus augmentation: An experimental study on sheep. *Clinical Oral Implants Research*, 18(4), 517–524. doi:10.1111/j.1600-0501.2007.01369.x
35. Parenti, S. I., Tschon, M., Sartori, M., Visani, A., Aroni, E., Fini, M., & Alessandri-Bonetti, G. (2020). Evidence from systematic reviews on photobiomodulation of human bone and stromal cells: Where do we stand? *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 108333. doi:10.1016/j.abb.2020.108333
36. Daigo, Y., Daigo, E., Hasegawa, A., Fukuoka, H., Ishikawa, M., & Takahashi, K. (2020). Utility of High-Intensity Laser Therapy Combined with Photobiomodulation Therapy for Socket Preservation After Tooth Extraction. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*, 38(2), 75–83.
37. Fukuoka, H., Daigo, Y., Enoki, N., Taniguchi, K., & Sato, H. (2010). Influence of carbon dioxide laser irradiation on the healing process of extraction sockets. *Acta Odontologica Scandinavica*, 69(1), 33–40. doi:10.3109/00016357.2010.517556

38. Almeida-Lopes, L., Rigau, J., Amaro Zângaro, R., Guidugli-Neto, J., & Marques Jaeger, M. M. (2001). Comparison of the low level laser therapy effects on cultured human gingival fibroblasts proliferation using different irradiance and same fluence*. *Lasers in Surgery and Medicine*, 29(2), 179–184. doi:10.1002/lsm.1107
39. Aras, M. H., & Güngörmüş, M. (2009). The effect of low-level laser therapy on trismus and facial swelling following surgical extraction of a lower third molar. *Photomedicine and laser surgery*, 27(1), 21–24. <https://doi.org/10.1089/pho.2008.2258>
40. Hernández, Díaz, A: El láser terapéutico en la práctica médica actual. Ed. Científico-Técnica, La Habana, 2007.
41. Herrera Rodríguez, Rubén & Toledo, Rolando. (2019). Láser en fisioterapia, traumatología y dolor. La Habana, Cuba https://www.researchgate.net/publication/331178278_Laser_en_fisioterapia_traumatologia_y_dolor
42. Mateo Murillo, Jose, Prieto Ogando Jose Maria, Laser para fisioterapia: Aspectos generales para el diseño practico, Universidad Carlos III de Madrid, 2018 https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26655/TFG_Jose_Mateo_Murillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
43. Alayat, M.S., Elsodany, A.M., Miyajan, A.F. et al. Changes in local skin temperature after the application of a pulsed Nd:YAG laser to healthy subjects: a prospective crossover controlled trial. *Lasers Med Sci* 34, 1681–1688 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02769-6>
44. Sampaio-Filho, H., Sotto-Ramos, J., Pinto, E. H., Cabral, M. R., Longo, P. L., Tortamano, I. P., Marcos, R. L., Silva, D. F., Pavani, C., & Horliana, A. C. (2016). Evaluation of low-level laser at auriculotherapy points to reduce postoperative pain in inferior third

molar surgery: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 17(1), 432. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1540-9>

45. De La Torre, Florencio, & Alfaro, Carlos. (2016). Parestesia postquirúrgica: terapia con láser de baja potencia. Reporte de 2 casos. *Revista Estomatológica Herediana*, 26(2), 92-101.

REFERENCIAS DE FIGURAS

1. Figura 1. Martin, Douglas, *James Gordon, Who Paved Way for Lasers, Dies at 85, the new york times, 27 julio, 2013.* <https://www.nytimes.com/2013/07/28/science/james-gordon-dies-at-85-work-paved-way-for-laser.html>

2. Figura 2. Adrianredesdedatos, Espectro Electromagnetico, blogspot, 25 septiembre, 2018, <http://adrianredesdedatos.blogspot.com/2018/09/espectro-electromagnetico.html>

3. Figura 3. Copovi Juan, Como Incide la luz que genera un laser y/o fuente de luz que recibe la piel, FormacionOnlineNutridermo, Mayo 16, 2018 <https://www.formaciononlinenutridermo.com/como-incide-la-luz-que-genera-un-laser-y-o-fuente-de-luz-que-recibe-la-piel/>

4. Figura 4. LASIT, Laser marking innovation, ¿Qué es un láser y cómo funciona?, 29 Enero 2018. <https://www.lasitlaser.es/portfolio/marcado-laser-como-funciona/>

5. Figura 5. Facultad Bacteriología y laboratorio clínico, universidad colegio mayor de cundinamarca,. Emision estimulada con una de laser.

<https://sites.google.com/site/labiofisicaysuaplicacionmed/10-emision-estimulada-con-una-del-laser>

6. Figura 6. DirectIndustry, Cristal de granate de Nd-AYG, VirtualExpoGroup, 2020 <https://www.directindustry.es/prod/nanjing-co-energy-optical-crystal-co-ltd/product-69070-1130613.html>

7. Figura 7. PhysicsOpenLab, Laser HE-NE, Agosto 17, 2017 <http://physicsopenlab.org/2017/08/17/laser-he-ne/>

8. Figura 8. Khan academy, Fosforilación Oxidativa, AMGEN FOUNDATION, 2020. <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-respiration-and-fermentation/oxidative-phosphorylation/a/oxidative-phosphorylation-etc>

9. Figura 9: Vijayavenkataraman, S. (2020). Nerve Guide Conduits for Peripheral Nerve Injury Repair: A review on Design, Materials and Fabrication Methods. *Acta Biomaterialia*. doi:10.1016/j.actbio.2020.02.003 <https://images.app.goo.gl/8Fw7Ppv2HHgJ6rga9>

10. Figura 10. 1.Koparal, M., Kucuk, A. O., Alan, H., Asutay, F., & Avci, M. (2018). Effects of low-level laser therapy following surgical extraction of the lower third molar with objective measurement of swelling using a three-dimensional system. *Experimental and therapeutic medicine*, 15(4), 3820–3826. <https://doi.org/10.3892/etm.2018.5921>

11. Figura 11. Sampaio-Filho, H., Sotto-Ramos, J., Pinto, E.H. *et al.* Evaluation of low-level laser at auriculotherapy points to reduce postoperative pain in inferior third molar surgery: study protocol for a

randomized controlled trial. *Trials* 17, 432 (2016).
<https://doi.org/10.1186/s13063-016-1540-9>

12. Figura 12. De La Torre, Florencio, & Alfaro, Carlos. (2016). Parestesia postquirúrgica: terapia con láser de baja potencia. Internet. Reporte de 2 casos. *Revista Estomatológica Herediana*, 26(2), 92-101.
<https://www.redalyc.org/pdf/4215/421546805006.pdf>