



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**USO DEL LÁSER TERAPÉUTICO PARA LA  
DISMINUCIÓN DE EFECTOS NEGATIVOS DE LA  
EXPANSIÓN RÁPIDA DEL MAXILAR.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

SARA ISABEL SAUCEDO CRUCES

TUTORA: Esp. MA. MAGDALENA VARGAS PÉREZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **Agradecimientos:**

A ustedes, por que hicimos juntos esta lucha y otras más, porque mi gran felicidad es hacerlos sentir orgullosos y compartir los triunfos.

Para ti mamá, por ser el claro ejemplo y modelo de luchar y perseverancia, que no existe obstáculos para continuar y mantener las esperanzas. Por tu gran cariño, comprensión y apoyo.

A ti papá, por tu fortaleza y gran carácter, que me motiva a continuar y lograr nuevos retos. Por demostrarme siempre que tu prioridad hemos sido nosotras, por todo el tiempo que compartimos.

A mi única y adorable hermana que te amo y adoro, te agradezco que siempre estarás para mí, para enseñarme, regañarme, orientarme y sobre todo hacerme reír.

Hermosa abuelita en mi memoria vivirás como la mujer con la sonrisa eterna y cariño infinito.

A la familia Mora Hernández, por su gran cariño, confianza y apoyo. Que siempre los tendré en mi corazón. A ti Alejandro, gracias por todo.

A mis amigas, Lizz, Sarita y Karen las quiero y agradezco su confianza y el tiempo compartido, y por supuesto a ustedes Consuelo, Alejandra y karlita, por esos 24 fines de semana efectivos de brigada y más. Al equipo de las Chules; Berenice, Isaira, Yasbet y Marlen, por brindarme el último año de la periférica con gran alegría y diversión.

A la doctora Adriana Pérez Soria por su tiempo y paciencia, que me ayudo a impulsarme y retomar el camino. Al doctor Guillermo Melchor Bustos por su confianza y consejos.

A todos mis profesores, pacientes y amigos. A mi tutora la doctora Magda Vargas Pérez le agradezco su paciencia y ayuda que siempre me recibió con una gran sonrisa.

Con mi mayor gratitud y amor a la Universidad Nacional Autónoma de México y Facultad de Odontología, gracias.

*Camina hacia el futuro.*

## Índice.

Introducción	6
Capítulo 1 Láser	8
1.1 Antecedentes	8
1.1.1 Desarrollo del primer equipo láser empleado en medicina	9
1.1.2 Uso del láser en odontología	9
1.2 Física láser	12
1.3 Componentes del láser	13
1.4 Propiedades de la luz láser	15
1.4.1 Espectro electromagnético	17
1.4.2. Medios activos del láser	22
1.5 Tipos de láser	23
1.5.1 Láser terapéutico	23
1.5.1.1 Técnica de aplicación	25
1.5.1.2 Efecto del láser terapéutico en el organismo	25
1.5.1.2.1 Comportamiento de los tejidos	25
1.5.1.2.2 Efecto del láser en el organismo	26
1.5.1.3 Contraindicaciones y precauciones	30
1.5.1.4 Dosificación	30
1.5.2 Láser quirúrgico	31
1.6. Medidas de seguridad	32
1.6.1 Protección ocular	32
1.6.2 Uso de sustancias o gases en el área de trabajo	33
Capítulo 2 Láser en odontología	34
2.1. Láser en ortodoncia	34
2.1.1 Prevención de la desmineralización	34
2.1.2 Adhesión y remoción de brackets	35
2.1.2.1 Adhesión de brackets	35
2.1.2.2 Remoción de brackets	35

2.1.3 Manejo del dolor	36
2.1.4 Efectos fotobiomoduladores del láser en ortodoncia	37
Capítulo 3 Desarrollo facial	39
3.1 Morfología craneofacial del neonato	39
3.1.1. Separación en unidades óseas	40
3.1.2 Proporción relativa de la cara y el cráneo	40
3.2 Tipo de crecimiento posnatal	40
3.2.1. Crecimiento cartilaginoso	41
3.2.2. Crecimiento sutural	41
3.2.3 Crecimiento periostal y endostal	41
3.3. Integración del desarrollo facial	41
3.4. Crecimiento del maxilar	43
3.5. Crecimiento de la base (cuerpo) del maxilar	43
3.6. Desarrollo del maxilar	44
3.6.1. Aposición y reabsorción en V	45
3.6.2. Crecimiento en altura	46
3.6.3. Crecimiento en anchura	46
3.6.4. Crecimiento anteroposterior	47
3.6.5. Rotación Vertical	48
3.7. Crecimiento de la mandíbula	48
Capítulo 4 Disyunción del maxilar	50
4.1 Definición	50
4.2 Antecedentes	51
4.3 Consideraciones generales	51
4.4 Cambios observados en la disyunción	53
4.4.1. Rotación mandibular	53
4.4.2. Descenso y adelantamiento maxilar	53
4.4.3. Comprobación de la disyunción	54
4.4.3.1. Técnica radiográfica oclusal	55

4.4.3.2 Comportamiento dentario	56
4.5 Activación del tornillo	57
4.6 Fijación	58
4.7 Contención	58
4.8 Indicaciones	58
4.9 Contraindicaciones	59
4.10 Consideraciones	59
4.11 Tipos de aparatos para la expansión	60
4.11.1 Aparatos de expansión con bandas	60
4.12 Recidivas	62
4.13 Peligros de la expansión maxilar	62
Capítulo 5 Distracción osteogenica	64
5.1 Definición	64
5.2 Técnicas de distracción	64
5.2.1. Ephyseal	65
5.2.1.1 Distracción epiphysiolysis	65
5.2.1.2 Distracción condrodiatasis	65
5.2.2 Callotosis	65
5.3 Osteotomía	65
5.4 Latencia	66
5.5 Distracción	67
5.6 Consolidación	68
5.7 Remodelación	69
6. Conclusiones	71
7. Fuente de información	72
8. Fuente de información de imágenes	75



## Introducción

El uso del láser en odontología, ha tenido un gran auge, debido a su amplia gama de aplicaciones y beneficios.

La luz láser tiene las propiedades de ser monocromático, coherente, colimático y direccional, estas propiedades permite que el haz de luz tenga una determinada longitud de onda electromagnética y la capacidad de generar calor, la cual determina el tipo de láser: quirúrgico o terapéutico.

El láser terapéutico, que es el que se aborda en el presente trabajo, provee energía que es absorbida por los tejidos, los fotones de luz interactúan con la estructura celular produciendo efectos bioestimulantes a dos niveles: local y sistémico. A nivel local el láser terapéutico, emite ondas electromagnéticas que penetra los tejidos blandos y óseos, estimulando a distintos niveles y frecuencias dentro de la célula en cuatro de sus estructuras: mitocondria, membrana celular, protoplasma y retículo endoplásmico, los cuales favorecerán la regeneración tisular.

A nivel sistémico, su efecto se transmite desde el lugar de aplicación hasta el sistema nervioso central, que proveerán el efecto antiinflamatorio y analgésico.

Debido a este efecto del láser, su uso en odontología se ha popularizado y es utilizado en el tratamiento de alteraciones temporomandibulares, en la reducción de hematomas posquirúrgicos, en tratamientos periodontales, en la remineralización del esmalte y en el área de ortopedia dentofacial, se ha empleado favorablemente en la expansión rápida del maxilar.

El uso del se ha comprobado que reduce la probabilidad de recidiva. Debido a la activación osteogénica, mejora la vascularización, con lo que se obtendrá un tejido óseo de mejor calidad, evitando la retención prolongada.

La expansión rápida del maxilar se utiliza por lo general en problemas transversales y sagitales del tercio medio de la cara, ésta se puede realizar con una gran variedad de expansores, donde se emplea el más adecuado según la necesidad de tratamiento del paciente.

La metodología de comprobación de que la disyunción de los maxilares fué efectuada, es mediante la toma de radiografías oclusales, en la cual se observará la densidad ósea, comprobado con esto, el estadio en que se



encuentre el proceso de disyunción, así como su consolidación después del tratamiento.

Estudios experimentales sobre ratas, gatos, perros y niños demostraron que el láser terapéutico es efectivo durante a la disyunción, porque reduce la molestia debido a la acción fotoeléctrica sobre las fibras nerviosas, de este modo disminuye la inflamación del tejido subyacente. También genera un callo óseo de mejor calidad debido a la producción de colágeno, en menor tiempo, esto permitirá que se reduzca el tiempo de tratamiento.



## Capítulo 1 Láser.

La palabra “Láser” es un acrónimo de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”<sup>1</sup>.

### 1.1 Antecedentes.

Existen evidencias de que culturas antiguas como la egipcia, griega y maya, usaban la luz del sol como medio terapéutico.

Por otra parte, se sabe que en la india utilizaban una planta con la que hacían un extracto para aplicarlo en la piel, después del cual colocaban al paciente bajo los rayos del sol para curar el vitíligo, siendo éste uno de los primeros tratamiento con la luz solar, base de la fototerapia actual.

En la época industrial se observó como las grandes fabricas, al producir intensas nubes de humo y smog, servían como filtros de la luz solar, y no solo eliminaban gran parte de la energía, sino que producían problemas respiratorios, además de deficiencia de calcio, ya que se ha comprobado que la luz solar es necesaria para la síntesis de este elemento.

La primera vez que se usaba la luz artificial como medio terapéutico es a fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX, cuando el físico Danes Niels Finsen inventó un dispositivo de cuarzo y agua, con el cual produjo una luz ultravioleta capaz de curar la psoriasis y el vitíligo por medio de fototerapia. Finsen fue el primer científico que uso la luz artificial como medio terapéutico.

El termino láser proviene de las siglas Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, luz amplificada. Indica que se está trabajando dentro del espectro electromagnético, el campo de la luz: emisión estimulada de radiación nos da a entender el principio básico de la teoría cuántica que en 1917 Albert Einstein expuso sobre la radiación.<sup>1</sup>



Esta puede ser estimulada cuando los electrones de un átomo, durante su fase de reposo, pasan a la fase excitada<sup>1, 2</sup>.

### 1.1.1 Desarrollo del primer equipo láser empleado en medicina.

En 1954, cuando Charles Townner desarrolló, por primera vez, un modelo experimental de radiación, que estimula con longitud de onda dentro del área de microondas del espectro electromagnético, al cual le dio nombre de Maser (microwave amplification by stimulated emission of radiation).

Continuando con sus investigaciones, en 1958, Townner y Arthur Schawlow demostraron que es posible reproducir esa emisión estimulada de radiación dentro del área lumínica del espectro electromagnético; sin embargo fue sino hasta 1960 que Theodore H. Maiman (fig. 1) construye el primer láser de rubí, en los laboratorios de Howard Hughes con una longitud de onda de 694nm.

Este hecho abrió el camino para desarrollar varios tipos de láser con diferentes longitudes de onda para diversas aplicaciones<sup>3</sup>.



Fig. 1. Theodore H. Maiman<sup>1</sup>.



### 1.1.2 Uso del láser en odontología.

Se fabricó el primer láser de rubí en 1960 y se comenzaron a hacer aplicaciones e investigaciones para la odontología, resultando algunos de ellos, muy desfavorables o de escasa aplicación, ya que entonces solo se contaba con el láser de onda continua, que generaba mucho calor y dañaba seriamente los tejidos dentales al no poder controlar su dosificación.

El segundo láser de Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio), fue desarrollado y producido en serie por Johnson, en 1961, con lo cual comienza la investigación y aplicaciones de láser en todas las áreas; posteriormente, en 1963, se inician las investigaciones en el campo dental, y es así como Stern y Sognnaes deciden investigar el efecto termal del láser de rubí en los tejidos dentales, aunque ya se habían observado que el láser de Nd:YAG ( Neodimio: Granate de itrio y aluminio ) producían pequeños cráteres en el esmalte y fusionaba los primas<sup>3,4</sup>.

Así, en 1964, Stern aplica el láser de rubí sobre piezas dentales y encuentra que éste aumenta la resistencia del esmalte a los ácidos, lo cual es una contribución importante dentro del área de la odontología preventiva.

En 1965 el Dr. Leon Goldman, aplicó por primera vez sin ser odontólogo, el láser de rubí en los dientes de su hermano, el odontólogo Bernard Goldman, sin provocar dolor, ocasionando solo una pequeña abrasión en el esmalte. Así es como Bernard Goldman se convierte en el primer paciente en que se aplicó el láser.

Durante el congreso mundial de la Federación Dental Internacional (FDI), celebrado en Buenos Aires, Argentina, se da conocer que Terry Myers desde 1985, ya se encontraba trabajando con nueva tecnología, y se disponía a fabricar los primeros láser de Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio) para uso dental exclusivamente, el dLase300, de American



Dental Technologies por el Dr. Terry Myers, con un medio activo de Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio), transmitido por fibra óptica, con 3 watts de potencia y 30 pulsaciones por segundo.

En 1989 se comenzaron a realizar algunas aplicaciones, las cuales han ido aumentando y mejorando con los cambios en la tecnología láser. Los estudios que se han hecho sirvieron de base para desarrollar las aplicaciones actuales. No obstante, el uso del láser en odontología comienza realmente en 1990 con la introducción del primer láser fabricado para este propósito, el dLáser300 pulsado, de Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio), previamente otros láser, especialmente el de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), se usaron ocasionalmente en cirugía maxilofacial y periodoncia para tratamiento en pacientes y en investigaciones.

En 1990 se empleaba el aire abrasivo (KCP2000) para cortar esmalte, y el láser de CO<sup>2</sup> (Dióxido de carbono) para realizar cirugía. Pero en 1992 apareció el primer láser de argón y el de HO:YAG (Holmio: Granate de itrio y aluminio), para cortar esmalte y aunque el procedimiento era muy lento aportó las base para su aplicación en tejidos duros<sup>1</sup>.

En 1998 ingresa al mercado el primer láser de Er:YAG (Erbio: Granate de itrio y aluminio) para tejidos duros, siguiendo las nuevas longitudes de onda, como la que proporcionaban los diodos. Todos éstos equipos respaldados con sofisticados sistemas de computación, superpulsos, diferentes medios activos, diversas aplicaciones y formas de trasmisión: brazos articulados, tubos guía, puntas de zafiro o cuarzo, espejos armados, fibra óptica, etc. Esta última es la mejor opción para transmitir la energía del láser a cualquier parte de la cavidad bucal.

Gracias al avance tecnológico de esa época (computadoras, fibra óptica), la odontología láser actual puede ofrecer gran cantidad de aplicaciones, con



excelentes resultados: menor tiempo de tratamiento, menos dolor, sin anestesia, sin estrés para el paciente y para el operador.

American Dental Láser cambia su nombre por American Dental Technologies (ADT), en el mismo año aparece Incisive Technologies. Durante 1994, Excel Technologies inc. Introduce el láser de Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio) para soldar aleaciones en los laboratorios<sup>1, 2, 4</sup>.

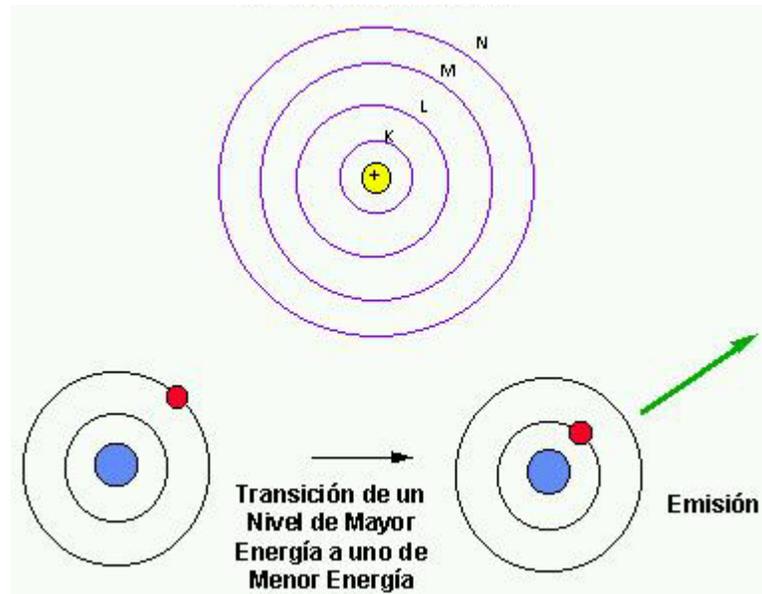
En 1992 la compañía láser Euro Technic cambia su nombre por el de Láser Medical Technology, y en 1994 por el de Bioláser technology.

En 1996 la compañía Premier Láser, adquiere los derechos internacionales del láser de argón, de la compañía Bioláser, en 1997 la compañía Sunrise Technologies vende su división dental de láser a la compañía Láser Research y en 1998 ION Láser technology (Ilt) cambió su nombre a Brite Smile.

Como ya se mencionó, durante 1990 se fabricó un gran número de equipos láser algunos de ellos se mencionarán a continuación, pero cabe destacar que varios de estos equipos ya no se encuentran disponibles en el mercado porque no cumplieron con los requerimientos necesarios para realizar tratamientos dentales.<sup>3</sup>

## 1.2 Física láser.

Entender el concepto de emisión estimulada de radiación, basada en la teoría cuántica del físico danés Niels Bohr, en el cual postula que alrededor del núcleo de un átomo giran los electrones en una fase estable, este movimiento constante hace que el núcleo se cargue de energía y pase a una fase excitada, lo que provoca que en ése momento el átomo sea inestable y libere una pequeña cantidad de energía, que recibe el nombre de fotón, para después regresar de manera espontanea a su fase inicial; a este proceso se le llama emisión espontanea (Fig.2).

Fig.2 Modelo Atómico de Bohr<sup>2</sup>

Einstein creó el concepto y la teoría de que si una cantidad adicional de energía es absorbida por un átomo cuando se encuentran sus electrones en estado excitado, éstos al regresar a su fase inicial, liberan una doble cantidad de energía, es decir, dos fotones con longitud de onda idéntica que se mueve a través de una onda coherente en una misma dirección, a este fenómeno que se llama emisión estimulada. Estos fotones tienen la capacidad de energizar más átomos y producir fotones, lo que da como resultado que la energía se amplifique produciendo la luz láser<sup>1</sup>.

### 1.3. Componentes del láser.

Todos los láseres están formados por cinco componentes:

1. Medio activo
2. Cavity de resonancia
3. Medio de bombeo o estimulación
4. Sistema de enfriamiento
5. Panel de control.



Medio activo; puede ser líquido, sólido o gaseoso y es el que determina la longitud de onda de láser y también le da el nombre. Este se encuentra localizado dentro de la cavidad de resonancia y al ser estimulado produce fotones con la misma longitud de onda.

Cavidad de resonancia; está compuesta por un sistema óptico que consiste en dos espejos altamente pulidos, separados entre si con su superficies paralelas y alineadas, encontrándose entre ellos el medio activo, que al liberar los fotones, estos se reflejan en las superficies de los espejos, de los cuales uno tiene unas microperforaciones por donde se libera el 20% de la energía concentrada dentro de la cavidad láser formando un rayo de luz monocromático y direccional.

Medio de bombeo o estimulación; generalmente es una lámpara o flash que estimula con su luz al medio activo.

Sistema de enfriamiento; se encarga de mantener el medio activo siempre a una misma temperatura para su mejor operación, el calor generado del medio de bombeo, es eliminado por este sistema.

Panel de control; consiste en un microprocesador localizado en la parte superior del láser y tiene diferentes funciones como: encendido, cantidad de energía, cantidad de pulsaciones por segundo y encendido del láser guía.

Dentro del resonador se encuentra el medio activo. A través del sistema de bombeo, se estimulan los átomos del medio activo, los electrones de estos átomos captan la energía y saltan a orbitas mas energéticas. El átomo esta en estado excitado y su tendencia es ceder la energía que le sobra para regresar a su estado de reposo, al estar bajo el bombardeo se mantiene en excitación. La energía liberada, en el esfuerzo por regresar

al estado de reposo, es en forma de fotones, que a su vez puede colisionar con otro átomo directamente y causar su excitación<sup>1</sup>.

La liberación de fotones ocurre en todas direcciones, pero se encuentran con la pared del resonador (cubiertas por espejos) y regresan nuevamente, por reflexión, a impactar otros átomos. En este momento, en que un nuevo impacto al átomo es el que causa la emisión de fotones. Finalmente en un extremo del resonador se encuentra un espejo semipermeable, el cual permitirá la salida de un haz de luz con las características de la luz láser<sup>1,2</sup> (fig. 3).

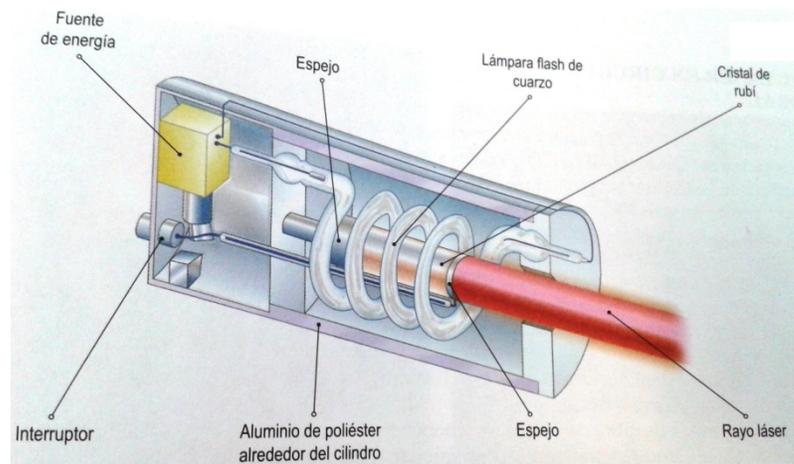


Fig.3 Esquema de componentes de láser de rubí.<sup>3</sup>

#### 1.4 Propiedades de la luz láser.

Las propiedades físicas de la luz láser son las siguientes:

- Es monocromática.
- Es coherente, colimática y direccional.
- Viaja a la velocidad de la luz: 300 000 Km/s.
- Por su gran densidad fotónica, ejerce efectos térmicos y/o biológicos (dependiendo del medio activo que lo produzca).

La propiedad monocromática está formada por fotones con igual longitud de onda, y serán del mismo color, sí su medio activo está dentro del área visible del espectro electromagnético, de lo contrario este haz de luz, será invisible al ojo humano, por estar en el área infrarroja no visible (Fig. 4).

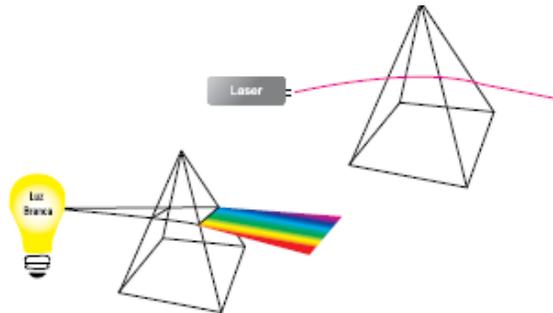


Fig. 4 Luz monocromática<sup>4</sup>.

La propiedad coherente se debe a que todos los fotones que la forman se encuentran en la misma fase y viajan en la misma dirección (Fig.5).

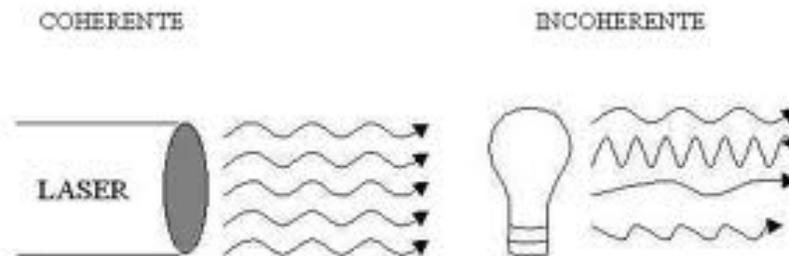


Fig. 5. Luz coherente.<sup>5</sup>

La propiedad direccional se debe a que la transmisión de la energía es unidireccional y paralela, con muy poca divergencia (Fig.6).



Fig. 6 Luz direccional.<sup>6</sup>



Los haces de luz producidos por el rayo láser, son formas específicas de energía electromagnética, en cuyo espectro, se encuentran todos los rangos de onda de energía, desde los rayos gamma (de 10  $\mu\text{m}$ ), hasta las de radio y de televisión, con longitudes de onda de varios metros, e incluso kilómetros.

Los equipos láser disponibles en la actualidad se encuentran en el rango de 360 a 10 600nm de longitud de onda, encontrándose la mayoría de ellos en la porción visible-invisible no ionizante del espectro electromagnético.

James maxwell demostró que la luz del sol está compuesta por un espectro visible de colores; del mismo modo, el espectro electromagnético de la radiación está dividido en diferentes categorías de energía; según su longitud de onda. Algo que debe considerarse es que cuando más larga sea la longitud de onda, menos energía se obtiene; lo contrario sucede si la longitud de onda es más corta<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>.

#### 1.4.1 Espectro electromagnético.

El espectro electromagnético podemos dividirlo en tres áreas diferentes (Fig.7):

1. Un área visible, en donde se encuentran los rayos de color que el ojo humano puede detectar.
2. Un área invisible con radiación ionizante, que puede ser absorbida por las células y los tejidos, que también puede causar problemas mutagénicos, y en la cual se encuentra los rayos gamma, los rayos X y la luz ultravioleta.
3. Un área invisible con radiación no ionizante, que a la vez se divide en dos: una infrarroja y otra que se compone de ondas de radio. El área infrarroja tiene un efecto térmico, y es aquí donde se encuentra la mayoría de las longitudes de onda de los láser quirúrgicos, como; diodos, argón, Nd:YAG ( Neodimio: Granate de

itrio y aluminio ), Ho:YAG (Holmio: Granate de Itrio y aluminio), Er:YAG (Iridio: Granate Itrio y aluminio ) , Er (Iridio), Cr:YSGG (Cromo: Itrio, Escandio, Galio, Granate) y CO<sup>2</sup> (Dióxido de carbono)<sup>1</sup>.

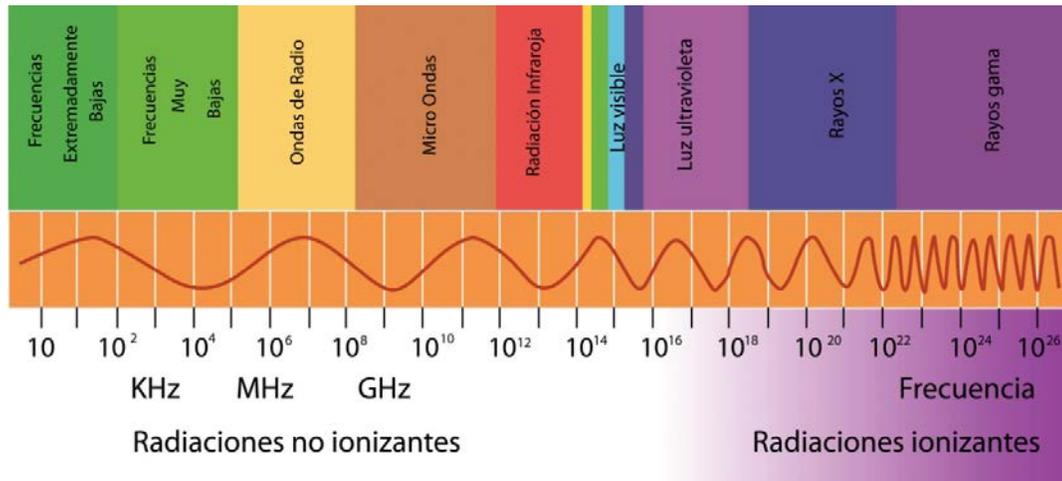


Fig. 7. Esquema espectro electromagnético.<sup>7</sup>

Y la longitud onda se puede clasificar según el área en que se encuentra dentro del espectro electromagnético.

- Láser de rayos ultravioleta.

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

- Láser Excimer de Ar:F (Argón y flúor).

Longitud de onda entre 193nm (tiene la menor longitud de onda de todos los láser), es altamente absorbido por el esmalte, el cual corta con mucha



precisión sin dejar residuos, y se transmite mediante brazo articulado; su medio activo es el gas.

- Láser Excimer Xe:Cl (Cloruro de xenón).

Longitud de onda de 308 nm con aplicación en endodoncia; no tiene buena absorción con la hidroxiapatita, pero trabaja por medio de disrupción del tejido. Este se transmite por medio de fibra óptica si su medio activo es un tubo de gas.

- Láser visible.

El área visible del espectro electromagnético se encuentra entre 350 y 700nm.

- Láser de argón

Está en medio de una porción visible del espectro electromagnético; posee dos colores con dos diferentes longitudes de onda: azul de 488nm, y verde de 514nm. Es altamente absorbido por pigmentación roja, como la hemoglobina, y produce un efecto de coagulación; no afecta la estructura ósea o el tejido del diente; Puede transmitirse por fibra óptica y tiene como medio activo un tubo de gas argón que es estimulado a 220 volts. Láser sintonizable de 590nm. es altamente absorbido por la pigmentación azul; puede transmitirse por medio de fibra óptica, y emplea líquido colorante como medio activo.

- Láser de He:Ne (Helio - Neón).

De baja potencia y luz visible, es uno de los equipos más conocidos que se ha utilizado en las áreas biomédica e industrial. Su aplicación más conocida es como luz guía para los láseres con longitud de onda infrarroja invisible. Su nivel de energía no excede los 500 mW (miliwatts); puede ser transmitido por fibra óptica y su medio activo es de un tubo de gas. Este láser, utilizado en



todo tipo de lesiones, ha dado excelentes resultados cuando se ha aplicado con energía de 50 a 200mW.

- Láser infrarrojo.

Es el de mayor presencia en el mercado dental por sus propiedades para trabajar en tejidos duros y blandos; su longitud de onda se encuentra entre 730 y 12 000nm.

- Láser de galio.

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

- Láser de Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio).

Posee más aplicaciones clínicas. Su medio activo es de Granate cubierto con Nd (Neodimio); necesita de un láser guía de He:Ne (Helio-Neón) o un diodo. Se transmite por medio de fibra óptica y su longitud de onda es de 1064nm; los rayos que produce son bien absorbidos por la pigmentación negra y tiene gran aplicación en tejidos blandos; se puede transmitir como onda continua, como pulso, y de forma pulsátil o de superpulsos.

- Láser de Ho:YAG (Holmio: Granate de itrio y aluminio).

Tiene una longitud de onda de 2 100nm con un medio activo sólido, se considera dentro de la familia de Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio), pues también se transmite por fibra óptica; el Granate de YAG (Granate de Itrio y Aluminio) está cubierto con holmio. Es absorbido por hidroxiapatita; pueden realizarse cortes en la estructura del diente o del



hueso; por tener una longitud de onda más larga, dificulta el empleo en la forma pulsátil del sistema.

- Láser de Er:YAG (Erbio: Granate Itrio y aluminio) de 2 900 nm.

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

- Láser de Er, Cr:YRGG. (Erbio, cromo: Granate de itrio, escandio y galio).

Tiene una longitud de onda de 2780nm; aunque tiene aplicaciones similares a las de Er:YAG (Erbio: Granate de itrio y aluminio) para tejidos blandos y duros, es un láser selectivo que elimina la caries dejando el esmalte y la dentina sana.

- Láser de CO<sup>2</sup> (Dióxido de Carbono).

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

La longitud de onda es la distancia entre dos puntos de ondas sucesivas entre una cresta a otra. Dichas ondas se miden en unidades (nanómetros o micrones).

La longitud de onda de cada láser está dada por el medio activo que lo produce; este material debe tener átomos en estado metaestable que se puedan estimular para formar los fotones (Fig. 8).

Representando un factor importante, ya que del procedimiento terapéutico que se lleve a cabo, depende el tipo de láser que se utilizara. <sup>2</sup>

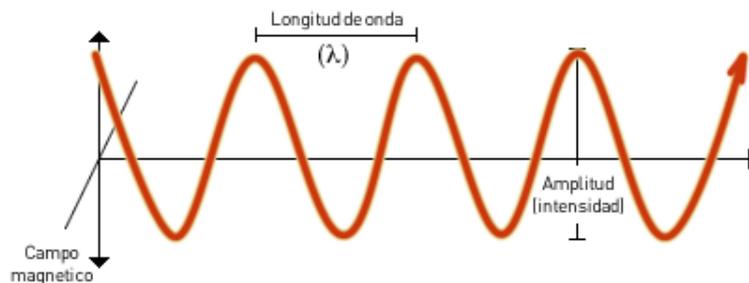


Fig 8. Esquema de longitud de onda. <sup>8</sup>

#### 1.4.2 Medios activos del láser.

Los medios activos del láser pueden ser el sólido, el gas o el líquido.

Sólido. Tienen mayor duración por ser de Granate o diodos (metales); los de Granate pueden tener una vida activa de 15 años, mientras que los diodos puedan durar hasta 35 años.

Los de medio activo de Granate/vidrio usan barras de Granate de YAG (Granate de itrio y aluminio), recubiertas con Nd (Neodimio), que sirve como medio activo. Cuando esta capa se desgasta con el tiempo, hay que cambiar el Granate. Entre los láser con medio activo sólido se encuentran Er: YAG



(Erbio: Granate de itrio y aluminio), el Er, Cr:YSGG, (Erbio, Cromo: Granate de Ytrio-Escandio-Galio) además del de diodos y el de Alexandrita.

Láser de diodos. Este no necesita de la cámara de resonancia o de un tubo lleno de gas, como sucede con los demás láseres. Están formados por dos metales reactivos colocados uno frente al otro y cuando una corriente eléctrica estimula este medio, se produce la energía láser entre las dos placas; estos láseres son relativamente pequeños.

Gaseoso. Se usan dos tipos de gas: uno como medio activo y el otro para enfriar, que consiste en un tubo lleno de gas activo y congelante, cuya duración en promedio es de tres a cuatro años; en algunos se puede recargar o intercambiar el tubo. Entre los láseres de gas se encuentran;

He:Ne (Helio - Neón) mezcla de gases atómicos

CO<sup>2</sup> (Dióxido de carbono) gases moleculares

Argón gases de átomos ionizados

Kriptón gases de átomos ionizados

Xenón gases de átomos ionizados

Líquido. Estos se encuentran en estudio e investigación. Su característica principal consiste en que disuelve su medio activo en agua o metanol para activar el líquido colorante y producir la energía<sup>1</sup>.

## 1.5 Tipos de láser.

### 1.5.1 Terapéutico (LLLT).

Existen dos tipos de láser en el campo de la medicina y de la odontología: los quirúrgicos y los terapéuticos.



En escritos y artículos publicados en la década de 1960, a menudo se hace referencia a los términos de láser duros, para hacer alusión a los quirúrgicos y blandos, para los terapéuticos; también se les llamaba de alta y baja potencia, respectivamente; hoy en día se aceptan los términos de láser terapéuticos, laserterapia o LLLT (Low Level Laser Therapi).

Los primeros láser con medio activo de gases se crearon en 1962, así como sus aplicaciones e investigaciones, siendo los pioneros Rusia y Hungría. Adam Mester, uno de los iniciadores de los estudios del láser terapéutico, descubrió que al ser emitido el rayo láser con energías menores, provocaban una interacción de luz (o energía) con los procesos metabólicos celulares, de modo que esa reacción bioestimulante o bioreguladora celular provocaba varios efectos: analgésico potente, antiinflamatorio, regenerador tisular (cicatrizante), hemostático (disminuye el tiempo de la formación del trombo), estimulante de mecanismo de defensa (mediante la activación de macrófagos, granulocitos y neutrofilos).

En los inicios de la década 1960 cuando aparecieron los primeros equipos láser comerciales, se descubrió que algunos de ellos, con energías mayores de 1Watt, podían cortar, vaporizar y coagular los tejidos, pero si se aplicaban con menor energía su efecto en los tejidos era diferente, pues solo provocan una bioestimulación celular, la cual produce un efecto analgésico y antiinflamatorio. Su longitud de onda mayormente se concentra en el área visible del espectro electromagnético o al principio del área infrarroja, por lo que no ejerce un efecto térmico o bien, esta disminuido por la cantidad de energía aplicada.

Los primeros tienen un efecto térmico ya que son capaces de concentrar una gran cantidad de energía en un espacio muy reducido y ello se demuestra por su capacidad de corte, coagulación y vaporización. Los de baja energía carecen de este efecto térmico, ya que la potencia que utilizan es menor y la



superficie de actuación mayor, y de este modo el calor se dispersa; producen un efecto bioestimulante celular, para acelerar la regeneración tisular y la cicatrización de las heridas disminuyendo la inflamación y el dolor.

Los más conocidos son de Arseniuro de Galio (Ga As), láser pulsado con longitud de onda 904nm, el de arseniuro de galio y aluminio transmisible por fibra óptica (Ga- As y Al) con longitud de onda de 805 nm y el de Helio-Neon (He-Ne) con longitud de onda de 632.8 nm, este último dentro del espectro visible<sup>2, 4</sup>.

#### 1.5.1.1. Técnica de aplicación.

Debido a la variedad del láser terapéutico en el mercado; las aplicaciones principales en odontología y la forma de aplicación depende del tratamiento que se va a seguir, puede ser:

- Aplicaciones puntiformes: sobre un punto.
- Aplicación multizonal: varias zonas tratadas simultáneamente.
- Aplicación de barridos: recorridos lásericos a velocidad constante y sobre un circuito repetitivo.
- Aplicación de pinceladas: trayecto láser de una aplicación lineal con una sola exposición<sup>3</sup>.

#### 1.5.1.2. Efecto del láser terapéutico en el organismo.

##### 1.5.1.2.1 Comportamiento de los tejidos.

La luz sólo tiene efecto, cuando se absorbe por los tejidos, convirtiéndose en energía térmica y bioquímica, sobre todo si se trata de una radiación láser.

A la interacción de esta energía con los tejidos se producen los fenómenos conocidos como reflexión, absorción, trasmisión y dispersión.



**Reflexión.** Es la energía que se refleja en la superficie del tejido, puede ser de modo directo o difuso (Fig. 9).

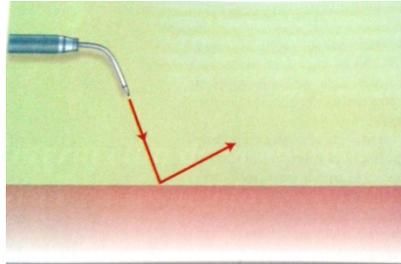


Fig. 9 Reflexión de la luz láser.<sup>2</sup>

**Absorción.** Proceso físico en el que los átomos y las moléculas del tejido convierten la energía láser en forma de energía: calorífica, química, acústica y atérmica. Cuando el rayo penetra en el tejido, se remueve cierta cantidad de él dependiendo del tiempo y la energía usada, convirtiendo el sobrante en otro tipo de energía, disminuyendo su capacidad, de la cual no procede un efecto biológico significativo. La fuerza y la penetración del proceso de absorción dependen de la longitud de onda y del tipo de tejido que se ha de tratar (Fig 10).

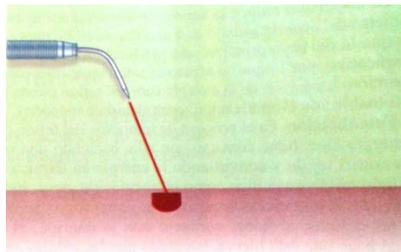


Fig.10 Absorción de luz láser .<sup>2</sup>

**Trasmisión.** La energía láser transmitida con menos potencia, después del área de absorción, hacia el interior del tejido, no causa efecto térmico, pero sí una bioestimulación que ayuda a la reparación celular del área (Fig. 11).



Fig. 11 Trasmisión de luz láser sobre los tejidos.<sup>2</sup>

Dispersión. Se refiere a la disminución del rayo láser a causa de la reflexión de la energía en otras direcciones. Esta ocurre con átomos y moléculas individuales que se agregan a otros de estructura intracelular y de algunas otras partículas ópticas diferentes a las de tejido biológico (Fig. 12).

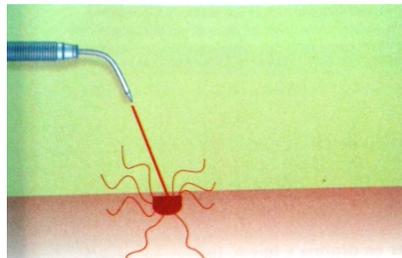


Fig. 12 Dispersión de luz láser.<sup>2</sup>

Fotoablación o vaporización. Es el proceso de remoción del tejido cuando la energía láser tiene contacto con ella, haciendo una interacción con el tejido y convirtiendo la energía en térmica dentro de algún tejido específico como pigmentación, agua, hidroxiapatita, etc.

Incisión. Este efecto depende de la longitud de onda específica que utilice el Láser<sup>1, 2, 3</sup>.

#### 1.5.1.2.2 Efectos del láser en el organismo.

Cuando la energía es absorbida por los tejidos, los fotones de luz interactúan con la estructura celular produciendo su efecto terapéutico en dos niveles:



local (en el área de aplicación) y sistémico (transmitiendo su efecto desde la zona irradiada hasta el sistema nervioso central).

A nivel celular su efecto es estimulante o biorregulador de las células, actuando principalmente sobre cuatro estructuras celulares: mitocondria, membrana celular, protoplasma y retículo endoplásmico.

1. La estimulación de la mitocondria produce la síntesis de ATP (trifosfato de adenosina).
2. La estimulación de la membrana celular produce una polarización cuando ésta, por causas traumáticas o patológicas, está despolarizada, por lo que normaliza los iones intra y extracelulares, ayudando a regular la presión osmótica, revitalizando la célula.
3. La estimulación del protoplasma ocurre por la emisión electromagnética, propia de fotones ultra débiles, interactuando con los fotones del láser creando una reacción energética celular.
4. La estimulación del retículo endoplásmico produce aumento del ADN (ácido desoxirribonucleico).

A nivel sistémico, su efecto se trasmite desde el lugar de aplicación hasta el sistema nervioso central produciendo efectos analgésicos y antiinflamatorios; esto lo hace a través de las fibras amielínicas del sistema nervioso autónomo, llega hasta el hipotálamo, estimulando la hipófisis y formando propiomelanocortinas, las cuales forman cortisona en la sangre, que es un potente antiinflamatorio, y endorfinas, que producen un efecto analgésico natural (Fig 13).



Fig. 13. Esquema para la formación de cortisona.<sup>10</sup>



La célula, al ser irradiada con la luz láser, experimenta un efecto fisiológico oxigenador y acelerador del metabolismo protoplásmico de cada célula radiada, cuya inflamación produce una vasodilatación de los esfínteres pre capilares, eliminando o disminuyendo el proceso. Las células normalizan el sodio y el potasio dando como resultado el efecto antiinflamatorio.

La analgesia se produce por la acción fotoeléctrica del láser sobre las fibras nerviosas, eliminando la endoperoxidasa productoras de dolor. La energía láser provoca la síntesis de los mucopolisacáridos y la producción de colágeno, lo que activa a los fibroblastos produciendo una regeneración tisular.

El láser es selectivo a los fibroblastos, activando la síntesis de mucopolisacáridos y la producción de colágeno, obteniendo un efecto de regeneración tisular o cicatrización.

El láser terapéutico puede penetrar en tejidos blandos de 2 a 5 cm y en tejidos óseos de 1 a 2 cm, a mayor contenido de agua, mayor penetración.

En aplicaciones transóseas, cuando más compacto sea el hueso, menor será la penetración, por lo que su aplicación en el maxilar es mayor, debido a que éste es menos compacto por los senos paranasales lo hacen menos denso. Por ello, la aplicación del láser terapéutico en la maxila tiene efecto más rápidos y mejores que en la mandíbula<sup>1, 2, 3</sup>.

#### 1.5.1.3. Contraindicaciones y precauciones.

No se debe utilizar el láser terapéutico en los siguientes casos:

- Para irradiar la glándula tiroides, ya que aumenta el metabolismo celular.
- Para tratar neoplasias de algún tipo, ya que las provocan alteraciones en la división celular.



- Irradiar sobre los ojos.
- En epilépticos.
- En caso de infecciones agudas sin previa cobertura antibiótica.
- Aplicaciones prolongadas sobre la articulación temporomandibular. Debido a la aparición de somnolencia y vértigo
- Piel fotosensible y/o combinación con fármacos que producen fotosensibilidad <sup>2,4</sup>,

#### 1.5.1.4 Dosificación.

Debido a que la cavidad oral está integrada por tejidos de consistencias y contenidos diferentes, no se puede estandarizar la aplicación de la energía láser para todos los casos, ya que la absorción, penetración y reflexión en los diferentes tejidos, depende de la longitud de onda que se esté utilizando.

No hay una norma definitiva en la que coincidan diversos autores. Existen elementos que fundamentan la aplicación de 10 sesiones (diarias), al menos las primeras 2 semanas, y luego llevarlas a 20 secciones, hasta completar al menos 1 mes de tratamiento. Se recomienda en días alternos a partir de la decima sesión. Es posible realizar más de un ciclo de tratamiento, pero se debe esperar al menos 3 a 4 semanas para recomenzar con otro ciclo en sesiones alternas.

Cuando un paciente no evoluciona adecuadamente en las primeras 10 sesiones, requiere una reevaluación, sobre todo de los parámetros terapéuticos indicados o en la metodología de la aplicación y, probablemente, requiere un cambio del tratamiento.

Debido a la introducción para el análisis de los parámetros de la dosificación, como son el valor de la potencia de emisión, valor del área de superficie a tratar, la densidad de energía, la superficie del spot, se han establecido formulas con las cuales, se evitaría las altas dosis de energía ya



que ocurre una inhibición de los procesos metabólicos intracelulares y se puede encontrar una reducción en la síntesis de ATP, incrementando la actividad de la enzima ATPasa y pérdida del potencial de membrana, con signos de degeneración celular y lisis citoplasmática, así como dilatación perinuclear <sup>2</sup>.

La densidad de energía (De), cuantifica la energía suministrada al paciente, con base en el área de superficie.

La superficie del spot (ss) habitualmente es proporcionada por el fabricante.

La potencia de emisión (P), se relaciona con el tiempo (t) de exposición,

$$\text{Densidad de energía (De)} = \frac{\text{Energía (E)}}{\text{Superficie de Spot (ss)}}$$

Si se sabe que Energía (Joule)=potencia (W) x tiempo (s), entonces queda:

$$\text{De (J/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Potencia (W) x Tiempo(s)}}{\text{Superficie de spot (cm}^2\text{)}}$$

Habitualmente se trabaja con dosis entre 6 y 10 J/cm<sup>2</sup>. En el caso del efecto antiinflamatorio se emplean dosis entre 1 y 15 J/cm<sup>2</sup>. Para el efecto analgésico se utilizan dosis entre 2 y 8 J/cm<sup>2</sup>.

### 2.5.2 Láser quirúrgico.

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

Para su uso odontológico contamos con varias longitudes de onda producidas según su medio activo, capaces de hacer cavidades en tejidos duros sin necesidad de anestesia en 70% de los casos, mientras otros producen cortes en tejidos blandos, vaporizándolos y creando hemostasia,



dando como resultado cortes limpios y exactos que no provocan dolor o inflamación posoperatoria (Fig 14).

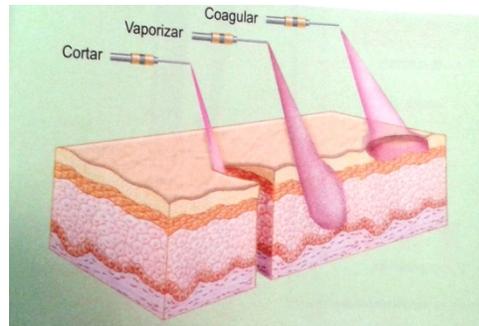


Fig. 14 Funciones del láser quirúrgico.<sup>2</sup>

El láser quirúrgico que se encuentra para uso en odontología son los siguientes; láser de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); láser de neodimio, itrio, aluminio, granate (Nd: YAG); láser de neodimio, aluminio y fósforo (Nd: YAP); láser de erbio, itrio, aluminio y granate (Er: YAG); láser de holmio, itrio, aluminio y granate (Ho: YAG); láser de argón; láser de diodos y el láser de excimer<sup>1, 2</sup>.

### 1.6 Medidas de seguridad.

- No se debe incidir el haz en objetos o superficies pulidas, donde pueda reflejarse y que al final pudiera llegar a los ojos.
- Contar con buen sistema de ventilación dentro del consultorio.
- Realizar la asepsia de accesorios luego del tratamiento.
- Mantener el quipo conectado a tierra, para evitar accidentes eléctricos<sup>2, 4</sup>.

#### 1.6.1. Protección ocular.

Debe existir una buena iluminación, para proporcionar la contracción pupilar. Al usar cualquier tipo de láser se requiere proteger los ojos, debido a que los tejidos oculares son susceptibles a la radiación. Existen anteojos especiales para cada longitud de onda y deben tener Granates o filtros especiales (Fig.



15). Nd:YAG (Neodimio: Granate de itrio y aluminio), Ho:YAG (Holmio: Granate de itrio y aluminio) tienen la misma longitud de onda: 1064nm, mientras que ER:YAG (Erbio: Granate de itrio y aluminio) y Er,CR:YSGG (Erbio, Cromo: Granate de Ytrio-Escandio-Galio), a una longitud de onda de 2900 nm. Es necesario colocar un letrero o señal de “láser en uso” y todo el personal debe usar anteojos durante su aplicación<sup>1, 2, 4, 5</sup>.



Fig 15. Lentes de protección.<sup>11</sup>

### 1.6.2. Uso de sustancias o gases en el área de trabajo.

Una parte de energía láser que se refleja y entra en contacto con cualquier material o sustancia inflamable, ya sea líquida, sólida o gaseosa, puede convertirse en una chispa o flama. De modo que cuando se esté haciendo la aplicación, deben estar restringidos estos materiales<sup>4</sup>.



## Capítulo 2 Láser en odontología.

El uso de la luz láser se está haciendo cada vez más común en la clínica dental, trayendo beneficios indudables a pacientes en diversas especialidades odontológicas. La ortodoncia también puede beneficiarse de los efectos de la terapia con láser.

El láser, permiten llevar a cabo procedimientos en tejido duro y blando haciendo que el dolor sea menos desagradable para los pacientes. Su actividad sobre los tejidos no solo obedece a efectos térmicos, sino a la interacción de las ondas electromagnéticas en las células, la energía es absorbida donde la concentración de fluidos es mayor, por lo tanto habrá una mayor absorción en los tejidos inflamados y edematosos, estimulando las numerosas reacciones biológicas relacionadas con el proceso de reparación<sup>1, 4, 5</sup>.

### 2.1 Usos del láser en ortodoncia.

El láser en Ortodoncia se puede utilizar con las siguientes finalidades: prevención de la desmineralización, adhesión, remoción de brackets, regeneración ósea, manejo de tejidos blandos, polimerización, holografía, escáner, diagnóstico y soldadura. A continuación se describen algunas<sup>5</sup>.

#### 2.1.1 Prevención de la desmineralización.

La presencia de zonas de desmineralización del esmalte clínicamente detectables después del retiro de los aparatos de ortodoncia ha sido bien identificado. Estas lesiones de mancha blanca se consideran precursoras de caries en esmalte y dentina. En ortodoncia se han atribuido a la acumulación prolongada y la retención de la placa bacteriana en la superficie del esmalte adyacente a los aparatos. Este mecanismo que ha demostrado que incrementa la resistencia a la caries es mediante la creación de



microespacios en el esmalte a través de la irradiación con láser, los cuales atrapan los iones liberados y actúan como sitios de precipitación mineral. Por lo tanto, el esmalte tiene una mayor afinidad por el calcio, fosfato e iones fluoruro. Existen varios factores que pueden actuar en conjunto para lograr esta reducción de la susceptibilidad a la caries. Los estudios realizados indican 10 segundos de exposición a un nivel de energía de 250 mW (miliwatts) mostrando una reducción de 31- 35% en la desmineralización <sup>5</sup>.

### 2.1.2 Adhesión y remoción de brackets.

La fuerza de adhesión entre el bracket y la superficie del esmalte depende de tres factores: el mecanismo de retención de la base del bracket, el material adhesivo y la preparación de la superficie del diente. Comúnmente se utilizan sistemas adhesivos que emplean acondicionador de esmalte, solución primer, y resina para adherir los brackets de ortodoncia a la superficie del esmalte. En general, estos sistemas adhesivos contienen 35-37% de ácido ortofosfórico, lo que acondiciona la superficie del esmalte<sup>5</sup>.

#### 2.1.2.1 Adhesión de brackets.

El láser de alta intensidad Er:YAG (Iridio: Granate Itrio y aluminio ) y Er, (Iridio) Cr:YSGG (Cromo: Itrio, Escandio, Galio, Granate). Se han utilizado previo al cementado de brackets. A pesar de los resultados obtenidos hasta ahora no superan los valores de adhesión que se alcanzan con el ácido ortofosfórico, puede considerarse una técnica válida ya que supera el 70% de retención que es el valor mínimo requerido.

Con el láser de Er:YAG (Iridio: Granate Itrio y aluminio ) el esmalte es irradiado con una longitud de onda de 2,94 mm, 300 mJ/pulso, 10 pulsos por segundo durante 10 segundos.

La energía de láser permite la fusión y la ablación localizada de la superficie del esmalte, lo que afecta al grabado a través del proceso de vaporización y



microexplosiones continuas, que ocurren debido a la vaporización del agua atrapada dentro de la matriz <sup>5</sup>.

#### 2.1.2.2 Remoción de brackets.

Se utiliza el láser de alta intensidad del grupo YAG (Granate de Itrio y aluminio), CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) de modo pulsátil.

En el descementado de brackets cerámicos, el láser de alta potencia produce calor, lo que provoca un reblandecimiento de la resina y facilita la remoción, sin que ocurra la fractura del esmalte dental o daños pulpares. Se ha demostrado que el aumento de la temperatura de la cavidad pulpar con la radiación láser es menor que la temperatura a la cual la pulpa dental se necrosa (5.5°C)<sup>5</sup>.

#### 2.1.3 Manejo del dolor.

En el tratamiento del dolor dentario debido a movimientos ortodóncicos, el láser tiene una acción analgésica, antiinflamatoria y de reparación dentinaria. El láser de baja potencia posee propiedades analgésicas para disminuir el dolor tras los ajustes ortodóncicos, entre los cuales destacan el láser de Arseniuro de Galio y Aluminio (Ga, Al,As), el láser de Arseniuro de Galio (Ga, As) y el láser de Helio- Neón. El láser que se utiliza en estos casos puede ser el de diodo de arseniuro de galio y aluminio, que se aplica de una manera puntual, en el ápice radicular con una dosimetría de 2 J/cm<sup>2</sup> y a lo largo del eje de la raíz con tres puntos de 1 J / cm<sup>2</sup>. La frecuencia de aplicación es de 1-2 sesiones semanales.

El mecanismo de acción analgésica no ha sido establecido, pero se asocia con su acción antiinflamatoria y efecto neuronal, el láser de baja frecuencia produce una estimulación benéfica de neuronas deprimidas y del sistema linfocitario, entre otras acciones neuronales se encuentra la estabilización del potencial de membrana y la liberación de neurotransmisores.<sup>2, 4, 5, 6.</sup>



#### 2.1.4. Efectos fotobiomoduladores del láser en ortodoncia.

En la expansión del maxilar, los beneficios de usar el láser durante la expansión, consiste en un menor discomfort del paciente, acelerar la formación de hueso en la sutura media palatina, prevenir la recidiva de la expansión y abreviar el período de retención (Fig.16). Para esta terapia se usa el láser de baja potencia, diodo de arseniato de galio aluminio, por sus propiedades bioestimulantes celulares.

Saperia y col, demuestran que el nivel de ARNm de colágeno tipo I aumentó por la irradiación con láser durante la cicatrización de heridas de la piel. Como el colágeno de tipo I es una proteína importante en la matriz ósea, el efecto de la estimulación láser a nivel del colágeno es indirecta, este efecto estimulador de la irradiación con láser apoyaría la formación ósea. Saito y Shimitzu, investigaron los efectos de la irradiación con láser en la regeneración ósea durante la expansión de la sutura media palatina en ratas, usando como parámetros la cantidad de hueso neoformado, área osteoide y hueso mineralizado; encontrando que la irradiación con el láser de baja potencia GaAlAs acelera la regeneración ósea, inhibe la recidiva y acorta el periodo de retención. Cepera y col, quienes usan el láser diodo durante la expansión rápida del maxilar en niños y encontraron que el láser mejora la apertura de la sutura media palatina por estimulación de la actividad osteoclástica, el cual reduce el movimiento ortodóncico indeseado, la vestibularización de las piezas dentales y acelera el proceso de regeneración ósea. La aplicación del láser se realiza en puntos determinados distribuidos en la trayectoria paralela a la sutura media palatina, antes de activación del expansor, con una dosis de  $2\text{J}/\text{cm}^2$  por punto determinado. Durante el periodo de activación de la expansión, las aplicaciones deben ser realizadas de 2 a 3 sesiones semanales con intervalo mínimo de 48 horas<sup>4, 5, 7,8, 9, 10.</sup>

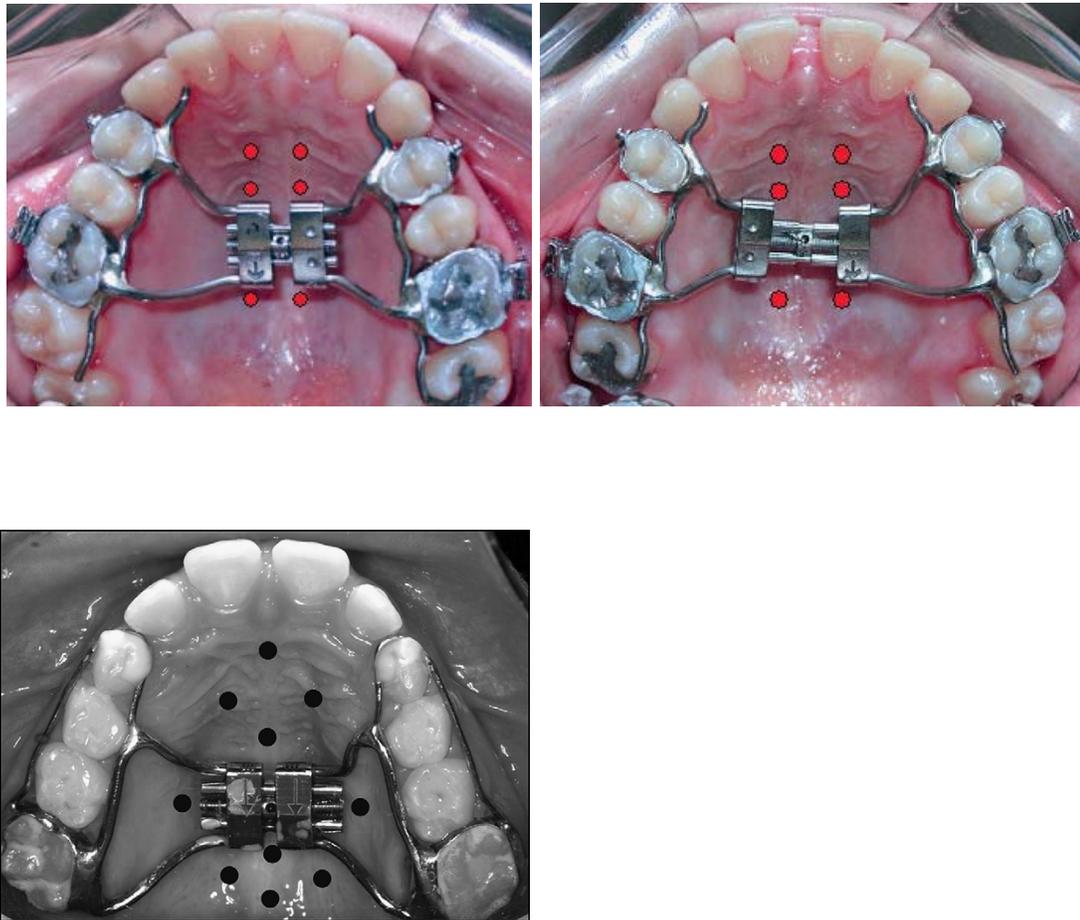


Fig 16. Zonas de aplicación de láser terapéutico en la expansión rápida del maxilar.<sup>12</sup>



### Capítulo 3 Crecimiento posnatal maxilofacial.

El crecimiento individual del maxilar o de la mandíbula desplaza la arcada dentaria en los tres planos del espacio y la oclusión se afecta secundariamente por el crecimiento y desarrollo de los huesos que forman la cara y la base del cráneo.

Clínicamente es importante conocer los fundamentos del crecimiento posnatal para poder interpretar las características oclusales de acuerdo con lo que haya podido ocurrir en el crecimiento pre y posnatal de la cara (Fig. 17).

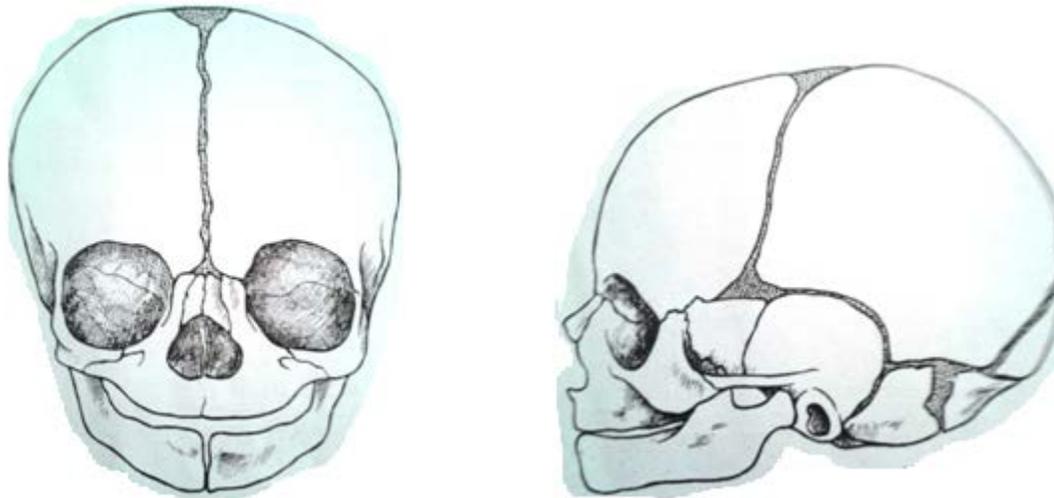


Fig 13 Cráneo del recién nacido en una vista frontal y lateral. <sup>13</sup>

#### 3.1 Morfología craneofacial del neonato.

La cabeza del recién nacido, es distinta, tanto en el tamaño como en su forma y proporción: morfológicamente son diferentes.

El desarrollo craneofacial se caracteriza por un aumento en las dimensiones.



### 3.1.1 Separación en unidades óseas.

- En la base del cráneo, el esfenoides está dividido en tres partes: una central, con el cuerpo y las alas menores, y dos laterales con el ala mayor y la apófisis pterigoidea.
- El hueso occipital está dividido en dos partes, una condilar y otra escamosa.
- El hueso temporal con la zona petromastoidea de origen cartilaginoso, y la escamosa de origen membranoso.
- Tanto el hueso frontal como la mandíbula están separados en dos partes a nivel de su parte media<sup>12</sup>.

### 3.1.2 Proporción relativa de la cara y el cráneo.

Al dividir el cráneo en dos partes, se tendrán; el neurocráneo que forma la calota y el desmo o viscerocráneo que forma la cara. El neurocráneo tiene un rápido crecimiento en el periodo prenatal, mientras que el desmocráneo tiene un crecimiento más tardío.

Al comparar la proporción del tamaño de la cara con la del cráneo, destaca la dimensión del cráneo infantil junto con una cara pequeña poco desarrollada. Con el crecimiento se iguala la altura facial con la craneal.

El cuerpo del maxilar es prácticamente inexistente en el niño y crece posnatalmente con la erupción dentaria y el desarrollo de los senos maxilares. La mandíbula aparece corta y recta sin apenas distinción entre cuerpo y la rama vertical.

### 3.2 Tipo de crecimiento posnatal.

El crecimiento óseo se puede dar en tres tipos:

- 1) Crecimiento cartilaginoso basado en la proliferación inicial de cartílago y posterior osificación.



2) Crecimiento sutural, consistente en la aposición ósea a nivel de las suturas que separan los huesos.

3) Crecimiento periostal y endostal, en el que hay una proliferación ósea a partir de la membrana perióstica y de los espacios modulares internos.

### 3.2.1 Crecimiento cartilaginoso.

Localizado en tres zonas: la base del cráneo, el tabique nasal y el cóndilo mandibular. El crecimiento del tabique nasal condiciona un descenso y adelantamiento de toda la zona nasomaxilar; el maxilar y la arcada dentaria, se ve desplazado hacia adelante y abajo por el crecimiento de tabique nasal. El crecimiento de la cabeza condílea provoca que la mandíbula tienda igualmente a desplazarse hacia delante y abajo.<sup>12</sup>

La sincondrosis mandibular situada en el plano medio de la mandíbula contribuye al desarrollo transversal hasta que se cierra en el segundo semestre de vida posnatal.

### 3.2.2 Crecimiento sutural.

A nivel de la bóveda maxilar, la sutura palatina permite el desarrollo transversal del maxilar permaneciendo abierta hasta la adolescencia.

### 3.2.3 Crecimiento periostal y endostal.

Aumenta el tamaño tridimensional de la cabeza por la posición ósea superficial y el remodelamiento interno de cada uno de los huesos.

Es el más importante en el desarrollo de la cara y de los maxilares, tras los primeros años de vida y una vez que decrece el crecimiento sutural y cartilaginoso.<sup>10</sup>

## 3.3 Integración del desarrollo facial.



Enlow basa la secuencia del crecimiento en los siguientes principios:

1. El desarrollo facial se realiza mediante la reabsorción ósea en unas áreas con la aposición ósea de otras zonas vecinas.
2. En el maxilar hay áreas de aposición ósea a nivel de la bóveda palatina, tuberosidad posterior y apófisis frontal y cigomática; en otras zonas próximas se observan una reabsorción ósea y como tal puede considerarse la cara anterior del cuerpo y la base de la apófisis malar. En la mandíbula, son reabsorbidas, entre otras zonas, el borde anterior de la rama vertical y la cara posterior inferior del cuerpo mandibular; la aposición ósea se localiza sobre todo en la apófisis alveolar, en la sínfisis y en el cóndilo.
3. Cada hueso muestra, con el crecimiento, un desplazamiento que le aleja de los huesos contiguos: es un desplazamiento de carácter primario porque es el crecimiento del propio hueso el que le obliga a desplazarse en el espacio. La aposición ósea a nivel de la tuberosidad posterior del maxilar obliga al cuerpo del maxilar a desplazarse mesialmente.
4. Todos los huesos faciales muestran un desplazamiento secundario provocado por el crecimiento y remodelamiento de los huesos vecinos (Fig.18) .Como en el caso del crecimiento del cartílago nasal que al aumentar su tamaño obliga al maxilar superior a desplazarse secundariamente hacia delante y abajo.<sup>10, 14.</sup>

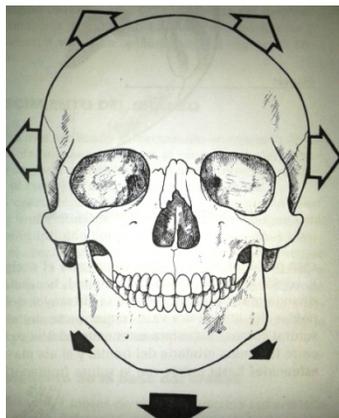


Fig 18 crecimiento de la bóveda craneal y de la cara.<sup>13</sup>



### 3.4 Crecimiento del maxilar.

El tercio medio facial, está constituido por la cavidad orbitaria, la cavidad nasal, los senos nasales, el cuerpo y la apófisis alveolar del maxilar. Y constituido por huesos como el nasal, frontal, etmoides, vómer, lagrimales, palatinos y cigomáticos.

Se observan los tres tipos de crecimiento. El crecimiento cartilaginoso del tabique nasal participa en el descenso del maxilar y en el adelantamiento tanto del maxilar superior como de la nariz (Fig. 19). El crecimiento sutural está presente tanto en las suturas que unen el maxilar con las suturas retrofaciales con la base del cráneo; también la sutura palatina media facilita el ensanchamiento transversal del maxilar superior. El crecimiento periostal y endostal es el que le permite al maxilar crecer tridimensionalmente y formar la apófisis alveolar y el antro del maxilar.<sup>12</sup>

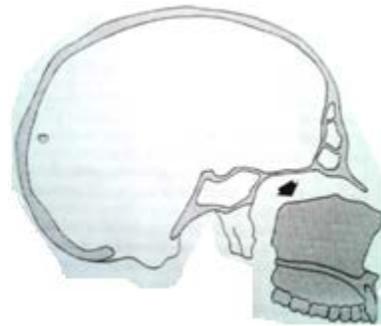


Fig. 19 Desplazamiento secundario del complejo nasomaxilar.<sup>13</sup>

### 3.5 Crecimiento de la base (cuerpo) del maxilar.

El hueso maxilar se remodela mediante aposición ósea a nivel de la cara posterior de la tuberosidad. El crecimiento en longitud de la base maxilar es necesario para crear espacio donde puedan hacer erupción los molares. Al crecer en la zona posterior, el maxilar es simultáneamente desplazado hacia delante: hay remodelamiento y desplazamiento primario. La consecuencia virtual a nivel dentario sería que la arcada dentaria se desplaza hacia delante



produciéndose un aumento de resalte interincisal por protrusión de los dientes superiores.

El desplazamiento primario del maxilar ha provocado un desequilibrio posicional en la relación sagital con el complejo nasomaxilar, fosa craneal anterior y cuerpo mandibular. La protrusión del maxilar deja al resto de estructuras retrasadas y tiene que producirse un crecimiento compensatorio a otros niveles para que se restablezca el equilibrio facial.

Hay un remodelamiento del cuerpo del maxilar con aposición ósea a nivel de la bóveda palatina y reabsorción del suelo nasal.

### 3.6 Desarrollo del maxilar.

El tercio medio facial, se encuentra constituido por la cavidad orbitaria, la cavidad nasal, los senos, el cuerpo y la apófisis alveolar del maxilar. Conformado por distintos huesos como el maxilar, nasal, frontal, etmoides, vómer, lagrimales, palatinos y cigomáticos.

Al analizar el crecimiento del maxilar, se observa que la cara tiende a alejarse de la base del cráneo desplazándose hacia delante y abajo a lo largo del proceso del desarrollo.

El crecimiento cartilaginoso del tabique nasal participa en descenso y adelantamiento del maxilar y de las suturas que se unen con la base del cráneo; también la sutura palatina media facilita el ensanchamiento transversal del maxilar. El crecimiento periostal y endostal permite crecer tridimensionalmente y formar la apófisis alveolar y el antro del maxilar por la coexistencia de un continuado proceso de aposición reabsorción ósea en distintas zonas.<sup>10, 12.</sup>

El desarrollo craneofacial se dirige mediante dos mecanismos:



1. El complejo nasomaxilar se desplaza en el espacio, en virtud del crecimiento visceral. El crecimiento del cerebro, con la repercusión de aumento de tamaño de los ojos y el agrandamiento de la cavidad nasal, exigen que el maxilar se aleje de la base del cráneo. Es un desplazamiento secundario debido a la exigencia funcional de origen neuronal, sensorial y respiratorio.
2. El desplazamiento es dirigido y vehiculizado por un sistema de suturas que rodean el maxilar: la sutura frontomaxilar, cigomaticotemporal, cigomaticomaxilar y pterigopalatina (complejo sutural circunmaxilar).

### 3.6.1 Aposición y reabsorción en V.

La remodelación ósea del maxilar superior, consiste en la neoformación y reabsorción continuada y diferencial que modifica su morfología y afecta su posición en la arquitectura facial. Hay dos áreas de especial interés, que son la bóveda palatina y la apófisis alveolar.

El suelo de la cavidad nasal, sufre una reabsorción continuada; la bóveda palatina es, un área de aposición ósea, y la cara anterior parece permanecer estable. Estas circunstancias llevan al suelo a descender verticalmente ampliando las fosas nasales por la aposición inferior y la reabsorción superior: tiene un desplazamiento primario por remodelación externa.

La aposición ósea en bóveda palatina y la reabsorción nasal condiciona un crecimiento divergente de las apófisis alveolares que se dirigen hacia abajo y afuera.

La apófisis alveolar aumenta y el arco dental se ensancha transversalmente. Los dientes hacen erupción y el alveolo crece siguiendo la silueta de la V facilitando el crecimiento simultáneo vertical y transversal de la arcada alveolar (Fig. 20).<sup>12</sup>

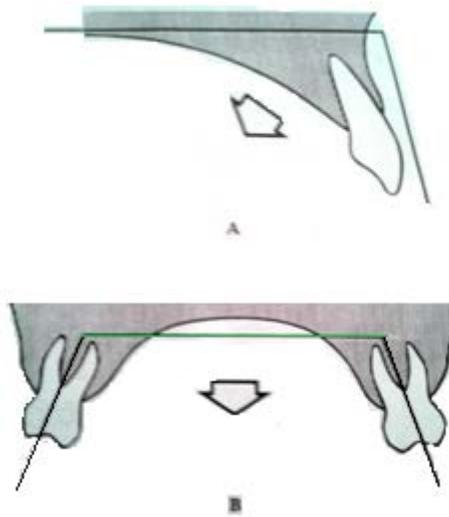


Fig. 20 Remodelamiento y desplazamiento primario del maxilar superior (A). Crecimiento vertical y divergente de la apófisis alveolar superior (B).<sup>13</sup>

### 3.6.2 Crecimiento en altura.

En el descenso del cuerpo del maxilar intervienen dos factores: el desplazamiento por actividad proliferativa en las suturas maxilofaciales, que provoca el descenso del maxilar, y el crecimiento de la apófisis alveolar coincidente con la erupción dentaria.

La sutura palatina media y el crecimiento vertical de la apófisis alveolar, se observó una correlación negativa estadísticamente significativa; lo que explica que el reborde alveolar crezca más en altura cuando el paladar es estrecho que cuando es de configuración normal.

### 3.6.3 Crecimiento en anchura.

La sutura palatina media, es la estructura más importante en el desarrollo transversal del maxilar.

En el ensanchamiento del maxilar interviene, por un lado el crecimiento sutural, y por otro, la aposición sobre la cara externa de los maxilares. La sutura palatina permanece abierta hasta la adolescencia, y se cierra hacia



los 17 años junto con el resto de las suturas faciales, teniendo también un brote puberal de crecimiento coincidente con el somático.

La sutura crece en promedio de 6 a 9 mm.

Transversalmente crece 4,8 mm entre los 4 y 20 años, mientras que la anchura molar es de 3,1mm. Significando que haya mayor crecimiento transversal sutural que aumento del diámetro bimolar.<sup>10, 12.</sup>

Cada uno de los hemimaxilares se separan en la parte posterior y giran hacia fuera y adelante acortándose la profundidad anteroposterior del maxilar; es la denominada rotación transversal del maxilar (Fig 21).

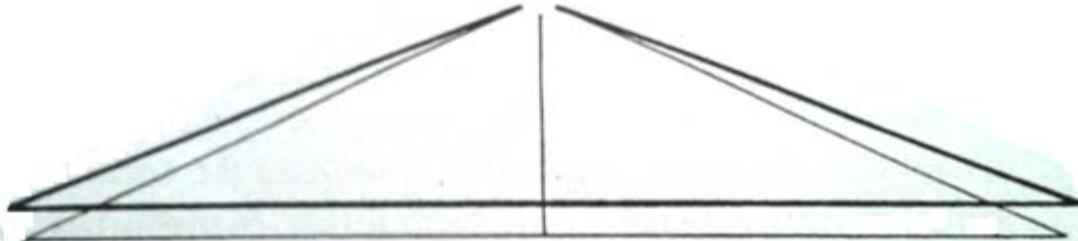


Fig. 21 Crecimiento de la sutura palatina media con rotación de las hemimaxilares hacia delante y disminución de la longitud anteroposterior del maxilar.<sup>13</sup>

#### 3.6.4 Crecimiento anteroposterior.

El maxilar aumenta la longitud sagital por un doble mecanismo: aposición ósea en la tuberosidad posterior y crecimiento sutural a nivel de los huesos palatinos. El maxilar crece para poder albergar los distintos molares que van haciendo erupción y simultáneamente el aumento posterior de la base ósea provoca que esta se adelante y haga protusión.<sup>10, 12.</sup>

#### 3.6.5 Rotación vertical.

El maxilar desciende y se adelanta con el crecimiento, separándose de la base del cráneo. Observándose el descenso paralelo del suelo nasal,



partiendo de la línea SN, asociado a una rotación del maxilar en el plano vertical. La parte distal del maxilar desciende más que la parte mesial, debido a que el crecimiento vertical en la zona retrofacial es mayor que en la zona anterior, y el maxilar desciende girando hacia delante y arriba

### 3.7 Crecimiento mandíbular.

Crece por actividad cartilaginosa y endostal /periostal. Existen dos zonas de crecimiento cartilaginosa; una en la sínfisis mandibular, y otra en el cóndilo. Ambos crecimientos son fundamentales en el crecimiento de la mandíbula, ya que cambia el tamaño y la forma, tanto de la rama como del cuerpo, a lo largo del desarrollo.

En el 3°-4° mes de vida posnatal, hay una aposición ósea en la cara externa y una reabsorción en la cara interna de la parte anterior del cuerpo, la mandíbula se alarga para acomodar los primeros dientes que componen la dentición temporal. Y perdura durante 4 -5 años, y luego la zona de la cara externa del cuerpo se convierte en zona reabsortiva. A partir de ese momento el arco basal ya no se alarga y cesa la posibilidad de crecimiento anterior en el cuerpo mandibular. El cartílago medio que une a ambas hemimandibular permite un amplio desarrollo transversal para acomodar la dentición; el cuerpo se ensancha lo suficiente para que vayan teniendo lugar los dientes temporales. A hacer erupción los incisivos inferiores, la sincondrosis continúa y se mantiene abierta hasta los 8 meses, en que solda definitivamente, cerrando la posibilidad de crecimiento transversal.

A partir del primer año de vida, la mandíbula deberá crecer por remodelamiento para que la combinación de los procesos aposicionales y reabsortivos haga posible que el hueso tenga el espacio disponible no solo la dentición temporal, sino los 16 dientes que compone la dentición permanente. El cuerpo mandibular se alarga en dirección posterior como



única vía abierta para que los molares permanentes dispongan de sitio para ser erupción (Fig. 22).<sup>12</sup>

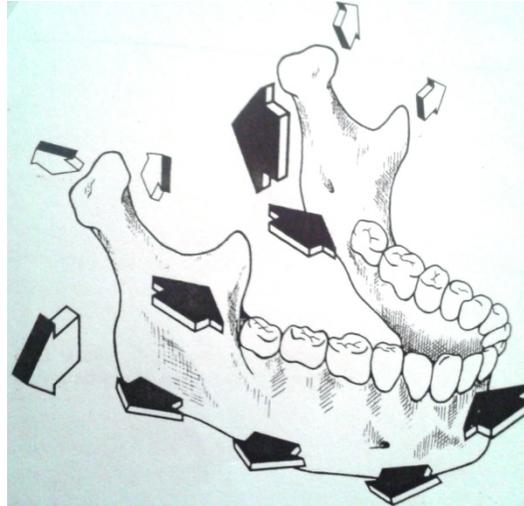


Fig. 22 Cambios de la morfología de la mandíbula debido a los fenómenos reabsortivos y aposicionales.<sup>13</sup>

## Capítulo 4 Disyunción del maxilar.

### 4.1 Definición.

Se define como un procedimiento ortopédico que consiste en separar y desunir los dos segmentos que conforman el maxilar por medio de fuerzas, permitiendo la neoformación ósea en el espacio que queda libre entre los bordes de la separación, siendo una terapéutica modeladora de la sutura media palatina y tercio medio de la cara (Fig. 23).

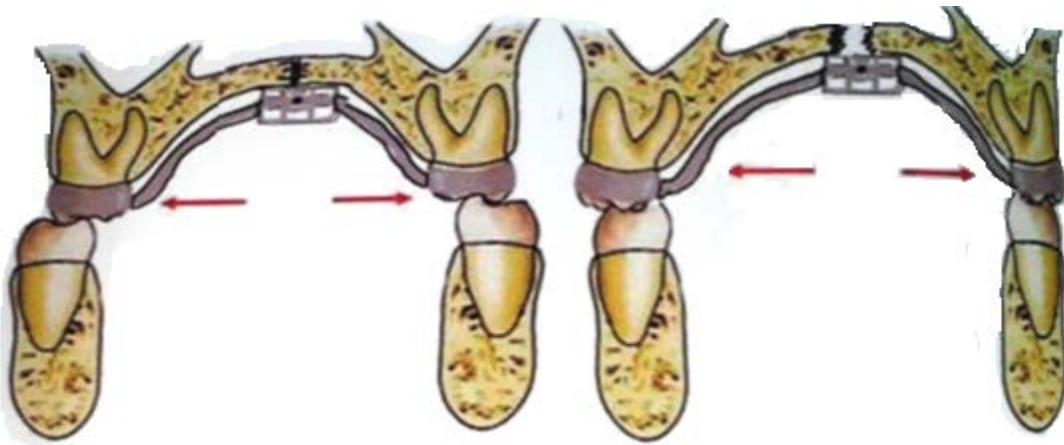


Fig. 23 Disyunción de la sutura media palatina.<sup>14</sup>

Cuando el problema transversal del paciente es de origen esquelético utilizamos la expansión ortopédica y cuando el problema es dentario, utilizamos la expansión ortodóncica, esta produce un movimiento lateral de los segmentos dentarios posteriores con tendencia a la inclinación vestibular de las coronas, dando como resultado una inclinación lingual de la raíz, los aparatos utilizados en este caso son:

Cuadhelix, paladar expandir y placa de expansión removible.<sup>13</sup>



## 4.2 Antecedentes.

En 1860 Emerson C. Angell, fue el primero en aplicar un tornillo medio en premolares ampliando el arco  $\frac{1}{4}$  de pulgada en dos semanas y observando que se hacia un diastema inter incisivo.

Mac Quillen(1860) y Coleman (1865) argumentaron que la separación de los dientes maxilares era posible.

Debido a que no existen radiografías no se demostró el mecanismo preciso de la expansión rápida del maxilar.

En los E.U.A, se realizaron experimentos en gatos (Debbane) 1958 y en cerdos (Hass) 1959 y corroboraron que la sutura media palatina se abría al usar este procedimiento.<sup>10</sup>

## 4.3 Consideraciones generales.

El maxilar articula con los huesos craneales; frontal, etmoidal, y faciales; huesos propios de la nariz; lagrimal, vómer, cigomático, palatino, mandíbula. En el cuerpo del maxilar parten tres apófisis, la apófisis superior o rama montante, apófisis palatina y apófisis piramidal o malar. Participa en la constitución de todas las regiones o cavidades de la cara. Las fosas nasales, orbitas, paladar óseo, fosa pterigomaxilar y fosa zigomática, están unidos por distintas suturas.

1. Sutura medio palatina.
2. Sutura que une los maxilares con base del cráneo.
3. Sutura que une al maxilar a otros elementos óseos; palatino, malar, unguis y huesos propios de la nariz.

Las suturas son uno de los puntos principales del crecimiento facial, son de origen membranoso y no tienen potencial de crecimiento, crecen por excitaciones funcionales o mecánicas.<sup>13</sup>

Excitaciones mecánicas el hueso responde de esta forma.

La morfología de la sutura medio palatina y su desarrollo post natal

A) La sutura palatina en forma de Y.

B) durante la adolescencia tiene forma de T.

C) al final de la adolescencia aparecen en pequeñas zonas de puentes óseos a través de las suturas (Fig. 24).

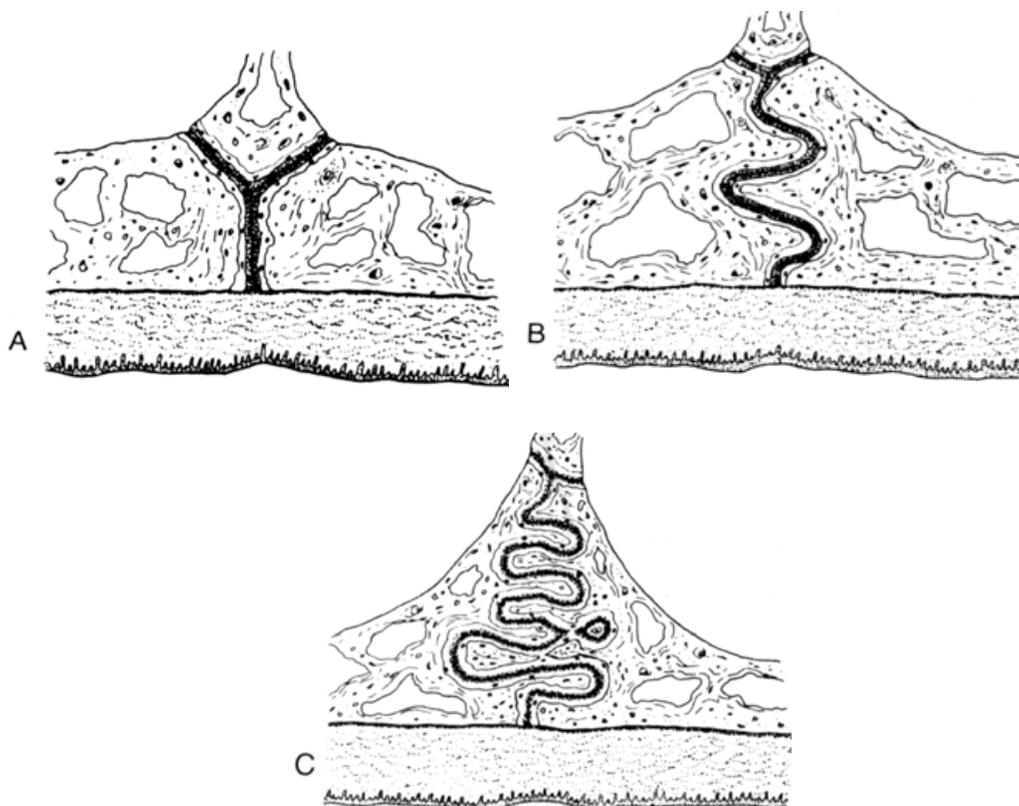


Fig. 24 Sutura palatina en la infancia forma de Y (A), durante la adolescencia en forma de T (B) y consolidación de la sutura media palatina (C).<sup>15</sup>

Bjork, refiere que la sutura se fusiona después de la pubertad, mientras que Guianni (1980) refiere que la sutura medio palatina crece 1mm por año hasta los 5 años, después de este periodo crecen .5mm por año hasta terminar la pubertad. Sucesivamente el crecimiento restante es de 1.5mm.



Debemos saber cuándo y en qué momento ocurre la sinostosis para realizar la disyunción rápida del maxilar.

Edad: esta terapéutica se realiza en pacientes de 5 a 15 años casi con un éxito del 100%. Después de esta edad el éxito disminuye ya que aumenta la implicación de las suturas. La calcificación de las suturas se extiende hasta los 30 años aproximadamente, pero tanto interdigitación como la resistencia del macizo craneofacial actúan como traba para la disyunción. En estos casos debemos recurrir a la disyunción quirúrgica.

#### 4.4. Cambios observados con la disyunción.

##### 4.4.1. Rotación mandibular.

Se produce una rotación hacia abajo y atrás de la mandíbula, que es ocasionada por varios factores dentales y esqueléticos.

Al aplicar el disyuntor, la carga de la fuerza en la corona de los dientes provoca que las cúspides palatinas tomen una posición más inferior que la original.

Otro tanto de este movimiento mandibular, es producido por la mayor inclinación de las mismas cúspides que chocan con las vertientes de los molares inferiores, incrementando este efecto.<sup>9, 12.</sup>

##### 4.4.2. Descenso y adelantamiento maxilar.

Es un tema de gran controversia, ahí investigadores que concuerda en este fenómeno y otros son discrepantes. El movimiento maxilar es debido a la dirección de las diferentes suturas que conectan al maxilar con los demás huesos y que cuando se ocasiona la ruptura producen el desplazamiento. En la disyunción se produce la apertura de la sutura palatina media y transversal, que es la que une el maxilar con los huesos palatinos conformando el paladar duro. Esto puede constatarse en una radiografía



frontal y oclusal. Desde una vista oclusal, se observa un espacio en triangular en su base, dirigida hacia la parte mesial y vértice hacia la parte distal.

Se separan las apófisis palatinas de ambos huesos en forma de V, la máxima separación a nivel incisivo. La separación no termina en la apófisis palatina, ambos maxilares se separan entre si y esta separación vista de frente tiene forma de V invertida, cada vértice localizado aproximadamente en el punto nasion, es decir, es máxima a nivel de proceso alveolar y disminuye a nivel de apófisis ascendentes y es mínima a nivel de la sutura frontal-nasal, como el frontal es un hueso par e inmóvil podemos afirmar que el maxilar tiene ahí su punto de rotación.

No puede ir hacia atrás porque está limitado en su parte posterior por la apófisis pterigoides, en cambio puede irse hacia adelante abriéndose como abanico. Lo que se produce es una rotación de los fragmentos hacia afuera y hacia atrás, con dos centros de giro localizados, una en la espina nasal posterior y otro en el punto nasion.<sup>9, 12, 13.</sup>

#### 4.4.3 Comprobación de la disyunción.

Las leyes de absorción de los rayos X por la materia, se presenta al observador como un conjunto de áreas cuyas tonalidades varían entre el negro y el blanco, como una vasta gama de tonos intermedios. Estas áreas constituyen las sombras radiográficas y la definición o identificación de estados patológicos y anatómicos, está basada en la diferencia de sus tonalidades, además de las formas con que se presentan.

Esta variación de tonalidades de las sombras radiológicas permite la clasificación de la imagen en dos categorías: radiolúcidas y radiopacas. Las radiolúcidas son imágenes de estructuras que poco absorben los rayos X, mientras que las radiopacas expresan las estructuras de mayor poder de absorción de los rayos X.



No obstante, no hay un límite preciso entre estas dos clases, la clasificación de una imagen en radiolúcida o radiopaca se hace a través de la comparación con la densidad.<sup>17</sup>

La densidad se define como el grado de ennegrecimiento de la película o de una zona determinada ya que, normalmente, en una radiografía aparecen zonas de distinta densidad.

La densidad se determina numéricamente mediante un densitómetro, aparato que mide la densidad comparando la intensidad de la luz incidente en la zona de la película (li), a la cual se le asigna un valor de referencia 0, con la de luz transmitida o que atraviesa dicha zona que será indicada numéricamente por el aparato en función del grado de ennegrecimiento que presenta respecto del valor de referencia 0.

#### 4.4.3.1. Técnica radiográfica oclusal

La técnica radiológica intraoral oclusal fue idealizada por Simpson, el examen radiográfico oclusal generalmente es indicado como un examen complementario, debido al mayor tamaño de la película utilizada 5,7 x 7,5 cm. tendremos un área de examen de mayores proporciones.

Entre las varias indicaciones del examen radiográfico oclusal, puede aplicarse en el estudio de fracturas de los maxilares, en la investigación de sialolitos en los conductos de Wharton (glándulas salivales submandibulares), en las mediciones ortodóncicas para determinación y control del tamaño de los maxilares incluso en el estudio de las fisuras palatinas perpendicularmente al plano horizontal. En lo que se refiere a las líneas de orientación estas deberán estar dispuestas de la siguiente manera:

Examen oclusal del maxilar: línea de orientación del tragus al ala de la nariz paralela al plano horizontal.

La colocación de la placa oclusal en la cavidad oral deberá estar perpendicular al plano sagital medio, la película oclusal posee un repujado que debe estar orientado hacia el haz de rayos X.

En la fijación de la película oclusal, esta es mantenida en boca sin ejercer presión, ya que puede marcar la radiografía.<sup>17</sup>



#### 4.4.3.2. Comportamiento dentario.

La evidencia clínica de la separación positiva de los procesos maxilares durante el procedimiento de expansión rápida, se observa con el diastema de los incisivos centrales superiores y con la toma de una radiografía oclusal (Fig. 25). Esto produce un aumento de la longitud del arco. La cantidad de diastema es directamente proporcional a la magnitud del efecto ortopédico.

Al utilizar fuerzas fuertes desde el principio se produce una hialinización en la piezas pilares y estas actúan como postes para permitir la separación de los maxilares, sin que se muevan los dientes.

- Descenso del paladar.
- Reducción de la resistencia facial.

A pesar que esta no es una parte predecible del tratamiento, un gran número de pacientes muestran una reducción en la resistencia del flujo aéreo nasal, después de la expansión rápida del maxilar.<sup>10</sup>

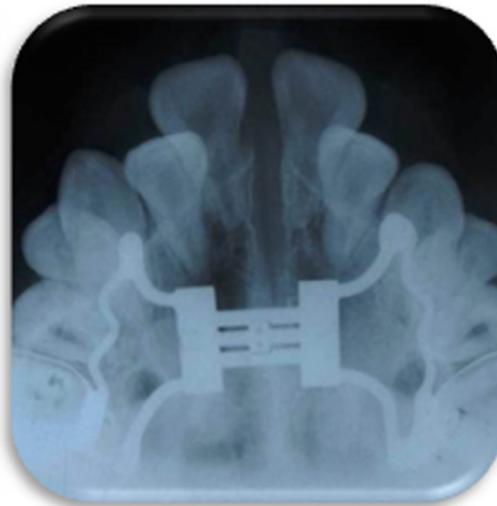


Fig. 25 Radiografía oclusal, donde se observa la separación de la sutura palatina.<sup>16</sup>



#### 4.5. Activación del tornillo.

Puede separarse mediante expansión rápida o lenta y en ambos casos se puede aplicar el mismo aparato. En la expansión rápida, el proceso de separación dura aproximadamente dos semanas, la frecuencia de activación descrita varía de dos a cuatro cuartos de vuelta o sea de 0,5 a 1mm por día; cada un cuarto de vuelta ofrece una fuerza de 1,5 a 4,5 kg.

El paciente puede notar una ligera sensación de presión cuando se activa el tornillo, lo cual desaparece en pocos minutos.

Después se debe estabilizar el tornillo y mantener el aparato colocado durante un periodo de retención de tres a cuatro meses.

Expansión lenta, se requiere de uno a dos meses y medio para lograr la expansión. La frecuencia de activación es de un cuarto de vuelta cada dos días o sea un milímetro de expansión por semana. Se debe mantener el aparato por otros dos meses, los resultados globales son similares con ambos métodos pero con la expansión lenta se obtiene una respuesta más fisiológica.

A medida que avanza el tratamiento aparece un diastema interincisivo; este se cierra aproximadamente entre quince y veinte días debido a que las fibras supra gingivales y transeptales recuperan su posición original.<sup>14</sup>

#### 4.6. Fijación.

Una vez finalizado la activación (lenta o rápida)

Debe hacerse la fijación del aparato, puede ligarse el tornillo con ligadura metálica o colocarle un block acrílico o composite.



#### 4.7. Contención.

Si el paciente no necesita más tratamiento debemos colocarle una contención removible placa Hawley por un periodo prolongado, su uso debe ser de tiempo completo.

En el caso de utilizar aparatología fija se puede dejar colocado el aparato o se coloca una barra palatina.<sup>14</sup>

#### 4.8. Indicaciones.

A pesar de que este procedimiento inicialmente se utilizaba solo para corregir mordidas cruzadas posteriores ahora existen diversas indicaciones para esta técnica.

- Atresia del arco dentario superior asociada a discrepancia esquelética de clase II.

Maloclusiones de clase II, presentan un fuerte componente transversal, en el cual si realizamos una expansión rápida producimos una liberación de la oclusión, corrigiéndose espontáneamente la relación oclusal sagital.

- Mordida cruzada posterior.

Estrechez superior basal y bilateral que esta provocando una mordida cruzada posterior en forma bilateral con mandíbula centrada o unilateral con laterodesviación mandibular.

- Atresia del arco dentario superior con apiñamiento. Con la expansión rápida del maxilar se produce un aumento de la longitud del arco, que permite la alineación de los dientes permanentes rotados, desplazados o retenidos dentro del arco dentario. Está demostrado que cada milímetro de expansión, en la dimensión del arco posterior se traduce en 0.7 mm de aumento del perímetro.



- Mordida cruzada posterior con retrusión real o relativa del tercio medio facial, en los casos de maloclusión clase III.
- La expansión rápida maxilar, también lleva la corrección espontánea de un paciente con tendencia clase III.

Está documentado que se produce un ligero movimiento anterior del maxilar, este cambio oclusal puede tener lugar no solo por el ligero movimiento anterior del maxilar, sino también por eliminación de cualquier tendencia de una pseudo clase III.

Maloclusiones como consecuencia de fisuras labio-alveolar palatina.

#### 4.9. Contraindicaciones.

- Pacientes no colaboradores.
- Pacientes con mordida abierta, plano mandibular alto, dolicofaciales.
- Pacientes con asimetría esquelética del maxilar o mandíbula.
- Pacientes con problemas esqueléticos marcados, calificados para cirugía ortognática.
- Molares inclinados vestibularmente.

#### 4.10. Consideraciones.

- No realizar extracciones de premolares hasta haber completado la expansión. Se pueden utilizar primeros y segundos molares temporales si poseen buena superficie radicular.
- No realizar movimientos molares y premolares previos a la expansión debido al riesgo de aumentar su movilidad e inclinación.
- Comenzar la activación del tornillo después de 30 min de haber cementado el aparato, y permitir el fraguado del cemento.
- Proveer al paciente el horario de activación y posibles síntomas.



- Monitorear al paciente clínica y radiográficamente durante la disyunción.
- Una vez terminada la expansión usar el disyuntor como retenedor fijo por un lapso de 3 a 6 meses.
- Una vez retirado el disyuntor colocar una barra palatina en los primeros molares superiores y un arco de acero pesado, si se han cementado brackets para minimizar la recidiva.
- Sobre-expandir los segmentos posteriores durante la expansión rápida del maxilar.

#### 4.11 Tipos de aparatos para expansión.

##### 4.11.1 Aparatos de expansión con bandas.

Tipos HAAS y tipo Hyraxes.

Estos aparatos pueden ser utilizados en la dentición mixta como en la permanente.

##### 1. HAAS.

Este aparato consiste en cuatro bandas colocadas en primeros premolares y molares superiores, con un tornillo medio adherido a dos masas de acrílico que están en íntimo contacto en la mucosa palatina (Fig. 26). Para aumentar la rigidez del aparato se extiende un alambre de apoyo vestibular y lingual de premolares y molares. Para la construcción del aparato, deben de seleccionar las piezas pilares, en los cuales podemos colocar las bandas (en dentición permanente) o coronas (dentición temporaria), luego se realiza la impresión de arrastre, se construye el modelo y sobre él se confecciona el disyuntor.<sup>14</sup>



Fig. 26 Aparato disyuntor Haas.<sup>17</sup>

## 2. Hyrax.

este aparato también se denomina Higiénico, por ser tipo esquelético sin llevar incorporadas las dos masas de acrílico.

Consiste simplemente en bandas molares y premolares y el tornillo de expansión (Fig. 27).



Fig. 27 Disyuntor Hyrax.<sup>18</sup>



#### 4.12. Recidiva.

Se observó que la cantidad de recidiva se relaciona con el método de retención después de la expansión. Sin retención se observó que las recidiva fue de 45% comparadas con 10% a 20% con retención fija y de 25% con retención removible. Se recomienda de 3 a 6 meses de contención. La estabilización de la expansión, se consigue por un proceso de reorganización y remodelamiento del tejido conectivo sutural y del tejido óseo maxilar. Pero recién terminado el período activo de la expansión quedan aún fuerzas residuales que, actuando sobre la sutura, tienden a colapsar los elementos expandidos. Según Storey, la expansión lenta permite una adaptación fisiológica de la sutura que condiciona una mayor estabilidad de ésta, en comparación con la expansión rápida.<sup>16</sup>

Con la expansión se produce una inclinación coronovestibular de las piezas posteriores, y una vez finalizada, se enderezan recuperando su inclinación primitiva, debido a los tejidos blandos del paladar, fibras periodontales y actividad muscular perioral. Por ello, la expansión es un procedimiento terapéutico con gran tendencia a la recidiva (45 % de lo conseguido según Hicks). La prevención de ésta se consigue durante el período activo realizando una sobrecorrección de 2 3 mm y reteniéndola con aparatos durante un período más o menos largo.

#### 4.13. Peligros de la expansión maxilar.

La expansión maxilar conlleva una disminución de la sobremordida, por lo que en patrones dolicofaciales, con mordida abierta o tendencia a ella, debe considerarse el peligro de apertura de la mordida.

En algunas clases III, la mandíbula está parcialmente bloqueada por una buena interdigitación posterior. Al tratar de corregir la mordida cruzada posterior, cabe desbloquearla y favorecer el crecimiento mandibular agravando el prognatismo.



En trabajos de investigación, sobre animales de experimentación se han observado una serie de reacciones histológicas indeseables en la disyunción maxilar: aparición de fragmentos óseos libres, microfracturas, formaciones quísticas, desorganización del conectivo sutural de naturaleza inflamatoria y osificación rápida de la sutura, formándose un tejido óseo inmaduro. A nivel clínico, estos hallazgos pueden considerarse responsables del fracaso de la disyunción o de las molestias y dolor durante el tratamiento.<sup>16</sup>



## Capítulo 5 Distracción osteogenica.

### 5.1 Definición.

Se refiere a la formación de hueso entre dos superficies de segmentos de hueso que gradualmente se separarán por el incremento en la fuerza de tracción.

Desde 1800, se han utilizado fuerzas mecánicas para separar los huesos del maxilar en la sutura palatina media, y dependiendo del estado de maduración del paciente, se pueden utilizar diferentes procedimientos de distracción como la expansión. Cuando se actúa en una paciente en crecimiento donde las suturas no se han fusionado, la expansión gradual refuerza la proliferación celular y el depósito de matriz por osteoblastos como puentes entre la sutura, que puede ser comparado como condroditiasis. Fuerzas de expansión en pacientes adultos, después de que la sutura palatina media se ha fusionado, podría fracturar la interdigitación de proyecciones de hueso.

La separación gradual de segmentos de hueso, seguida por formación de hueso en la separación, puede considerarse como distracción epiphysiolysis. La expansión palatina quirúrgicamente asistida, donde se realiza osteotomía de la sutura palatina media y la pared lateral del maxilar se puede comparar con otra técnica de distracción osteogénica, la callotosis.

### 5.2. Técnicas de distracción.

Dependiendo del sitio donde se aplica la fuerza traccional, la técnica se puede clasificar como *callotosis* que significa que la distracción fue del callo de fractura; o distracción physeal, como es la distracción del crecimiento de una placa de hueso. Existen dos tipos de distracción *physeal*:

- 1) distracción epiphysiolysis.
- 2) condrodiatasis.<sup>11</sup>



## 5.2.1 Ephyseal.

### 5.2.1.1 Distracción epiphysiolysis.

Involucra la rápida separación de un segmento de hueso, en un rango de 1.0 a 1.5 mm por día. El rápido incremento de la tensión en la placa de crecimiento produce una fractura de la physis. La separación gradual de la epífisis de la metáfisis induce el reemplazamiento de la placa de cartílago de crecimiento por hueso trabecular.

### 5.2.1.2 Condrodiatasis.

Utiliza un índice de separación muy lento de segmentos de hueso (menos de 0.5 mm por día), esto permite el estiramiento de la placa de crecimiento, sin fracturarlo. La tensión intensifica la actividad biosintética de células del cartílago que resulta en una aceleración de la osteogénesis.

## 5.2.2 Callotosis.

Es un estiramiento gradual de callo reparativo, alrededor de segmentos de hueso interrumpidos por osteotomía o fractura.

Clínicamente la callotosis consiste de cinco periodos:

- 1) osteotomía
- 2) latencia
- 3) distracción
- 4) consolidación
- 5) remodelación.

## 5.3. Osteotomía.

Es la separación quirúrgica de un hueso en dos segmentos, el proceso de reparación del hueso se conoce como curación de la fractura, y en ésta se han descrito seis etapas: 1) impacto, 2) inducción, 3) inflamación, 4) callo blando, 5) callo duro y 6) remodelación (Fig. 28).<sup>11</sup>

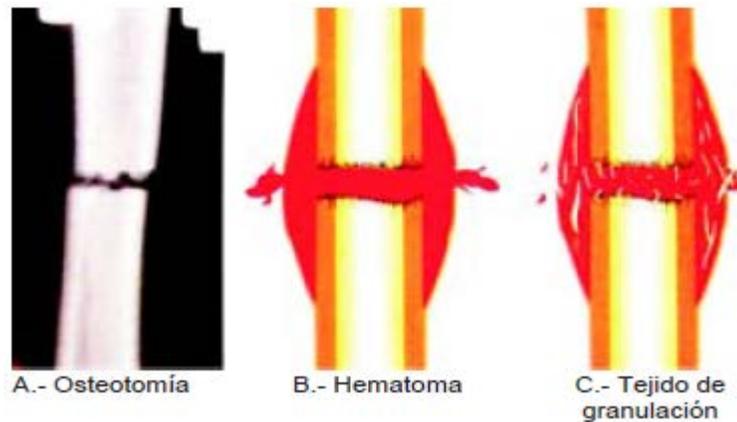


Fig. 28 Radiografía y dibujo esquemático de la cascada de eventos durante la etapa de inflamación.<sup>19</sup>

La etapa de impacto tomó lugar en el momento de la tensión, y termina hasta que se disipa completamente la energía, que es absorbida por el hueso antes de que la fractura ocurra, la etapa de inducción, proporciona la modulación que necesitan las células para el proceso de reparación, posibles inductores, incluyen productos de células muertas, gradiente de oxidación, potencial eléctrico, proteínas de tipo no colágeno y otros.

#### 5.4 Latencia.

Es el periodo desde la división del hueso por la tracción, y representa el tiempo que se requiere para la formación de un callo reparativo entre los segmentos de hueso donde se realizó osteotomía; la secuencia de eventos que ocurren es similar al que se observa durante la curación de una fractura, inicialmente como resultado de ruptura vascular se forma un hematoma entre y alrededor de los segmentos de hueso. El hematoma se convierte en coágulo y la necrosis de hueso ocurre en la terminación de los segmentos de la fractura, en donde elementos de vasoformación y capilares restauran el riego sanguíneo, existiendo una gran proliferación celular.

En la etapa de inflamación de los últimos tres días, el coágulo es reemplazado por tejido de granulación que consiste de células inflamatorias,

fibroblastos, colágeno e invasión de capilares. En la etapa de callo blando se observa un gran crecimiento interno de capilares dentro de la fractura, y el tejido de granulación se convierte en tejido fibroso por fibroblastos (Fig. 29).<sup>11</sup>

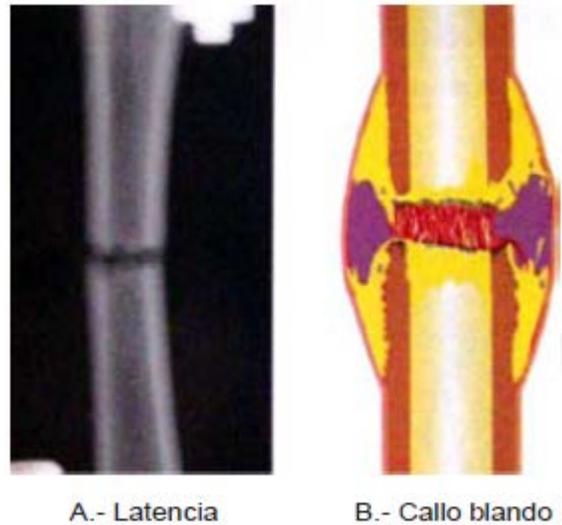


Fig. 29. Radiografía y dibujo esquemático que muestra la etapa de callo blando.<sup>19</sup>

### 5.5. Distracción.

Es el periodo de tiempo cuando la fuerza de tracción es aplicada a los segmentos de hueso donde se realizó la osteotomía. El fibrocartílago del callo blando es sustituido por osteoblastos dentro de fibras de hueso –etapa de callo duro, esta etapa dura de 3 a 4 meses en muchas de las fracturas y es seguida por la etapa de remodelación, en donde las fibras de hueso son lentamente sustituidas por hueso lamelar y el canal medular es reconstruido. Durante la distracción de estructuras en zonas específicas, se observa en la interzona fibrosa una pobre mineralización, y se localiza en el espacio de en medio de la distracción, está constituida por colágeno, fibroblastos y células mesenquimatosas indiferenciadas, esta zona funciona como un centro para la proliferación de fibroblastos y formación de tejido fibroso. La formación de hueso sucede a lo largo del vector de tensión y se mantiene por el crecimiento de ápices de trabéculas primarias. Estas áreas funcionan como “zonas de crecimiento” en la distracción. Los principales parámetros durante

este periodo son: la velocidad y el ritmo de distracción. La velocidad de distracción representa el total de movimiento de separación entre los huesos por día, mientras el ritmo de distracción es el número de aumento por día dentro del cual la velocidad de distracción es dividida. El periodo de consolidación inicia después de que se logró el incremento de longitud deseado y se discontinúan las fuerzas de tracción (Fig. 30).<sup>11</sup>

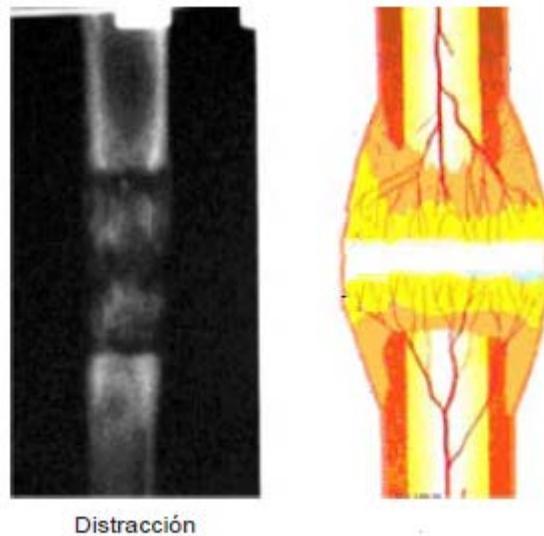


Fig. 30 Radiografía y dibujo esquemático que muestra las tres zonas estructurales en la regeneración de la distracción.<sup>19</sup>

### 5.6 Consolidación.

Este periodo comprende el tiempo entre el que cesa la aplicación de la fuerza y se remueve el aparato de distracción, esto permite la mineralización y reconstrucción cortical del nuevo tejido óseo. Después de que la distracción termina, la interzona fibrosa gradualmente se osifica, aunque la regeneración en la distracción es predominantemente por osificación membranosa, se han observado zonas de cartílago (Fig 31)<sup>11</sup>.

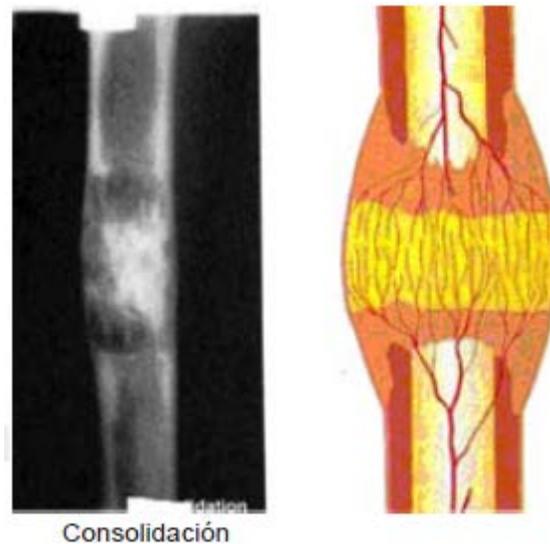


Fig. 31. Radiografía y dibujo esquemático que muestra la regeneración en la distracción durante el periodo de consolidación.<sup>19</sup>

### 5.7 Remodelación.

Es el tiempo después de remover el aditamento de distracción. Además este periodo continúa aproximadamente 1 año después de completar la distracción. Representa la última etapa de la reconstrucción cortical.<sup>11</sup>

El éxito de la distracción osteogénica depende de factores biomecánicos y biológicos como:

- Una mínima fuerza de osteotomía con un máximo de preservación de tejidos osteogénicos, periostio, suministro sanguíneo endostial.
- Duración adecuada del periodo de latencia para permitir el desarrollo del callo de fractura.
- Fijación estable pero no rígida de segmentos de hueso permitiendo en movimiento tridimensional mientras se preserva la micromoción axial.
- Dirección precisa y calculada de la distracción.
- Óptima velocidad y ritmo de distracción.
- Suficiente tiempo de consolidación y remodelación para el nuevo hueso formado, antes de someterlo a cargas funcionales.



- Relación proporcional entre la carga mecánica, el nuevo hueso formado y suministro sanguíneo.

El mecanismo de formación de nuevo hueso durante la distracción osteogénica es similar para los huesos del cráneo y huesos largos.

En general, se utilizan dos tipos de aditamentos para la osteodistracción craneofacial: externos e internos.

El estiramiento de los tejidos blandos es una parte importante del proceso de la distracción osteogénica, idealmente, los segmentos de hueso están relacionados con los tejidos blandos y deberían estirarse proporcionalmente. Sin embargo, el hueso se puede estirar, esto es posible porque el hueso es dividido quirúrgicamente en múltiples segmentos, mientras que los tejidos blandos son estirados sin separación quirúrgica. Diferentes mecanismos biológicos que envuelven a los tejidos blandos son responsables del estiramiento gradual, este proceso se denomina histogénesis de la distracción.

La histogénesis de la distracción, es un proceso biológico de la adaptación gradual de los tejidos blandos al estiramiento. Este proceso se inicia cuando se crea tensión por fuerzas aplicadas en la distracción de segmentos de hueso, bajo la influencia de fuerzas de tensión, la actividad de adaptación ocurre en los tejidos blandos. Dependiendo de la elasticidad y capacidad de regeneración, los diferentes tipos de tejidos blandos responden de manera distinta al estiramiento gradual.<sup>11</sup>

Existen dos mecanismos principales de adaptación de los tejidos blandos durante la histogénesis de la distracción: 1) los tejidos blandos se regeneran por discontinuidad y cambios degenerativos y 2) neo-histogénesis como resultado de proliferación celular y crecimiento.<sup>11</sup>



## Conclusiones.

El láser terapéutico es un método no invasivo que es recomendable usar durante la expansión rápida del maxilar, el medio activo de Arseniuro de Galio y Aluminio (Ga,Ai,As), es el indicado debido a su buena absorción de los tejidos blandos, óseos y dentales, posee una longitud de onda de 810nm, aplicándolo con una técnica de punteo, distribuyendo los mismos a lo largo de la sutura media palatina, antes de la activación del expansor, con una dosis de  $2\text{J}/\text{cm}^2$  y durante la activación de la expansión será realizada de 2 a 3 sesiones semanales con intervalo mínimo de 48 horas, cuando se encuentre durante el periodo de retención será de  $10\text{ J}/\text{cm}^2$  durante 10 secciones (diarias), luego ampliarlo a 20 secciones, hasta completar al menos 1 mes de tratamiento, se recomienda en días alternos a partir de la decima sesión. Es posible realizar más de un ciclo de tratamiento, pero se debe esperar al menos 3 a 4 semanas para recomenzar con otro ciclo en sesiones alternas. Teniendo precaución a la sobre exposición del láser ya puede ocasionar la inhibición de los procesos metabólicos intracelulares y se puede encontrar una reducción en la síntesis de ATP, incrementando la actividad de la enzima ATPasa y pérdida del potencial de membrana, que llevará a la degeneración celular y lisis citoplasmática, así como la dilatación perinuclear.

Es ideal para estimular antes del tratamiento, debido a que mejora la apertura de la sutura media palatina, de esta manera se activaran las células osteoclásticas. Durante el tratamiento, cuando se está realizando la separación de los maxilares, el láser dará el efecto analgésico y antiinflamatorio para que el paciente trascurra este proceso con mínimas molestias, así como también acelera el proceso de cicatrización, obteniendo un callo óseo de mejor calidad en menor tiempo, debido a la formación de colágeno y a que mejora la irrigación en el área. Teniendo como beneficios la reducción de recidiva.

El uso del láser terapéutico es efectivo en la corrección de otros problemas bucales, ya que sus contraindicaciones son mínimas, por lo que lo hace ser un recurso viable para varios tratamientos. Previo a un diagnóstico y plan de tratamiento.

Con esta revisión bibliográfica concluyo, que el uso del láser terapéutico es efectivo, no invasivo, aplicable a distintas áreas de la odontología, pero no es indispensable.



Ya que al realizar adecuadamente el diagnóstico y los procedimientos indicados en el plan de tratamiento, se obtienen los resultados esperados, sin embargo el uso del láser, brinda mayor comodidad al paciente y facilita obtener los resultados previstos.

La capacitación permanente en esta profesión es indispensable, con el fin de conocer los avances tecnológicos que faciliten el desempeño laboral y permitan brindar una mejor atención a nuestros pacientes.



## 7. Fuentes de información.

1. Héctor Martínez Arizpe. Odontología láser. 1ª ed. Trillas, México, 2007.
2. Martín Cordera E., Agentes Físicos Terapéuticos. Edit. Ciencias Medicas, 1ª ed. Cuba, pp. 442-474. 2008.
3. Héctor Martínez Arizpe. Manual de odontología láser, 1ª ed. Trillas, México, 1994.
4. Arimon D., et al. Aplicaciones del láser de baja potencia en Odontología. Rev. Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España. Vol. 9 Núm. 5 pp.517-524.2004.
5. Ruiz M., Ricse E. et al. Láser en ortodoncia. Rev. Estomatol Herediana. Vol. 23. Num 3 pp. 154-161. 2013.
6. Akbulut N, Sednem E. Is the 810 nm diode laser the best choice in oral soft tissue therapy?. Rev. European Journal of Dentistry. Vol. 7 Issue 2. Pp 207-211. 2013.
7. Angeletti P, et al. Effect of low level laser therapy (GaAlAs) on bone regeneration in midpalatal anterior suture after surgically assisted rapid maxillary expansion. Rev. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology. Vol 109 Num 3. pp. e38-e43. 2010.
8. Doshi G., Bhad P. Efficacy of low intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: A clinical investigation. Rev. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol. 141 Issue 3 pp.289-296. 2012.
9. Cepera F., et al. Effect of low-level laser bone regeneration after rapid maxillary expansion. Rev. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol. 141. Issue 4. 2012.
10. Canut Brusala José A. Ortodoncia clínica y terapéutica. Masso. 2ª ed. España 2000.



11. Pérez A, Ruíz R, Expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente, Rev. Odontológica Mexicana. Vol. 12 Num4 pp. 199-216.2008.
12. Brown S., et al. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. Rev. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Vol. 118. Num. 3 pp.257-261. 2000.
13. Canut Brusola J. Ortodóncica Clínica y terapéutica. Edit. masson, 2<sup>a</sup> ed. Barcelona. 2000
14. Quiroz O, et al. Haciendo fácil la ortodoncia Edit. AMOLCA, 1<sup>a</sup> ed. 2012. Venezuela.
15. Martínez Treviño. Cirugía oral y maxilofacial. Edit. Manual Moderno, 1<sup>d</sup> 2009 México.
16. Holguín Vera N. Expansión rápida del maxilar superior: consideraciones clínicas y aparatología utilizada. Universidad de Guayaquil. p.p. 32, 33. Junio 2012.
17. White P. Radiología oral principios e interpretación.edit.Harcourt.4<sup>ed</sup>. 2002. España.



## 8. Fuente de información de imágenes.

1. [Http://www.rugusavay.com/theodore-maiman-photos/](http://www.rugusavay.com/theodore-maiman-photos/)
2. [Http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/applets/atomobohr-1/teoria-Modelo%20Bohr.htm](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/applets/atomobohr-1/teoria-Modelo%20Bohr.htm)
3. Héctor Martínez Arizpe. Odontología láser. 1ª ed. Trillas, México, 2007.
4. [Https://ilustracionmedica.wordpress.com/tag/ofthalmologia/](https://ilustracionmedica.wordpress.com/tag/ofthalmologia/)
5. [Http://retinapanama.com/paginas/medicos/art-70.htm](http://retinapanama.com/paginas/medicos/art-70.htm)
6. [Http://retinapanama.com/paginas/medicos/art-70.htm](http://retinapanama.com/paginas/medicos/art-70.htm)
7. [Http://www.mimagnetoterapia.com/espectro-electromagnetico](http://www.mimagnetoterapia.com/espectro-electromagnetico)
8. [Http://www.iml.es/que-es-un-laser.html](http://www.iml.es/que-es-un-laser.html)
9. [Http://www.eiialdia.com/2013/07/vol-12-num-1-revisiones-bases-moleculares-del-estres/](http://www.eiialdia.com/2013/07/vol-12-num-1-revisiones-bases-moleculares-del-estres/)
10. [Http://marcelobiologial.blogspot.mx/](http://marcelobiologial.blogspot.mx/)
11. Ruiz M., Ricse E. Et al. Láser en ortodoncia. Rev. Estomatol Herediana. Vol. 23. Num 3. 2013.
12. Arimon D., et al. Aplicaciones del láser de baja potencia en Odontología. Rev. Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España. Vol. 9 Num. 5 pp.517-524.2004.
13. Canut Brusola J. ortodóncica Clínica y terapéutica. Edit Masson, 2ª ed. Barcelona. 2000
14. Quirós O, et al. Haciendo fácil la ortodoncia Edit. AMOLCA, 1ª ed. 2012. Venezuela.
15. [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/uv00023/html/cap6/1\\_deso/menu2.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/uv00023/html/cap6/1_deso/menu2.html)
16. <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art4.asp>
17. <http://i.ytimg.com/vi/NtdZ7UZIsYA/hqdefault.jpg>
18. <http://www.laboratoriorossi.com/images/aparatologia/leone42.jpg>
19. Pérez A, Ruíz R, Expansión rápida palatina asistida quirúrgicamente, Rev. Odontológica Mexicana. Vol. 12 Num4 pp. 199-216.2008.