



Universidad Nacional Autónoma de México

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**TRATAMIENTO CON LASER DENTAL EN  
PACIENTES DIABÉTICOS**

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE  
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE**

**CIRUJANO DENTISTA**

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

**ALFONSO PALACIOS SÁNCHEZ**

**TUTORA: C. D. DULCE MARÍA OLVERA MAZARIEGOS**

MÉXICO D.F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

A mi papá por darme la libertad de elegir en la vida lo que siempre quise realizar, deseo estés muy bien donde te encuentres.

A mi mamá por todo el amor, paciencia y cuidados que ha tenido siempre conmigo.

A mis hermanos y hermanas por su solidaridad, cariño y consejos que me han ofrecido durante toda mi vida.

A Rosario por su amor y por apoyarme siempre en mi camino.

A mí querido hijo Denzel porque es el motor de mi vida.

A los Palacios y los Sánchez por ser una gran familia a la que quiero mucho.

A el súper equipo del laboratorio dental, Memo, Sergio, Cesar y Jair, por tener siempre todo a tiempo y bien hecho.

A mis compañeros de la clínica periférica de Cuernavaca y Xochimilco.

A los doctores y doctoras que me acompañaron en el diplomado.

A mi primo Oscar por su optimismo y excelente ayuda que me brinda siempre.

A Marco por su gran ayuda durante los últimos años.

A Juan Carlos por su valiosa amistad y todo su apoyo que me ofreció desde que lo conocí.

A Cristy por su grandiosa ayuda en su ir y venir en el trabajo.

A Vanessa y Román por su amistad sincera.

A Jazz y Ara por compartir un año de servicio conmigo, la pase muy bien.

A Gibran por ese gran apetito de sabiduría que lo acompaña.

A Arturito y Karen por pensar diferente, y aun así colaborar conmigo.

A la mejor universidad de mi país la UNAM.

A todos los doctores que me brindaron su ayuda durante la carrera.

A la doctora Rina Feingold por el oportuno y grandioso apoyo brindado al final de mi investigación.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>PROPÓSITO</b> .....	3
<b>OBJETIVO</b> .....	4
<b>I. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS</b> .....	5
1.1 Reseña histórica.....	6
1.2 Historia de laser .....	7
<b>II. ¿QUÉ ES EL LASER DENTAL?</b> .....	15
2.1 Definición.....	16
2.2 Absorción, emisión espontánea y emisión estimulada.....	17
2.3 Amplificación de la luz por emision estimulada de radiación laser .....	18
2.4 Características de la luz laser.....	19
2.4.1 Monocromaticidad.....	19
2.4.2 Coherencia.....	19
2.4.3 Colimación.....	20
<b>III. FÍSICA DE LA RADIACIÓN</b> .....	21
3.1 Física de la radiación.....	22
3.2 Estructura atómica.....	22
3.3 Estructura molecular.....	25
3.4 Ionización, radiación y radioactividad.....	25
3.5 ¿Qué son los fotones o unidades de luz?.....	31
<b>IV. ¿CÓMO SE CONFORMA EL LASER?</b> .....	34
4.1 Medio activo.....	35
4.2 Cámara óptica.....	36
4.3 Estimulador.....	36
4.4 Sistema de enfriamiento.....	36
4.5 Unidad central de proceso.....	36
4.6 Tipos de fibras ópticas.....	36
4.7 Punto focal.....	37
<b>V. DOSIMETRÍAS</b> .....	40
5.1 Parámetros físicos de dosimetría.....	41
5.2 Densidad de potencia.....	42
5.3 Continuo y pulsado.....	42
5.4 Densidad de energía.....	43
5.5 Dosis de radiación.....	43
5.6 Técnicas de radiación.....	45



<b>VI. CLASIFICACIÓN DEL LASER.....</b>	<b>46</b>
6.1 Clasificación de las tecnologías laser.....	47
6.2 Clasificación según la seguridad en los sistemas laser (FDA).....	47
6.3 Clasificación según el tipo de medio activo utilizado.....	48
6.4 Clasificación según el espectro electromagnético.....	48
<b>VII. TIPOS DE LASER.....</b>	<b>50</b>
7.1 Laser de baja densidad de potencia (LLLT).....	51
7.2 Laser de alta densidad de potencia.....	54
<b>VIII. MECANISMOS DE ACCIÓN DEL LASER A NIVEL CELULAR.....</b>	<b>56</b>
8.1 Binomio laser tejido.....	57
8.1.1 Interacción física con los tejidos vivos.....	58
8.2 Factores que dependen de la radiación.....	59
8.3 Factores que dependen del paciente.....	60
8.4 Efectos no lineales del rayo laser.....	60
8.5 Efectos fisiológicos de laser.....	61
8.6 Efectos biológicos en los procesos inflamatorios.....	61
8.7 Acción sobre la microcirculación.....	62
8.8 Acción sobre la alteración tisular.....	62
8.9 Efectos biológicos en la regeneración tisular.....	63
8.10 Efecto Analgésico.....	64
<b>IX. EFECTOS DE LA LUZ LASER EN LOS TEJIDOS.....</b>	<b>66</b>
9.1 Fototermal.....	67
9.2 Fotodisrupción.....	67
9.3 Fotoquímica.....	67
9.4 Fotodinámica.....	67
9.5 Bioestimulación.....	67
<b>X. SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE LASER.....</b>	<b>68</b>
10.1 Prevención en la utilización del rayo laser.....	69
10.2 Cuidado de los ojos.....	70
10.3 Cuidado del equipo laser.....	71
<b>XI. ¿QUÉ ES LA DIABETES?.....</b>	<b>73</b>
11.1 Historia.....	74
11.2 Significado.....	82
<b>XII. EPIDEMIOLOGÍA.....</b>	<b>83</b>
12.1 Mortalidad en México y el mundo.....	84
12.2 Como afecta la diabetes a los dientes y encías.....	87
12.3 Como mantener sanos los dientes y encías.....	87

<b>XIII. TIPOS DE DIABETES.....</b>	<b>89</b>
13.1 Diabetes Juvenil o tipo 1 (falta de insulina).....	92
13.2 Diabetes Mellitus o tipo 2 (alteración del sistema).....	93
13.3 Diabetes Secundaria.....	94
13.4 Diabetes Gestacional.....	94
13.5 Diabetes tipo mody.....	95
<b>XIV. MANIFESTACIONES CLÍNICAS A NIVEL SISTÉMICO Y BUCAL.....</b>	<b>96</b>
14.1 Síntomas.....	97
14.2 Complicaciones.....	97
14.3 Factores de riesgo.....	98
14.3.1 Hipoglucemia.....	99
14.3.2 Cetoacidosis.....	100
14.3.3 Coma Hiperosmolar.....	101
14.3.4 Retinopatía diabética.....	101
14.3.5 Nefropatía diabética.....	102
14.3.6 Neuropatía diabética.....	103
14.3.7 Pie diabético.....	104
14.3.8 Complicaciones en los vasos sanguíneos.....	105
14.3.9 Complicaciones bucales.....	106
14.4 Exámenes médicos.....	107
<b>XV. TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN.....</b>	<b>108</b>
15.1 Diagnóstico.....	109
15.2 Control.....	109
15.3 Medicamentos.....	110
15.4 Nutrición.....	114
15.5 Ejercicio.....	117
<b>XVI. ALGUNOS TRATAMIENTOS CON LASER DENTAL QUE PODEMOS REALIZAR EN PACIENTES DIABÉTICOS.....</b>	<b>120</b>
16.1 Ventajas.....	121
16.2 Desventajas.....	122
16.3 Tratamientos.....	124
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>127</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>128</b>
<b>TABLAS.....</b>	<b>130</b>

# INTRODUCCIÓN

Una de las grandes inquietudes en el paciente diabético lo constituyen las alteraciones bucales que se presentan como consecuencia de la diabetes como lo demuestran los estudios realizados en este tipo de pacientes.

Aspectos como higiene bucal, enfermedad periodontal y presencia de infecciones pre y postextracción han sido descritos por diferentes autores quienes reconocen a la diabetes mellitus como un grupo de desordenes, todos caracterizados por una reducción en la falta de producción de insulina.

Pueden ser varias las manifestaciones orales en la diabetes como Xerostomía, Candidiasis, Disgeusia además de un incremento en la incidencia de Caries Dental.

Recientemente se ha considerado a la periodontitis como la sexta complicación de la diabetes mellitus. Esto fue observado en pacientes diabéticos que presentaron una gran incidencia de enfermedad periodontal severa comparada con aquellos pacientes quienes tuvieron un buen control y que no tienen diabetes mellitus.

El aumento de pacientes diabéticos posiblemente se debe a que tienen predisposición a la enfermedad periodontal basado en la producción de avances y producto final.

El éxito del tratamiento periodontal parece depender del control observado por el paciente diabético.

Un buen control diabético puede responder de manera aceptable al tratamiento periodontal, un bajo control o mal control no responderá bien después o será estable por un largo tiempo.

Se sabe que en EU existe un considerable número de diabéticos razón por la que los dentistas deben estar consientes de las interacciones con el estado del paciente diabético y el tratamiento propuesto.

Ahora bien, el avance en el área de la estomatología ha cambiado la visión del odontólogo ya que en los últimos años se ha hecho énfasis en los tratamientos de prevención.

La odontología al igual que otras ramas de la medicina ha evolucionado sorprendentemente y lo que ayer era casi imposible de realizar, hoy en día se ha vuelto más común.

En este nuevo siglo, el laser dental es un compromiso imposible de eludir para el odontólogo de práctica general, por lo que tenemos que concientizarnos que si queremos un México con cambios benéficos para nuestra comunidad

tenemos que iniciar ese cambio; actualizándonos con las innovaciones odontológicas que tenemos al alcance.

El laser dental exige habilidad personal y los conocimientos necesarios para lograr el éxito en nuestros tratamientos que realizamos a diario, una cualidad de los laser es que no causan dolor y, dependiendo del laser que se ocupe podemos cortar tejidos suaves o tejidos duros.

Los laser son instrumentos únicos y versátiles por la virtud de sus características físicas, propiedades tales como la colimación, coherencia y monocromaticidad son generados dentro de la cavidad óptica que al proyectarse sobre los tejidos de los pacientes retienen estas características.

La educación es la base del cuidado, mientras mas podamos saber de la diabetes, mejor utilizaremos todas las herramientas a nuestro alcance para mantener bajo control la enfermedad y así evitar complicaciones que nos impidan disfrutar de la vida.

El medico (especialista en endocrinología), el dietista, el educador en diabetes (por lo general es una enfermera), el oftalmólogo, el podólogo, el especialista en ejercicio y además el odontólogo ayudaran al paciente a diseñar un plan de vida para mantener en equilibrio su nivel de azúcar en la sangre y los problemas bucales que provoca esta enfermedad.

Para poder resolver esta situación es de suma importancia realizar una historia clínica general del paciente y una ficha odontológica para establecer un diagnostico adecuado, disponer de un plan de tratamiento y elegir los materiales y métodos para realizarlo.

Dependerá del paciente elegir los alimentos adecuados, monitorear sus niveles de glucosa en la sangre, diseñar un plan de ejercicios que realmente vaya a seguir y planificar con el odontólogo los tratamientos dentales con laser que se llevaran a cabo en su boca.

Y aunque esas son malas noticias para el paciente porque tendrá que poner mucho de su parte también, son buenas porque significa que el control lo tiene el paciente.

#### **AGRADEZCO:**

*A la doctora Dulce María Olvera Mazariegos, por confiar en mi y darme la gran oportunidad de entrar al diplomado, por los conocimientos transmitidos, la gran ayuda y consejos que me brindo siempre y un agradecimiento especial por ser mi directora, fue un gran honor tenerla durante el curso.*

*A la Dra. Arcelia Meléndez Ocampo por su colaboración en la investigación.*

*Por ultimo un agradecimiento eterno a Dios por darme salud, fé, conocimiento, confianza y fortaleza, para poder llegar a este día tan feliz y especial para mí.*

# PROPÓSITO

La principal idea de este trabajo realizado es que sirva de orientación a los pacientes diabéticos que cada día aumentan considerablemente en nuestro país y por lo tanto en los consultorios dentales y también para los estudiantes de odontología que se interesen en la prevención, tratamiento y rehabilitación de la diabetes en este caso tratada con laser dental.

Si algún paciente está en riesgo de desarrollar diabetes, pero no esta seguro si la padece, debe aprender como descubrirla.

Un primer paso crítico que aún no han dado millones de personas.

Ya que cada paciente es diferente debemos dominar y utilizar diferentes técnicas de trabajo y no intentar con una sola técnica todas las enfermedades bucales que puedan presentar los diferentes dientes a curar.

El laser dental exige habilidad personal y los conocimientos necesarios para lograr el éxito en nuestros tratamientos que realizamos a diario, una cualidad de los laser es que no causan dolor y, dependiendo del laser que se ocupe podemos cortar tejidos suaves o tejidos duros.

Los laser son instrumentos únicos y versátiles por la virtud de sus características físicas, propiedades tales como la colimación, coherencia y monocromaticidad son generados dentro de la cavidad óptica que al proyectarse sobre los tejidos de los pacientes retienen estas características.

Los médicos han avanzado mucho en su capacidad de predecir, diagnosticar y tratar la diabetes con una gran variedad de opciones terapéuticas.

Actualmente, sabemos lo importante y poderosa que puede ser la dieta y el ejercicio para atenuar la condición y sus complicaciones y lo mejor de toda la evolución que ha tenido la tecnología médica-odontológica para poder controlar cada vez más rápido y de forma sencilla esta enfermedad.

## **OBJETIVO**

Dar a conocer al Cirujano Dentista de práctica general la metodología básica para la realización de una correcta laserterapia en dientes de pacientes diabeticos.

Es de gran importancia que el profesional esté capacitado para aplicar laserterapia en pacientes diabéticos conociendo los alcances y limitaciones del laser dental.

# I. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS



## 1.1 Reseña histórica

Recuento de algunas innovaciones que han influenciado enormemente la profesión odontológica en los últimos 260 años, entre estos se encuentra:

El microscopio por Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723).

En 1746 el primer sillón dental diseñado por Pierre Fauchard (Padre de la Odontología Moderna).

En 1755 Phillipe Fach describió como hacer modelos de yeso a partir de impresiones de cera.

En 1805 W. H. Pepys de Londres fue el primero en utilizar un metal con fines de obturación.

En 1812 Marcus Bull fue el pionero en la preparación de oro para uso dental.

En 1818 Regnart aconsejó a Pepys adicionar mercurio en una décima parte del metal a fundir para bajar el punto de fusión.

En 1837 J. L. Murphy la amalgama a base de plata y mercurio, además fue el primero en efectuar incrustaciones de porcelana.

En 1844 el Oxido Nitroso por Horace Wells.

En 1885 la vulcanización por Goodyear.

En 1895 el Dr. G. V. Black publicó un artículo sobre la correcta preparación de cavidades dentales para recibir prótesis.

En 1895 los rayos X por Roentgen.

En 1904 la Novocaína por Einhorn.

En 1906 la máquina de colado por Taggart.

En 1915 el desarrollo de la fluoración de las aguas por Poller.

En 1958 el motor de aire por Borden.

En 1965 el primer implante bucal de Titanio por Branemark.

En 1967 las resinas compuestas por Buonocore <sup>1,2</sup>



## 1.2 Historia del laser

Existen evidencias de que culturas antiguas como los egipcios (figura 1.1), griegos, mayas e Incas usaban la luz del sol como medio terapéutico (figura1.2). Ya que sabían que el sol es energía, la luz ha sido utilizada como agente terapéutico por muchos siglos.



**Figura 1.1 Grabado egipcio**



**Figura 1.2 Sol**

En la antigua Grecia, el sol fue utilizado en la helioterapia, o en la exposición del cuerpo al sol para la restauración de la salud. Los chinos lo utilizaron en el tratamiento de enfermedades como el cáncer de piel y aún en la psicosis.

Sin duda, uno de los grandes avances en el área médica y odontológica del siglo XX, fue el desarrollo de la tecnología laser. Las aplicaciones de los diferentes tipos de lasers posibilitaron un gran cambio en muchos procedimientos médicos reduciendo los tiempos quirúrgicos y de recuperación de los pacientes.

En la actualidad existe una tendencia en la Odontología moderna que es la aplicación de la luz como forma de tratamiento terapéutico cuyos efectos son aliviar el dolor, estimular la reparación del tejido, reducir edema e hiperemia en los procesos inflamatorios, prevenir infecciones, además de actuar tratando parestesias y parálisis.

También se emplean lasers de potencias mayores, buscando una acción quirúrgica clínica, removiendo tejido cariado o haciendo incisiones y excisiones en tejido blando. Las aplicaciones de los diferentes tipos de lasers posibilitaron un gran cambio en muchos procedimientos médicos reduciendo los tiempos quirúrgicos y de recuperación de los pacientes.

En el campo odontológico se han evaluado los efectos del laser sobre los tejidos duros y las aplicaciones de las diferentes longitudes de onda que están disponibles <sup>1,2</sup>

Los pioneros en este campo fueron Fisher y Trame en el Reino Unido, Pecaro y Pick en los Estados Unidos y Welcer en Francia.

En Alemania existen aproximadamente 2400 lasers de diferentes tipos instalados en consultorios médicos.

En Brasil existen 19 facultades de Odontología que trabajan con laser dental tanto en la faz asistencial como en investigación clínica.

En Argentina es fundamental el aprendizaje de las normas de seguridad y requisitos para la instalación y uso de equipos laser, en este país esta disciplina aun es incipiente con alrededor de 40 equipos funcionando en consultorios odontológicos privados.

Considerando el interés en la tecnología, podemos asumir que las investigaciones continuaran acumulándose a través de los años y permitiendo un uso clínico más extenso.

La utilización y aplicación de esta tecnología requiere un reentrenamiento clínico, conocimientos básicos de física y de dosimetrías necesarias para arribar al éxito esperado.

Los recientes desarrollos en Odontología con el laser han permitido un incremento en la aceptación de esta tecnología para el dentista actual.

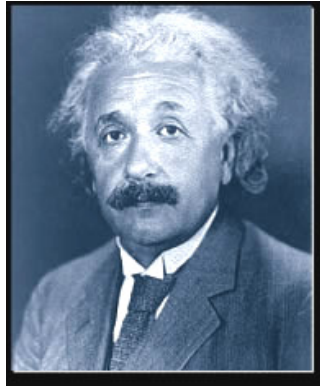
Los primeros informes de su empleo, a pesar de haber sido estudiados in vitro datan de finales de los 60's, pero no fue hasta los 80's, que el laser debuto en la práctica clínica<sup>1,2</sup>

Los primeros estudios en tejidos duros dentarios datan de 1964 en los que se demostró que utilizando laser de rubí se conseguía reducir la permeabilidad a la desmineralización ácida del esmalte<sup>3</sup>

Sin embargo, las altas temperaturas generadas causaban daños pulpares irreversibles.

Los múltiples usos de los lasers en Odontología involucran cirugías de tejidos blandos, tratamientos de caries en tejidos duros reemplazando al instrumental rotatorio en gran medida, la fotopolimerización de resinas, así como la analgesia y aceleración de cicatrización y reparación de lesiones.

En el año 1917, Albert Einstein (figura 1.3) postuló la base teórica del laser, y describió sus propiedades físicas, y no fue hasta 1960 que Theodore Maiman construyó el primer aparato emisor de luz laser. Son muchas las líneas de investigación que han favorecido los avances en esta tecnología.<sup>4</sup>



**Figura 1.3 Albert Einstein**

En 1903 Niels Einsen físico danés, descubrió una técnica conocida como arco de carbono foto terapéutico, fue el primero en usar la luz artificial, utilizando un aparato de cuarzo y agua para fototerapia que producía una luz ultravioleta para curar el lupus vulgar y la psoriasis.<sup>5</sup>

En 1905 Einstein hizo la Teoría sobre el efecto fotoeléctrico de la luz.

En 1916 Einstein hizo la Teoría de la naturaleza corpuscular de la luz.

En 1917, hizo la Teoría cuántica de la luz, con lo que anuncio el concepto de “emisión estimulada” que es en esencia el fenómeno en el que se basa el laser.

En 1933 Tornos Weber. Amplificación del microondas.

En 1951 V. A. Facrikant patenta la primera propuesta para la amplificación estimulada pero no se publica hasta 1959.

El 26 de Abril de 1951 Charles Hard Townes (figura 1.4) y Arthur Leonard Schawlow (figura 1.5) descubren las condiciones necesarias para amplificar la emisión estimulada de microondas (son ondas electromagnéticas muy cortas)<sup>6</sup>.



**Figura 1.4 Charles Hard Townes**



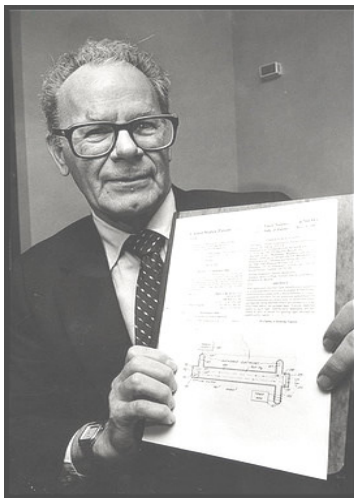
**Figura 1.5 Arthur Leonard Schawlow**

Charles Hard Townes produce por primera vez un modelo experimental que amplifica con una emisión estimulada con longitud de onda MASER.

Las ondas Maser amplifican las señales que los radioastrónomos reciben en el espacio y sirven para la comunicación por vía satelital, además de que regulan la frecuencia de los relojes atómicos.

En 1954 Basov / Prokhorov. Inventan el Electroscopio de Microondas.

En 1957 Townes y Schawlow esbozan un proyecto para la construcción de un Maser óptico que emitía luz visible.



En Noviembre de 1957 Gordón Gould (figura 1.6) describe su propia idea para la construcción de un aparato semejante, utilizando por primera vez el termino laser, prepara su tesis doctoral con una lámpara de Talio, el cual excitaba sus electrones; la falta de visión de Gordón Gould provoco que no patentará su trabajo.

En 1958 Schawlow y H. Townes precursores del laser, patentaban su trabajo 7 meses después en el verano de 1958 y publican su trabajo en la revista Physical Review, los principios del MASER, y obtienen el premio Nóbel por el Laser.

**Figura 1.6 Gordon Gould**

Gould abandona la Universidad de Columbia en New York y se va a trabajar a una empresa llamada TRG Inc.

Townes y Schawlow siguieron sus trabajos e investigaciones en la Universidad de Columbia a finales de los años 50's, hasta este tiempo nadie había construido ningún aparato laser, ya que todo estaba solo escrito en papel.

La empresa TRG Inc. vendió el proyecto a una agencia de proyectos.



En 1960, Theodore Maiman (figura 1.7) en los laboratorios de investigación de la compañía Hughes construye un artefacto de cristal cilíndrico de rubí ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  con impurezas de  $\text{Cr}_3$ ) de un centímetro de diámetro rodeado de una lámpara, y cuando este cristal recibía descargas de luz una millonésima de segundo producía una breve pulsación de 10,000 voltios de un tipo de luz que nadie había visto hasta entonces. El laser de rubí, generaba una luz roja coherente, ésta tenía una longitud de onda de 694.3 nanómetros<sup>5,6,7</sup>

**Figura 1.7 Theodore Maiman**

El 7 de Julio de 1960 Maiman comunicó a la prensa que había hecho funcionar el primer laser, tan pequeño el aparato de escasos centímetros de longitud, pero en esta época el tamaño no era agradable por lo tanto tuvo que hacer un laser más grande aconsejado por el encargado de relaciones públicas de la compañía.

En 1960, la revista británica *Natura* fue la primera en publicar un artículo de Maiman de 300 palabras.

En 1961 Goldman fundó el primer laboratorio de laser en la Universidad de Cincinnati.

En 1961 Ali Javan hizo funcionar el laser de gas de Helio - Neón (He-Ne), y este fue el primer laser terapéutico.

En 1962 Guillermo Bennett hace funcionar el primer laser de Argón. (Ar).

En 1963 Stern y Sognaes investigan el efecto del laser de Rubí en tejidos dentales.

En 1964 Stern encuentra que el laser de rubí aumenta la resistencia a los ácidos en el esmalte, ya que reduce la permeabilidad a la desmineralización.

En 1964 Kumar Pattel (figura 1.8), crea el primer laser de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) con 10.000 nanómetros, el cual produce una excelente hemostasia y es atraído por el agua, fue construido en los laboratorios Bell.



**Figura 1.8 Kumar Pattel**

En 1965 el doctor en Medicina León Goldman aplica el laser por primera vez en el diente de su hermano Odontólogo, el cual relato que no sintió dolor ni durante, ni después del acto operatorio.

En 1972 se realiza la primera cirugía en la laringe con el laser de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

En 1974 es presentado en Japón el laser de Neodimio – Itrio - Aluminio-Granate (Nd –YAG) y este es el laser coagulador por excelencia <sup>5,6,7</sup>

En 1977 Shafu realizo aplicaciones de laser de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en Cirugía Oral.

En 1981 Schawlow, Bloembergen y Siegman ganan el Premio Nóbel por la Espectroscopia del Laser.



**Figura 1.9 Dr. Vicente Aboites**

En 1989, antes de que fuera aprobado por la FDA el uso del laser dental en práctica privada, 6 odontólogos comenzaron a investigar y trabajar con él. Entre ellos se encontraba un mexicano, el Dr. Héctor Martínez Arizpe (figura 1.10), que es el precursor de la laserterapia en México.



**Figura 1.10 Dr. Héctor Martínez Arizpe**

En 1988 se realiza el Primer Congreso de Laser en Japón y se fundo la ISLD (Internacional Society of Laser Dentistry), en este mismo año la FDA (Food and Drougs Adminitration) aprobaba el uso del laser para cirugía de tejidos blandos en la cavidad bucal.

En Noviembre de 1989, en Toronto Canadá; se reunió por primera vez un club de doctores que utilizaban laser, reuniéndose posteriormente cada mes y de aquí surge la Academia de Odontología Laser <sup>5,6,7</sup>

En 1990 introducen al mercado el primer laser de Neodimio – Itrio –Aluminio - Granate (Nd –YAG) Modelo D – lase 300, con 3 watts de potencia diseñado para la Odontología por el doctor Terry Myers.

En 1989 Anderson y Parrish realizan estudio de fototermólisis.

En 1991 fabrican el laser de Dióxido de Carbono (CO2) ultra pulsado.

En 1995 se da a conocer el laser de Erblio – Itrio – Aluminio- Granate (Er-YAG).

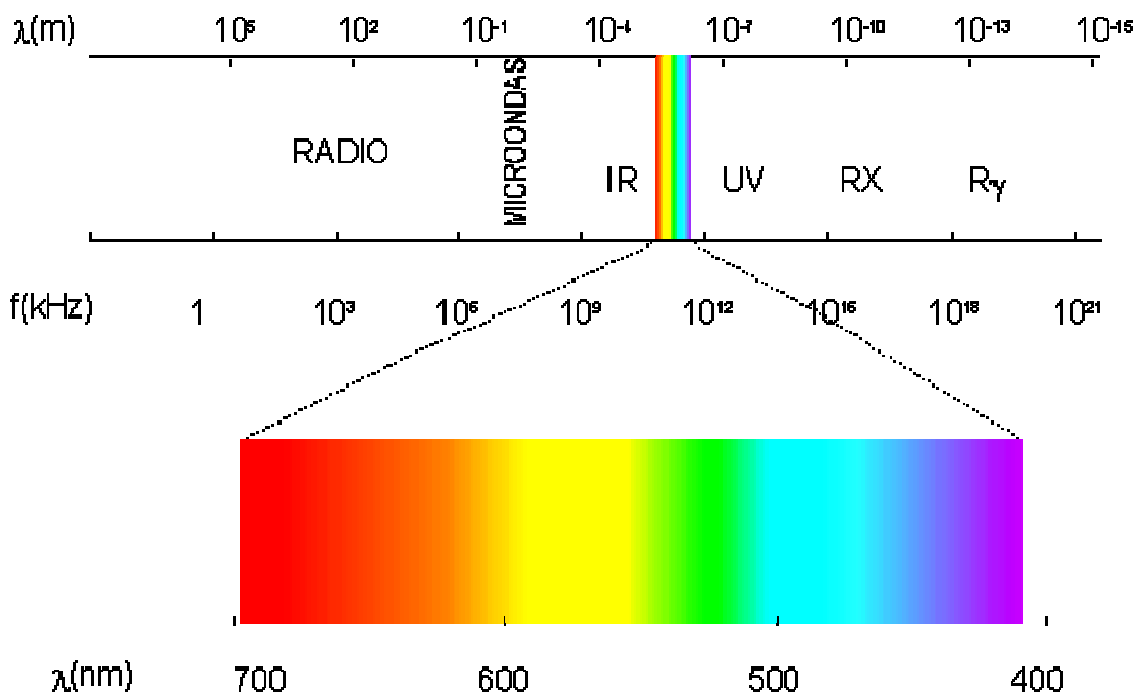
En 1996 se realiza la primera depilación laser.

En el 2000 Fotorejuvenecimiento no abrasivo.

En el 2001 Fototerapia para el acné.

Los físicos comenzaron a investigar otras zonas del espectro electromagnético (figura 1.11), especialmente el área infrarroja y visible.

Desde el desarrollo de laser de rubí en 1960 ha habido gran cantidad de odontólogos y pacientes ansiosos por conseguir tratamientos dentales más placenteros <sup>5,6,7</sup>



**Figura 1.11 Área visible del espectro electromagnético**

Los múltiples usos de los lasers en Odontología involucran cirugías de tejidos blandos, tratamientos de caries en tejidos duros reemplazando al instrumental

rotatorio en gran medida, la fotopolimerización de resinas, así como la analgesia y aceleración de cicatrización y reparación de lesiones.

Desde la creación del primer laser de rubí (que es  $\text{Al}_2\text{O}_3$  con impurezas de  $\text{Cr}^{3+}$ ) en 1960 por Theodore H. Maiman, de Hughes Aircraft Corporation, la odontología intentó aplicar dicho avance tecnológico en su área.

Han pasado más de 40 años desde que ese primer laser fue inventado y aun el campo de los laseres y sus aplicaciones, está lejos de ser agotado.

El uso potencial de los laseres como "fresas" ha sido un sueño tanto de pacientes como de los odontólogos ya que sabemos que el mayor factor generador de ansiedad en la consulta odontológica es, sin lugar a dudas, el instrumental rotatorio, señalado como el componente más traumático en la terapéutica dental <sup>5,6</sup>

---



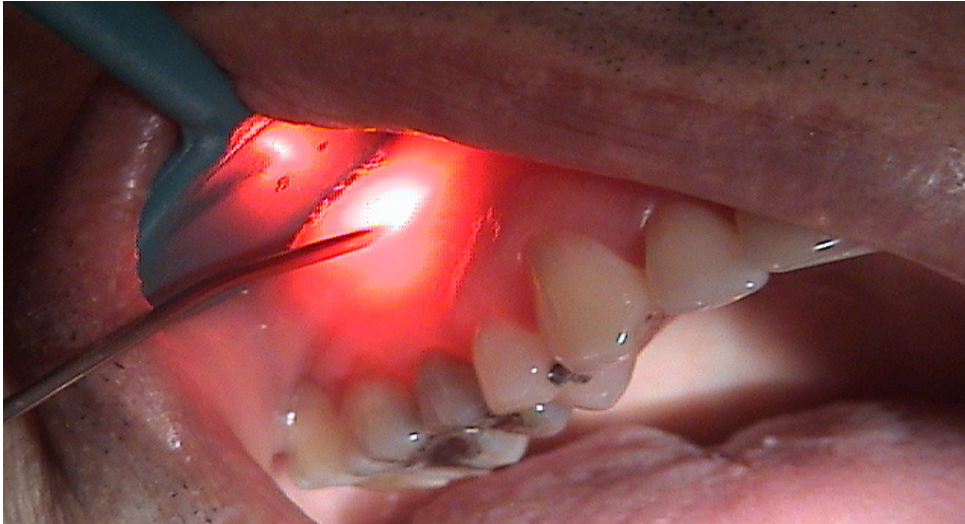
## II. ¿QUÉ ES EL LASER DENTAL?



## 2.1 Definición

La palabra **laser** es un acrónimo que responde a los vocablos ingleses: “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”. O sea, **“Amplificación de Luz por una Emisión Estimulada de Radiación”**.

Este fenómeno se basa en principios teóricos postulados por Albert Einstein en 1916 a través del cual se obtiene una luz con propiedades específicas, muy diferente a la luz ordinaria y con un alto grado de concentración energética. (figura 2.1).<sup>1</sup>



**Figura 2.1 Luz laser con un alto grado de concentración energética**

La luz laser es una radiación electromagnética en el rango de energía visible o energía cerca de lo visible, que se produce como resultado de la emisión de luz a partir de incontables átomos o moléculas individuales.

### **¿Qué es exactamente el laser dental?**

Es un dispositivo de amplificación de luz por emisión estimulada de radiación, es un aparato que al amplificar la luz produce haces de luz coherente ya que sus ondas o fotones, se propagan de forma acompasada, o en fase, esto hace que la luz laser pueda ser extremadamente intensa, muy direccional y con una gran pureza de color (frecuencia).

Se trata de un rayo de luz que es, entre otras cosas, un anestésico. Y tiene, además, muchos otros usos, algunos de ellos: tratamientos de herpes, dientes sensibles y dolor en la articulación de la mandíbula.

Es un haz de luz concentrado que, transmitido a través de una delgada fibra óptica, impacta en forma suave y pulsátil sobre la superficie dentaria.

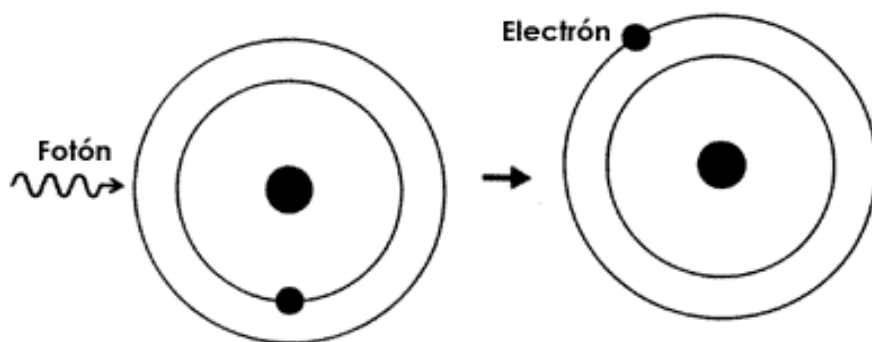
También es, un acelerador de los procesos de cicatrización dentro o fuera de la boca, el laser trabaja en lo celular, es decir, no produce destrucción, ni quema los tejidos debido a la mínima dosis de radiación <sup>5,6,7</sup>

Este tipo de laser lo que hace es estimular a las células para que estas se regeneren. También actúa sobre las terminaciones nerviosas para eliminar los diversos tipos de dolor.

Lo utilizamos también en enfermedades sistémicas con manifestación bucal, por ejemplo, diabetes y lupus eritematoso, entre otros.

## 2.2 Absorción, emisión espontánea y emisión estimulada

Cuando la luz se encuentra con la materia, esta puede ser desviada o absorbida. Si el fotón es absorbido (a este proceso se le llama ABSORCIÓN) (figura 2.2).



**Figura 2.2 Absorción de un fotón**

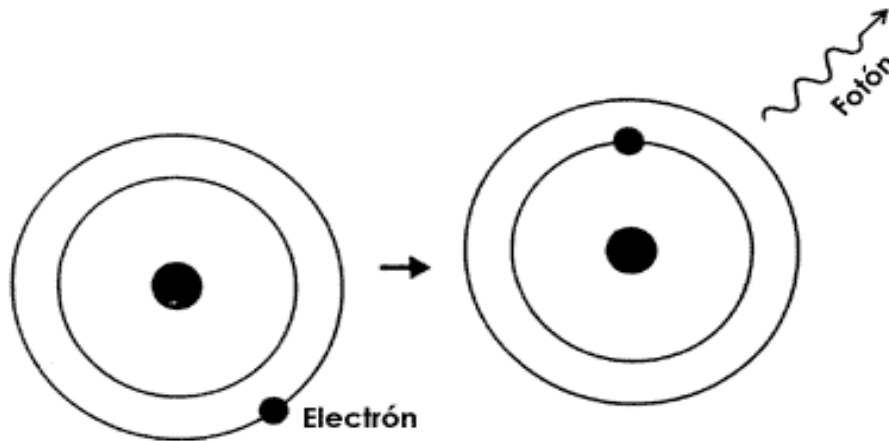
Esta energía no desaparece pero puede ser usada para incrementar el nivel de energía de la absorción del átomo o molécula. Esta idea es fundamental para comprender la interacción tejido-laser.

Un átomo puede absorber un fotón. El fotón entonces estimula un electrón (e) dentro del átomo y salta al nivel de energía mas alto (e\*). Este átomo cambia hacia un estado excitado, del estado base en que se hallaba descansando.

En este estado excitado, el átomo es inestable y muy pronto cae espontáneamente hacia un estado de reposo, soltando o liberando la energía almacenada en forma de un fotón emitido. Este proceso es llamado EMISIÓN ESPONTÁNEA (figura 2.3).

El intervalo entre la absorción y reemisión es usualmente muy corto y se define el tiempo de vida de la fluorescencia del átomo.

Cabe señalar que en la figura 2, la espontaneidad emitida del fotón tiene menos energía (longitud de onda más larga) que el fotón absorbido. La diferencia en energía es usualmente convertida en calor <sup>1,6</sup>



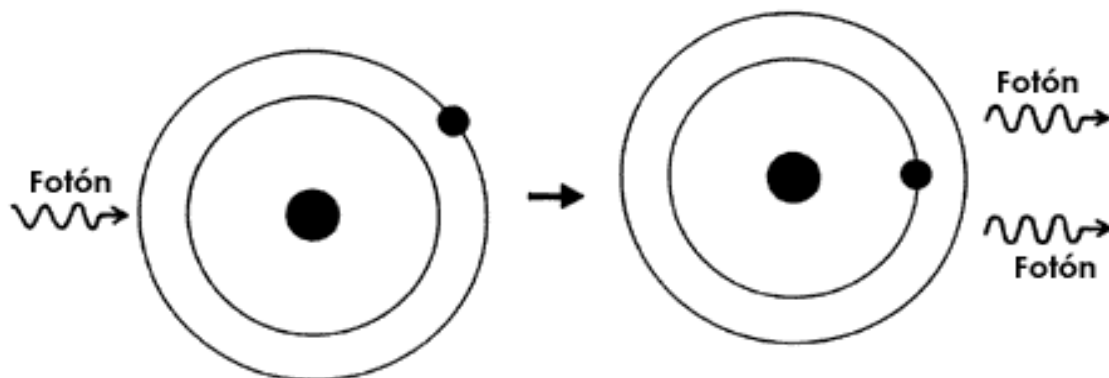
**Figura 2.3 Emisión espontánea donde un átomo absorbe un fotón de energía y es impulsado a un estado de excitación**

En cualquier átomo, únicamente ciertas orbitas (nivel de energía) son permitidas. Cuando un fotón es absorbido, el átomo salta a uno de los niveles de energía permitidos.

Esto significa que cada tipo de átomo o molécula puede absorber únicamente fotones de la misma energía directa (o longitud de onda). El resultado es que cada especie de átomo o molécula tiene un espectro de absorción.

### **2.3 Amplificación de la luz por una emisión estimulada de radiación laser**

El proceso de laser ocurre cuando un átomo excitado puede ser estimulado para emitir un fotón antes de que el proceso ocurra espontáneamente.



**Figura 2.4 La emisión estimulada**

Cuando un fotón con la misma energía directa (longitud de onda) se encuentra en el campo electromagnético de un átomo excitado, el fotón incidente lanzado decae a un estado de nivel más bajo <sup>1</sup>

Este esta acompañado por la liberación de la energía almacenada en forma de un segundo fotón. El primer fotón no es absorbido pero continúa su encuentro hacia otro átomo excitado.

La emisión estimulada puede únicamente ocurrir cuando el fotón incidente tiene exactamente la misma energía que el fotón liberado.

Así, el resultado de la emisión estimulada es de 2 fotones de idéntica longitud de onda que se encuentran viajando en la misma dirección (figura 2.4).

La liberación del segundo fotón es en un tiempo cerrado para las oscilaciones del primer fotón, aunque los dos fotones oscilan juntos en fase.<sup>6</sup>

Es necesario para el laser que exista una colección de átomos que pasen de un estado de reposo a un estado de excitación, a esto se le llama INVERSIÓN DE POBLACIÓN<sup>1</sup>

Esta es una condición necesaria. Ahora la emisión espontánea de un fotón por un átomo estimulara la liberación de un segundo fotón, y estos dos átomos estimularan dos fotones más y así progresivamente.

En un espacio pequeño a velocidad de la luz, esta reacción en cadena del fotón produce un breve e intenso flash de monocromaticidad (misma longitud de onda) y coherencia (misma fase) de luz.

La luz producida por un laser consiste en fotones del mismo tamaño, movimiento y dirección, siendo entonces el rayo de luz de alto poder distintivo espectral, con características bien definidas<sup>11</sup>

## **2.4 Características específicas de la luz laser**

La luz laser tiene características específicas que son: Monocromaticidad, Coherencia y Colimación (figura 2.5).

### **2.4.1 Monocromaticidad**

Los fotones que la forman tienen la misma energía y pertenecen a una misma longitud de onda y mismo calor (figura 2.5), es decir, tienen una ubicación específica dentro del espectro electromagnético.<sup>1,2</sup>

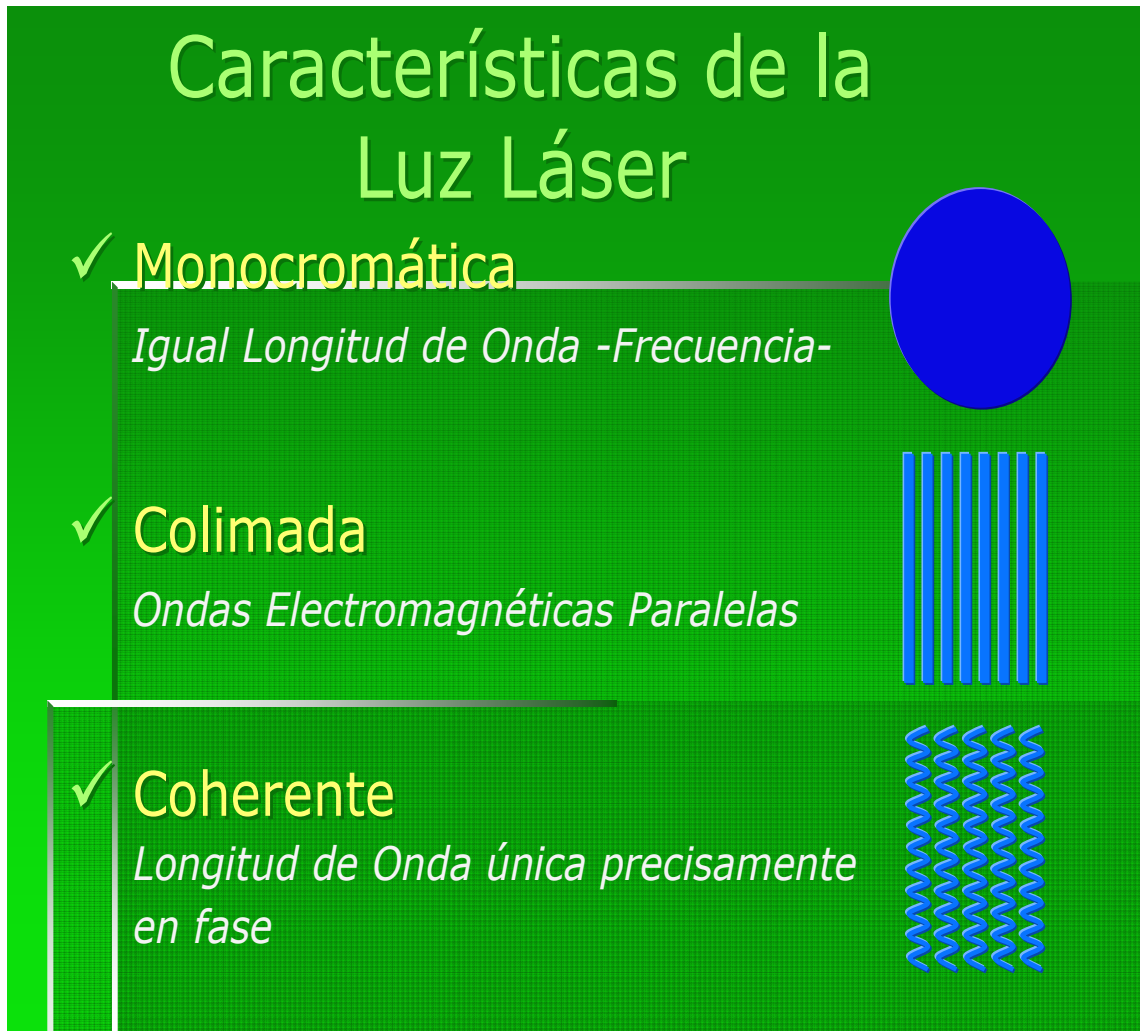
Hacemos un ejemplo: con un laser verde, podemos perforar una pelota verde que se encuentra dentro de una pelota blanca, porque la pelota blanca no absorbe la luz verde, sino que la deja pasar<sup>11</sup>

### **2.4.2 Coherencia**

Todas las ondas que conforman el haz laser, están en cierta fase relacionadas una con otra, tanto en tiempo como en espacio (figura 2.5). Esto se debe a que cada fotón esta en fase con el fotón entrante<sup>11</sup>

### 2.4.3 Colimación

Direccionabilidad, es lo mismo, en una sola dirección (figura 2.5), ya que todas las ondas emitidas están casi paralelas y por lo tanto no hay divergencia del rayo de luz, por lo que permanece invariable aun después de largos corridos <sup>11</sup>

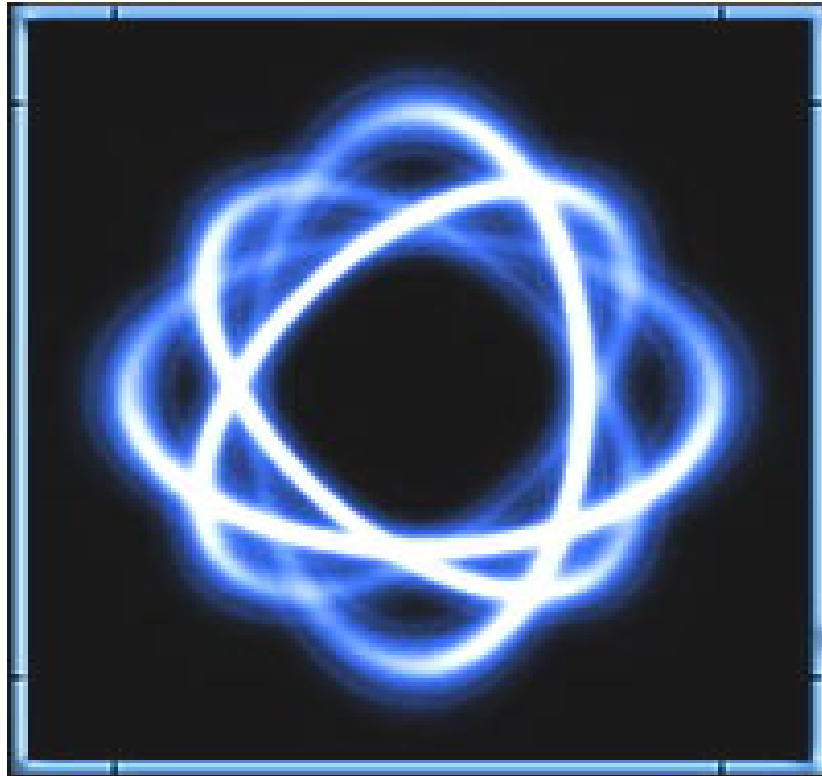


**Figura 2.5 Principales características de la luz laser. (Tomado de pick R M)**

De lo descrito anteriormente se deduce fácilmente que la luz laser es muy intensa, ya que a ella contribuyen todas las características, oscilando igual, y además concentradas, direccionales, sin apenas divergencia.

Así se alcanza una concentración energética por unidad de superficie que es altamente considerable <sup>11</sup>

### III. FÍSICA DE LA RADIACIÓN



### 3.1 Física de la radiación

Para entender como se produce la radiación laser, se debe comprender la naturaleza y las interacciones de los átomos, por lo que se deben conocer los conceptos fundamentales de la estructura atómica, molecular, así como el conocimiento práctico de la ionización, radiación ionizante.

El mundo esta compuesto por materia y energía. La materia es cualquier cosa que ocupe espacio y que tenga masa, cuando se altera, produce energía. La unidad fundamental de la materia es el átomo; toda la materia esta compuesta por átomos.<sup>5</sup>

### 3.2 Estructura atómica

El átomo consta de 2 partes un núcleo central y electrones en orbita (figura 3.1). Con la composición de su núcleo y el orden de sus electrones en orbita se determina la identidad de un átomo, hoy en dia existen 105 (118) átomos diferentes.

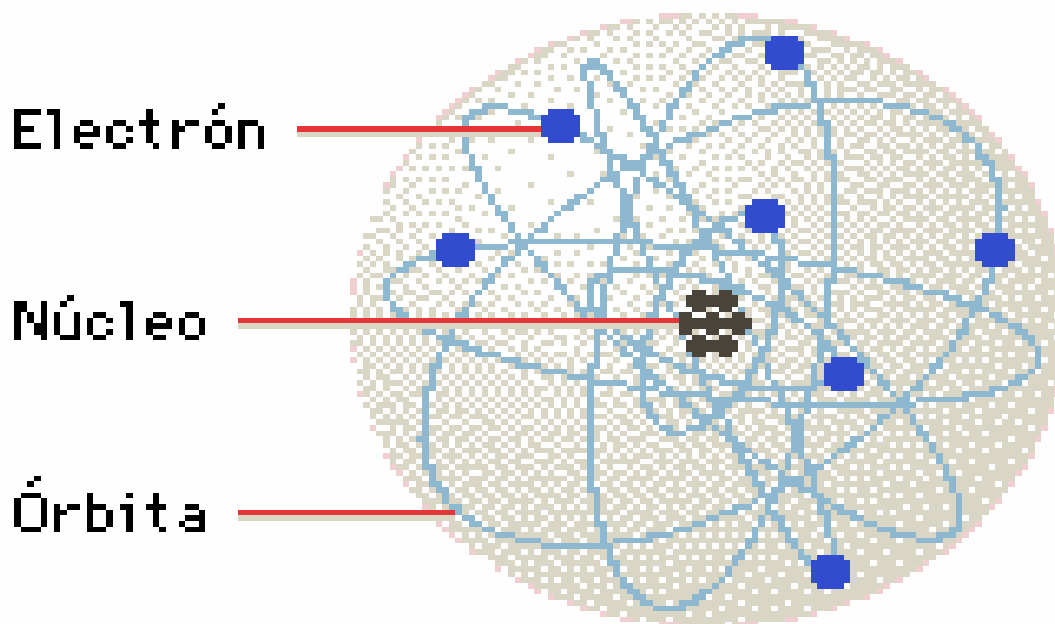
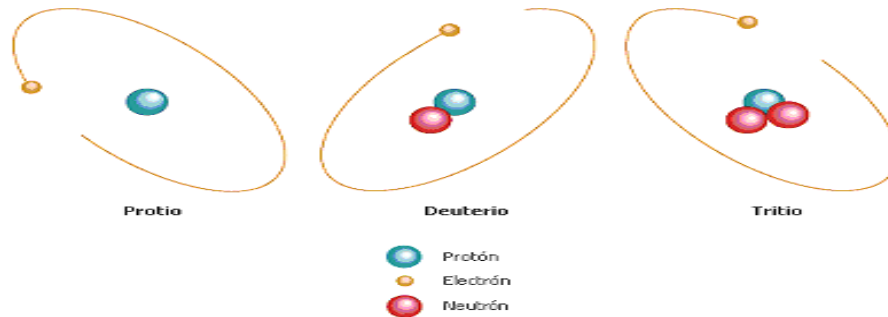


Figura 3.1 Estructura atómica

El Núcleo

El núcleo o centro denso del átomo, esta compuesto por partículas conocidas como protones y neutrones; los protones llevan cargas eléctricas positivas y los neutrones no tienen carga. El núcleo de un átomo ocupa un espacio muy pequeño de hecho, casi todo el átomo es un espacio vacío <sup>11</sup>





**Figura 3.2 Tipos de átomos**

Los átomos difieren uno del otro con base a su composición nuclear; el número de protones y neutrones en el núcleo de un átomo determina su número de masa o peso atómico (figura 3.2).

El número de protones dentro del núcleo es igual al número de electrones fuera, y esto determina el número atómico del átomo.

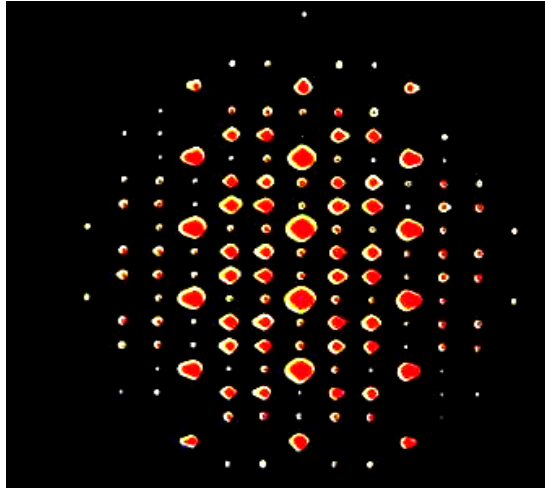
Los átomos están ordenados por número atómico del menor al mayor en un cuadro conocido como tabla periódica de los elementos (figura 3.3), los elementos son sustancias hechas de un solo tipo de átomo.

The periodic table shows elements arranged by atomic number. A legend at the bottom identifies groups: Alcalinotérminos (yellow), Gases nobles (green), Metales de transición (blue), No metales (orange), and Halógenos (purple). The table includes element symbols and names in Spanish.

**Figura 3.3 Tabla periódica de los elementos**

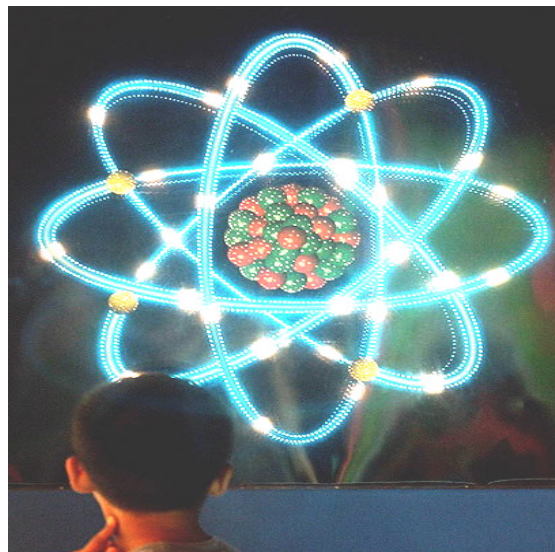
Los electrones

Son pequeñas partículas con carga negativa (figura 3.4) que tienen una masa cerca de 1/1800 de lo que pesa un protón o neutrón. El orden de los electrones y neutrones en un átomo asemeja a un sistema solar en miniatura. Los electrones viajan alrededor del núcleo en vías bien definidas conocidas como orbitas o niveles <sup>4</sup>



**Figura 3.4 Partículas con carga negativa (electrones)**

Un átomo contiene un máximo de 7 niveles, cada uno se localiza a una distancia específica del núcleo y representa grados de energía diferentes. Los niveles están designados con las letras K, L, M, N, O, P, y Q, el nivel K se localiza mas cerca del núcleo y tiene el grado de energía mas alto.



**Figura 3.5 Orientación de las orbitas de los electrones alrededor del núcleo**

Cada orbita tiene un numero máximo de electrones que puede contener. Los electrones se mantienen en sus orbitas gracias a una fuerza electrostática, o atracción entre el núcleo positivo y los electrones negativos (figura 3.5).

Esta se conoce como energía de unión, se determina por la distancia entre el núcleo y electrón en órbita y es diferente en cada nivel.

La energía de unión más fuerte se encuentra más cerca del núcleo en el nivel K, mientras los electrones localizados en los niveles más externos tienen una energía de unión débil. Las energías de los electrones en orbita se miden en electrovoltios (eV) o en kiloelectrovoltios (KeV) <sup>4,11</sup>

La energía que se requiere para sacar a un electrón de su orbita debe exceder la energía para sacar un electrón en ese nivel.

Se requiere mayor cantidad de energía para sacar un electrón de un nivel interno, pero los electrones que se sostienen de manera libre en los niveles externos se pueden afectar con energías menores.

### 3.3 Estructura Molecular

Los átomos son capaces de combinarse unos con otros para formar moléculas. Una molécula se define como 2 o más átomos unidos por enlaces químicos, o la cantidad más pequeña de sustancia que posee sus propiedades características.

Al igual que el átomo, la molécula es una partícula muy pequeña e invisible, se forma de 2 maneras; por transferencia de electrones o al compartir electrones entre los niveles más externos de los átomos.

Un ejemplo es el agua ( $H_2O$ ) (figura 3.6).

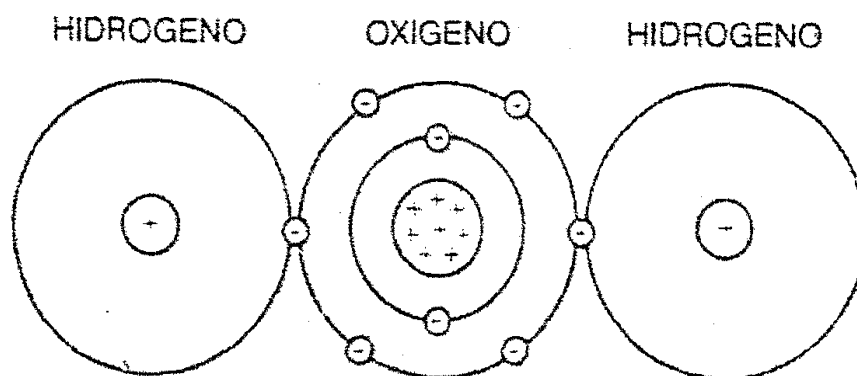


Figura 3.6 Molécula de agua ( $H_2O$ ) que tiene 2 átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno

### 3.4 Ionización, radiación y radioactividad

Si comprendemos los conceptos fundamentales de la estructura atómica y molecular se puede entender la ionización, radiación y radioactividad.

Ionización

Los átomos pueden existir en un estado neutro o en un desequilibrio eléctrico. Por lo general, la mayor parte de los átomos son neutros; un átomo neutro contiene un número igual de protones (cargas positivas) y electrones (cargas negativas), uno que tenga un nivel externo no saturado esta desequilibrado eléctricamente e intenta capturar un electrón de algún átomo adyacente.

Si el átomo gana un electrón, tiene más electrones que protones y neutrones, y por lo tanto una carga negativa <sup>4,11</sup>

De la misma forma un átomo que pierde un electrón tiene más protones y neutrones, y por lo tanto una carga positiva.

Un átomo que gana o pierde un electrón y se desequilibra de manera eléctrica, se conoce como ion.

La ionización es la producción de iones, o el proceso de convertir un átomo en ion. La ionización trata solo de electrones y requiere energía suficiente para superar la fuerza electrostática que une el electrón al núcleo.<sup>5</sup>

### Radiación y radioactividad

La radiación es la emisión y propagación de energía a través del espacio o una sustancia en forma de ondas o partículas.

La radioactividad se define como el proceso por el medio del cual ciertos átomos o elementos inestables sufren desintegración espontánea o mueren, en un esfuerzo por obtener un estado nuclear más equilibrado.

Una sustancia se considera radioactiva si suelta energía en forma de partículas o rayos como resultado de la desintegración de su núcleo atómico.

### Radiación ionizante

La radiación ionizante se describe como aquella capaz de producir iones al quitar o agregar un electrón a un átomo, se clasifica en 2 grupos: radiación de partículas y radiación electromagnética.

### Radiación de partículas

La radiación de partículas se debe a partículas pequeñas de materia que poseen masa y viajan en línea recta a gran velocidad, transmiten energía cinética por medio de masas pequeñas con movimientos muy rápidos, se reconocen 4 tipos: electrones, alfa, protones y neutrones.

### Radiación electromagnética

Esta radiación se define como la propagación de energía en forma de onda (sin masa) a través del espacio o materia (figura 3.7).

La energía que se propaga está acompañada por campos eléctricos y magnéticos oscilatorios colocados en ángulos rectos uno del otro, de ahí el término electromagnético.<sup>5</sup>

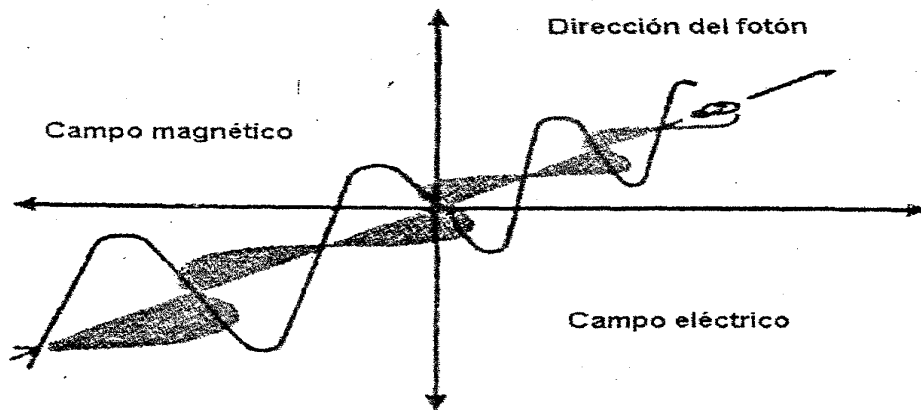


Figura 3.7 Campos eléctricos oscilatorio y magnético característico de las radiaciones electromagnéticas <sup>11</sup>

### ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

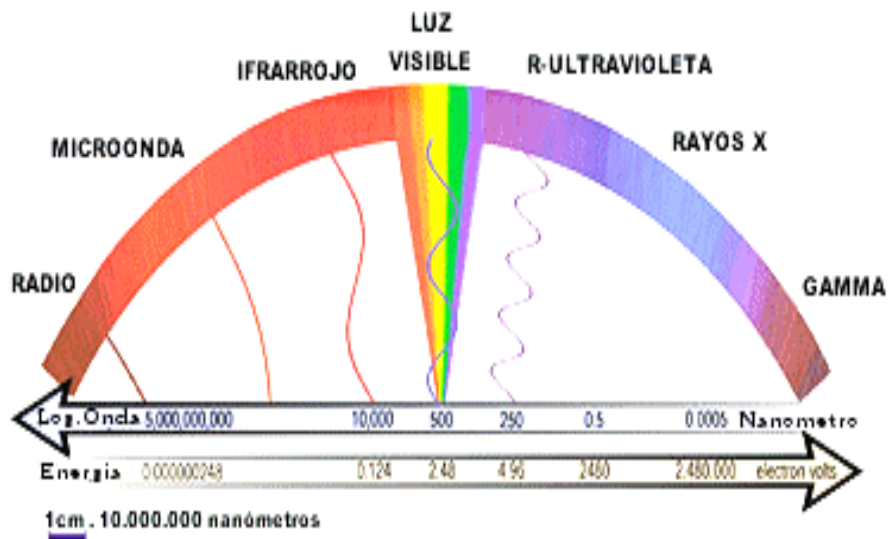
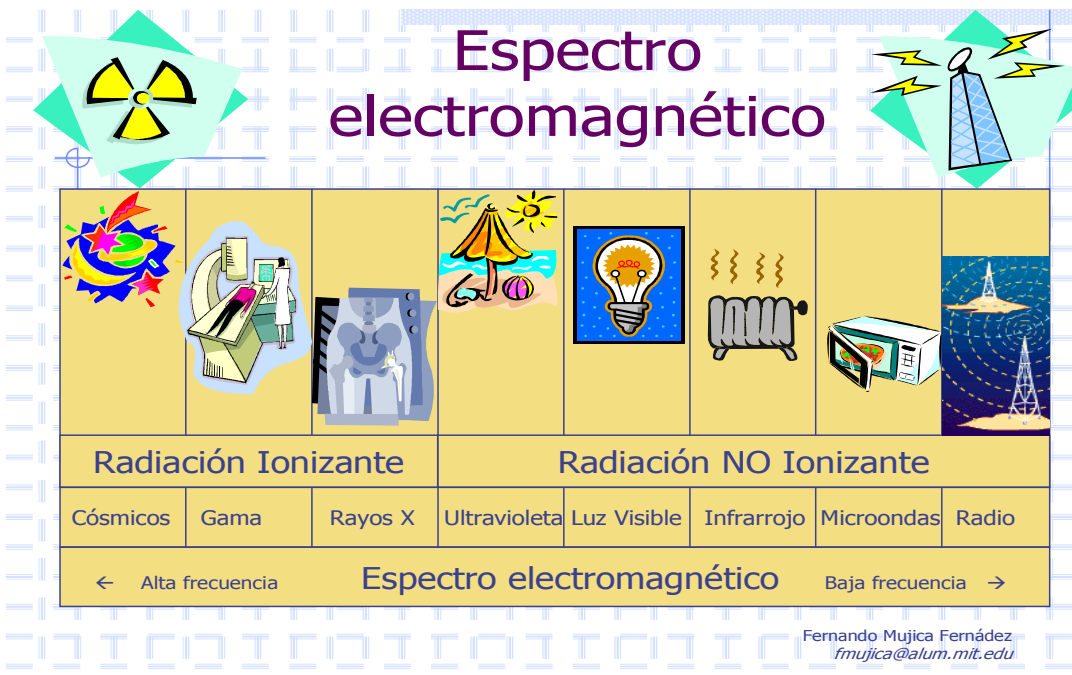


Figura 3.8 Radiaciones electromagnéticas

Las radiaciones electromagnéticas (figura 3.8) pueden ser provocadas o naturales; algunos ejemplos de este tipo de radiación son los rayos cósmicos, rayos gamma, rayos X, rayos ultravioleta, luz visible, luz infrarroja, microondas y ondas de radio.

Propiedades de las radiaciones electromagnéticas:

- No tienen masa ni peso.
- No tienen carga eléctrica.
- Viajan a la velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  m/seg.; 186 000 millas por segundo).
- Viajan como partículas y como ondas.
- Se propagan en un campo eléctrico en ángulos agudos a la ruta del viaje.
- Tienen energías diferentes medibles (frecuencias y longitud de onda).<sup>5</sup>



**Figura 3.9 Radiaciones ionizantes y no ionizantes**

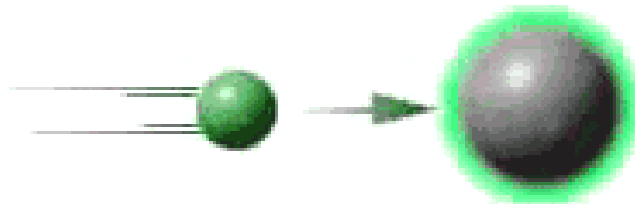
Las radiaciones electromagnéticas están ordenadas de acuerdo con sus energías en lo que se denomina un espectro electromagnético.

Todas las energías del espectro comparten características comunes. Según sus niveles de energía, se clasifican como ionizantes o no ionizantes (figura 3.9).

Se cree que las radiaciones electromagnéticas se mueven a través del espacio como partículas y como ondas: por lo tanto, es necesario considerar 2 conceptos: partícula y onda <sup>5</sup>

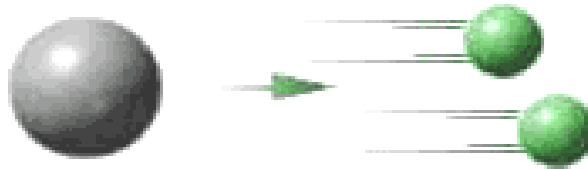
## Partícula

Son haces discretos de energía llamados fotones o quantum (figura 3.10).



**Figura 3.10 Donde un fotón impacta a un átomo excitado**

Los fotones son haces de energía sin masa, ni peso que viajan como ondas a la velocidad de la luz (figura 3.11) y se mueven a través del espacio en línea recta; llevando energía de radiación electromagnética.



**Figura 3.11 Átomo emite un nuevo fotón exactamente igual al primero**

Durante mucho tiempo, los físicos han buscado una teoría para poner orden en el confuso mundo de las partículas.

En la actualidad, las partículas se agrupan según la fuerza que domina sus interacciones. Todas las partículas se ven afectadas por la gravedad, que sin embargo es extremadamente débil a escala subatómica.

## Onda

Las radiaciones electromagnéticas se caracterizan como ondas y se enfocan a las propiedades de velocidad, longitud de onda y frecuencia.

## Velocidad

Todas las radiaciones electromagnéticas viajan como ondas o en una secuencia continua de crestas a la velocidad de la luz en el vacío <sup>4,11</sup>

## Longitud de onda

Es la distancia entre la cresta de una onda y la cresta de la siguiente onda; determina la energía y poder de penetración de la radiación, mientras más corta sea la distancia entre las crestas, menor es la longitud de onda y mayor la energía y capacidad de penetrar la materia, la longitud de onda se mide en nanómetros ( $1 \times 10^{-9}$  metros o una milmillonésima de un metro)<sup>5</sup>.

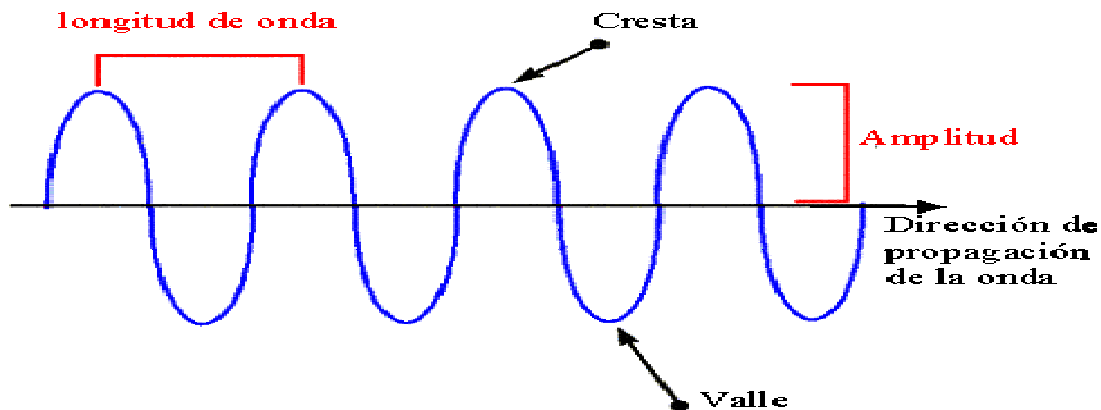


Figura 3.12 Longitud de onda

## Frecuencia

Es el número de longitudes de onda (figura 3.12) que pasan en un punto determinado en cierta cantidad de tiempo. La frecuencia y la longitud de onda tienen una relación inversa; si la frecuencia de la onda es alta, la longitud es corta, y si la frecuencia es baja, la longitud es larga (figura 3.13)<sup>5</sup>

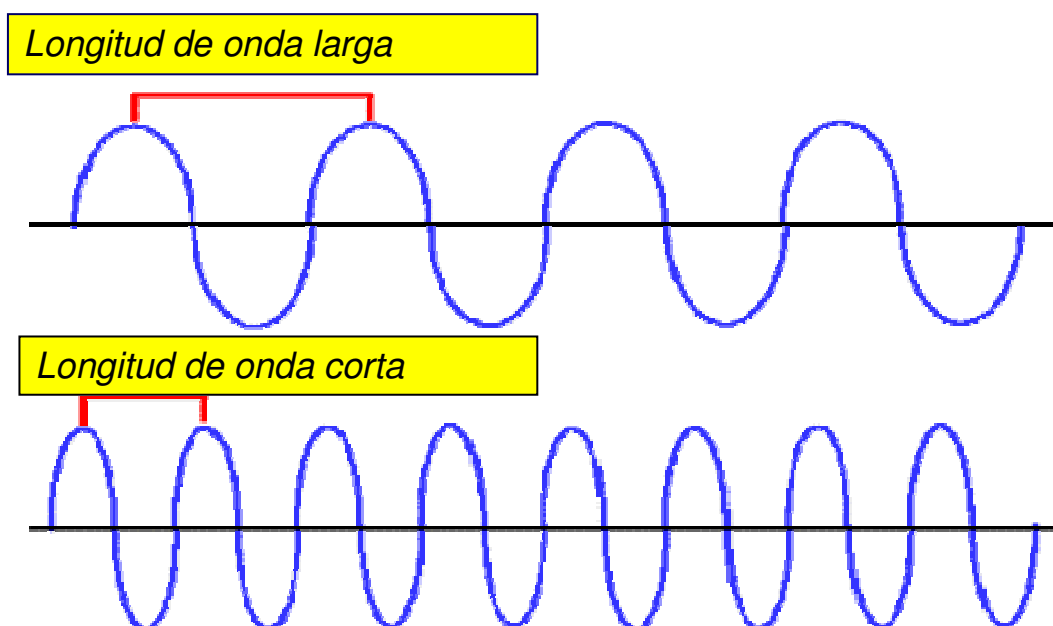


Figura 3.13 Tipos de longitud de onda



La cantidad de energía que tiene una radiación electromagnética depende de la longitud de onda y de la frecuencia de esta.

Las radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia tienen longitud de onda grande y menos energía, por el contrario, las radiaciones de alta frecuencia tienen una longitud de onda corta y más energía.<sup>5</sup>

### 3.5 ¿Qué son los fotones de luz?

La unidad básica de la luz se llama fotón (figura 3.14). Podemos pensar en ellos como:

- a) Partículas: ya que son haces de energía, sin masa, sin peso, sin carga eléctrica; que viajan a la velocidad de la luz y
- b) Ondas similares a los sonidos de pulsos de onda.

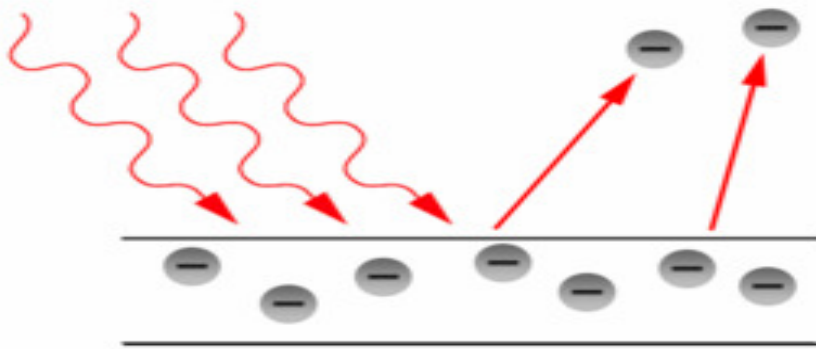
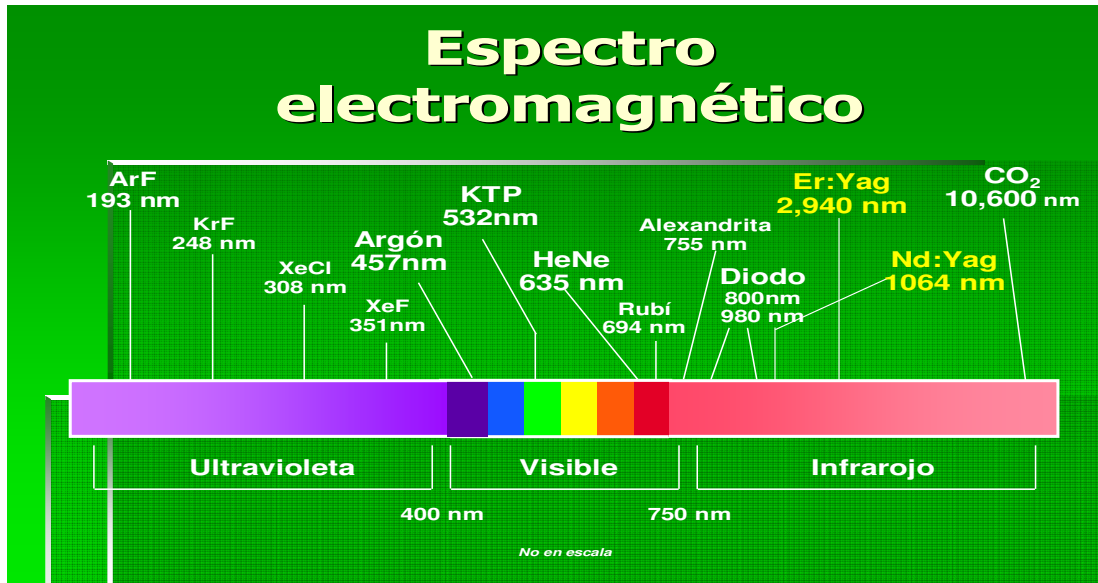


Figura 3.14 Esquema de un fotón

Un fotón de luz puede ser representado como una onda electromagnética con un campo eléctrico que esta oscilando y un campo asociado con el fotón.

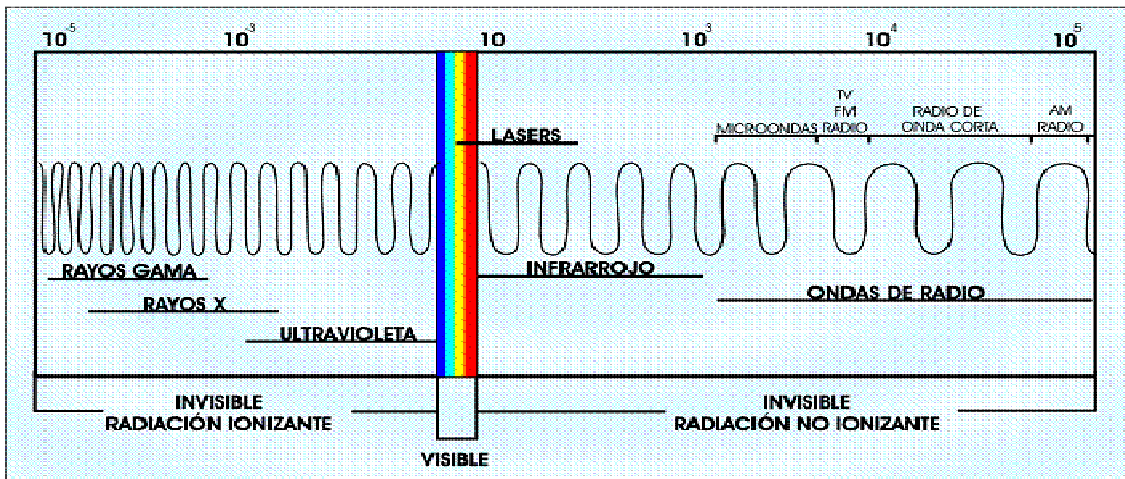
La cantidad de energía electromagnética esta clasificado como rayos cósmicos, rayos gamma, rayos X, microondas y ondas de radio (figura 3.15)<sup>5</sup>



**Figura 3.15 Tipos de laser de acuerdo a su longitud de onda**

La luz puede ser ultravioleta, visible (violeta, azul, verde, amarilla, naranja, roja) o infrarroja. La propiedad física que determina esta clasificación de energía electromagnética es la longitud de onda: la distancia de un fotón que viaja en el campo eléctrico mientras completa una oscilación.

Muchos de los tipos de laser clínicos son mostrados en la figura anterior, donde podemos darnos cuenta de que la longitud de onda corta de luz ultravioleta es más energética que la longitud de onda larga infrarroja (figura 3.16) <sup>6</sup>



**Figura 3.16 Longitudes de onda cortas y largas**

Los rayos cósmicos tienen longitudes de onda extremadamente cortas ( $10^3$  m), con el avance de la tecnología laser; la luz del laser cubre el rango de cerca de 0.1 a 10 (figura 3.17) <sup>6</sup>

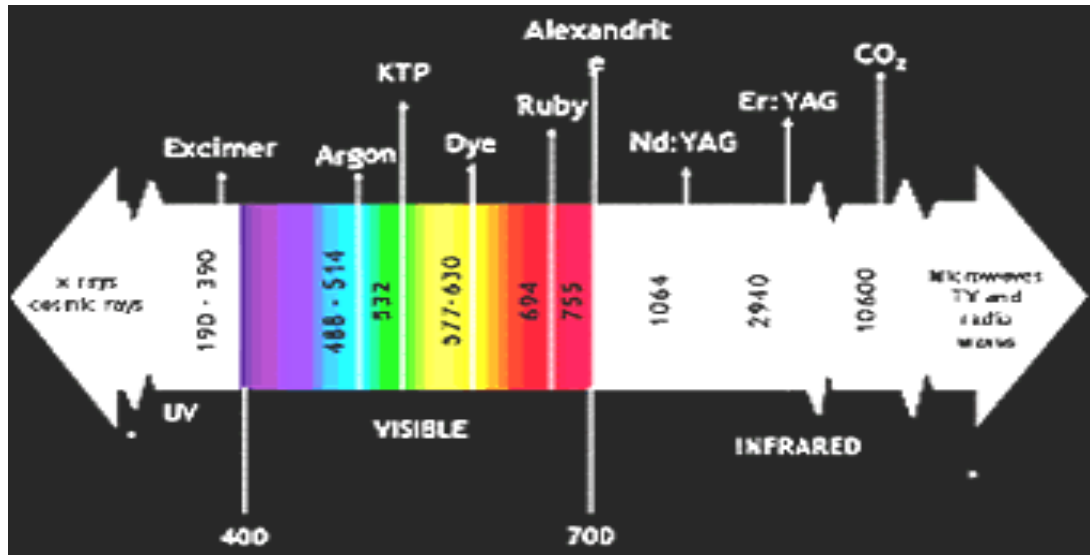
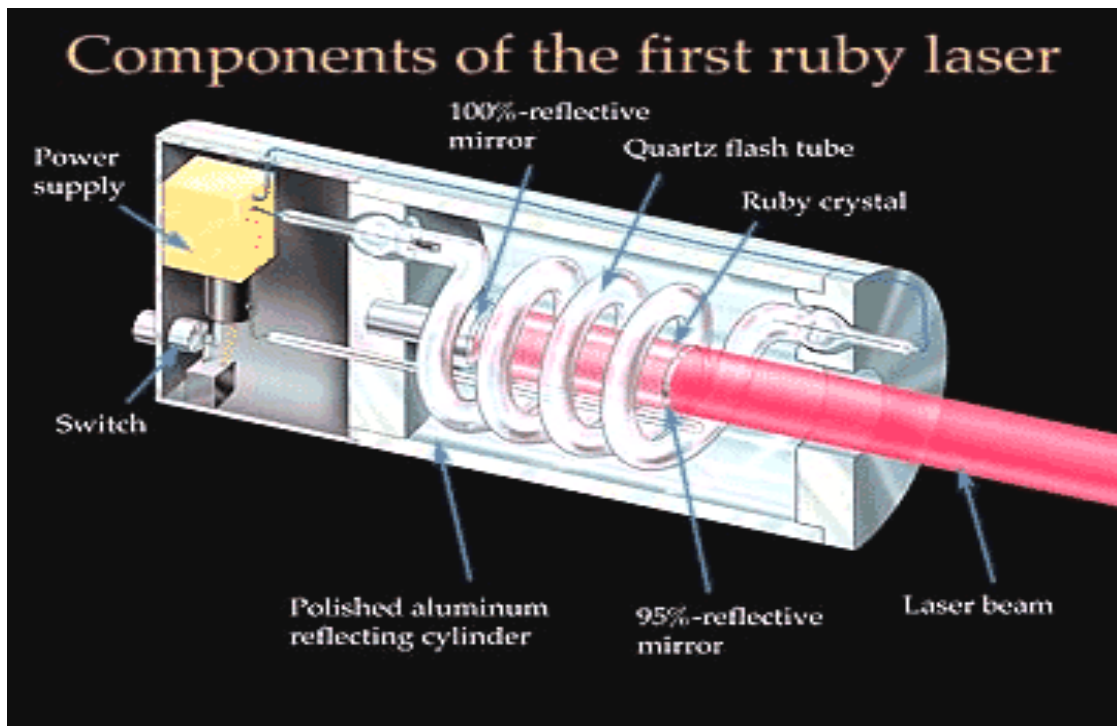


Figura 3.17 Posición de los rayos laser dentro del espectro electromagnético

#### IV. ¿CÓMO SE CONFORMA EL LASER?



¿Cómo se conforma el laser?

Cualquier emisor laser posee una cavidad de resonancia, donde se coloca el medio activo (sustancia sólida, líquida o gaseosa) y mediante un aporte de energía se produce la emisión estimulada. El haz de luz emergente es el haz de luz laser.

La luz laser se caracteriza por ser amplificada, monocromática, unidireccional y coherente. Cuando esta luz incide sobre la materia, puede producir efectos físicos muy distintos según el tipo de sustancia que se encuentre en la cavidad de resonancia (figura 4.1).

Es por ello que cuando se hace mención a un emisor de luz laser, se debe mencionar qué tipo de laser es, Comúnmente junto a la palabra laser se utiliza el nombre de la sustancia principal del medio activo. Y se conforma de lo siguiente <sup>1</sup>

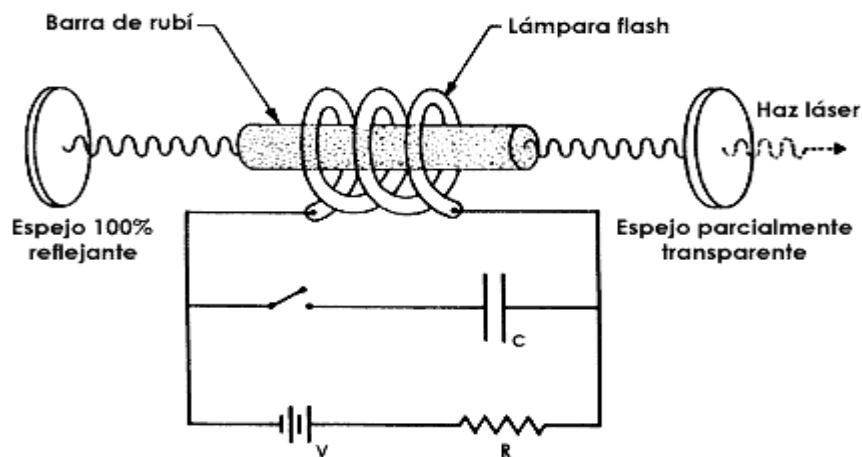


Figura 4.1 Componentes del rayo laser de rubí

## 4.1 Medio Activo

Contiene la población homogénea de átomos o moléculas que son bombeadas hacia el estado excitado y son estimuladas para producir la luz laser. Los diferentes átomos determinan la longitud de onda del rendimiento del rayo.

El medio activo (amplificador), es suspendido en la cavidad óptica pudiendo ser un gas, líquido o distribuido en estado sólido.

Puede ser encontrado en cualquier estado físico de la materia tal como líquido, sólido o gas, dentro de estos medios activos se puede encontrar el Erbium, el CO<sub>2</sub>, el Neodim, Argón, Xenón, Helio-Neón, etc. El medio activo es el que va a ser excitado para la emisión de fotones con la misma longitud de onda <sup>1</sup>

## **4.2 Cámara Óptica**

Constituida por un sistema óptico elaborado a base de espejos paralelos y alineados envolviendo al medio activo que, al llevarse a cabo la emisión de fotones, éstos se reflejan entre sí liberando la energía concentrada a manera de un rayo de luz monocromático y en una sola dirección.

Entre cuyos dos elementos esta situado el medio a excitar, y facilita la retroalimentación de la luz que se amplifica. Esta conformada por dos espejos altamente pulidos: uno de REFLEXIÓN TOTAL y uno de REFLEXIÓN PARCIAL. Estos espejos redirigen los fotones incoherentes del medio activo, lo que produce una forma de luz brillante, direccional, monocromática y coherente

## **4.3 Estimulador**

Este es un sistema que acciona al medio activo, destinado a producir la excitación de los átomos del medio activo (descarga eléctrica de alta frecuencia).

## **4.4 Sistema de Enfriamiento**

Mantiene a una temperatura adecuada al medio activo para su óptimo funcionamiento, ya que esto no sería posible debido al calentamiento provocado por el estimulador

## **4.5 Unidad Central de Proceso**

Controla, administra y distribuye las diferentes funciones tales como energía, pulsos, tiempos, etc.

## **4.6 Tipos de fibras opticas**

La fibra óptica, se utiliza sobre todo en algunos laser, dada la dificultad de proyectar en pequeñas zonas la emisión de algunas lámparas, que suelen ser de grandes dimensiones. El principal inconveniente es la pérdida de intensidad de la emisión a su paso por la fibra óptica, sobre todo si no es de calidad apropiada.

Se van a diferenciar de acuerdo al material de que son fabricadas, así tenemos que:

Cuarzo.- Son sumamente caras y carecen de flexibilidad, siendo, por lo tanto, muy frágiles.

Vidrio.- Son muy costosos y frágiles, un poco más flexibles que las de cuarzo y se fabrican en diámetros pequeños.

Plástico.- Muy flexibles, bajos costos. Se fabrican en diámetro de hasta 3mm y ello hace innecesario el sistema de focalización <sup>1</sup>

Lentes divergentes.- Constituyen el sistema mas seguro de la dispersión laser, no causando ninguna pérdida en la calidad de la emisión.

### 4.7 Punto focal

La luz laser puede ser dirigida a través de lentes que acumulan rayos convergentes, los cuales incrementan su intensidad hasta formar un “punto focal” que es la parte más intensa del rayo.

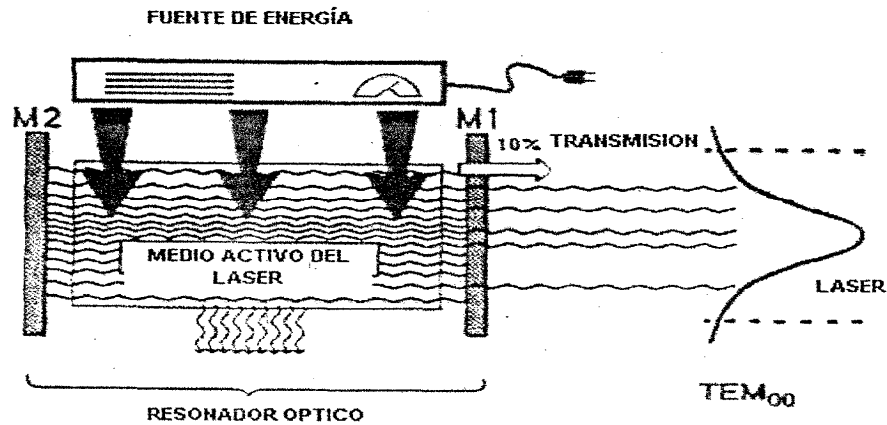


Figura 4.2 Diagrama esquemático de un laser M1 y M2

Mencionado en la figura anterior que hay mas fotones concentrados en el centro del rayo y que la luz va disminuyendo en las orillas. Por lo regular en una cavidad si pudiéramos realizar un corte transverso podríamos observar la curva normal gaussiana.

Esta es referida como el TEM<sub>00</sub> (Modo electromagnético transversal: 00). También llamado “modo fundamental” (figura 4.2). Otros modos son posibles tal como el “modo dona” (TEM<sub>10</sub>), el cual tiene un sitio frío en el centro (figura 4.3).<sup>1,13</sup>

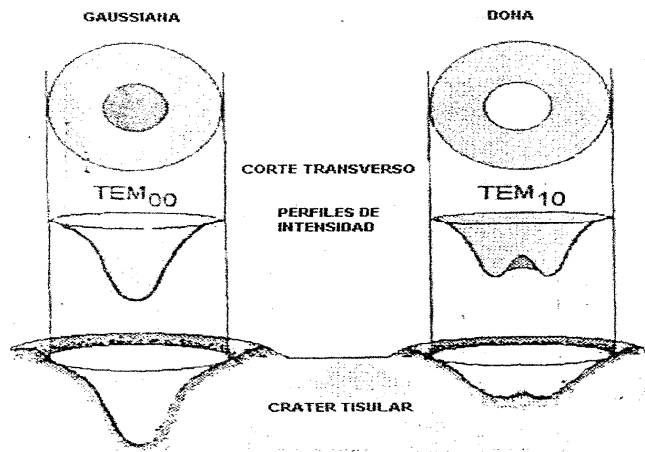


Figura 4.3 Ejemplos de haz de luz: TEM00 y TEM10

Con un experimento realizado en “x” tejido al que se aplican 10W para 0.1 SEC, se llega a observar un cráter, en donde cayó la mayor parte de la concentración de los fotones, es decir la parte mas profunda.

El mismo experimento pero ahora pasado el punto focal, el rayo diverge y el poder decrece. Esto produce dos formas en que el haz laser puede actuar: enfocado y desenfocado y esto va a tener influencia directa en los efectos del laser.

Los términos enfocado y desenfocado cuando se encuentra trabajando con laser se refieren a la posición del punto focal en relación al plano del tejido.

Cuando se encuentra trabajando sobre el tejido, el laser debe siempre ser usado aún con el punto focal posicionado en la superficie del tejido (figura 4.4) (enfocado) o posicionado arriba o encima de la superficie del tejido (desenfocado).

El laser no debe posicionarse en un lugar profundo o dentro del tejido (preenfocado) porque este puede guiar a un daño profundo térmico o efecto indeseable en el tejido.<sup>1,13</sup>

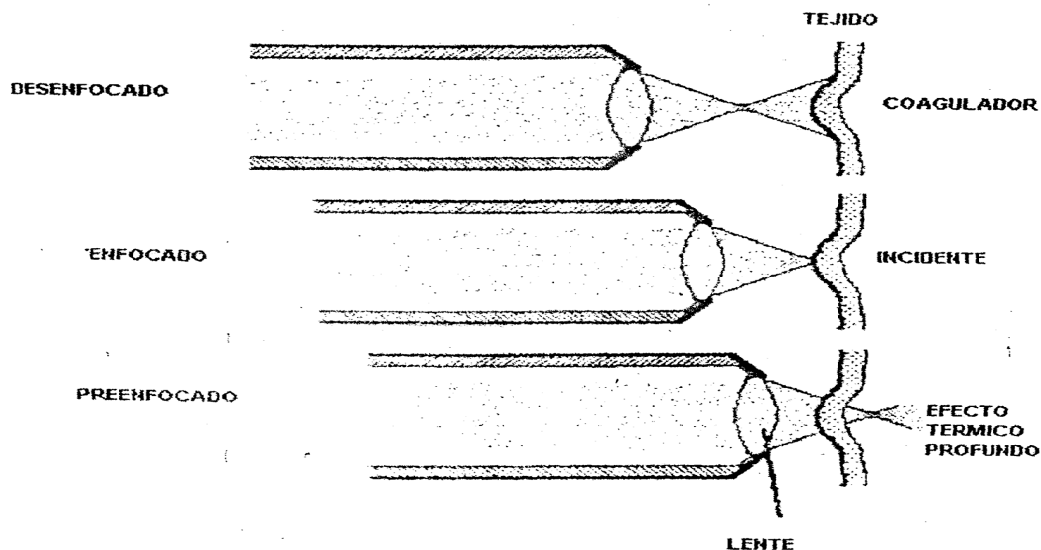


Figura 4.4 Haces de laser enfocándose en un punto de algún tejido

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
Laser	Sistema de transmisión
CO <sub>2</sub> ER: YAG	Espejos y fibras
Nd: YAG, Ho: YAG	Sistemas de fibras
HeNe, Diodico, Argòn	Sistemas de fibras
Excimer	Espejos y sistemas de fibras

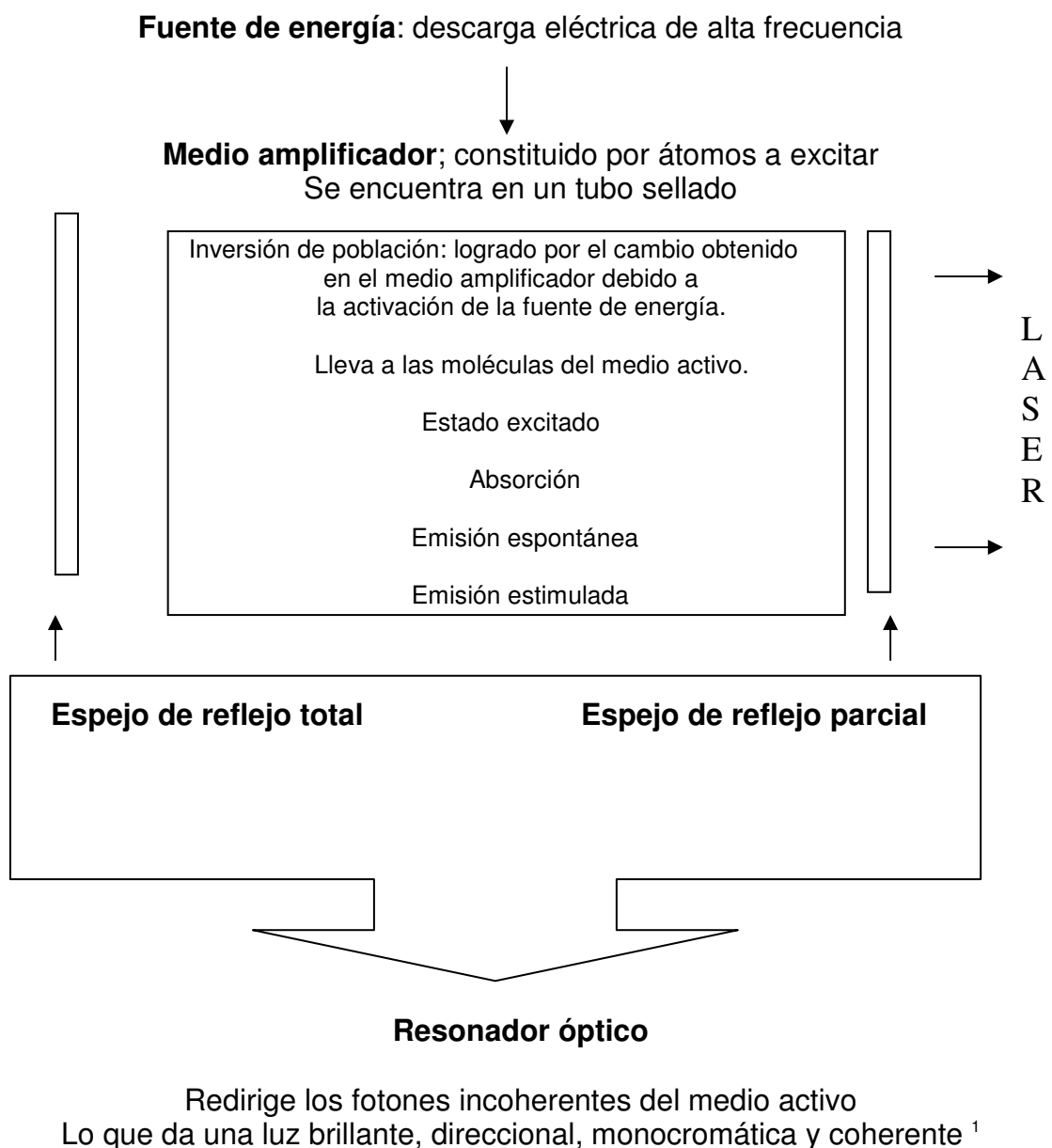
Tabla 4a Sistema de transmisión



Ahora teniendo en mente los conceptos anteriores debemos resumir que para producirse la luz laser debe existir primero una “inversión de población”. Esto es logrado por el cambio obtenido en el “medio amplificador”, debido a la activación de la “fuente de energía”, lo cual lleva a las moléculas del “medio activo” a un estado excitado.

Se inician entonces los fenómenos de “absorción”, “emisión espontánea” y “emisión estimulada” formándose una gran cantidad de fotones.

Una vez que comienza la salida de fotones, ellos se reflejan en todas las direcciones dentro del tubo o cavidad sellada donde se encuentra el “medio activo amplificador” hasta que haya concentrado suficiente energía para pasar a través del extremo conformado por el “espejo de reflexión parcial” y forma así la luz laser (figura 4.5) <sup>1,14</sup>



**Figura 4.5 Producción del laser**

## V. DOSIMETRÍAS



## 5.1 Parámetros físicos de dosimetría

La aplicación del laser es relativamente simple, pero deben conocerse ciertos principios para determinar la dosis depositada en cada tratamiento. En el laser se tienen parámetros físicos para controlar los efectos en los tejidos donde impacta <sup>5,13</sup>

Para ello debemos tener muy en claro las siguientes magnitudes que se emplean en el sistema radiométrico o energético.

Se entiende que la luz laser es una forma de energía.

Esta energía viene presentada en joules (J).

Energía: Joules (J)

La potencia de un laser viene expresada en vatios (W)

Potencia: Watts (W)

Y representan la cantidad de energía emitida en joules por segundo.

Un vatio de potencia es equivalente a un joule de energía emitida en un segundo.

$$\text{Potencia (W)} = \frac{\text{Energía (J)}}{\text{Tiempo (seg.)}}$$

En nuestra practica será común utilizar como unidad de área el cm<sup>2</sup> en vez de m<sup>2</sup>: 1m<sup>2</sup> =10000 cm<sup>2</sup>.

Como unidad de potencia el miliwatts (mW) de manera que 1w= 1000 mW.

Como unidad de energía se empleara el milijoule (mJ): 1 joule= 1000mJ.

El laser puede ser activado en forma pulsada. Estos pulsos se producen en unidades de tiempo. Este parámetro se mide en pulsos por segundo.

Pulsos por segundo: p. p. s.

La frecuencia de las pulsaciones viene representada en hertz.

Frecuencia: ciclo por segundo. Hertz (hz)

El tamaño del punto luminoso o punto focal, representa el área de energía del laser que se aplicara y que servirá de blanco. Se mide en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>).

Tamaño de puntos luminosos: (cm<sup>2</sup>) <sup>5,13</sup>

## 5.2 Densidad de potencia

El anterior experimento mencionado, nos introduce al concepto de densidad de potencia (DP). La densidad de potencia es la concentración de fotones en un área. La concentración de fotones es medida en watts y el área en cm<sup>2</sup> por lo tanto tenemos que:

$$DP = W / \text{cm}^2$$

Para computar la DP, el área de la sección cruzada del rayo es necesitada. Esta es obtenida de la fórmula para el área de un círculo (A) dando el radio (r = diámetro / 2):

$$A = \pi r^2$$

Donde  $\pi$  es 3.14

Si tenemos 10 W de laser con un diámetro que sea 1cm obtendremos que:

$$\begin{aligned} DP &= 10 / 3.14 (0.5)^2 \\ &= 10 / 0.79 \\ &= 12.7 \text{ W/cm}^2 \end{aligned}$$

Esta es el promedio de densidad de potencia

## 5.3 Continuo y pulsado

El laser tiene un cerrado mecánico posicionado en el camino del rayo (igual que una cámara). El abierto y el cerrado del cerrojo son controlados por un circuito de tiempo (figura 5.1).

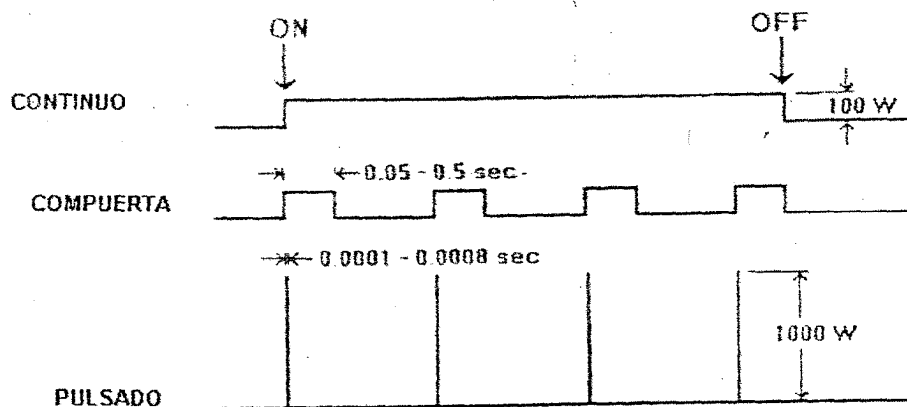


Figura 5.1 Tiempos de exposición del laser

Los valores de tiempo son colocados sobre el frente del panel de la consola. La secuencia de tiempo es activada cuando el usuario pisa el pedal o en algunas unidades se presiona el botón en la pieza manual.

Los pulsos solo pueden tener durante tales como 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 SEC., o el cerrojo puede permanecer abierto tanto como el pedal o botón este activado<sup>5,13</sup>

El circuito de tiempo varía en sofisticado. Usualmente la duración de pulso puede ser colocada y el tiempo entre pulsos puede ser variado independiente, cambiando el valor de repetición. En algunas unidades las exposiciones del pulso pueden ser entregadas.

## 5.4 Energía y densidad de energía

Para una muy corta duración de pulso, es por lo regular mas práctico hablar cerca de la cantidad de energía por pulsos en Joules (J), que el promedio de rendimiento poder en watts.

La energía es actualmente el trabajo que es realizado o el poder aplicado por el periodo del tiempo.

Una unidad de energía, 1 J, es igual a una unidad de poder (1 W), tiempo único unidad de tiempo (1 sec). Así 100 j es igual a 100 w aplicados para 1 SEC;

$$1J = 1W \times 1 SEC$$

Muchos laser de pulso clínico entrega menos que 1 J por pulso. Aquí la unidad milijoule es usado:

$$1J = 1000 Mj$$

Un concepto similar a la densidad de potencia es la densidad de energía. Esta es simplemente la cantidad de energía por unidad de área, o es establecido otro camino, densidad de energía es densidad de potencia aplicada sobre el tiempo <sup>5,6,13</sup>

$$\frac{\text{PODER (watts)}}{\text{TIEMPO (SEC)}} \times \frac{\text{ENERGÍA (joules)}}{\text{ÁREA (cm2)}} = \frac{\text{DENSIDAD DE POTENCIA (w/cm2)}}{\text{DENSIDAD DE ENERGÍA (j/cm2)}}$$

## 5.5 Dosis de radiación

Existe diversidad de criterios en cuanto a los parámetros de energía, potencia y tiempo a utilizar para lograr cada uno de los efectos terapéuticos deseados.

Algunos autores plantean que lo importante es la cantidad de energía depositada por superficie, sin tener en cuenta, que una misma cantidad de energía se puede obtener con variaciones en potencias o el tiempo, así que se expondrá un promedio de rangos a continuación:

Efecto antiinflamatorio	1-3 j/cm2
Efecto analgésico	2-4 j/cm2
Efecto regenerativo	3-6 j/cm2
Efecto inhibitorio	+7 j/cm2

**Tabla 5a Cantidad de energía depositada por superficie**

Otros autores, consideran que la potencia empleada por unidad de tiempo, mW/cm<sup>2</sup> es el factor decisivo para lograr el efecto terapéutico deseado, estableciendo como promedio los siguientes rangos:

Efecto regenerativo	1-100 mW/cm <sup>2</sup>
Efecto antiinflamatorio	100-200 mW/cm <sup>2</sup>
Efecto analgésico	100-220 mW/cm <sup>2</sup>
Efecto inhibitorio	+ 400 mW/cm <sup>2</sup>

**Tabla 5b Potencia empleada por unidad de tiempo**

Esta diferencia de criterios en cuanto a dosificación, hace que cada fabricante de equipo laser, recomiende su propia dosificación, no siendo en ocasiones, factible de utilizar con otro equipo.

EFEECTO TERAPÉUTICO	DENSIDAD DE POTENCIA (MW/cm <sup>2</sup> )	DENSIDAD DE ENERGÍA (J/cm <sup>2</sup> )	POTENCIA (mW)	TIEMPO (seg.)
Analgésico	100-220	2-4	8-20	10-40
Antiinflamatorio	100-200	1-3	8-16	5-30
Bioestimulante	0.1-100	3-6	1-8	30-60
Bioestimulante en tejido óseo	90-100	3-6	7-8	30-70
Inhibidor	+400	+7	25	+30
Intercambio iónico	350	+6	25	30-60

**Tabla 5c Diferentes parámetros físicos de dosimetría**

Un factor a considerar es, cuando se desea un antiinflamatorio, antes de estimar la radiación a utilizar, es importante evaluar el área afectada.

En las inflamaciones agudas se debe utilizar una dosimetría baja, en las subagudas una media, y en las crónicas una dosimetría más alta.

El número de sesiones que se emplea en la mayoría de los tratamientos es de una a diez, dependiendo claro a la gravedad de cada caso y paciente a tratar.

La frecuencia de las aplicaciones varia entre una y dos veces por semana, y en algunos casos tres veces por semana.

Si después de las primeras aplicaciones no observamos ningún tipo de recuperación o mejoría, es aconsejable que se evalúe la dosimetría empleada

4,11

## 5.6 Técnicas de radiación

Para la aplicación de la radiación laser se puede utilizar dos técnicas; puntual y zonal (figura 5.2).

En la técnica puntual la salida de haz laser esta en contacto directo con la superficie de impacto. Consistiendo en depósitos de energía en un punto o superficie, cuyo tamaño dependerá del diámetro de la fibra óptica del haz.

Cabe mencionar que la distancia entre punto y punto es de un centímetro para lesiones de gran extensión.

Ahora viendo las ventajas de esta técnica tenemos que se maximiza la densidad de potencia en el tejido objetivo y la minimización de la reflexión de la luz, además de la perpendicularidad del haz de la luz laser en el movimiento de la aplicación para ello es importante que el puntero del aparato forme un ángulo de  $90^\circ$  con un tejido objetivo, para que se absorba de manera efectiva.

En la técnica zonal, existen unas distancias entre las salidas del haz laser y el área del choque. Esta técnica puede realizarse en forma de pincelada o de barrido, es decir en movimiento por toda el área lesionada.

Los efectos del laser en los tejidos pueden variar de acuerdo a estos métodos de impulsión <sup>9</sup>

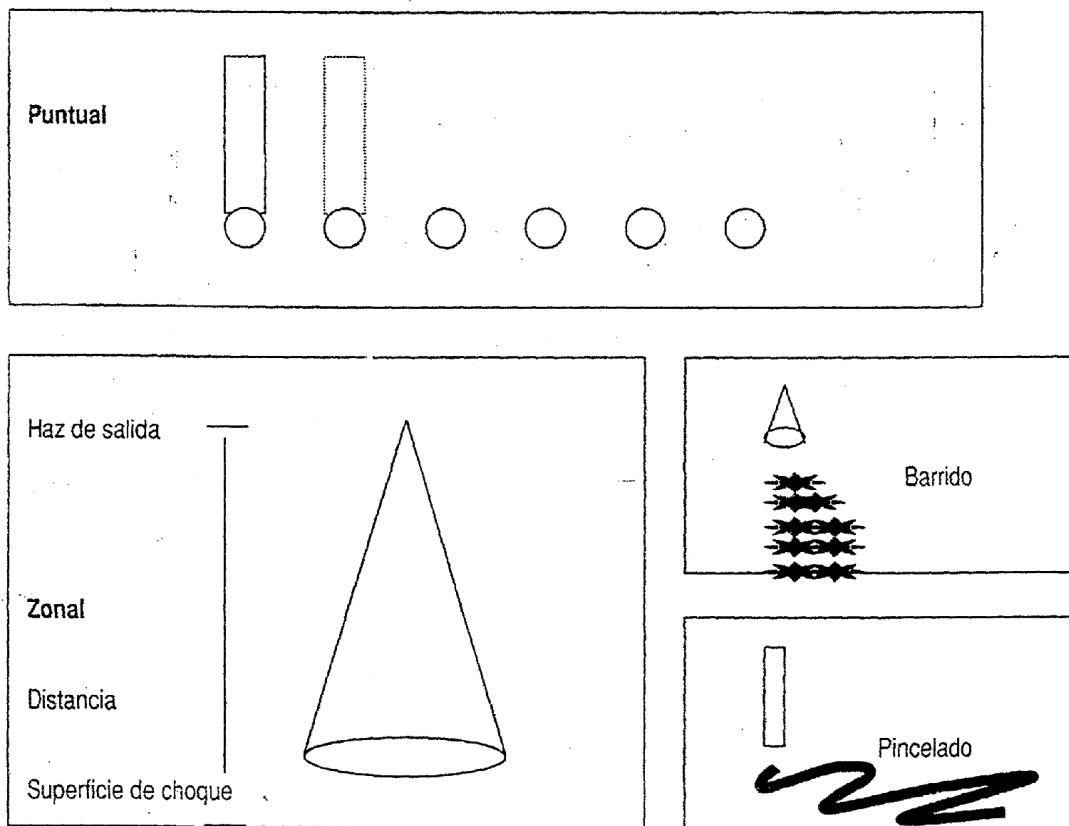
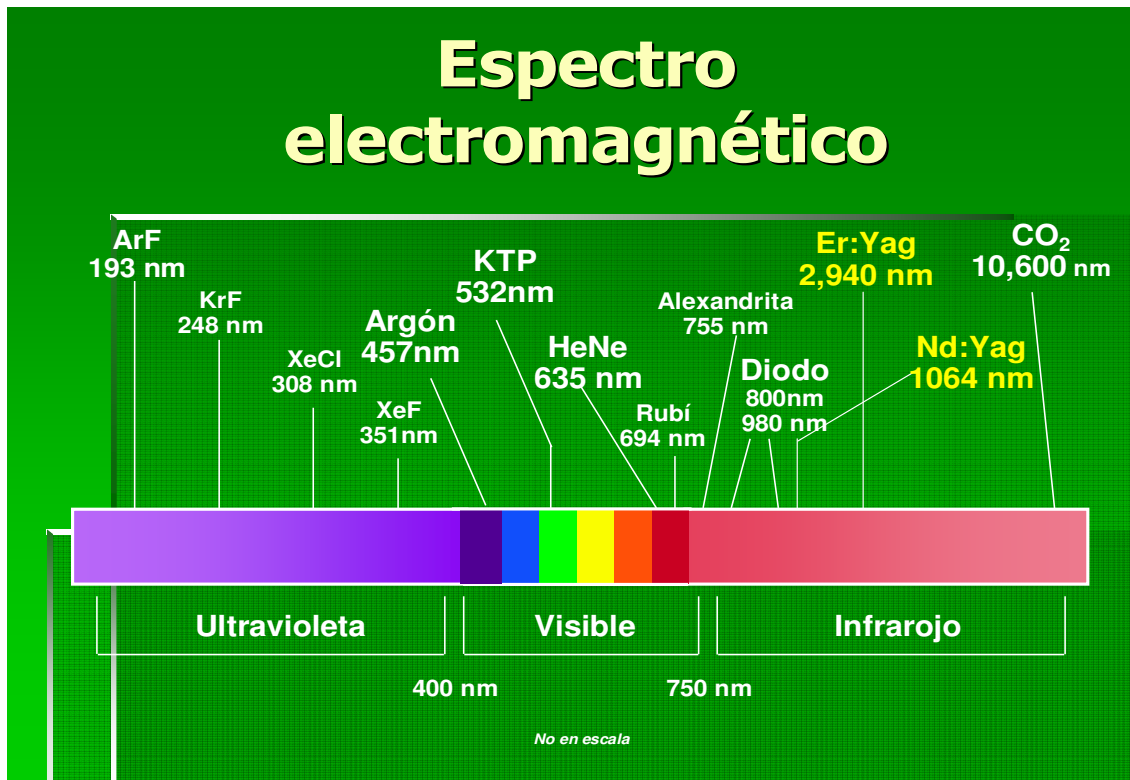


Figura 5.2 Técnicas de irradiación

## VI. CLASIFICACIÓN DEL LASER





## 6.1 Clasificación de las tecnologías laser

Los sistemas laser difieren principalmente en:

- a) El "medio activo" de liberación de energía.
- b) En la longitud de onda de la energía liberada.
- c) En el rendimiento de poder disponible.
- d) En la capacidad de producir pulsaciones de energía.

## 6.2 Clasificación según la seguridad en los sistemas laser (FDA) 3,13

Laser clase I:

Seguros ante cualquier circunstancia.

Sistemas de laser que no pueden emitir radiación en exceso de niveles máximos de exposición permitidos.

Laser clase II:

Tiene un rendimiento continuo limitado de 1 mW, dentro de longitudes de ondas visibles. La reacción de parpadeo se considera suficiente para proveer un elemento de protección al ojo humano. La mayoría de los rayos que dirigen los laser quirúrgicos, son de este tipo.

Son los sistemas de laser emisores de luz visible que no tiene suficiente potencia para producir daños por accidente, pero pueden producir daños por una observación directa del haz durante un periodo superior a 0.25 segundos.

Laser clase III a:

Es una extensión de los laser clase II pero con un limite superior de rendimiento continuo de 5 mW.

Sistemas de laser emisores de luz visible que no producen daños por observación indirecta. Pero dañan la retina si se focalizan dentro del ojo.

Laser clase III b:

Son aquellos laser que emiten a grandes longitudes de ondas con límites de rendimiento continuo de potencia de 0.5 W. es peligroso verlos en forma directa.

Sistemas de laser que pueden producir daños por accidente si se observa directamente el haz o sus reflexiones en distintas ópticas.

Laser clase IV:

Pertenece a esta clase todos aquellos laser cuyo rendimiento continuo de potencia este sobre los 0.5 W. son utilizados en odontología para cortar y perforar.

Sistemas laser que producen daños graves. Por incidencia directa. Indirecta o reflexión difusa, en los ojos y en la piel <sup>12,24</sup>

### 6.3 Clasificación según el tipo de medio activo utilizado

#### 1. Laser a gas:

1.1 De mezcla de gases atómicos (HeNe)

1.2 Moléculas (CO<sub>2</sub>, valores de H<sub>2</sub>O)<sup>17</sup>.

1.3 De átomos ionizados (Argón, Criptón, Xenón).

#### 2. Laser en estado sólido.

En ellos se introduce una especie atómica de comportamiento inestable, como aditivo, en un vidrio o cristal. Es el caso del neodimio, que se introduce en un cristal YAG (Itrio, aluminio, gránate).

#### 3. Laser en estado líquido.

De poca utilización en medicina y odontología.

#### 4. Laser químico.

Como el fluoruro de hidrógeno. Igualmente poco utilizados en medicina y odontología.

#### 5. Laser diodico o semiconductor.

El más utilizado en el diodico de arsénico, galio y aluminio (AsGaAl).

#### 6. Laser odontológico.

Erbio: YAG (Er-YAG), Holmio: YAG (Ho: YAG) y los laser Excimer que combinan un gas de Halógeno y un gas noble, por ejemplo: Argón-Fluoruro, Criptón-Fluoruro, Xenón-Fluoruro.

### 6.4 Clasificación del laser de acuerdo al espectro electromagnético

#### Laser ultravioleta.

La luz ultravioleta cuyas longitudes van desde los 200nm a los 400 nm.

Se divide en onda corta (UVC), que mide de 200 a 290 nm, onda media (UVV) que mide de 290 a 320 nm, y onda larga (UVA) que mide de 320 a 400 nm y se considera que hay dos tipos, la UVA I de 320 a 340 nm y la UVA II de 340 a 400 nm. Y sus niveles mas altos alcanzan aproximadamente 10 - 15 Haz (pulsos por segundo), produciendo cortes limpios en el tejido (figura 6.1)<sup>5,13,24</sup>



Figura 6.1 Imagen del grabado en un cabello con el laser excimer

Laser	Long. Onda	Tipo de luz
ArF Excimer (Argón: Fluoruro Excimer)	308	invisible
XeCl Excimer (Xenón: Cloruro Excimer)	193	invisible

**Tabla 6a Laser ultravioleta**

Laser de luz visible

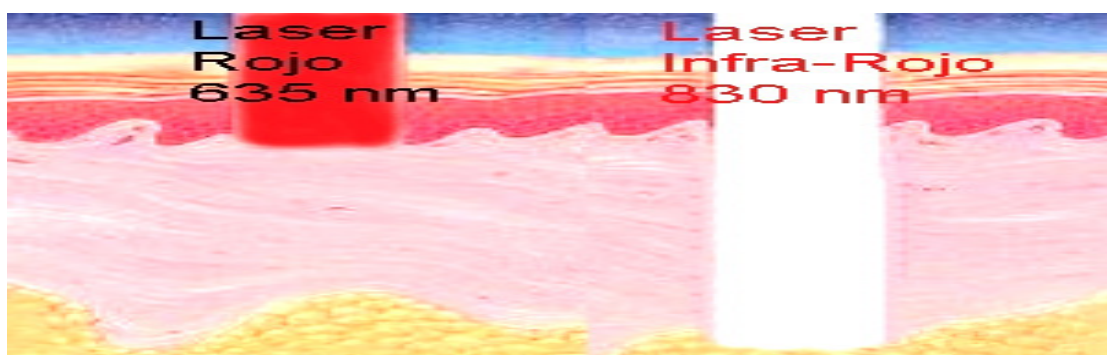
Sus ondas oscilan entre 350 y 730 nm. Ayuda a localizar adecuadamente la zona donde depositar el rayo (punto focal) (figura 6.1).

El laser de Argón se encuentra en la porción media del espectro electromagnético y presenta dos colores verde a 514.5 nm y azul a 488.5 nm.

El laser de Helio Neón se utiliza comúnmente en las plumas de los conferencistas <sup>5,13</sup>

Laser	Long. Onda	Tipo de luz
Ar: Argón	488 – 514.5	visible
HeNe: Helio Neón	632.8	visible

**Tabla 6b Laser de luz visible**



**Figura 6.2 Penetración en los tejidos del laser rojo e infrarrojo**

Laser infrarrojo

Este tipo es el mas utilizado en el mercado hoy en dia y sus ondas oscilan entre 760 y 12000 nm (figura 6.2). Los laser que se encuentran en esta categoría son: <sup>5,13</sup>

Laser	Long. Onda	Tipo de luz
GaAlAs Galio Aluminio Arsénico	805 nm	invisible
Nd:YAG Neodimio: Itrio Aluminio Granate	1,064 nm	invisible
Ho:YAG Holmio Itrio Aluminio Granate	2100 nm	invisible
Er:YAG Erblio: Itrio Aluminio Granate	2900 nm	invisible
CO2:Dióxido de Carbono	10600 nm	invisible

**Tabla 6c Laser infrarrojo**

## VII. TIPOS DE LASER



## 7.1 Laser de baja densidad de potencia

El laser de baja densidad de potencia es aquel que no atenta contra la vida celular, son aparatos pequeños y fácilmente transportables (figura 7.1).

En la literatura podemos encontrar con frecuencia Laser Therapy (Laser Terapéutico), LLLT (Low Level Laser Therapy), LILT (Low Intensity Laser Therapy), LPLT (Low Power Laser Therapy).

Y este es el término más aceptado en la actualidad, en relación al instrumento de trabajo debemos utilizar la palabra “laser terapéutico” ya que algunos lasers de alta potencia también pueden ser utilizados para terapia laser.

También fueron propuestas otras nomenclaturas como:

Laser bioestimulante.

Laser biorregulador.

Laser de baja potencia.

Laser de baja intensidad de energía.

Laser no quirúrgico.

El término “soft laser” surgió inicialmente para diferenciarlo de los “hard laser” o lasers quirúrgicos.

El laser de baja densidad de potencia es un laser que utilizamos para terapia y para diagnóstico <sup>14</sup>



**Figura 7.1 Laser de Baja Potencia**

El laser terapéutico se emite con menor energía que el laser quirúrgico, por lo que no se utiliza para cortes de tejidos, tiene un efecto termal el cual produce una interacción de la luz con procesos metabólicos celulares, es bioestimulante por su excelente estimulación biológica celular <sup>24</sup>

La principal aplicación del laser es la laserterapia.

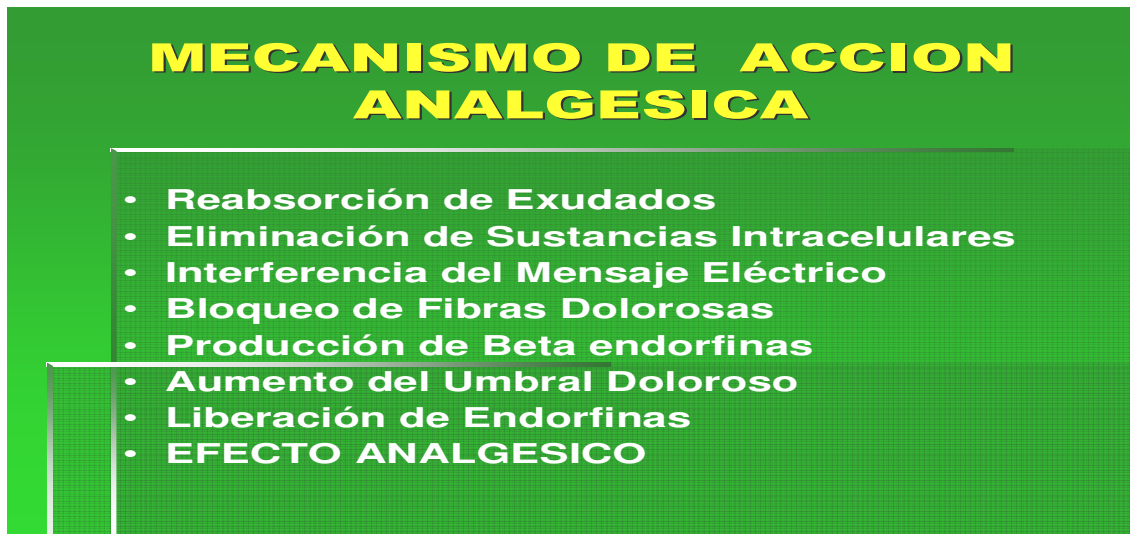
Su medio activo es el Arsenuro de Galio y Aluminio (As Ga Al) y Helio – Neon (He – Ne) <sup>14</sup>

Su profundidad de efecto en hueso es de 1 cm. y en tejido blando es 2 a 5 cm.

El laser terapéutico tiene sus principales efectos en la bioestimulación, eliminación del dolor y desinflamación (figura7.2).

Sus principales aplicaciones en Odontología son: Hipersensibilidad dentinaria, lesiones aftosas y herpéticas, neuralgia del trigémino, disfunción del ATM,

parálisis facial, lesiones periapicales, bioestimulación ósea, en los procesos postoperatorios en una forma mas rápida y segura, además se utiliza en tratamientos estéticos<sup>5</sup>



**Figura 7.2 Mecanismo de acción analgésica del laser terapéutico**

El tratamiento con laser terapéutico esta basado en la fotoquímica y los efectos fotobiológicos en las células y los tejidos

Produce efectos: Bioenergéticos.

Bioeléctricos.

Bioquímicos.

Bioestimulantes.

Efecto Bioenergético:

Mitocondrias.

Fotoreceptores: Flavoproteínas y Cromoreceptores.

Cadena respiratoria: Transfiriendo los hidrógenos.

Obteniendo: Oxigeno, Agua y Reserva Energética (ATP).

Efecto Bioeléctrico:

Fotoreceptores.

Aumento del potencial de la membrana.

Normalización bomba Na – K.

Extrae energía de la hidrólisis ATP<sup>5,13</sup>

Efecto bioquímico:

Facilita la reacción ínter estructural de la célula.

Incrementa los ciclos metabólicos.

Acelera los procesos de división y multiplicación celular, llamado mitosis celular

Efecto bioestimulante:

Aumenta la mitosis celular.

Actúa en el núcleo.

Genes contenidos en el núcleo.

Activa el DNA a través del ATP.

Efectos Biológicos en los procesos inflamatorios.

Función celular:

Eliminación del edema intracelular.

Intercambio de la bomba sodio – potasio.

Control de sustancias tóxicas.

Incremento de enzimas y proteínas.

Incremento de fagocitosis.

Incremento de oxígeno y macrófagos.

Normalización tisular.

Especificaciones técnicas:

Longitud de onda: 685 nm. ROJO (Visible).

Potencia: 35 mw

Penetración: de 1 a 2 cm. aproximadamente.

Longitud de onda: 830 nm. INFRARROJO (Invisible).

Potencia 100mw.

Penetración: de 5 a 6 cm. Aproximadamente <sup>5,13</sup>

## 7.2 Laser de alta densidad de potencia

Los láseres de alta densidad de potencia o quirúrgicos (figura 7.3) están representados por una amplia variedad de emisores con distintas longitudes de onda, y por lo mismo, con distintos efectos sobre los tejidos, y con diferentes áreas de aplicación.

Los láseres quirúrgicos tienen efectos sobre los tejidos de vaporización, corte y coagulación.

Entre los láseres quirúrgicos encontramos los de CO<sub>2</sub>, Nd-Yag, Er-YAG, Ho-YAG, etc. <sup>12,24</sup>



**Figura 7.3 Laser quirúrgico o de alta potencia**

Para su utilización en tejidos blandos el más indicado es el láser de CO<sub>2</sub>, por su gran capacidad de corte y coagulación, dado por su alta absorción en agua.

El láser de Nd-YAG, presentado en Japón en 1974 es el láser coagulador por excelencia. No es absorbido por el agua por lo que su indicación precisa son las lesiones vasculares y sobre tejidos pigmentados.

No obstante, este equipo es gradualmente reemplazado por modernos aparatos de diodos de estado sólido y compacto con funciones similares.

Los láseres quirúrgicos generan al interactuar con los tejidos duros un importante y nocivo aumento de temperatura, esta temperatura es irradiada a los tejidos adyacentes.

A nivel microscópico este efecto se traduce en la aparición de grietas y fisuras inducidas por el calentamiento a lo que se agrega el sellado u obliteración de los canalículos dentinarios.

No obstante, se demostró que la acción del láser de CO<sub>2</sub>, en fosas y fisuras aumenta la resistencia al ataque ácido reduciendo la permeabilidad del esmalte, por lo cual juega un papel importante en la Odontología Preventiva <sup>12,24</sup>



Los primeros en conseguir una ablación efectiva de tejido dentinario sin generación excesiva de calor fueron los alemanes Hibst y Keller en la Universidad de Ulm con el laser de Er-YAG.

Dicha termoablación obedece a la gran absorción del erbio por parte del agua intersticial de los tejidos y por los cristales de hidroxiapatita.

Esto lo convierte en el laser de elección para Operatoria Dental.

Sin todos los lasers quirúrgicos mencionados con anterioridad, tienen un importante efecto antibacteriano lo cual garantiza un procedimiento quirúrgico prácticamente estéril.

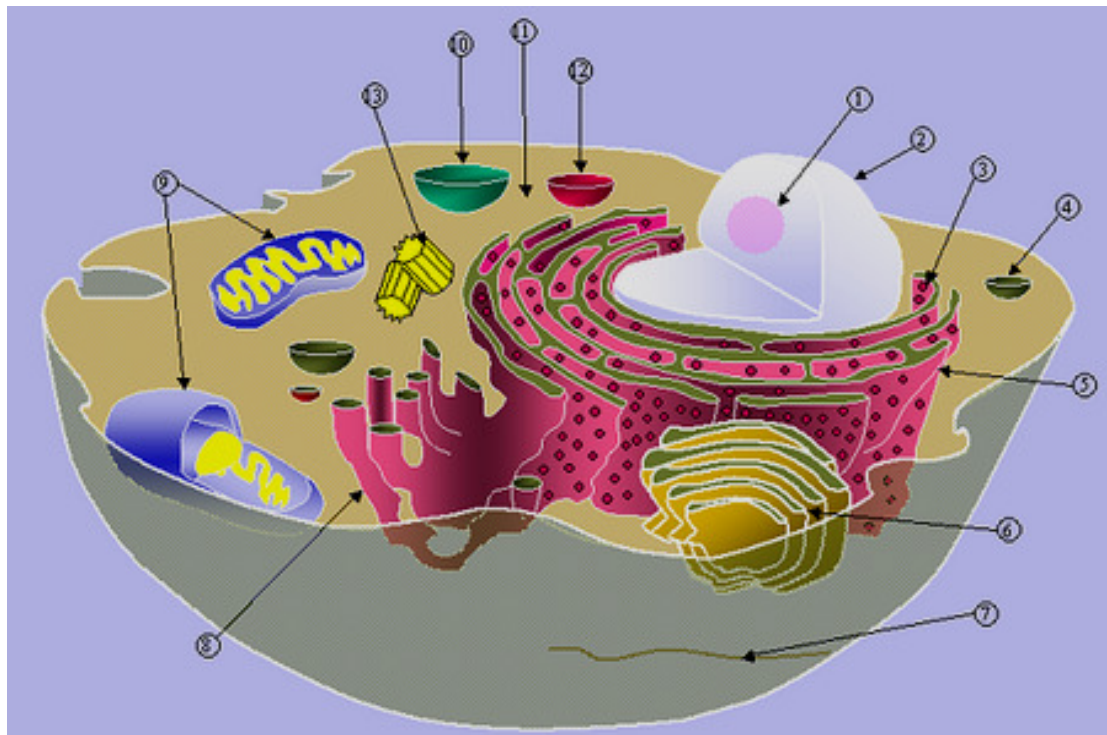
Importantes aplicaciones con respecto dicho efecto bactericida se han hallado en endodoncia aplicando el laser de Nd-YAG, Diodico y Ho-YAG, en el interior del conducto radicular a través de delgadas fibras ópticas.



**Figura 7.4 Mecanismo de acción del laser quirúrgico**

Con respecto al laser de Argòn, su indicación principal es la fotopolimerización (figura 7.4) de resinas compuestas con una disminución del 75% del tiempo de curado que necesita una lámpara de luz halógena convencional y consiguiendo un incremento de las propiedades físicas de las resinas y un aumento en la fuerza de adhesión de las mismas paredes cavitarias <sup>12,24</sup>

## VIII. MECANISMOS DE ACCIÓN DEL LASER A NIVEL CELULAR

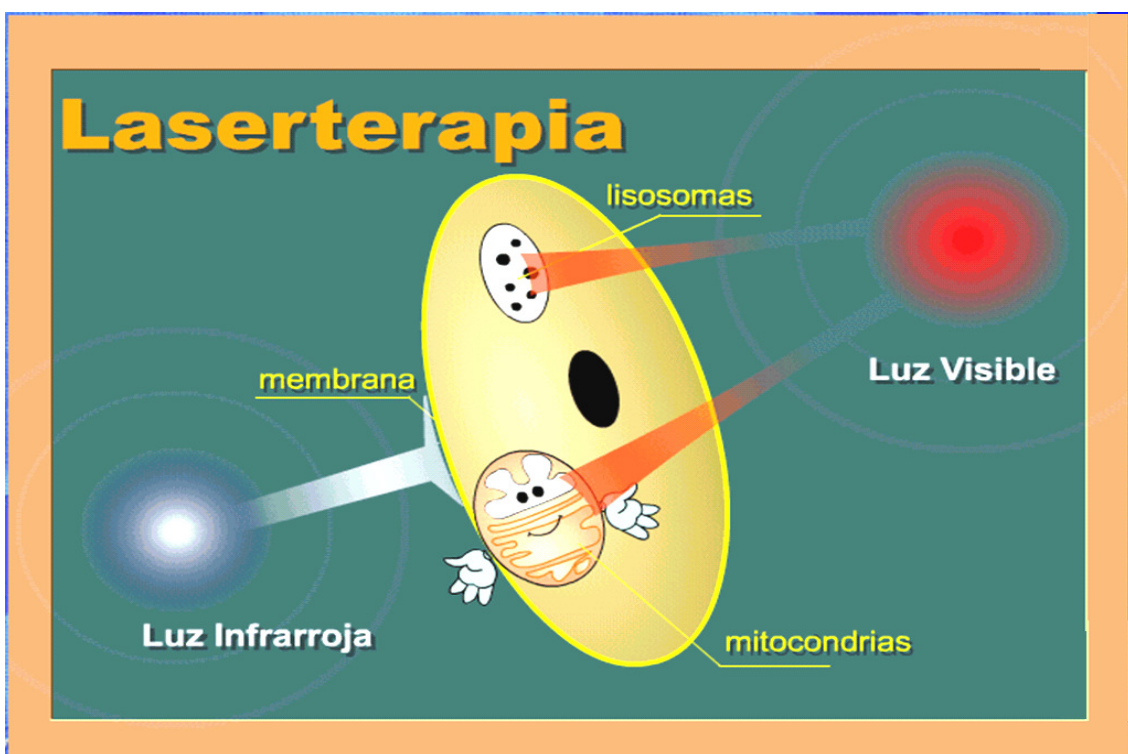


## 8.1 Binomio laser - tejido

Cuando el haz incide y entra en contacto con un tejido, parte de la energía depositada se absorbe y parte se refleja (figura 8.1).

La radiación que se absorbe, sufre el fenómeno de dispersión de la luz en la superficie del tejido irradiado, ocurriendo esta dispersión mientras se transmite la energía en profundidad, cada vez que encuentra un tejido con diferente composición química.

Este efecto de dispersión permite que la energía depositada sobre un punto, sea recibida en el tejido en un diámetro mayor que el haz incidente <sup>13,24</sup>



**Figura 8.1 Efectos del laser en los tejidos**

Los efectos del laser en los tejidos dependerán de:

- A. Características del tejido mismo. (color, consistencia).
- B. Longitud de onda del laser, densidad de potencia.
- C. Frecuencia de impulso.
- D. Método de impulso (con o sin contacto).
- E. Duración de exposición.

### 8.1.1 Física de la interacción con los tejidos vivos

Cuando el laser impacta con un tejido, la energía fotónica puede tomar varias vías (figura 8.2).<sup>4</sup>

Una es absorción, que se refiere a que tan lejos es absorbido o transferido el rayo dentro del tejido. Si el tejido absorbe la energía del laser, la energía radiante es convertida en energía térmica.<sup>5</sup>

El rayo laser presenta diferentes coeficientes de absorción en los distintos tipos de tejidos, este efecto depende en gran parte de la longitud de onda del rayo laser con el que se trabaja, el tipo de sustancia y su contenido en agua.

Los tejidos están compuestos de células y moléculas específicas, la radiación puede ser absorbida superficialmente o a profundidad, esto va a depender de la propia radiación y de la concentración de esas células y moléculas a diferentes profundidades dentro del tejido.

La distancia de la transmisión de la energía en el tejido es llamada penetración profunda. Matemáticamente esta es una función de absorción y los coeficientes de dispersión de una longitud de onda determinada en el tejido.

Simplemente la profundidad de penetración es el nivel de tejido expuesto por una longitud de onda particular<sup>4,11,13</sup>

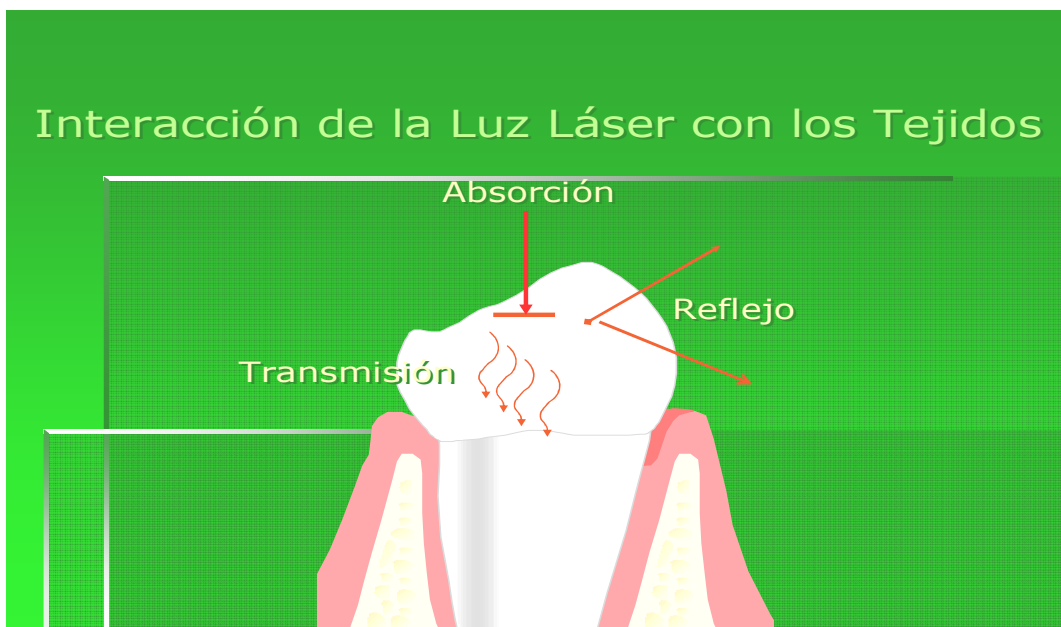


Figura 8.2 Interacción de la luz laser con los tejidos dentales

## 8.2 Factores que dependen de la radiación

### Longitud de onda

De acuerdo a las propiedades ópticas de cada tejido, debe ser elegida una longitud de onda a utilizar, para saber si será absorbida o transmitida a otro tejido mas profundo.

### Potencia de emisión

El objetivo de la terapia con laser es lograr la reacción fotobiológica del tejido afectado para restablecer su función normal.

Por ello se debe mencionar que si la energía absorbida es insuficiente para estimular los tejidos absorbentes, no se producirán cambios o reacciones tisulares, al igual que si la energía absorbida durante un período de tiempo determinado es excesiva puede alterar la función normal del tejido y si es extremadamente alta, puede causar daños irreparables.

### Distancia de irradiación

Se sabe que la radiación laser por presentar alta direccionalidad, puede utilizarse, dentro de ciertos límites, a cualquier distancia y lograr el mismo depósito energético.

En el área médica, generalmente se requiere de elementos complementarios, como la fibra óptica para llevar el rayo de luz desde el generador de laser hasta el tejido a irradiar.

Cuando la energía electromagnética se transmite a través de una fibra óptica, la mayor reacción fotobiológica se obtiene al hacer el depósito energético en contacto directo con el tejido.

### Inclinación del haz incidente

Cuando se irradia un tejido, la dirección del haz incidente debe ser lo más perpendicular posible a la superficie a irradiar.

Esto se basa con la Ley del Coseno, cuando menor sea el ángulo entre el rayo propagado y la dirección perpendicular a la superficie, menor radiación se reflejará y mayor será la absorción. Igualmente se plantea que, cuando la fuente de radiación está en ángulo recto con la zona a irradiar, la energía se transmite más fácilmente a los tejidos más profundos <sup>4,5</sup>

### **8.3 Factores que dependen del paciente**

#### Estado de la superficie

La superficie sobre la cual se va a irradiar, debe estar limpia y seca (no deshidratada), libre de partículas, grasa, pomadas o sustancias colorantes, que afecten la absorción de la radiación y aumenten la reflexión del haz incidente.

#### Coloración del tejido

Es un factor a tener en cuenta para determinar el grado de absorción de la radiación. Se plantea que para dos tejidos de igual estructura, pero distinta coloración, el coeficiente de absorción de la radiación, no es igual, favoreciendo la absorción el componente melanínico. Así la tez y las mucosas pálidas, tienen mayor reflectancia, por lo que la absorción será menor.

#### Composición química y propiedades ópticas del tejido

Todo esto influirá en la absorción de la radiación. Así el tejido adiposo se comporta como una superficie reflectante para la radiación emitida; los tejidos con menor densidad o con mayor contenido de agua, como en zonas inflamadas o edematizadas permitirán una mayor absorción en profundidad.

En tejido óseo por su composición cálcica, absorbe y no transmite la radiación muy útil en los mecanismos de biosíntesis <sup>5</sup>.

### **8.4 Efectos no lineales del rayo laser**

Cuando el laser se activa con pulsos de duración menor de 1 microsegundo, la conducción de calor puede ser omitida, siempre y cuando se pulse la energía a cierto umbral. En estos casos ocurren una serie de efectos, los cuales no son térmicos, y se denominan fotoablación y fotodisrupción.

#### En la fotoablación:

Las moléculas pueden ser disasociadas a través de una luz de alta energía protónica, llevando a una disasociación fotónica simple, la energía de alta densidad y corto pulso de duración lleva a un proceso multifotónico.

Esto logra la remoción de finas capas de tejido sin daño térmico en las áreas vecinas de la zona tratada. Los laser Excimer (que operan en el rango ultravioleta), son capaces de emitir radiaciones con energía suficiente para disasociar las uniones atómicas y moleculares de esta manera.

#### En la fotodisrupción:

Ocurre una ruptura óptica que se crea cuando se enfoca una luz laser de alta energía y pulso de corta duración, en un punto focal muy pequeño. Esta puede romper el tejido debida a la formación de un "plasma" (una nube de partículas ionizadas con carga global neutra) <sup>24</sup>

Este plasma se debe a la ionización de las moléculas. Durante el proceso degenerativo del plasma, emanan ondas de choque secundarias que distribuyen energía con un efecto térmico casi nulo, destruyendo tejidos mecánicamente.

Las ondas de choque pueden causar vaporización del tejido o abrasión. Cuando el laser actúa sobre un tejido, no produce cambios en la estructura atómica de las células del mismo, y por lo tanto no hay oportunidad para alguna mutación genética. <sup>2</sup>

Esto no es igual para todas las longitudes de ondas del espectro electromagnético.

El mayor rango de energía del espectro electromagnético son los rayos gama y cósmicos.

## **8.5 Efectos fisiológicos del laser**

El efecto oxígeno celular y la aceleración del metabolismo protoplasmático normal de cada célula, aplicado sobre un tejido que sufre los disturbios vasculares consecuentes a la respuesta inflamatoria, dará lugar a una vasodilatación de los esfínteres precapilares restableciéndose la normalidad en la microcirculación.

Añadiéndose a esto la acción propia sobre cada célula de normalización de la bomba Na-K desapareciendo así el edema intracelular, se obtiene un rápido aumento del drenaje venoso y linfático con el consiguiente efecto antilogístico.

El efecto analgésico, obtenido por una acción fotoeléctrica del laser sobre las fibras nerviosas nociceptivas, desapareciendo el foco inflamatorio de los productos de desecho celular acumulados, normalizándose la concentración tisular de las sustancias productoras de dolor.

## **8.6 Efectos biológicos en procesos inflamatorios**

La inflamación es una compleja reacción de los tejidos a agentes externos que incluye los cambios tisulares que se producen en respuesta al estímulo nocivo.

El laser actúa sobre los componentes locales en el proceso inflamatorio además de contribuir a desarrollar variaciones en las reacciones generales de protección o defensa del organismo.

También tiene acción normalizadora sobre la microcirculación, las alteraciones metabólicas y la proliferación tisular, que esta relacionada con el restablecimiento del tono miogénico de los vasos, la restricción en la producción de mediadores de la inflamación, la estabilización de la barrera histohemática y el estado del endotelio vascular <sup>2</sup>

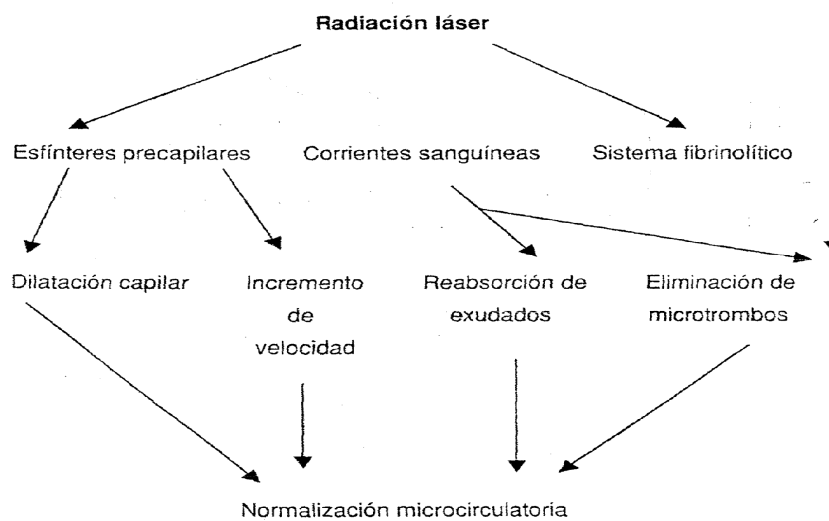
## 8.7 Acción sobre la microcirculación

Durante la irradiación con el laser se produce la apertura constante de los esfínteres precapilares lo cual trae como resultado que se facilite la reabsorción del exudado por el incremento del drenaje venoso y linfático (figura 8.3).

A la vez se eleva el volumen del pulso de la sangre y la velocidad de la corriente sanguínea y esto permite que llegue al tejido lesionado mayor cantidad de oxígeno y células de defensa, al aumentar la renovación de sangre arterial.

Con la activación de [a circulación sanguínea, se previene o disminuyen los fenómenos de éxtasis sanguíneo, y desaparecen rápidamente los microtrombos que se forman en el techo microcirculatorio.

Los mecanismos de este fenómeno están relacionados con la aceleración de la corriente sanguínea junto con la activación del sistema fibrinolítico. La reacción vasodilatadora en los microvasos es reversible; por eso se restablece el diámetro normal de los mismos, lenta e inmediatamente después de concluir la irradiación <sup>4</sup>



**Figura 8.3 Efectos biológicos sobre la microcirculación en los procesos inflamatorios**

## 8.8 Acción sobre la alteración tisular

El laser actúa sobre las funciones de las células dañadas del tejido afectado, lo que contribuye a eliminar el edema intracelular, controla la excreción de sustancias tóxicas (necrósica, leucotaxina, histamina, etc.) hacia los líquidos tisulares, aumenta la formación de enzimas y proteínas (lisosimas, interferón, etc.) que intervienen en la defensa tisular favorece el aporte de neutrófilos y monocitos hacia el tejido afectado, por lo que el proceso de fagocitosis se realiza más rápidamente <sup>4</sup>



## 8.9 Efectos biológicos en la regeneración tisular

### Regeneración

Se define como la sustitución de los tejidos dañados o muertos, por otros nuevos, con la misma función, limitándose a células especializadas, de soporte y vascularización.

### Reparación

Se define como la sustitución de los tejidos lesionados por proliferación de los que sobreviven en la zona, tanto especializados como no especializados.

En ambos casos el laser determina un incremento del proceso curativo en general. Su acción se basa en:

### Multiplicación celular

A pequeñas dosis, se estimula la proliferación celular, a partir de la activación del ADN y de la síntesis proteica (figura 8.4), igualmente, se ha comprobado un incremento de la enzima succínil deshidrogenasa. Cuya actividad esta íntimamente relacionada con la síntesis proteica.



**Figura 8.4 Estimulación celular**

Pero a dosis altas de energía. Ocurre una inhibición de los procesos metabólicos intracelulares, encontrándose reducción en la síntesis de ATP, incremento en la actividad de la enzima ATP y pérdida del potencial de membrana, con signos inclusive de degeneración celular con lisis citoplasmática y dilatación perinuclear <sup>4</sup>

## Formación de fibras de colágenas y elásticas

La activación de ADN precolágeno I y III, así como la dilatación de los retículos endoplasmáticos y el aumento en el número de mitocondrias, sugieren la actividad celular en la síntesis del colágeno, sustancia fundamental para el soporte tisular, lo que permite la formación acelerada de fibras colágenas y elásticas, lográndose inclusive la regeneración de tendones seccionados.

Esta formación de sustancia colágena en forma guiada y organizada, permite la cicatrización de las heridas más rápidamente, planteándose, su cicatrización sin escaras hipertroficas o queloides.

## Formación de vasos sanguíneos y regeneración nerviosa

La acción del laser sobre las células del endotelio vascular, incrementa la activación mitótica, produciéndose aceleradamente yemas o brotes de los vasos existentes, para la neoformación de microvasos. En cuanto a la regeneración nerviosa existe un éxito indiscutible.

## Reparación de defectos óseos y cicatrización de fracturas

En la cicatrización ósea envuelven varios procesos fisiológicos: síntesis de colágeno, mineralización, respuesta vascular y otras.

El laser estimula la proliferación de células osteoblásticas, incrementando la capacidad reparativa del tejido óseo.

Para la mineralización del hueso y el cartílago, es importante la actividad de la enzima fosfatasa alcalina que se ve incrementada a la aplicación del laser, dando así una aceleración de la mineralización del callo óseo.

Todo lo mencionado lleva a plantear que el laser terapéutico se basa en el incremento de la multiplicación celular, la activación en la producción de colágeno y fosfatasa alcalina, la activación del endotelio vascular, aumento de fibras colágenas y elásticas, regeneración de fibras nerviosas y de tejido óseo, incremento en la velocidad de crecimiento de los vasos sanguíneos a partir de los ya existentes, y la inducción a partir de las células epiteliales adyacentes a la lesión de la reepitelización.

Dando así una reparación acelerada y completa de los tejidos dañados.

## **8.10 Efecto analgésico**

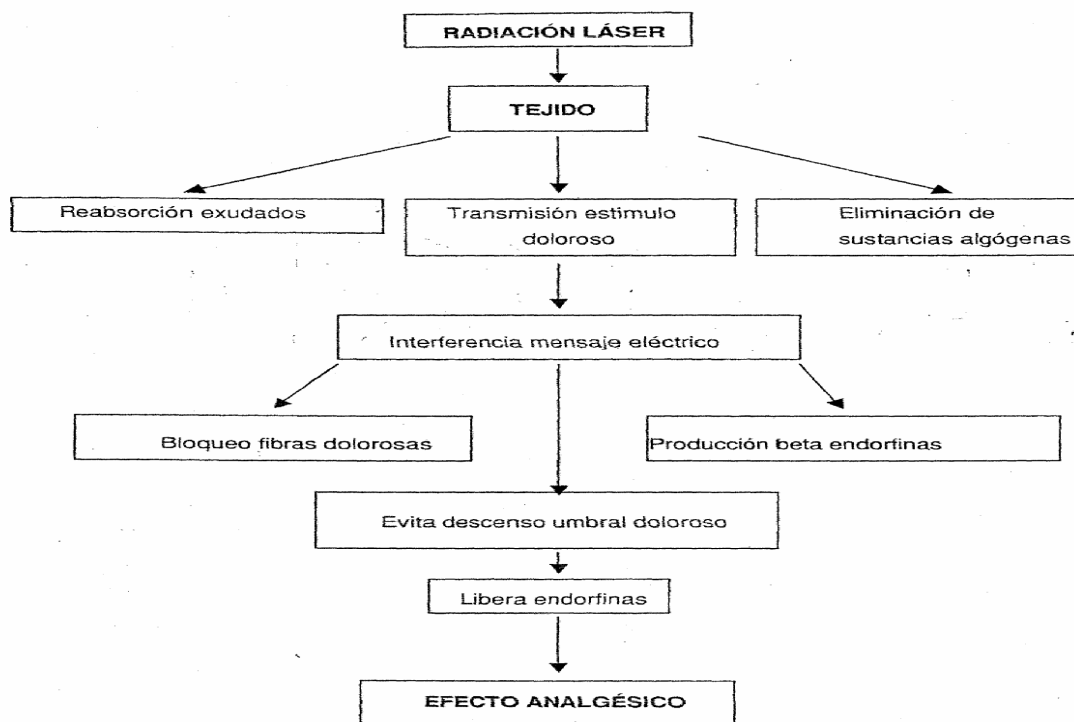
A nivel local, el laser reduce la inflamación y favorece la eliminación de sustancias alógenas, interfiere el mensaje eléctrico a la membrana durante la transmisión del estímulo, induce la producción de endorfinas, actúa sobre las fibras gruesas que bloquean las fibras finas, evita el ascenso del umbral doloroso y por último provoca la normalización y equilibrio de la energía en el punto lesionado <sup>4,11</sup>

Esta comprobada la influencia de esta terapia sobre los factores humorales, como la serotonina, prostaglandinas y la estimulación del sistema nervioso al incrementar la circulación sanguínea en la zona afectada que se irradia (figura 8.5).

La luz laser según sus parámetros energéticos, se aproxima a los niveles energéticos de las células hísticas de las fibras nerviosas, así como los líquidos hísticos (tisulares) y de esta forma constituye el excitador fisiológico adecuado.

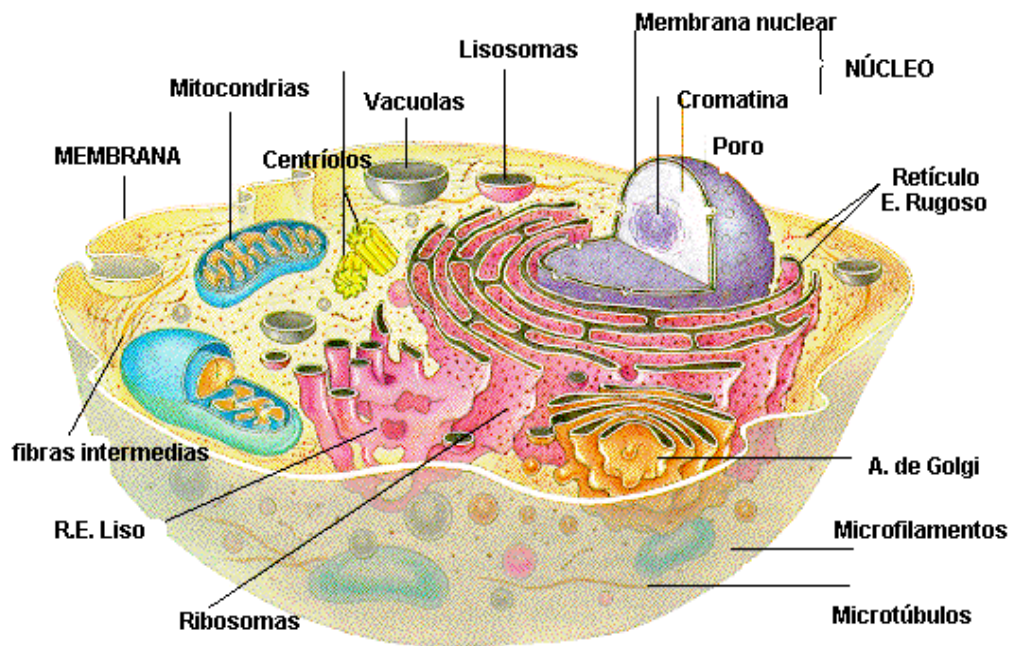
La radiación laser inicialmente produce un efecto analgésico entre 12 y 24 horas de duración.

La acción del laser disminuye a secreción de prostaglandinas G y E2, produce fenómenos bioquímicos que facilitan la liberación de sustancias endorfinicas y aumenta la producción de ciertas series de aminas que son precisamente las principales que intervienen en la síntesis de los aminoácidos esenciales del grupo activo de las endorfinas (alanina, ácido aspártico), por lo cual el efecto analgésico se logra de forma casi inmediata <sup>4,11</sup>



**Figura 8.5 Mecanismo de acción analgésica**

## IX. EFECTO DE LA LUZ LASER EN LOS TEJIDOS



La energía laser al entrar en contacto con los tejidos produce diferentes efectos.

Los componentes biológicos de los tejidos como los átomos y las moléculas son los responsables de la absorción de la energía laser y la convierte en otras formas de energía como calor, energía química y energía mecánica.

Por lo que los efectos de la energía laser son:

### **9.1 Fototermal**

Cuando la luz del laser es absorbida por los tejidos se convierte en calor, lo que da como resultado el aumento de temperatura.

Aplicando el laser con longitud de onda infrarroja, el agua que contienen los tejidos tiene mucha importancia en la absorción de la energía laser, porque el agua se calienta directamente con la energía laser y las moléculas y tejidos restantes se calientan indirectamente por la transmisión del calor.

Los lasers con longitud de onda visible son poco absorbidas por el agua mientras que la sangre o tejidos pigmentados tienen muy buena absorción.

### **9.2 Fotodisrupción**

En el laser pulsátil la energía se convierte en energía mecánica, en forma de onda con gran presión que físicamente rompe la estructura del tejido donde se aplica.

### **9.3 Fotoquímica**

Cuando la luz laser es absorbida se convierte en energía química, rompiendo las cadenas moleculares de los tejidos, excitándolos a un estado reactivo bioquímico.

### **9.4 Fotodinámica**

Se considera igual al fotoquímico cuando las moléculas son activadas por la luz laser producen una reacción bioquímica en los tejidos produciendo oxígeno.

### **9.5 Bioestimulación**

Este proceso envuelve todos los factores físicos y químicos junto con los factores fototérmicos y fotoquímicos <sup>4,11,16</sup>

## X. SEGURIDAD PARA UTILIZAR EL LASER DENTAL





## 10.1 Prevención en la utilización del rayo laser

La seguridad del laser es de suma importancia, y cuando se emplea apropiadamente, el laser es un instrumento muy seguro (figura 10.1), pero ciertas medidas de seguridad deben acatarse estrictamente.

Mas allá del posible daño bucal, los peligros oculares deben prevenirse con mucho cuidado.

La protección de los ojos es esencial para el operador, paciente y empleados y todo aquel que se encuentre presente en el momento en que se esta aplicando el laser.

Los diferentes tipos de laser requieren distintos tipos de lentes de seguridad y estos jamás deberán ser intercambiados.<sup>5</sup>



**Figura 10.1 El laser es un instrumento muy seguro**

Prevención de accidentes

Se debe de llevar un protocolo coherente para el personal auxiliar del consultorio; acceso limitado al área operatoria.

Documentación adecuada de los watts y pulsaciones utilizadas, así como el tiempo de exposición del rayo laser del rayo laser, la zona y el resultado inmediato de los tejidos <sup>5</sup>

Todo laser utilizado en lugares y periodos errados puede causar daño a la estructura dental. Por lo tanto, ciertos medios defensivos dentales pueden ser necesarios para la protección del diente.

Obviamente se debe tener un extremo cuidado con relación a los gases potencialmente explosivos. Algunos objetos cerca de estos gases pueden ser tocados por el rayo y encenderse, originando fuegos y explosiones.

Esta precaución es particularmente importante cuando se emplea anestesia general.

También se debe observar extrema precaución en todo lo concerniente a la corriente eléctrica, los interruptores o dispositivos activadores del rayo laser para no encenderlos por error, y en especial, se deben colocar letreros en las puertas donde se efectuó la manipulación cuando el laser este en uso (figura 10.2), y tener la puerta del cubículo adecuadamente asegurada evitando así, la entrada de personas sin ninguna protección al área de trabajo <sup>5</sup>



**Figura 10.2 Colocar letreros en las puertas donde se use el laser**

De todas formas, la seguridad más completa y eficaz proviene del estudio, la comprensión y el entrenamiento para el manejo de esta herramienta totalmente nueva en esta profesión.

## **10.2 Cuidado de los ojos**

Con todos los sistemas de laser se debe utilizar alguna forma de protección a los ojos del operador, ayudante, paciente y toda aquella persona que se encuentre en el cubículo donde se este utilizando el rayo laser, por la vulnerabilidad de los tejidos oculares, regularmente los lentes tienen filtros específicos para el sistema laser que se este utilizando (figura 10.3) <sup>24</sup>



La córnea es afectada por radiación ultravioleta, principalmente ultravioleta lejanos, así como los infrarrojos. El cristalino se ve dañado por los efectos ultravioleta cercanos y por los infrarrojos, principalmente medios.

Otro tipo de radiaciones peligrosas no son absorbidos por la córnea o por el cristalino, sino que se focalizan directamente en la retina.

Este puede ser el caso de la luz visible (daño foto-químico), así como el infrarrojo cercano.

Se debe colocar la protección adecuada sobre los ojos (figura 10.4) y tejidos del paciente, que no se desean irradiar, de acuerdo con el rayo laser que se este utilizando y ante todo, se debe evitar la reflexión accidental con los espejos bucales u otra superficie reflectante.

La retina tiene una capacidad muy limitada de cicatrización, incluso niveles bajos de energía pueden dañarla irreversiblemente. La radiación infrarroja puede actuar en conjunción con luz azul aumentando la posibilidad de daño foto - químico sobre la retina.

Cuando el nivel de radiación es muy alto, si la temperatura de la córnea y el cristalino aumenta y su refrigeración mediante los vasos sanguíneos no es suficiente, los rayos infrarrojos pueden aumentar la posibilidad de daño de estos órganos por los rayos ultravioleta.

Las enfermedades oftálmicas más comunes debido a estas radiaciones son queratitis, conjuntivitis y cataratas <sup>24</sup>



**Figura 10.3 Lentes para laser**



**Figura 10.4 Protección ocular**

### **10.3 Cuidado del equipo laser**

Debe comprobarse la funcionalidad de la llave de seguridad (figura10.5), así como el comprobador de emisión y de tiempo.

No debe flexionarse la fibra óptica en ángulo mayor de 45 grados.

La superficie activa de la fibra óptica o pieza de mano debe ser limpiada con soluciones antisépticas, no corrosivas (clorhexidina, hidroalcohólico).

No utilizar soluciones abrasivas para la limpieza general del equipo. El pedal de arranque debe tener protección, para evitar accidentes (figura 10.6).



**Figura 10.5 Llave de seguridad**



**Figura 10.6 Pedal de arranque**

El equipo debe estar conectado a tierra.  
Colocar el equipo en un lugar seguro, evitando golpes, vibraciones o someterlo a intenso calor o humedad (figura 10.7) <sup>5,13</sup>



**Figura 10.7 Colocar el equipo en un lugar seguro**

## XI. DIABETES



***“LA ASESINA SILENCIOSA”***

## 11.1 Historia

Los médicos hindúes describen en libros que datan del año 600 a. de C la existencia de unos enfermos que padecen sed, adelgazan rápidamente, pierden fuerzas y emiten una orina que “atrae a las hormigas por su sabor dulce”.

Súsruta notable médico, daba amplia instrucciones respecto al diagnóstico: interrogaba al paciente y lo examinaba con los 5 sentidos; observaba el pulso y degustaba la orina para detectar la diabetes. En total, Súsruta describió más de 1.200 enfermedades incluyendo la diabetes, el bocio y otras enfermedades endocrinas.

La medicina india ya distinguía dos formas de diabetes: una que se da en jóvenes delgados y que no sobreviven mucho tiempo y otra en personas mayores y obesas, que claramente corresponden con la diabetes de tipo 1 y la de tipo 2, respectivamente de nuestros días.

En el siglo II a. de C Aretaeos de Capadocia tiene un lugar de honor por la definición que hizo de la enfermedad: “La diabetes es una delicada afección en la que las carnes se funden por la orina. Los pacientes nunca paran de beber agua; su vida es corta y penosa, padecen náuseas, inquietud, una sed ardiente, y no tardan mucho en morir”.

En el siglo II Galeno interpretó que la diabetes era producida por la incapacidad del riñón para retener agua, y esta idea en cierta forma errónea persistió durante 15 siglos, ya que hasta el siglo XVI, la medicina, mezclaba en aquel entonces la filosofía y algunas observaciones clínicas, por lo cual progreso muy poco.

A partir del siglo XVI comienzan a sucederse descubrimientos médicos, principalmente en Europa.

La diabetología experimental empieza con von Hohenheim, que alrededor de 1520 evapora la orina y describe un residuo salino, interpretando que la diabetes es causada por una enfermedad del riñón, el cual extrae una excesiva cantidad de sal del organismo.

La figura más sobresaliente de la medicina clínica del siglo XVII fue *Thomas Sydenham* (1624-1689), especuló que la diabetes era una enfermedad sistémica de la sangre que aparecía por una digestión defectuosa que hacía que parte del alimento tuviera que ser excretado en la orina.

Apolonio de Memfis acuñó el término de diabetes (a partir de Dia = Dia " a través" y Betes = Betes "pasar"; “pasar a través de”) para definir un estado de debilidad, intensa sed y poliuria. Apolonio creía que era una forma de hidropesía <sup>17</sup>

Pero en 1674 Thomas Willis tuvo la osadía de probar la orina de los diabéticos, redescubriendo 2200 años después que los hindúes; que la orina tenía sabor

dulce, pero no atribuyo ese sabor dulce a la presencia de azúcar sino a “diferentes sales y ácidos”.

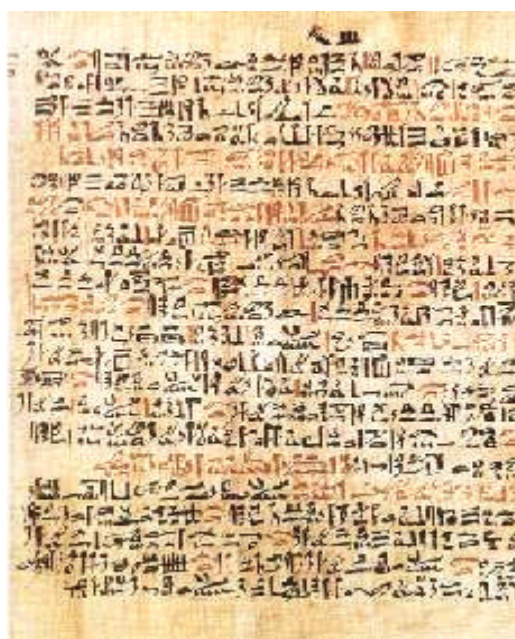
En 1700 ya se habían practicado extirpaciones de páncreas en perros, pero la técnica no era adecuada y las extirpaciones eran parciales, de modo que se había llegado a la conclusión errónea de que el páncreas no era necesario para la vida <sup>8</sup>

Más adelante, los estudios fisiológicos comprobaron su importancia como órgano de la digestión, pero nada se sabía acerca de su secreción interna.

En 1775 Matthew Dobson descubrió que el sabor dulce de la orina era debido a la presencia de azúcar, comprobándolo igualmente en la sangre de los pacientes diabéticos concluyendo que “la perdida de peso y fuerza de los diabéticos era la consecuencia de la perdida de material nutritivo por la orina” conclusión a la que había llegado Arataeos 1600 años antes.

En 1848 los experimentos de Claude Bernard demuestran que la azúcar puede ser formada en el hígado y secretado a la circulación, y que este fenómeno (denominado gluconeogenesis) se produce incluso cuando la dieta esta exenta de azúcar.

La primer referencia a la diabetes se encuentra en el papiro de Ebers (figura 11.1) en 1862 George Ebers descubrió en una tumba de tebas (hoy Luxor), en Egipto, un pequeño papiro que había sido escrito aproximadamente en el año 1550 a de J.C. Este documento que se conserva en la biblioteca de la universidad de Leipzig, describe una enfermedad que se caracteriza por la abundante emisión de orina y recomienda para su tratamiento el uso de extractos de plantas <sup>10</sup>



**Figura 11.1 Papiro de Ebers**

Hasta la actualidad, el papiro de Ebers, constituye la primera referencia histórica de la diabetes, hace más de 3,500 años.

Pablo de Aegina refinó el diagnóstico de "dypsacus" (diabetes) asociada a un estado de debilidad de los riñones exceso de micción que conducía a la deshidratación.

Prescribió un remedio a base de hierbas, endivias, lechuga y trébol en vino tinto con decocciones de dátiles y mirto para beber en los primeros estadios de la enfermedad, seguido de cataplasmas a base de vinagre y aceite de rosas sobre los riñones.

Previno sobre el uso de diuréticos pero permitió la venisección (sangría).

John Rollo publicó sus observaciones sobre 2 casos diabéticos, describiendo los síntomas y el olor a acetona (que confundió con olor a manzana) y proponiendo una dieta pobre en hidratos de carbono y rica en carne, con complementos a base de antimonio, opio y digital.

Con esta dieta John Rollo (figura 11.2) observó que se reducía el azúcar en la sangre y consiguió una mejora de la sintomatología en algunos casos. Fué el primero en acuñar el término de diabetes mellitus para diferenciar la enfermedad de otras formas de poliuria <sup>10</sup>



**Figura 11.2 John Rollo**



**Figura 11.3 Paul Langerhans**

En 1869 Paul Langerhans (figura 11.3) un joven médico berlinés, que tenía entonces 22 años, publicó su tesis doctoral sobre histología del páncreas.

En su estudio al microscopio, había observado unos racimos de células pancreáticas bien diferenciadas de las demás y que podían ser separadas de los tejidos de los alrededores, se limitó a describir estas células sin entrar a tratar de averiguar cual era su función.

Langerhans descubrió unos grupos de células en forma de pequeñas islas, independientes del resto de las estructuras de la glándula y cuya naturaleza y función (según sus propias palabras) “no soy capaz de explicar” <sup>17</sup>



Hubo que esperar hasta 1893, fecha en la que un médico belga, Edouard Laguesse, sugirió que estos racimos de células, que él había llamado "Islotes de Langerhans" constituían la parte exocrina del páncreas <sup>8</sup>

En 1889 persistía la discusión sobre si el páncreas era o no necesario para la vida. En este caso, la polémica la mantenían Von Mering y Minkowsky dos cirujanos que trabajaban en Estrasburgo a las órdenes de Naunyn.

Este les aconsejó que, dirimieran sus diferencias con un experimento y les propuso realizar pancreatectomías en animales. La extirpación total de páncreas ya había sido intentada sin resultado durante muchas décadas, pero Minkowsky, que era un cirujano muy hábil, la coronó con éxito.

Los círculos científicos de Estrasburgo fueron el lugar donde Oskar Minkowski (figura 11.4) y Josef Von Mering (figura 11.5) comenzaron sus investigaciones de manera conjunta. Von Mering estaba ya antes interesado en los procesos de la digestión y en especial el papel del páncreas en ella.

Pensó en extirpar el páncreas, pero dedujo, equivocadamente, que los animales con los que experimentaba morirían si lo hacía. Pidió entonces la colaboración de su colega Oskar Minkowski, quien le ayudó en su tarea.



**Figura 11.4 Oskar Minkowsky**



**Figura 11.5 Josef von Mering**

Extrajeron el páncreas a varios perros y ocurrió algo singular: en pocas horas, los ayudantes del laboratorio se quejaron de que los perros, a pesar de estar entrenados, se habían orinado en sus jaulas y el lugar se hallaba plagado de moscas, el ayudante le contestó que el perro no paraba de orinar y tenía mucha sed.

De inmediato, Minkowski analizó la orina y halló altas concentraciones de glucosa. Además, los animales mostraban una sed insaciable, una elevada producción de orina, pérdida de peso y gran apetito. Todos y cada uno de los síntomas de la diabetes <sup>17</sup>

Esto les hizo deducir que el páncreas contenía alguna sustancia crucial para el metabolismo de la glucosa.

Von Mering llegó a una conclusión: el páncreas realizaba dos funciones. Una de ellas, externa, la producción del jugo pancreático para la digestión de los alimentos, y otra interna que producía una sustancia reguladora de la glucemia.

Curiosamente, y poco más tarde, Von Mering perdió interés en la investigación, mientras Minkowski siguió sus trabajos sobre la diabetes, que sirvieron de base para el descubrimiento de la insulina veintitrés años más tarde.

El médico alemán, el primero que vislumbró la actuación del páncreas en el proceso patológico de la diabetes mellitus, aún vivió para ver cómo la insulina salvo la vida de millones de personas.

Cuando al día siguiente fue a visitar a su paciente se quejó a su ayudante porque no tenía limpia la habitación y olía bastante mal, Oscar Minkowsky comprobó que la orina tenía gran cantidad de azúcar y, después de repetir en varias ocasiones el experimento, escribió:

“Después de la pancreatectomía total, los perros se vuelven diabéticos. No se trata de una glucosuria transitoria, si no que corresponde a la forma mas grave de diabetes en humanos”.

Estas experiencias permitieron comprobar que, si el trasplante de páncreas esta técnicamente correcto, los síntomas de diabetes no se presentaban en el animal. Todo hacia suponer que el páncreas fabricaba una sustancia (desconocida hasta entonces) que se vertía a la sangre y cuya ausencia era la responsable de la diabetes.

#### Descubrimiento de la insulina

En 1895 Jean de Meyer denominó "insulina" a la sustancia procedente de los islotes de Langerhans (en latín islote se denomina "ínsula") que debía poseer una actividad hipoglucemiante pero que todavía era hipotética <sup>1</sup>







**Figura 11.6 Frederick Grant Banting**  
(1891-1941)



**Figura 11.7 Charles Herbert Best**  
(1899-1978)

Aunque la historia ha atribuido los honores del descubrimiento de la insulina a Frederick Grant Banting (figura 11.6) (galardonado con el premio Nóbel, y uno de los descubridores de la hormona pancreática insulina) y Charles Herbert Best (figura 11.7) premio Nóbel, que contribuyó a aislar la insulina para el tratamiento de la diabetes, existen otros 2 investigadores que merecen al menos un pequeño recuento.

En los últimos años del siglo XIX y los primeros del XX, se realizaron grandes esfuerzos para aislar la insulina.

Uno de los primeros investigadores en obtener resultados fue el alemán Georg Zuelger en 1907 quién obtuvo una serie de extractos pancreáticos que eran capaces de reducir los síntomas de diabetes en un perro previamente pancreatectomizado.

Georg Zuelger publicó sus resultados e incluso patentó su extracto ("Acomatol"). Sin embargo, los graves efectos tóxicos que producía hicieron que renunciase a seguir sus experimentos.

El otro investigador poco favorecido por la fortuna fue el médico rumano Nicolas Paulesco, quien en Rumania elaboro un preparado, este extracto a partir de páncreas congelados de perro y de buey, demostró que los mismos eran capaces de revertir la hiperglucemia (ya que tenia efectos hipoglucemicos) cuando lo inyectaba a perros <sup>2</sup>

De hecho, uno de los extractos preparados por Paulesco era tan potente, que uno de los perros tratados murió debido a una hipoglucemia, a causa de la Primera Guerra Mundial se atraso la publicación de sus resultados sobre los efectos de su "pancreatina", las observaciones de Paulesco no fueron publicadas hasta Julio de 1921, momento en que terminaban sus experimentos Banting y Best.

Lo mismo que en el caso de Georg Zuelger, los efectos tóxicos de los extractos excluían cualquier posibilidad de una administración terapéutica.<sup>3</sup>

Nicolas Paulesco reclamó posteriormente sus derechos pero fue en vano.

En 1916 Banting se graduó en medicina a la edad de 25 años.

En 1919 al terminar la gran guerra en la que luchó y fue herido, dedicó sus estudios a la cirugía y a la fisiología y al final de 1920 se incorporó al laboratorio del profesor McLeod en Toronto, con objetivo de desarrollar su plan de trabajo: extraer sustancia pancreática capaz de normalizar la glucosa en los animales previamente pancreatectomizados.

La insulina fue descubierta en el verano de 1921 por investigadores médicos, encabezados por John McLeod y Sir Frederick Grant Banting, habían observado que la diabetes estaba ocasionada por la carencia de una proteína originada en las células de los islotes de Langerhans y que habían denominado insulina.

*Shafer* suponía que la insulina controlaba el metabolismo del azúcar en la sangre y su eliminación por la orina, de tal forma que su carencia ocasionaba una excreción urinaria aumentada.

Sin embargo, sus intentos por suplir esta deficiencia de insulina administrando a los pacientes diabéticos extractos de páncreas habían fracasado, probablemente debido a la presencia de enzimas proteolíticas en los extractos pancreáticos.

Banting leyó una publicación de Moses Baron en la que se demostraba que la ligadura del conducto pancreático ocasionaba la degeneración de las células productoras de la tripsina, mientras que los islotes de Langerhans permanecían intactos.

*Banting* y *Best* ligaron el conducto pancreático de varios perros y obtuvieron un extracto de páncreas libre de tripsina. Después, provocaron una diabetes experimental en otros perros y, una vez desarrollada la enfermedad, comprobaron que la administración del extracto de páncreas de los primeros reducía o anulaba la glucosuria de los segundos. Habían descubierto la insulina.

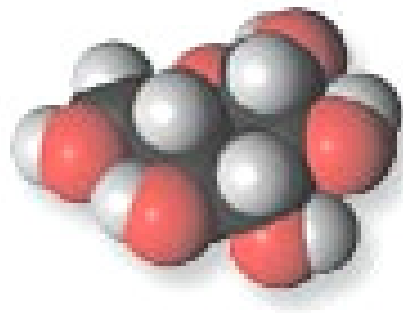
Frederick Grant Banting y John MacLeod extrajeron insulina de células beta y la inyectaron a pacientes con diabetes los pacientes mejoraron y así supieron que habían logrado un gran descubrimiento, que los hizo acreedores al premio Nóbel de medicina. Pasaron 50 años, antes de que los investigadores comprendieran plenamente la diferencia entre la diabetes tipo 1 y la tipo 2<sup>10,4</sup>

En 1922 en enero se utilizó con éxito por primera vez en clínica humana en un niño de 12 años, Leonard Thomson, que padecía cetoacidosis diabética. El niño (que hubiera fallecido con toda seguridad) se puso bien: había nacido la insulina farmacológica, que en el curso de pocos meses cambiaría espectacularmente el pronóstico de la diabetes permitiendo una vida confortable a millones de personas en todo el mundo.

En el verano de 1923 llegó la insulina a España, (concretamente a Barcelona) gracias al DR. R. Carrasco Formiguera, que empezó a tratar a niños diabéticos. Uno de ellos (J.P.L.) que tenía por aquel tiempo entonces 3 años. Goza actualmente de excelente salud y es probablemente el diabético insulino dependiente más veterano del mundo, ya que hace 66 años que se inyecta tres dosis diarias de insulina.

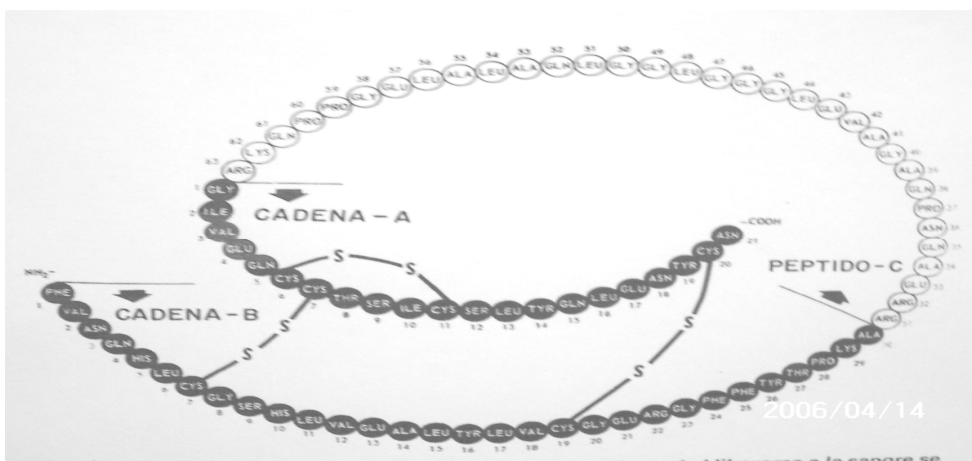
En 1925 Banting Y Mc Leod fueron galardonados con el premio Nóbel de medicina.

En 1955 Frederick Sanger describió la estructura química de la insulina (figura 11.8), y recibió también el premio Nobel por esta investigación.



**Figura 11.8 Insulina**

La insulina es una proteína constituida por 2 cadenas de aminoácidos denominadas A y B (figura 11.9), y que está unido por 2 puentes de 2 moléculas de azufre cada uno, denominados puentes disulfuro, en total contiene 51 aminoácidos y su peso molecular es de 5,900.<sup>5</sup>



**Figura 11.9 Estructura química de la insulina**

## 11.2 Significado

Es un conjunto de síndromes que tienen como denominador común la presencia de hiperglucemia y cuya etiología es muy heterogénea, se caracteriza por la triada sintomática polifagia, polidipsia y poliuria.

Dr. José Luís Herrera Pombo.

Es un trastorno metabólico en el que la hiperglucemia crónica es la característica fundamental.

M.I. DRURY

Es una enfermedad determinada genéticamente en la que el sujeto que la padece tiene alteraciones del metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, junto con una deficiencia en la secreción de insulina.

Dr. Sergio Islas Andrade.

Es un desorden en el que el nivel de la glucemia se eleva persistentemente por encima de los límites normales. Es un trastorno común, sobre todo en personas de edad media y avanzada, y existe en todas las partes del mundo, El estado diabético tiene en ocasiones carácter transitorio, pero lo habitual es que sea permanente.

W.G. OAKLEY, PYKE, TAYLOR

Es un síndrome caracterizado por el aumento de la glucosa en la sangre, las manifestaciones clínicas que de ello dependen y un conjunto de complicaciones neurológicas micro y macrovasculares, relacionadas.

Daniel Figuerola.

Es una enfermedad mundial, permanente, silenciosa, compleja e incurable, que se caracteriza por la deficiencia en la secreción de insulina, provocando un desorden en los niveles de glucosa en la sangre, formando así, un conjunto de síndromes con presencia de hiperglucemia constante, dañando órganos vitales del cuerpo humano y al ser crónica-degenerativa, altera el mecanismo de vida normal con consecuencias funestas, si no es tratada oportuna y adecuadamente.

A.P.S.

---

## XII. EPIDEMIOLOGÍA



## 12.1 Mortalidad en México y el mundo

La diabetes, que causa cada año la muerte de 3,2 millones de personas en el mundo, es mas letal que el sida y se esta convirtiendo en una “epidemia silenciosa” que se cierne peligrosamente sobre los países pobres, actualmente en México es una de las 4 formas mas comunes de muerte.

México ocupa actualmente el noveno lugar mundial en la prevalencia de diabetes. Según el Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición, en 1960 México era un país de 40 millones de mexicanos con un 2% de diabéticos, en el 2005, México contaba con mas de 90 millones de mexicanos y aproximadamente el 10% de los mexicanos eran diabéticos, lo que nos da 9 millones de mexicanos diabéticos

“Este es un sitio verdaderamente alarmante, pero las proyecciones de los especialistas internacionales refieren que para el año 2025, el país ocupara el séptimo lugar si no se realiza una campaña trascendente de prevención, diagnóstico oportuno y control de la diabetes”.

Actualmente existen 171 millones de diabéticos en el mundo; cifra que podría aumentar en un 150 por ciento para el año 2030 si la población no cambia los hábitos de vida que conducen al sobrepeso y a la obesidad.

A diferencia de lo que sucede en los países ricos, en los pobres las dos terceras partes de diabéticos esta en edad de trabajar (entre 35 y 64 años), mientras que en el mundo industrializado mas de la mitad de enfermos tiene más de 65 años.

Esta enfermedad se ha convertido en una epidemia mundial debido a los altos índices de muertes que se han registrado en los últimos 10 años, en México una tercera parte de los infartos al miocardio y la mitad de las insuficiencias renales crónicas son consecuencia directa de la diabetes.

Frente a ello, las diversas instituciones de salud en el país han comenzado a reforzar sus campañas preventivas.

De cada 100 pacientes, 14 desarrollan padecimientos renales.

La enfermedad cerebro vascular es de 2.5 veces mayor en diabéticos que en el resto de la población.

El 30% de los problemas de pie diabético termina en amputación.

De cada 100 pacientes diabéticos, 10 padecerán neuropatías.

De cada 5 pacientes, 2 presentaran problemas de ceguera.

Las personas con diabetes viven en promedio 66.7 años, pero las que no lo son generalmente llegan a cumplir los 75 años.

La primera causa de ceguera en los pacientes mayores de 55 años es la diabetes (a causa del daño por retinopatía), pero antes de llegar a este estado el paciente requirió anteojos, medicamentos, cirugías y tratamientos que finalmente no detuvieron el progreso de la enfermedad <sup>21</sup>

Según las cifras oficiales, en términos absolutos la enfermedad se incremento más de 30 veces en la segunda mitad del siglo, ya que en 1995 se registraron 1,500 muertes por esta causa, mientras que en el año 2000 se presentaron aproximadamente 47,814 decesos, por lo que su contribución proporcional a la mortalidad del país paso de 0.4 por ciento a más del 10 por ciento.

## Diabetes en el mundo

La diabetes es la tercera causa de muerte en el mundo. Se calcula que de cada 100 personas, 7 sufren de este mal, en otras palabras alrededor de 180 millones de personas en todo el planeta, tienen diabetes.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la diabetes es una epidemia emergente y en este año en curso puede duplicarse el número de personas afectadas por este mal.

Estados Unidos tiene alrededor de 17,7 millones de de personas enfermas de diabetes, y cada año surgen unos 800,000 nuevos casos, aunque muchas personas ignoran que padecen esta enfermedad.

Singapur casi un tercio de la población de entre 30 y 69 años tiene diabetes, también se le ha diagnosticado a muchos menores, algunos de tan solo 10 años de edad.

La India cuenta con al menos 30 millones de personas que padecen diabetes, en el año de 1990 casi no existían pacientes menores de 40 años con esta enfermedad en este país, pero actualmente, la mitad de los enfermos no supera esa edad.

La India y China ocupan los primeros lugares a nivel mundial.

Actualmente en México 49,855 personas mueren al año por esta causa es decir, 5 personas mueren cada hora por complicaciones de la diabetes.

Impacto social y económico de la diabetes en México.

La secretaria de salud implemento desde mediados del 2001 un programa conocido como *México, por la prevención de la diabetes*, que tiene como objetivo principal “informar y educar a la población acerca de las secuelas de la diabetes, lo que no solo significa conocer que es, sino como prevenirla, controlarla y vivir con ella”.

En el programa destaca una campaña que tiene como eslogan: “Esta es un enfermedad con el azúcar al revés, adivina que es...la diabetes”, el cual se difunde a través de lo medios masivos de comunicación; principalmente los electrónicos.<sup>22</sup>

“Esta es una campaña muy importante de prevención y esta dirigida especialmente a los niños y adolescentes debido a que son los mas jóvenes

quienes pueden educarse para que eviten los factores de riesgo modificables (ambientales), y entre estos últimos destacan la obesidad y sedentarismo”.

En el 2003 en México existían aproximadamente 7.5 millones de mexicanos con diabetes, pero un millón desconocía que la padecía y debido a ello no llevaban tratamiento alguno, por lo que si algún paciente acude a su institución de salud y quiere saber si tiene factores de riesgo de desarrollar diabetes se le aplica el Cuestionario de la Encuesta de Factores de Riesgo.

Para así poder diagnosticar a todas aquellas personas que aun no se enteran que están enfermas y con base a los resultados obtenidos se determina si es candidato a realizarle exámenes de laboratorio, si los resultados del laboratorio son positivos se comienza a tratar al paciente.

En México, los costos indirectos y directos de la enfermedad son de 330 y 100 millones de dólares anuales. “Un niño de 7 años que desarrolle diabetes deberá afrontar un costo acumulado de 52 mil dólares a valor presente hasta los 40 años, como consecuencia de este padecimiento”.

Para disminuir su prevalencia se debe entender que es un padecimiento incurable, pero si controlable, además que la atención que requieren las personas con enfermedad debe otorgarse toda la vida.

Uno de los problemas que se enfrenta en México es que una gran parte de los diabéticos manifiesta bajo apego al tratamiento, lo que conduce a un deficiente control del padecimiento.

Solo una pequeña fracción de los afectados acude con regularidad a los servicios de salud y de estos entre el 25 y 30% logran el control metabólico deseado.

Frente a esto el compromiso más importante es de las personas con diabetes hacia ellas mismas por que si bien existen medicamentos y recomendaciones higiénicas que pueden reducir al mínimo sus complicaciones, los pacientes no siguen adecuadamente las recomendaciones de las instituciones médicas.

La diabetes es una enfermedad incurable que origina altos costos económicos a la persona que la sufre, de no ser atendida en tiempo y forma presenta el riesgo de discapacidad y, eventualmente, conduce a la muerte.

“El enfermo es el que enfrenta solo a esta enfermedad, ya que aunque los médicos, medicamentos y familia hagan lo imposible por reducir las complicaciones, únicamente son un apoyo para la recuperación”<sup>21</sup>

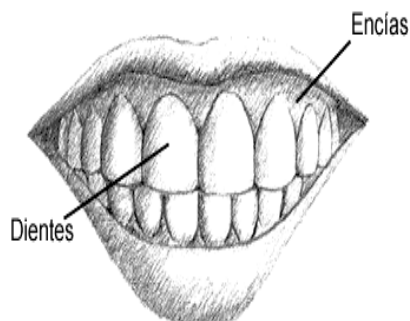


## 12.2 ¿Cómo afecta la diabetes a los dientes y encías?

¿Cómo puedo saber si mis dientes y encías han sido afectados por la diabetes? (figura 12.1).

Si tiene uno o más de los siguientes problemas, es posible que la diabetes haya dañado los dientes y encías:

- encías rojas, doloridas e hinchadas.
- encías que sangran.
- encías que se separan de los dientes y éstos parecen ser más largos.
- dientes flojos o sensibles.
- mal aliento.
- su mordida se siente distinta.



**Figura 12.1 Revisión de dientes y encías**

Todos podemos tener problemas de los dientes y encías. (figura 12.2). Sobre los dientes se acumula una película pegajosa llena de microbios.

Esta película se llama placa. Las altas concentraciones de glucosa en la sangre hacen que estos organismos (bacterias) crezcan. Las encías se pueden poner rojas, doloridas e hinchadas y sangran cuando se cepilla los dientes.



Las personas que tienen diabetes pueden tener problemas de los dientes y encías más frecuentemente si las concentraciones de glucosa en la sangre permanecen altas.

Las altas concentraciones de glucosa (azúcar) en la sangre pueden hacer que los problemas de los dientes y encías empeoren. Los dientes incluso se pueden caer.

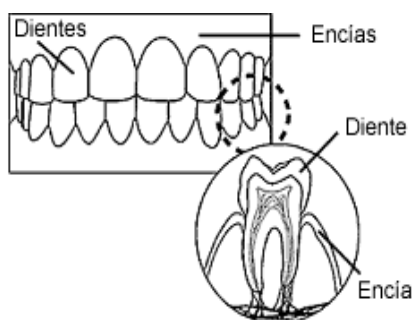
Si tiene diabetes, revítese los dientes y encías para ver si la enfermedad está causando problemas.

**Figura 12.2 Revise dientes y encías**

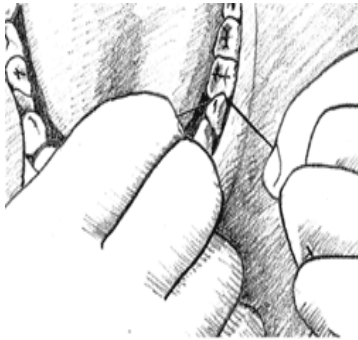
## 12.3 ¿Cómo mantener sanos los dientes y encías?

Las altas concentraciones de glucosa en la sangre pueden perjudicar muchos órganos del cuerpo humano, como el corazón, los vasos sanguíneos y los riñones.

Los problemas de la diabetes pueden ser alarmantes, pueden provocar problemas de los dientes y encías (figura 12.3) <sup>21,22</sup>



### Figura 12.3 Encías y dientes



Controle las concentraciones de glucosa en la sangre para que estén muy cerca de los límites normales. Use seda dental por lo menos una vez al día (figura 12.4).

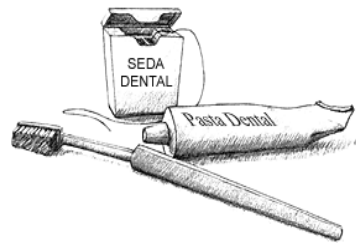
La seda dental impide que se acumule placa sobre los dientes. La placa puede endurecerse y crecer debajo de las encías y causar problemas.

Utilizando un movimiento de vaivén, pase suavemente la seda dental entre los dientes jalándola de abajo a arriba varias veces.

### Figura 12.4 Uso de hilo dental

Si tiene dentadura postiza, manténgala limpia.

Cuando vaya al dentista, pídale que le enseñe la mejor manera de cepillarse los dientes y encías y usar seda dental. Pregúntele cuál es el mejor cepillo y pasta dental para usted (figura 12.5).<sup>21,22</sup>



### Figura 12.5 Técnica de cepillado

### XIII. TIPOS DE DIABETES



¿Porqué se origina la diabetes?

Es un padecimiento por el cual el organismo no produce o no puede utilizar la insulina, hormona producida por las células beta del páncreas, que es necesaria para el uso o almacenamiento de alimentos.

Cuando una persona no diabética ingiere alimentos, los azúcares que estos contienen se absorben desde el intestino y pasan a la sangre, aumentando los niveles de azúcar en esta.

La insulina, actúa como una llave que abre las puertas de las células en los músculos, el tejido graso y el hígado, permitiendo entrar al azúcar y disminuyendo, por lo tanto el nivel de azúcar en la sangre.

Sin insulina eficaz ocurre hiperglucemia (niveles altos de azúcar en la sangre), que puede ocasionar complicaciones a corto y largo plazo.

Para decir que una persona tiene diabetes los exámenes de laboratorio tienen que mostrar las siguientes cifras:

Glucemia en ayuno: 126mg/dl.

Glucemia casual: 200 mg/dl.

Todo este mecanismo es muy rápido, no dando tiempo a que la glucemia se eleve. Una vez que el azúcar ha entrado a los tejidos, es quemada (metabolizada) y produce energía que es utilizada para mantener las funciones de los órganos y su estructura.

En una persona con diabetes, la producción de la insulina esta tan disminuida que se altera todo el mecanismo regulador: las elevaciones del azúcar sanguíneo no son seguidas por un aumento suficiente de la insulina, el azúcar no puede penetrar en las células y su cantidad continúa elevándose.

Como consecuencia, las células, faltas de combustible, no producen energía suficiente y alteran sus funciones. Esta falta de energía es la razón por la que un diabético mal controlado puede sentirse flojo, sin fuerza (astenia).

Por el mismo motivo las células se encuentran hambrientas, siendo esta la razón de que una persona con diabetes no controlada pueda sentir más hambre de la normal (polifagia).

Al no recibirse energía de los azúcares, el organismo intenta obtenerla a partir de las grasas, produciendo una movilización de las que se encuentran almacenadas en el tejido graso. Esta es la razón del posible adelgazamiento del diabético no controlado <sup>21,22</sup>

Debido a los altos niveles del azúcar en la sangre, el riñón, que actúa como filtro, recibe una notable sobrecarga de azúcar. Como la capacidad del riñón para concentrarla es limitada, se ve obligado a diluirla utilizando agua del organismo.

TIPOS DE DIABETES			
TIPO	CARACTERÍSTICAS	CAUSAS	SÍNTOMAS
<b>TIPO 1</b> <b>O</b> <b>JUVENIL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes llamada insulino dependiente</li> <li>• En este tipo de diabetes el cuerpo deja de producir insulina, por lo que se requiere insulina exógena de por vida</li> <li>• Las personas que la presentan son generalmente delgadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Predisposición genética</li> <li>• Destrucción inmunológica de las células del páncreas que producen insulina y deficiencia de la hormona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sus síntomas comienzan de modo repentino antes de los 30 años de edad (sin embargo pueden aparecer en cualquier edad)</li> <li>• O simplemente no hay síntomas, y el paciente se da cuenta que tiene diabetes tipo 1 cuando le realizan exámenes de laboratorio.</li> </ul>
<b>TIPO 2</b> <b>O</b> <b>DIABETES MELLITUS 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se conocía como insulino independiente</li> <li>• Generalmente son obesos quienes la padecen</li> <li>• Se presenta después de los 30 años</li> <li>• Tienen suficiente insulina tempranamente en la enfermedad pero su cuerpo no puede utilizarla correctamente</li> <li>• No dependen de la insulina exógena para sobrevivir, pero sí necesitan un control adecuado para controlar su glucemia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Predisposición genética</li> <li>• Raza</li> <li>• Edad</li> <li>• Aumento de peso</li> <li>• Inactividad</li> <li>• Alimentación inadecuada</li> <li>• Tensiones emocionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sed excesiva, más de lo normal (polidipsia)</li> <li>• Orinar más de lo normal (poliuria)</li> <li>• Comer más de lo normal (polifagia)</li> <li>• Pérdida de peso</li> <li>• Prurito o comezón</li> </ul>
<b>SECUNDARIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede ser originada por causas o enfermedades secundarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas en el páncreas</li> <li>• Medicamentos</li> </ul>	
<b>GESTACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presenta en mujeres ya sea antes o durante el embarazo</li> <li>• Desaparece después del parto</li> <li>• Su nivel de azúcar es mayor de lo normal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mismas que la diabetes tipo 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hambre más de lo normal (polifagia)</li> <li>• Sed excesiva, más de lo normal (polidipsia)</li> <li>• Orinar más de lo normal (poliuria)</li> </ul>

**Figura 13 Tipos de diabetes**

Esta situación conduce a una cierta deshidratación que se percibe por el diabético como un aumento de la sensación de sed (polidipsia).

Por otra parte, el aumento de la eliminación de agua hace que las personas con diabetes no controlada puedan orinar más de lo normal (poliuria).

En resumen el aumento de azúcar en la sangre, debido a la falta de insulina, conduce a lo que se considera como síntomas cardinales de la diabetes: poliuria, polidipsia y polifagia.

Esta enfermedad requiere de educación y cuidado médico multidisciplinario continuo, donde intervienen, Médicos Generales, Endocrinólogos, Nefrólogos, Cardiólogos, Neurólogos, Oftalmólogos, Odontólogos y Nutriólogos, entre otros.

Dentro de la etiología se involucran factores genéticos, ambientales y patogénicos diversos, desde la destrucción autoinmune de las células pancreáticas con su consecuente déficit de insulina, hasta anomalías resultantes en resistencia a la acción de la insulina <sup>21,23</sup>



Se clasifica en: Diabetes juvenil o tipo 1, Diabetes mellitus o tipo 2, Diabetes "secundaria", Diabetes gestacional y Diabetes tipo mody.

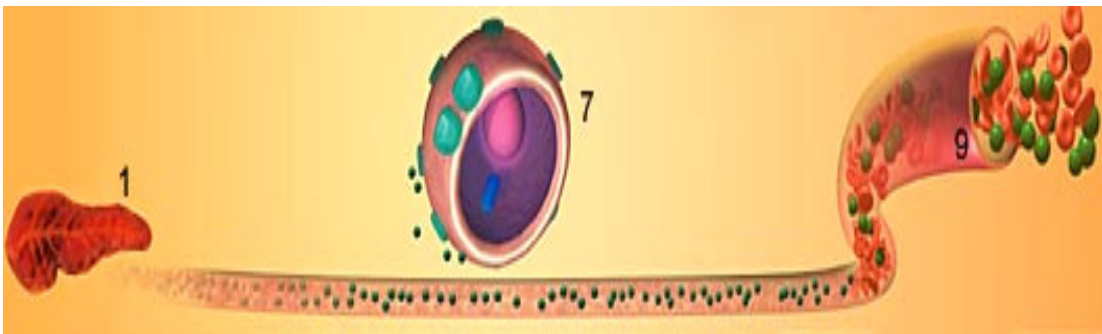
Aunque los motivos no son comprensibles, la incidencia de la diabetes tipo 1 parece aumentar en forma constante, a pesar del hecho de que, a diferencia de la diabetes tipo 2, la enfermedad no esta claramente relacionada con el estilo de vida.

La diabetes mellitus (del griego miel), es una enfermedad crónica que afecta a las personas sin predilección por la edad, sexo o etnia.

Es considerada una enfermedad del bienestar físico ya que ésta se basa en los hábitos alimenticios, sedentarismo y con frecuencia asociado a factores hereditarios y congénitos.

Los investigadores mencionan una epidemia virtual de diabetes tipo 1, con porcentaje 5 veces superiores en la actualidad en el mundo occidental, que hace 40 años. Sin embargo, los porcentajes de la diabetes tipo 2 aumentan con más rapidez que los del tipo 1.<sup>20,23</sup>

### 13.1 Diabetes Juvenil o Tipo 1 (Falta de insulina)



**Figura 13.1 Diabetes tipo 1**

Diabetes tipo 1 (figura 13.1), o diabetes juvenil, o diabetes insulino dependiente (este término ya no se utiliza en la actualidad), es cuando las células que producen insulina en el páncreas se destruyen por causas inmunológicas y ocurre deficiencia total de insulina. La padece solo el 10% de los diabéticos y tienden a desarrollarla habitualmente personas jóvenes menores de 20 años.

En su tratamiento siempre se utiliza insulina.

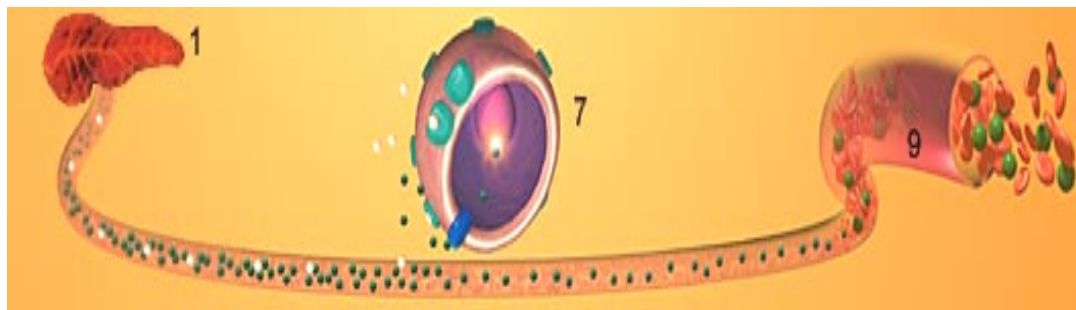
Es más frecuente en personas menores de 20 años.

Su causa es diferente a la de la *tipo 2*.

En la diabetes tipo 1 ocurre destrucción de las células que producen insulina debido a un fenómeno "autoinmune"; en las enfermedades autoinmunes el sistema inmunológico, encargado normalmente de combatir virus, bacterias y otros organismos "extraños" al organismo, se "equivoca" o se "confunde" y destruye también órganos o tejidos propios.<sup>20,23</sup>

La diabetes tipo 1 pone en riesgo la propagación de trastornos tiroideos, otra condición autoinmune. Asegúrese de que el médico le revise con regularidad su función tiroidea.

### 13.2 Diabetes mellitus o Tipo 2 (Alteración del sistema)



**Figura 13.2 Diabetes tipo 2.**

Diabetes tipo 2 (figura 13.2), o diabetes mellitus o diabetes no insulino dependiente (este término no se usa actualmente), ocurre cuando el páncreas continúa produciendo insulina incluso en valores más elevados de los normales en las fases iniciales.

Cuando la persona es obesa, en su desarrollo intervienen factores de la herencia. Es la más frecuente, hasta un 90% de las personas y habitualmente se identifica en las personas en etapa adulta de más de 30 años. Su manejo puede ser con dietas y tabletas.

La más común el 90% de los casos; ese tipo de diabetes aparece más comúnmente en personas con obesidad; es frecuente que exista el antecedente familiar de la enfermedad.

La diabetes tipo 2 se debe a que existe una disminución en la producción de insulina en el páncreas y a que la insulina que se produce "actúa menos", es decir, que hay cierto grado de resistencia a sus efectos, uno de los cuales es precisamente mantener la glucemia dentro de ciertos valores considerados como normales; el grado de producción de insulina en el páncreas y el grado de "acción" de la insulina (una "acción" es hacer que la glucosa entre a las células, lo cual disminuye su concentración en la sangre) están regulados en gran parte por factores genéticos, de ahí que sea frecuente el hallazgo de antecedentes familiares de diabetes tipo 2.

Este tipo de diabetes es más frecuente en personas mayores de 40 años y obesas .<sup>20,23</sup>

## Factores que facilitan que se presente la diabetes tipo 2.

- El factor hereditario, tener antecedentes familiares de diabetes.
- Llevar una vida sin ejercicio.
- Comer mucho, mal balanceado y mal distribuido.
- El exceso de peso, la tendencia a la obesidad desde la infancia y la obesidad en la vida adulta.
- Usar medicamentos que bloquean la producción ó acción de la insulina, como son la cortisona y sus derivados, y algunos medicamentos para la presión arterial alta.
- Muchos embarazos y/o haber tenido bebés con más de 3.500 kilos de peso al nacer. <sup>22</sup>

### 13.3 Diabetes secundaria

En este tipo de diabetes la elevación del azúcar, se debe a otras causas como pueden ser tumores que producen cantidades elevadas de hormona de crecimiento, o cortisona, o bien por destrucción de las células productoras de insulina, como pancreatitis o tumores de páncreas.

Otras causas de esta diabetes, son la toma en forma crónica de medicamentos como la cortisona que alteran el metabolismo del azúcar.

### 13.4 Diabetes Gestacional

Diabetes gestacional (figura 13.4) ocurre durante el embarazo frecuentemente aparece en la semana 26 o 28 de la gestación, por incremento de las hormonas del embarazo y si la persona es obesa o tiene familiares con diabetes el riesgo es alto de padecerla. Por lo que se recomienda que las mujeres que se van a embarazar no tengan obesidad y tengan control prenatal continuo.



Parece inocua al principio. La padecen entre el 2 y el 5% de las mujeres embarazadas durante la segunda mitad de la gestación (generalmente en el tercer trimestre), cuando las hormonas que guían el desarrollo fetal en la placenta interfieren en la función normal de la insulina.

Los síntomas son similares a los de otros tipos de diabetes, pero al nacer el bebe, la diabetes gestacional suele desaparecer. <sup>22</sup>

**Figura 13.4 Diabetes gestacional**



### **13.5 Diabetes tipo Mody**

Este tipo de diabetes es cada vez más frecuente, se presenta en jóvenes que tienen obesidad y antecedentes hereditarios de padres y/o abuelos incluso hermanos jóvenes diabéticos.

Al igual que el diabético tipo 2, produce cantidades altas de insulina. En su tratamiento no requieren de insulina a pesar de que son jóvenes. Se pueden controlar con dietas o con tabletas y su comportamiento es similar al del diabético tipo 2 .<sup>20,21</sup>

## XIV. MANIFESTACIONES CLÍNICAS A NIVEL SISTÉMICO Y BUCAL



Orina más de lo habitual



Sed intensa



Aumento de apetito



Cansancio general

## 14.1 Síntomas



Los síntomas más claros de un cuadro de diabetes (figura 14.1) son:

- \* Sed constante.
- \* Exceso de orina.
- \* Disminución de peso por tener más hambre.
- \* Inquietud y Visión borrosa.

Cuando los síntomas ocurren la glucemia generalmente está muy por arriba de 180 mg/dl.

Los exámenes de laboratorio permiten diagnosticar *diabetes mellitus* antes de que aparezcan las manifestaciones clínicas y por lo tanto empezar el tratamiento de manera temprana.

**Figura 14.1 Síntomas tempranos en un paciente diabético**

## 14.2 Complicaciones

Esta enfermedad debe tratarse para evitar la aparición de complicaciones.

Las complicaciones pueden ser agudas o crónicas. "Agudo" significa que puede presentarse rápidamente y "crónico" significa que puede aparecer después de padecer la enfermedad por mucho tiempo.

### Agudas

Son la cetoacidosis diabética (que se presenta más frecuentemente en la diabetes tipo 1), el estado hiperosmolar (que se presenta más frecuentemente en personas con diabetes tipo 2) y la hipoglucemia (baja de azúcar), que se puede presentar en ambos tipos de diabetes. La aparición de cetoacidosis o de estado hiperosmolar hace necesario hospitalizar a un paciente.

### Crónicas

Las complicaciones crónicas son el daño a los riñones (llamado nefropatía), a la retina (llamado retinopatía) y a los nervios que corren por todo el cuerpo (a eso se llama neuropatía), además de aumentarse el riesgo de tener problemas de aterosclerosis, incluyendo aumento en el riesgo de infartos del corazón y de problemas con la irrigación del cerebro o de las piernas <sup>20,21</sup>.

La principal razón para tratar de mantener la glucemia lo más cercano a lo normal es disminuir el riesgo de que estas complicaciones crónicas parezcan.

## 14.3 Factores de riesgo

Factores sobre los que no podemos influir

### 1. Genética

El riesgo de padecer diabetes es mayor si algún miembro de la familia (padres, hermanos, hijos o abuelos) padece la enfermedad, pero se desconoce así como ciertos genes que la causan.

### 2. Raza

En la Diabetes Mellitus o tipo 2, el riesgo es doble si la persona es de raza negra o los que viven en Estados Unidos. La diabetes tipo 1 es más frecuente en blancos.

### 3. Edad

El riesgo de padecer Diabetes Mellitus aumenta con la edad, sobre todo después de los 40 a 45 años. Esto se debe a que al aumentar la edad, la gente tiende a ser menos activa, pierde músculo y aumenta la grasa.

Factores en los que sí podemos influir:

### 1. Peso

El sobrepeso es uno de los factores de riesgo más evidente de la diabetes. Más de 8 de cada 10 personas con Diabetes Mellitus tienen sobrepeso. A mayor cantidad de grasa, mayor resistencia desarrollan los músculos y las células de los tejidos a la insulina, por ello reduciendo el peso podemos en muchos casos reducir los niveles de azúcar.

### 2. Inactividad

A mayor inactividad mayor riesgo de padecer diabetes. El ejercicio ayuda a controlar el peso, utiliza el azúcar como combustible o energía, hace que las células sean más sensibles a la insulina, aumenta el flujo sanguíneo y mejora la circulación.

El ejercicio físico disminuye el riesgo de desarrollar la Diabetes Mellitus hasta un 50%. Además aumenta el músculo.

### 3. Alimentación

Una alimentación alta en azúcares, harinas refinadas, grasas, carnes, refrescos, bebidas alcohólicas y pobre en frutas, verduras y cereales integral conlleva a aumentar el riesgo de padecer Diabetes Mellitus <sup>21</sup>

### 14.3.1 Hipoglucemia

Esta es una complicación frecuente que, a diferencia de las otras, no tiene que ver con niveles de glucosa altos. Consiste en una disminución brusca del azúcar en el cuerpo. Aunque es diferente de persona a persona, los médicos consideran que un episodio hipoglucémico inicia con niveles de 70 mg/dl hacia abajo.

Cada persona con diabetes puede presentar uno o varios de estos síntomas. Es conveniente realizar un monitoreo de glucosa para determinar una hipoglucemia; no basta con presentar síntomas que pueden confundirse con otro padecimiento.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Debilidad.</li><li>• Palidez.</li><li>• Mareos.</li><li>• Temblor en manos y boca.</li><li>• Calambres en el estómago.</li><li>• Transpiración (sudor).</li><li>• Confusión leve o importante.</li><li>• Dificultad para hablar.</li><li>• Cambio de personalidad.</li></ul> <p>(Llorar o reírse cuando no viene al caso, irritabilidad repentina).</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hambre repentina.</li><li>• Sensación de hueco en el estómago.</li><li>• Sensación de frío.</li><li>• Dolor de cabeza.</li><li>• Angustia.</li><li>• Ganas de llorar.</li><li>• Sensación de sueño.</li><li>• Pesadillas.</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 14a Síntomas de la hipoglucemia**

Causas de la hipoglucemia:

- Exceso de insulina.
- Exceso de ejercicio.
- Omitir una comida.
- Comer menos de lo habitual.
- Enfermedad.

Los episodios de hipoglucemia deben tratarse de inmediato con ingestión de una ración de hidratos de carbono (una fruta, un sandwich, un vaso de leche, dulces) de preferencia, con la ingestión pastillas de glucosa.

En casos extremos debe administrarse una inyección subcutánea de GLUCAGÓN.

Un descontrol de los niveles de glucosa que lleve a hiperglucemias sostenidas (azúcar elevada durante muchos días) puede provocar consecuencias graves <sup>20</sup>

### 14.3.2 Cetoacidosis

La cetoacidosis se presenta en personas con diabetes tipo 1 (DM1) que registran niveles de glucosa de entre 250mg/dl a 600 mg/dl.

¿Qué son los cuerpos cetónicos?

Cuando el cuerpo no cuenta con la insulina o glucosa necesaria para funcionar cabalmente, utiliza y quema la grasa corporal.

El resultado o los desechos de esta operación que cumple el organismo en casos de emergencia son los llamados cuerpos cetónicos.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Exceso de orina.</li><li>• Sed excesiva.</li><li>• Debilidad.</li><li>• Adormecimiento.</li><li>• Vómitos.</li><li>• Diarrea.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dolor abdominal.</li><li>• Olor dulce o a frutas (manzanas) que puede ser confundido con aliento alcohólico.</li><li>• Respiración profunda y rápida inconciencia.</li><li>• Coma diabético.</li></ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 14b Síntomas de la cetoacidosis**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Omisión en la aplicación de la dosis de insulina.</li><li>• Disminución de la dosis insulina.</li><li>• Estrés.</li><li>• Golpes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Heridas.</li><li>• Infecciones.</li><li>• Hemorragias.</li><li>• Enfermedad distinta a la diabetes.</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 14c Causas que ocasionen cetoacidosis**

Para contrarrestar una cetoacidosis es necesario un tratamiento de urgencia en un hospital. Éste incluye la inyección de insulina e inyecciones intravenosas de solución salina para reemplazar los fluidos corporales perdidos. Es necesario estar monitoreando los niveles de glucosa en sangre y el estado de los fluidos hasta que se estabilicen.

Atenderse rápidamente, asegura restablecerse en pocas horas.

Es muy importante que se practiquen análisis caseros de glucosa y el resultado sea a 250 mg/dl, se efectúe también un examen de presencia cuerpos cetónicos en orina. En la farmacia se pueden tirar reactivas para esta tarea. También hay glucómetros que miden la presencia de cuerpos cetónicos en sangre y esta medición es mucho más precisa. En caso de que los resultados sean positivos, llame de inmediato a su médico para que le dé instrucciones sobre los pasos a seguir .<sup>20</sup>

### 14.3.3 Coma hiperosmolar

Se presenta usualmente en personas de edad avanzada con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) que registran niveles de glucosa mayores a 800 mg/dl.

Es muy parecida a la cetoacidosis diabética pero sus diferencias principales residen en que se presenta en adultos mayores, no hay presencia de cuerpos cetónicos en orina o en sangre y ocasiona daño renal y neurológico.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Exceso de orina.</li><li>• Sed excesiva.</li><li>• Debilidad.</li><li>• Adormecimiento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diarrea.</li><li>• Dolor abdominal.</li><li>• Inconsciencia.</li><li>• Coma diabético.</li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 14d Síntomas del coma hiperosmolar**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Omisión o disminución de la toma de antidiabéticos orales (pastillas para la diabetes).</li><li>• Deshidratación por ingesta insuficiente de agua.</li><li>• Estrés.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hemorragias.</li><li>• Infecciones.</li><li>• Enfermedad distinta a la Diabetes Mellitus.</li><li>• Infarto.</li><li>• Terapia con diuréticos.</li></ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 14e Causas que provocan coma hiperosmolar**

Para contrarrestar el coma hiperosmolar es necesario un tratamiento de urgencia en un hospital. Este incluye la inyección de insulina e inyecciones intravenosas de solución salina para rehidratar al enfermo.

Es necesario estar monitoreando los niveles de glucosa en sangre y el estado de fluidos hasta que se estabilicen.

Un descontrol de los niveles de glucosa que lleve a hiperglucemia sostenida (azúcar elevada durante muchos días) puede provocar consecuencias graves.

Si el tratamiento es rápido, el restablecimiento suele ser rápido y completo <sup>20,22</sup>

### 14.3.4 Problemas en los ojos (Retinopatía Diabética)

Los problemas visuales que pueden presentar las personas con diabetes residen principalmente en la retinopatía diabética, que es el agotamiento o muerte de las células que dan soporte y nutrición a la retina.

La retina es la parte del ojo sensible a la luz.

- |                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visión con arañas o telarañas o pequeñas manchas flotantes.</li> <li>• Una sombra gris en el campo de la visión.</li> <li>• Visión borrosa.</li> <li>• Dolor ocular.</li> </ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabla 14f Síntomas que ocasionan Retinopatía Diabética**

- |                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados niveles de glucosa durante un tiempo prolongado.</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabla 14g Causa que ocasionan retinopatía diabética**

Es muy importante practicarse un análisis completo de la vista, especialmente el llamado FONDO DE OJO, cada seis meses o cada año.

Si la retinopatía diabética aparece, hay terapias con laser que pueden detener su progresión, pero que desafortunadamente, no recuperan la visión perdida.

Las cataratas (opacidad del cristalino) y el glaucoma (aumento de la presión ocular) son otros padecimientos frecuentes entre las personas con diabetes y se pueden detectar también en la visita al oftalmólogo <sup>20,22</sup>

**14.3.5 Problemas en los riñones (Nefropatía Diabética)**

Lesiones en los pequeños vasos sanguíneos de los riñones dan lugar a pérdida progresiva de su función de filtrar y eliminar los productos tóxicos organismo, originando insuficiencia renal crónica, que es una de las principales causas de muerte temprana particularmente en las personas con diabetes tipo 1.

Esta ligada a la presencia de hipertensión (presión arterial elevada).

Al principio hay pocos síntomas, por lo que hay que practicarse exámenes constantes.

- |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinchazón (edema) en tobillos, pies y manos.</li> <li>• Falta de aire (sofocación).</li> <li>• Falta de apetito.</li> <li>• Elevación de la presión arterial.</li> <li>• Confusión.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad para concentrarse.</li> <li>• Náusea y vómito.</li> <li>• Piel seca y comezón.</li> <li>• Fatiga.</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabla 14h Síntomas que ocasionan nefropatía diabética**



- Elevados niveles de glucosa durante un tiempo prolongado.
- El tratamiento para la nefropatía diabética se basa en una alimentación especial, manteniendo buen control de la diabetes. En casos más avanzados se recurre a la diálisis y hasta trasplante en etapas finales.

**Tabla 14i Causas que ocasionan nefropatía diabética**

### **14.3.6 En los nervios (Neuropatía diabética)**

Nos referimos a las lesiones de grandes y pequeños vasos sanguíneos con daños en los nervios.

El cerebro está conectado a los músculos, piel y a todos los órganos a través de una extensa red de nervios que llevan y traen los mensajes y las órdenes.

Es la forma de sentir dolor, controlar los músculos y de llevar cabo tareas automáticas (como respirar, por ejemplo). Los delicados nervios que forman la extensa red resultan lesionados por los elevados niveles de glucosa <sup>20</sup>

- Sensación de “hormigas subiendo a través de los pies” (parestesias).
- Sensación de pies “dormidos” (disestesias).
- Marcha inestable.
- Músculos débiles.
- Exceso o carencia de transpiración.
- Dificultad para sentir frío, calor, dolor o texturas.
- Entumecimiento en piernas.
- Dolor en piernas.
- Ardor en piernas.
- Impotencia sexual (hombres).
- Disminución o falta de lubricación vaginal (mujeres).

**Tabla 14j Síntomas de la neuropatía diabética**

- Los investigadores creen que el exceso de azúcar en sangre debilita las paredes de los pequeños vasos sanguíneos que nutren a los nervios llevándolos a la muerte.

**Tabla 14k Causas que provocan neuropatía diabética**

Con el tiempo las áreas afectadas vuelven menos sensibles y están expuestas a heridas e infecciones. Debe tener mucho cuidado con las heridas en las piernas y pies porque los niveles elevados de glucosa y problemas en la circulación sanguínea pueden provocar que la cicatrización no sea adecuada.

Visite a su médico ante cualquier problema de este tipo antes de que las heridas se hagan más profundas y se infecten.

### **14.3.7 Pie diabético**

Las personas que padecen diabetes son muy propensas a desarrollar úlceras en los pies. Cualquier herida que no cicatriza después de cuatro semanas de haber aparecido debe ser causa de preocupación.

El 15% de las personas con diabetes desarrollarán úlceras en los en algún momento de su vida. Dichas úlceras predisponen a amputaciones de los miembros inferiores.

En general, del 14 al 24% personas con úlceras en los requerirán una amputación. La incidencia de amputaciones a de úlceras en los pies de pacientes con diabetes muestra una tendencia creciente, evidenciándose necesidad de implantar estrategias preventivas que incluyan técnicas apropiadas para el cuidado y tratamiento de las heridas.

A pesar de la sustancial morbilidad resultante de las úlceras en los en personas con diabetes, no existen guías basadas en evidencia su valoración y tratamiento, previniendo así recurrencia. Adicionalmente, algunas terapias que han mostrado efectividad no se encuentran disponibles, o bien no existe un consenso de su evaluación y/o uso.

La asociación Norteamericana Diabetes (ADA, por sus siglas inglés) publicó una extensa revisión técnica sobre los cuidados preventivos que debe procurar un paciente con diabetes, así como su tratamiento.

El término “herida por pie diabético” se refiere a una gran variedad de condiciones patológicas. Las úlceras en los pies son las lesiones más frecuentes, definidas como cualquier rompimiento en la barrera cutánea, sin embargo usualmente, se extienden a través de la dermis <sup>20,21,23</sup>

Cualquier herida que no cicatriza después de cuatro semanas de haber aparecido debe ser causa de preocupación, asociándose con un mal pronóstico, incluyendo la posible amputación. Las úlceras en los pies de pacientes con diabetes deben ser tratadas por diversas razones:

1. Para mejorar la función y calidad de vida.
2. Para controlar la infección.
3. Para mantener el estado de salud.
4. Para prevenir las amputaciones.

Las úlceras por pie diabético son heridas crónicas las cuales se cree que presentan un proceso de cicatrización distinto a las heridas crónicas en individuos sin diabetes.

### **14.3.8 Complicaciones en los vasos sanguíneos**

Diabetes no solamente significa el tener alteraciones en la cantidad glucosa que hay en la sangre, también tiene que ver con un cuidado diario, oportuno y orientado, así como de una vigilancia constante de varios aspectos.

Uno de cuidados se refiere a los vasos sanguíneos, pues aunque a veces los síntomas no sean tan aparentes, si no vigilamos este aspecto nos puede ocasionar serios problemas.

Uno de estos aspectos es el sobrepeso. Si existe sobrepeso, nuestro corazón tendrá más problemas para irrigar adecuadamente todo el cuerpo, presentándose problemas en algunas áreas, generalmente las más alejadas a nuestro tronco.

Pueden empezar a presentarse alteraciones como la llamada claudicación intermitente. Esto ocurre cuando se nos “doblan las piernas” como si fueran de al caminar, y nos es necesario tener de reposo para recuperar la fuerza mismas.

Además, poco a poco hay algunas modificaciones como la reducción de la amplitud de los pulsos, la baja temperatura de alguna parte del cuerpo, la disminución del vello (principal en las extremidades inferiores), así como las modificaciones en la sensibilidad (ver complicaciones en los nervios o neuropatía) y que generalmente van juntas.

Se agregan las uñas quebradizas, los pies fríos y ésto puede agravarse aún más si no hay una vigilancia adecuada del colesterol y los triglicéridos de nuestra sangre, pues obstaculizan la circulación provocando aún más problemas.

Estas alteraciones también pueden suceder en los vasos sanguíneos del cerebro, ocasionando que algunas áreas tengan menor irrigación y se provoque, como consecuencia, la pérdida de alguna función (como el habla por ejemplo). Lo anterior puede favorecer la presencia de infartos en el cerebro.

Estas alteraciones suceden también en los vasos sanguíneos del corazón, originando lesiones semejantes, de aquí la necesidad de vigilancia estrecha. Recordemos que en todo nuestro cuerpo hay vasos sanguíneos, de tal manera que todo nuestro cuerpo puede verse afectado por un mal control de la diabetes.

Los únicos vasos sanguíneos a los cuales se les puede observar y que el médico tiene acceso, son los de la retina, que examina el oftalmólogo cuando nos revisa los ojos. Esto le puede dar idea al especialista y a la persona con diabetes de cómo puede encontrarse la salud de sus vasos sanguíneos.<sup>20,23</sup>

### **14.3.9 Complicaciones bucales**

Se sabe que las personas con diabetes son altamente susceptibles a infecciones y que cuando las padecen, éstas llegan a ser más severas mayor duración y dificultad para combatir las.

Aquí el control metabólico del paciente juega un papel determinante en el desarrollo y proliferación de las infecciones, así como los cuidados locales y generales lleven a cabo para evitarlas.

Recordemos que en la boca, en otras zonas específicas de nuestro cuerpo, conviven un gran número de colonias de microorganismos que en condiciones normales desempeñan un papel primordial en el mantenimiento de la del individuo.

Pero cuando este equilibrio se rompe, algunos microorganismos llegan a ser patógenos, es decir, capaces de comenzar su medio.

Para que esto suceda, es necesario que se generen las condiciones idóneas que favorezcan el desarrollo y la proliferación de estos microbios.

#### **a) Caries Dental**

Debido a las altas concentraciones de glucosa en el fluido salival, lo cual genera las condiciones ideales para el desarrollo del principal microorganismo responsable de la caries.

#### **b) Enfermedad Periodontal o Periodontitis**

Tal vez la más común, agresiva y destructiva de las complicaciones bucales de la diabetes.

Se caracteriza por una afectación de las encías, en la cual comienza a apreciarse desde un sangrado constante y profuso, hasta la formación de abscesos en la encía, las cuales causan dolor, inflamación, mal aliento y en los casos mas dramáticos y complicados, la perdida seriada de piezas dentales <sup>20,23</sup>

#### **c) Xerostomía o Resequedad bucal.**

Es causada por dos factores:

1. La deshidratación provocada por el padecimiento general en sus etapas iniciales, debido a la pérdida excesiva de líquidos a través de la orina.
2. Por la afectación y agrandamiento de las glándulas salivales.

**d) Retardo en la cicatrización.**

Las proteínas que se encuentran circulando en la sangre se componen por efecto directo de la elevada cantidad de glucosa, lo cual provoca que los efectos reparativos de estas se vean disminuidos o alterados.

La proteína que se encarga principalmente de la cicatrización es el colágeno, la cual se ve más afectada por el efecto nocivo de la glucosa.

De ahí el retardo y la disminución en la cicatrización de las heridas.

**e) Candidiasis e infecciones por hongos oportunistas.**

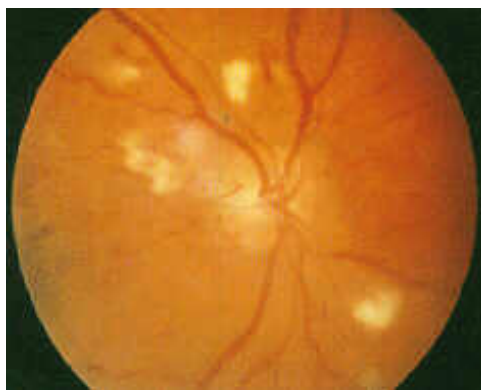
**f) Alteraciones del gusto.**

Causadas principalmente por la afectación de las terminaciones nerviosas gustativas, aparte de los efectos que causa el tratamiento con sulfonilureas.

## **14.4 Exámenes Médicos**

Existen varios exámenes de laboratorio que deben realizarse periódicamente en pacientes con diabetes, además de la glucemia; ellos incluyen exámenes de orina, medición de grasas en la sangre, medición de la función de los riñones, examen de ojos por un oftalmólogo (figura 14.2) y radiografía del tórax.

Es frecuente que un diabético tenga alta la presión arterial o las grasas en la sangre. Esos aspectos también deben ser vigilados y atendidos en caso necesario. Puede ser necesario el uso de otros medicamentos para tratar esos problemas <sup>20,23</sup>



**Figura 14.2 Examen de los ojos**

## XV. TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN



## 15.1 Diagnostico

No hace mucho tiempo, el diagnóstico de la diabetes iba seguido por “la platica”. Una conversación muy frustrante con el médico sobre su futuro. “Ahora tendrá que vigilar mas su dieta,” suprima el azúcar, vigile la grasa, disminuya los hidratos de carbono, no coma postre, muchas verduras verdes cocidas al vapor, no hay otra alternativa.

Era deprimente, desalentador y enfadante. Gracias a la investigación, surgió una nueva forma de pensamiento en la comunidad médica sobre como comer para vencer la diabetes. La diabetes es un padecimiento en la cual, las células absorben menos glucosa o azúcar en la sangre, que es el ingrediente clave que usan las células como combustible.

Hay dos causas principales para esto: ya no se produce suficiente insulina o las células ya no son receptivas a la insulina que se produce. En cualquier caso, el resultado es que hay demasiada glucosa en el torrente sanguíneo y no la suficiente en las células. Lo que puede presentar muchas complicaciones.

Ahora sabemos que el arte de manejar la diabetes está en buena parte en controlar el azúcar en la sangre. Hay tres formas clave para hacerlo:

1.- Asegúrese de que su cuerpo tenga suficiente insulina, para que las células puedan obtener el combustible que necesitan para funcionar.

2.- Desarrolle hábitos de vida que hagan a su cuerpo menos susceptible a los cambios de azúcar en la sangre y a sus células menos resistentes a la insulina.

Lo primero en la lista es perder peso. Se incluye también ejercicio, relajación, mejores hábitos de sueño y un programa de vitaminas y complementos.

3.- Ajuste su dieta para asegurarse de que obtiene los nutrimentos adecuados durante el día, para mantener estable la sangre.

La diabetes es algo grave y su propagación es parecida a una epidemia. Comer alimentos saludables y deliciosos en porciones adecuadas es quizás la mejor forma de combatirla .<sup>20,22</sup>



## 15.2 Control

Recomendaciones para controlar la diabetes.

\*Acudir a tu médico para establecer tu condición, y establecer una rutina de seguimiento (figura 15.2).

\*Establecer con tu médico una vigilancia y medición de glucosa constante acorde a tu condición personal.

\*Conocer tu enfermedad y habituarte a vivir con ella.

Figura 15.2 Control

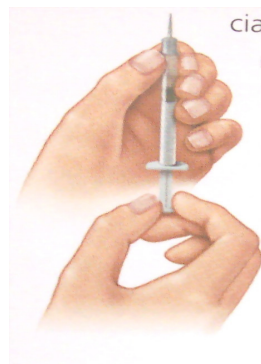
## 15.3 Medicamentos

La insulina puede ser de varios tipos y varias características. Algunas se obtienen del páncreas de gatos y perros pero la tecnología en años recientes, ha hecho posible conseguir la producción de insulina sintética.

Algunas variedades de insulina actúan rápidamente y otras actúan en un periodo más largo. El tipo de insulina, cantidad, periodos de tiempo etc. Son medidas que se toman según la necesidad del diabético.

Para aquellos pacientes con una diabetes muy inestable, que estén preparados para llevar a cabo un programa elaborado, la mejor opción será la inyección de insulina de acción rápida antes de cada comida.

Las dosis dependen de la medida de la concentración de glucosa en sangre en ese momento. Este régimen es el llamado “terapia intensiva de insulina” (figura15.3).



**Figura 15.3 Terapia intensiva de insulina**

Hipoglucemiantes orales. (También llamados antidiabéticos orales).

Son medicamentos que estimulan el páncreas para incrementar la producción de insulina y se usan en una tercera parte de los pacientes con diabetes tipo 2. Están indicados para los diabéticos incapaces de controlar la concentración de glucosa solo con dieta.

Esta información tiene el fin de ayudar a entender como funciona el tratamiento recetado por el médico, de modo que las dudas que permanezcan al respecto deben consultarse con los especialistas de la salud.

Es muy probable que a un paciente diabético que llegue al consultorio dental, su médico le haya recetado pastillas, además de su plan de alimentación, programa de ejercicio y monitoreo continuo de sus niveles de glucosa<sup>20,23</sup>



Estos medicamentos que ingiere o mastica antes, durante o después de cada alimento se llaman antidiabéticos orales.



**Figura 15.4 Antidiabéticos orales**

Lo que se presenta a continuación es una breve explicación de cómo funcionan los antidiabéticos orales (figura 15.4).

De ninguna manera se trata de una guía que permita a una persona automedicarse este tipo de pastillas

Esta información tiene el fin de ayudar a entender como funciona el tratamiento recetado por el médico, de modo que las dudas que permanezcan al respecto deben consultarse con los especialistas en la salud <sup>20</sup>

Existen 5 grupos principales:

#### 1. Grupo de Sulfonilureas

Fueron los primeros medicamentos orales para personas con diabetes tipo 2. Básicamente su acción se ejerce sobre el páncreas, estimulándolo para aumentar la secreción de insulina.

Precisamente por eso es que pueden provocar hipoglucemias. Principalmente se receta: A personas con diabetes tipo 2, usualmente no obesas, que no han obtenido un buen control con el plan de alimentación y ejercicio.

Precauciones:

El mayor riesgo de tomar sulfonilureas, como se ha mencionado, es la presencia de hipoglucemias derivadas por los siguientes factores:

- Aumento en la dosis de sulfonilureas.
- Hacer más ejercicio del acostumbrado.
- Omitir una comida o comer menos de lo acostumbrado.
- Enfermedad.

También pueden presentarse algunas reacciones dermatológicas como comezón en la piel, o manchas, o reacciones gastrointestinales como nauseas o vómitos <sup>20</sup>

No deben emplearse en personas que presentan un descontrol agudo de la diabetes; es decir, que presentan niveles de glucemia muy elevados constantemente; tampoco debe emplearse en personas con insuficiencia renal o hepática.

Hay diferentes compuestos que se utilizan para la preparación de las sulfonilureas:

Clorpropamida, que puede encontrarse comercialmente como Diabinese.

Tolbutamida, que puede encontrarse comercialmente como Rastinon.

Glibenclamida, que puede encontrarse comercialmente como Norfaben, Euglucon.

Glipizida, que puede encontrarse comercialmente como Minodiab, Glupitel.

Glimepirida, que puede encontrarse comercialmente como Amaryl.

## 2. Grupo de Biguanidas

No actúan a nivel del páncreas si no principalmente a nivel hepático (hígado), disminuyendo la producción excesiva de glucosa por este órgano. Debido a esta razón, no suelen provocar hipoglucemia cuando son tomadas solas, aunque hay que tener cuidado cuando se utilizan en tratamiento combinado con otro antidiabético oral.

Entre otros efectos positivos se ha detectado que inciden en la disminución de triglicéridos, colesterol HDL y no provocan aumento de peso.

Principalmente se receta a los pacientes de mediana edad, ya que son un arma muy eficaz para ayudar a pacientes con obesidad.

Precauciones:

Generalmente deben evitarse en adultos mayores de 80 años, o personas con fallo hepático o renal. Asimismo si se tiene una historia de falla cardíaca previa o enfermedades respiratorias.

Pueden provocar náuseas; vómito o diarrea; algunas reacciones alérgicas y también puede presentarse el caso de que tras su ingesta quede un sabor metálico en la boca.

El compuesto de las biguanidas es la Metformina. En nuestro país se pueden encontrar con los nombres comerciales de Dabex, Debeone, Debeone DT, Dimefor, Ficonax, Glucophage<sup>20,23</sup>.

## 3. Grupo de los Inhibidores de la Alfa Glucosidasa

Estos fármacos tampoco causan hipoglucemia. Su mecanismo de acción es el siguiente: trabajan exclusivamente sobre el tubo digestivo donde hacen más lenta la absorción de la glucosa. De esta manera provocan una disminución de las elevaciones de la glucemia que se producen después de la comida en los pacientes con diabetes tipo 2.

Los inhibidores de la alfa-glucosidasa se encargan de compensar uno de los principales defectos que se presentan en el organismo de este tipo de personas y que es la fase precoz de liberación de insulina, esto es, cuando el cuerpo empieza a recibir alimentos en ese mismo instante empieza a segregar cantidades mínimas de insulina que lo preparan para evitar los grandes picos de elevación de glucemia en sangre tras 2 horas de haber ingerido los alimentos.

Se receta principalmente a personas con diabetes tipo 2 que presentan elevaciones anormales de glucosa posprandial (2 horas después de ingerir alimentos).

Precauciones:

Sus principales problemas son de intolerancia digestiva como gases, sensación de hinchazón, etc., pueden disminuirse sobre todo si se comienza con muy bajas dosis y lentamente las dosis se van incrementando.

Los inhibidores de la alfa-glucosidasa pueden estar preparados con 2 compuestos: Acarbosa, entre la que encontramos comercialmente Glucobay; y Miglitol que se encuentra comercialmente como Diastabol.

#### 4. Grupo de Meglitinidas

Conocidas como los antidiabéticos “rápidos”. Se toman justo antes de comenzar a comer y pueden incluso suprimirse si por cualquier razón no se va a comer en ese momento o se va a comer mucho menos de lo habitual, evitando así el riesgo de hipoglucemias. Se dice que estos medicamentos ofrecen mayor flexibilidad en el tratamiento.

Actúan principalmente en el páncreas, específicamente en la fase precoz que se menciona en los inhibidores de la alfa-glucosidasa por lo que el riesgo asociado de hipoglucemias es muy bajo.

Se recetan principalmente porque son un arma muy eficaz para controlar las elevaciones de glucosa posprandiales (2 horas después de los alimentos) cuando estos picos no son muy elevados

Precauciones:

Aunque se ha demostrado en experimentos in vitro que las meglitinidas solo ejercen su efecto cuando la glucemia se encuentra entre 75 y 180 mg/dl, hay riesgo de hipoglucemia.

No deben utilizarse en personas que presenten algún nivel de insuficiencia hepática; insuficiencia renal avanzada o que estén utilizando al mismo tiempo un tratamiento con inductores o inhibidores del citocromo CYP3A4.

Las meglitinidas pueden estar preparadas con 2 compuestos:

Repaglinida, entre las que encontramos comercialmente Novonorm; y Nateglinida que se puede encontrar comercialmente como Starlix <sup>20,23</sup>

## 5. Grupo de Tiazolidinedionas

Actúan principalmente sobre el músculo disminuyendo la resistencia a la insulina o de otra manera, permitiendo que cada unidad de insulina que su páncreas produce se aproveche mejor ahí misma.

Se pueden utilizar solas o en asociación a otros antidiabéticos. Aunque estos 2 fármacos no se han visto asociados con problemas serios hepáticos.

Sin embargo, es aconsejable preguntar al médico si se debe realizar un examen de función del hígado antes de empezar con este tratamiento y si se debe hacer otra prueba de este tipo cada 2 o 3 meses durante el primer año de utilización de este medicamento (el antecesor de estos fármacos, la troglitazona, se vio implicada en fallos hepáticos fulminantes por lo que fue retirada del mercado el año 2000.

No obstante, esta nueva generación de Tiazolidinedionas no ha presentado problemas semejantes; por lo que es un medicamento bastante seguro.

Se receta principalmente a personas con obesidad y con niveles elevados de triglicéridos y colesterol LDL (comúnmente llamado colesterol malo).

Precauciones:

Los síntomas de fallo hepático son náuseas, vómitos, dolor abdominal, fatiga, pérdida de apetito, orinas muy oscuras. Como precaución deberá de ponerse en contacto con su médico inmediatamente si presenta cualquiera de esos síntomas.

Todos los antidiabéticos orales están contraindicados en mujeres embarazadas y en periodos de lactancia. También hay que consultar con el médico si el tratamiento con estas pastillas debe suspenderse días antes de que se realice una operación quirúrgica.

Ninguno de los antidiabéticos orales está recomendado como tratamiento único para las personas que padecen Diabetes Mellitus tipo 1.

## 15.4 Nutrición

En gran medida, la diabetes empieza y termina con la comida, la fuente de glucosa del cuerpo. Tener diabetes no significa que nunca podrá disfrutar los postres o comidas favoritas, solo que tendrá que hacer un balance cuidadoso.

Al seguir un plan de comidas personalizado controla su peso y disminuye calorías y la glucosa en la sangre. Los intercambios de comidas y el conteo de carbohidratos pueden ayudar a realizar elecciones sabias.

No debemos considerar estos cuidados como una dieta, sino como un paso permanente para mejorar la salud<sup>20,23</sup>

Las únicas precauciones a tomar son el control en el consumo de los alimentos, para evitar un exceso de azúcar, y no consumir las frutas desecadas (pasas, dátiles, etc.).



**Figura 15.5 dieta individualizada**

Es necesario elaborar una dieta para cada individuo (figura 15.5). La meta de las dietas es doble.

Por una parte le ayudará a controlar la concentración de glucosa. Por otra, ayuda a controlar y reducir su peso.

La obesidad aumenta la necesidad que el cuerpo tiene de insulina porque la comida extra contribuye a aumentar la cantidad de glucosa en el sistema.

No es una sorpresa el hecho de que la dieta sea un elemento clave en el control de la diabetes.

Después de todo, la glucosa proviene de la comida y es lógico que lo que come influya en el aumento del azúcar.

Los alimentos no deben ser un problema, sino parte de la solución.

La dieta adecuada es una medicina tan poderosa, que puede detener el curso de la diabetes tipo 2. Los alimentos pueden ayudarlo a reducir las dosis de insulina o de medicamento o incluso a dejar de usarlos.

La dieta adecuada ayuda a tratar mejor la diabetes tipo 1. La verdad es que una dieta saludable para una persona con diabetes no es muy diferente de una dieta saludable para cualquier otra persona <sup>22,23</sup>



## Alimentos que hay que aumentar su consumo

<b>Legumbres</b>	A PESAR DE QUE CONTIENEN alrededor del 20 al 30% de carbohidratos, son muy bien tolerados por los diabéticos. Contribuyen a regular el nivel de azúcar en sangre, gracias a su contenido en fibra y su peculiar estructura de las semillas, por eso constituyen un alimento fundamental para los diabéticos. Ejemplo: chícharos, habas verdes, ejotes, etc...	<b>Champiñón</b>	PRODUCE UNA NOTABLE MEJORÍA en la evolución de la diabetes, además aporta muy pocos carbohidratos.
<b>Verduras</b>	TODAS ELLAS SON MUY BIEN TOLERADAS por los diabéticos y, debido a su bajo aporte calórico, contribuyen a evitar la obesidad a la que tienden los diabéticos adultos. Resultan especialmente recomendadas el brocoli, coliflor, col o repollo, lechuga, chícharo y pepino.	<b>Nopal</b>	EL CONSUMO DE LAS HOJAS carnosas del nopal produce un descenso rápido en el nivel de azúcar en la sangre, pero únicamente en quienes padece Diabetes Mellitus, y nunca en individuos sanos.
<b>Cereales integrales</b>	PREVIENEN LA DIABETES, se deben comer en abundancia especialmente la cebada, trigo y avena.	<b>Papa</b>	PROPORCIONA CARBOHIDRATOS COMPLEJOS Y FIBRA, lo cual hace que durante su digestión se libere lentamente la glucosa. De esta forma, la papa no produce aumentos bruscos en el nivel de glucosa en sangre y resulta bien tolerada por los diabéticos en cantidades controladas.
<b>Fruta</b>	LA FRUTA ES NECESARIA EN CASO DE DIABETES, pues aporta vitaminas antioxidantes que mejoran su evolución y protegen contra las complicaciones de tipo cardiovascular. Las únicas precauciones a tomar son el control de su consumo, para evitar un exceso de azúcar, y no consumir las frutas desecadas (pasas, dátiles, etc.).	<b>Germen de trigo</b>	LA ACCIÓN COMBINADA DE LAS VITAMINAS B1 Y E presentes en el germen explica en parte su efecto antidiabético: 4 o 5 cucharadas diarias puede reducir el nivel de azúcar en sangre y las necesidades de insulina.
<b>Frutos secos</b>	TANTO LOS FRUTOS SECOS ( nuez, almendras, pistaches, piñones) como las semillas de girasol o calabaza, proporcionan energía en forma de ácidos grasos de fácil asimilación, Vitamina B, E y minerales. Puesto que son relativamente pobres en carbohidratos, resultan fácilmente adaptables a las dietas de los diabéticos.	<b>Antioxidantes</b>	PROTEGEN A LAS CÉLULAS del daño causado por el exceso de azúcar en el medio extracelular (fuera de las células) y su carencia intracelular (dentro de las células). Las vitaminas A, C y E, son los mejores antioxidantes, ellos forman parte de la fruta, verduras y frutos secos.
<b>Alcachofa</b>	SU PRINCIPIO ACTIVO, LA CINARINA, ejerce una suave acción hipoglucemiante (reduce el nivel de azúcar en sangre), además contiene inulina, un carbohidrato conveniente para los diabéticos, formado por moléculas de fructosa.	<b>Vitaminas B</b>	LAS VITAMINAS B1, B2 Y B6, son necesarias para que la glucosa (azúcar) pueda quemarse y transformarse en energía, por lo que los diabéticos deben evitar su carencia. El germen de trigo, la lavadura de cerveza, las legumbres y los frutos secos, son buena fuente de estas vitaminas.

**Tabla 15a Dieta alimenticia**

El objetivo es controlar la glucosa en la sangre y obtener el balance correcto de nutrientes para una buena salud <sup>23</sup>

Para planear una estrategia funcional debemos de:

1. Consultar un dietista.
2. Llevar un diario de comida.
3. Lecturas de glucosa en la sangre.
4. Cuidar el peso.
5. Hábitos de ejercicio.
6. Uso de insulina (diabetes tipo 1).
7. Uso de medicamento.

La consistencia es la clave una vez que se desarrolle un plan, mantener estable la glucosa comiendo la misma cantidad de comida con el mismo balance de nutrientes, en el mismo horario cada día, comer con patrones erráticos solo hace que el azúcar en la sangre oscile.

Debemos de establecer un plan de comidas que podamos seguir siempre.<sup>23</sup>

## 15.5 Ejercicio

Otra parte importante, es el ejercicio regular, que ayuda a mantener el peso adecuado, y es benéfico sobre el aparato circulatorio.

Los músculos utilizan más glucosa durante el ejercicio vigoroso, lo cual ayuda a que el nivel de glucosa disminuya. Una buena práctica es beber leche y carbohidratos 30 minutos antes del entrenamiento.



En México existe la Clínica de Síndrome Metabólico y Enfermedades Respiratorias, ubicado en el área de la investigación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER), la doctora Guadalupe Fabián y sus colaboradores atienden el Club del Paciente Diabético.

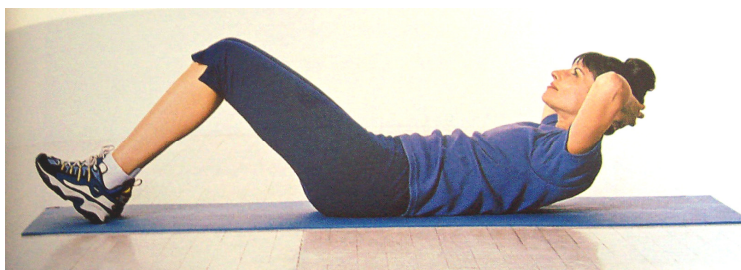
Todo aquel que necesite orientación sobre la enfermedad puede acudir allí.

Caminata por la vida

La primera caminata, se realizó en el año de 1993, con un éxito rotundo, y la doctora no dudo en repetir esta iniciativa año con año.

**Figura 15.6 Dra. Guadalupe Fabián**

Dra. Guadalupe Fabián (figura 15.6).  
Fundadora del Club del Paciente Diabético  
Hospital General Dr. Manuel Gea González.<sup>23</sup>



**Figura 15.7 Actividad física**



**Figura 15.8 Ejercicio**



<p><b>1</b> Estime su frecuencia cardíaca. Calcula: <math>220 - \text{su edad} = \underline{\hspace{2cm}}</math> (Esta es su frecuencia cardíaca máxima esperada)</p>	<p><b>5</b> Para la mayor parte de la gente ejercitar en el límite inferior de intensidad por mayor tiempo es mejor que practicar ejercicio en los límites superiores en periodos cortos de tiempo. Esto es particularmente cierto al inicio de un programa de ejercicio.</p>
<p><b>2</b> Determine el límite inferior para practicar su ejercicio a través de la multiplicación de su frecuencia cardíaca máxima esperada por 0.6.</p>	<p><b>6</b> Ejercitar aún a una intensidad baja (siempre por arriba del límite inferior) mejorará la capacidad física total.</p>
<p><b>3</b> Determine el límite superior para practicar su ejercicio a través de la multiplicación de su frecuencia cardíaca máxima esperada por 0.8</p>	<p><b>7</b> Algunos medicamentos utilizados para el tratamiento de la presión arterial elevada, antihistamínicos, y algunas enfermedades pulmonares pueden afectar la frecuencia cardíaca tanto en reposo como en ejercicio.</p>
<p><b>4</b> Ejercite su frecuencia cardíaca entre los límites superior e inferior.</p>	<p><b>8</b> En todos los casos es importante consultar a su médico para determinar el rango apropiado de la frecuencia cardíaca en el ejercicio.</p>

**Tabla 15b Rango de intensidad del ejercicio aeróbico**

La actividad ayuda a eliminar grasa de su cuerpo e inclina la balanza en la dirección correcta (dos formas importantes de controlar la diabetes): el ejercicio es casi como la insulina en su habilidad para disminuir la glucosa en la sangre (figura 15.7).

También ayuda a que el cuerpo use la insulina. La actividad física es una de las formas más efectivas de controlar la diabetes; además disminuye el riesgo de un ataque cardíaco o de apoplejia (figura 15.8).

Añadir ejercicio no tiene que tomar mucho tiempo o esfuerzo e incluso puede ser divertido.

El ejercicio te hace sentir bien quema grasa, quita kilos, disminuye la glucosa, aumenta la sensibilidad a la insulina, proporciona una mejor apariencia, además tiene beneficios adicionales:

Previene enfermedades graves como cancer de colon.

Mejora o mantiene el flujo de sangre hacia los órganos sexuales, mejorando la función y el placer sexual.

Preserva funciones como la memoria.

Retarda la pérdida ósea que puede causar osteoporosis.

Ayuda al sistema inmunitario a combatir invasores.

Calma el dolor de la artritis al fortalecer y estirar músculos, tendones y ligamentos que sostienen las articulaciones <sup>21,23</sup>



Protege contra el dolor de espalda al fortalecer a los músculos que sostienen la columna vertebral.

Propicia un sueño tranquilo.

El ejercicio es tan poderoso como un medicamento, sin embargo, lo que funciona para una persona no será ideal para todos los que tienen diabetes.

**1** Ejercite actividades de tipo aeróbico tales como caminar, trotar, correr, nadar, ejercicio en bicicleta, ascensos en escalera o circuitos aeróbicos de pesas, entre otros.

Por eso es importante trabajar con su médico para adaptar un plan de ejercicio a las necesidades de cada quien, empezando con el tipo de diabetes que padece.

**2** Practique el ejercicio tres a cinco días a la semana.

Si una prueba de estrés muestra un problema cardíaco quizá le recomienden caminar y no correr.

**3** Realice ejercicios gimnásticos para elevar la temperatura corporal y estirar los músculos de las regiones corporales por ejercitar, durante cinco a diez minutos antes de iniciar la actividad aeróbica.

Si tiene la presión arterial alta o un daño en la vista o los riñones, debe evitar el levantamiento de pesas.

**4** Mantén la intensidad del ejercicio por 30 a 45 minutos.

Si tiene una lesión en los nervios de los pies, sería mejor chapotear en una piscina que caminar en la calle.

Necesitará tomarse el pulso durante el ejercicio para saber si alcanza el ritmo cardíaco ideal.

**5** Gradualmente disminuya la intensidad de su sesión de trabajo y culmine con ejercicios de estiramiento al concluir su entrenamiento durante cinco a diez minutos.

Siete pasos al éxito del ejercicio:

- 1.- Hágalo divertido.
- 2.- Olvídense de los viejos tiempos.
- 3.- Fíjese en metas firmes.
- 4.- Sea su propio parámetro.
- 5.- Anótelo.
- 6.- Incluya a sus amigos.
- 7.- Mantenga firme sus prioridades.

Lo importante del ejercicio es que puede salvarle la vida y puede hacer que se sienta bien en poco tiempo <sup>23</sup>

**Tabla 15c Guía de ejercicio aeróbico**

## XVI. Algunos tratamientos con laser dental que podemos realizar en pacientes diabéticos



## 16.1 Ventajas

El laser dental aumenta la efectividad de los tratamientos bucales, además, en la mayoría de los casos disminuye el tiempo de recuperación del paciente y se presenta como una magnífica terapia coayudante a la terapia tradicional.

Gracias a su método de aplicación por medio de la luz permite que el tratamiento con laser sea de carácter aséptico, ya que evita la contaminación cruzada.

De acuerdo al amplio espectro de indicaciones que presenta, se puede concluir que el laser terapéutico es una herramienta útil en nuestro medio, debido a la diversa gama de aplicaciones y ventajas que suministra en el tratamiento odontoestomatológico.

Tras los diversos estudios analizados se observa evolución clínica y terapéutica del paciente y su mejoría considerable con el pre y postoperatorio de la técnica del laser terapéutico.

El laser terapéutico puede ser combinado con otros agentes físicos mejorando su efectividad y disminuyendo los limitantes, que el tratamiento por si solo pueda presentar.

En la actualidad existe una tendencia en la Odontología moderna que es la aplicación de la luz como forma de tratamiento terapéutico cuyos efectos son aliviar el dolor, estimular la reparación del tejido, reducir edema e hiperemia en los procesos inflamatorios, prevenir infecciones, además de actuar tratando parestesias y parálisis.

La incorporación del laser en la práctica odontológica se tiene que colocar en su justa medida, es un gran avance en odontología aunque un poco costosa su tecnología, el laser terapéutico ayuda a practicar algunos tratamientos con mayores garantías de éxito, también con mayor facilidad, pero, en la actualidad, no sustituyen completamente las técnicas habituales de tratamiento.

También se emplean laseres de potencias mayores, buscando una acción quirúrgica clínica, removiendo tejido cariado o haciendo incisiones y excisiones en tejido blando.

Las cirugías con laser se desarrollan en campo seco y limpio, libre de microorganismos, con incisiones claras y nítidas y con menor necesidad de anestésicos.

Generalmente no es necesaria la sutura. Los post-operatorios no presentan dolor, con mínimo o ausencia de edema e inflamación, con una cicatrización más rápida y sin retracción posterior.

En cuanto a los tejidos duros las ventajas biológicas son un gran respeto por las estructuras dentarias sanas, con un incremento en el sellado marginal lo

cual nos evita la filtración marginal, y sin posibilidad de recidivas por presencia de restos bacterianos en el piso cavitario.

Eliminación selectiva del tejido cariado, sin tener el riesgo de quitar más tejido de la cuenta.

Ventajas para la pulpa dental y para el paciente.

Prevención de la nueva creación de caries.

Reducción del dolor.

El laser especial para cirugía cuenta con propiedades antiinflamatorias.

Su uso en odontología es bastante amplio: Operatoria dental, blanqueamientos, cirugías bucales, acondicionamiento de tejidos, entre otros.

Mayor eficiencia en la práctica y mejores logros estéticos. Prácticamente no se necesita anestesia, con lo cual pueden tratarse varios cuadrantes en una sesión.

Las aplicaciones de los diferentes tipos de laseres posibilitaron un gran cambio en muchos procedimientos médicos reduciendo los tiempos quirúrgicos y de recuperación de los pacientes.

En el campo odontológico se han evaluado los efectos del laser sobre los tejidos duros y las aplicaciones de las diferentes longitudes de onda que están disponibles <sup>24</sup>

## **16.2 Desventajas**

En el tratamiento con laser terapéutico no se determina ningún efecto adverso o reacción indeseable luego de su aplicación, pero existen evidencias colaterales como la somnolencia y fatiga.

Aunque los laseres utilizados en operatoria dental (restauraciones de los dientes) son muy efectivos removiendo caries, aún no son muy aptos para remover materiales previamente colocados en los dientes (como las amalgamas, las cuales al removerse con laser producen liberación de mercurio, tóxico para el organismo).

Las coronas, carillas, y otros, que requieren preparaciones especiales con paredes rectas, no pueden ser logradas con el laser.

Los equipos laser son demasiado costosos, por lo que la mayoría de los odontólogos no están en la capacidad de adquirirlos.

Debido a su alto costo, también se incrementa la tarifa de los tratamientos odontológicos.<sup>4</sup>

La aplicación del laser dental supone una serie de ventajas que describimos a continuación:

Ambiente estéril, se disminuye la posibilidad de infección cruzada.

Menor uso de antibióticos.

El 90% de los casos se pueden realizar sin anestesia infiltrativa.

Ambiente sin sangre (figura 16.1)

Induce la hemostasia, produciendo una coagulación sin necrosis.

Mejora calidad de tratamiento. (figura 16.2).

Reduce tiempo quirúrgico.

No hace falta suturar ya que cicatriza por segunda intención en tres semanas aproximadamente.

Reduce dolor postoperatorio. (figura 16.3).

Reduce edema postoperatorio.

Bien aceptado por pacientes.

Soporte técnica tradicional.

Buena visibilidad del campo operatorio <sup>12</sup>



**Figura 16.1 Ambiente sin sangre**



**Figura 16.2 Mejora calidad de tratamiento**



**Figura 16.3 Reduce dolor postoperatorio**



## 16.3 Tratamientos

### Obturaciones – laser

La tecnología laser permite al dentista poder obturar todas las piezas dentales en cualquier grado de caries dental.

Las obturaciones pueden ser en molares, premolares, y dientes centrales, los cuales se pueden obturar en materiales estéticos.

Lo más importante de esta tecnología laser, es que para estos tratamientos, se evita el uso de las agujas para la aplicación de la anestesia, se elimina la vibración de la fresa dental y el sonido, no existe dolor cuando se trabaja sobre la pieza dental.

Se conserva más tejido sano, menos destrucción de la pieza dental y gran retención para el material seleccionado. Ideal para cualquier persona, pero en especial para personas con problemas cardiovasculares, diabéticos, niños, adultos, pacientes con síndromes e intolerancia a los medicamentos <sup>9,16</sup>

### Endodoncia - laser

El objetivo del tratamiento de conducto es remover el nervio dentario inflamado y eliminar el dolor, así como la infección en él.

La nueva tecnología laser en los tratamientos de endodoncia son todo un éxito. En una sola cita se realiza este tratamiento en cualquier pieza dental, la mayoría de los tratamientos sin anestesia y sin dolor.

.Para ésto se usa el laser llamado Nd: YAG (Neodimio, Itrium, Aluminio, Granate). Después de limpiar el conducto con el método tradicional, se usa el laser para eliminar las bacterias

El laser también estimula el cierre del conducto y además impide la reproducción de las bacterias. la eliminación de bacterias llevada a cabo de esta manera, acorta marcadamente el tratamiento de conducto y eleva el porcentaje de éxito en el pronóstico.

Totalmente aséptico, ideal para apicectomias, remoción de quistes y fibromas con esta tecnología no se corre ningún riesgo y la salvación de la pieza dental garantizada <sup>9,16</sup>

### Cirugía - laser

La fibra óptica del laser no se usa como un bisturí. Se trabaja rozando la superficie del tejido produciendo un corte limpio sin sangrado y con los bordes en perfecto estado.

No se necesita sutura ya que cicatriza por segunda intención. No se produce edema ni dolor post-operatorio. Ningún dolor o leve dolor de la zona tratada durante 24 horas (debido al efecto de bioestimulación celular por aumento de la actividad mitocondrial) <sup>9</sup>

El uso del laser de diodos ha mejorado enormemente la cirugía, principalmente en pacientes delicados con diversas enfermedades y con múltiples tratamientos como por ejemplo la diabetes, debido a que no es necesario eliminar ningún tipo de tratamiento que este tomando el paciente y el sangrado que se produce es controlado por el carácter hemostático del laser de diodos.

Además, la evolución posterior a la intervención es mucho mejor.

## VENTAJAS

- No anestesia por infiltración.
- No sangrado
- No retracción gingival
- No sutura
- No dolor post-operatorio
- Mejor aceptación por el paciente
- Reducción del stress operatorio en el paciente y en el operador <sup>12</sup>

### **Periodoncia - laser**

Elimina la hipersensibilidad, actúa eficazmente en el proceso inflamatorio acelerando la neoformación ósea aumenta la adherencia de las fibras periodontales 8000 Hz por cuatro minutos.

### **Pericoronitis - laser**

Aplicación directa alrededor de la región afectada sobre la cadena linfática de la misma causa efectos anti inflamatorios y analgésicos con frecuencia de 9000 Hz por cuatro minutos

### **Xerostomía - laser**

Aplicación sobre glándulas con frecuencia de 9000 Hz por tres minutos estimula la secreción de saliva en pacientes portadores de diabetes <sup>16</sup>

### **Parálisis facial-laser**

Aplicar en técnica de barrido sobre la zona afectada, 9000 hertz por 6 minutos desinflama músculo y nervio dando respuesta inmediata, una sesión diaria por nueve días <sup>16</sup>

### **Parestesias-laser**

Aplicación siguiendo el trayecto del nervio afectado incitando la reparación de la rama afectada frecuencia 7000 HZ por cuatro minutos <sup>9</sup>

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>MINUTOS</b>	<b>DOSIS</b>	<b>ZONA</b>
<b>Anestesia</b>	<b>4500 Hz</b>	<b>3</b>	<b>Única</b>	<b>Punto de punción</b>
<b>Cirugía</b>	<b>7000 Hz</b>	<b>4</b>	<b>Única</b>	<b>Zona a tratar</b>
<b>Periodoncia</b>	<b>8000Hz</b>	<b>4</b>	<b>Única</b>	<b>Zona a tratar</b>
<b>Gingivitis</b>	<b>7000 Hz</b>	<b>6</b>	<b>Única</b>	<b>Zona a tratar</b>
<b>Aftas</b>	<b>6000 Hz</b>	<b>3</b>	<b>Única</b>	<b>Zona a tratar</b>
<b>Xerostomía</b>	<b>9000 Hz</b>	<b>3</b>	<b>Gradual</b>	<b>Glándulas salivales</b>
<b>Pericoronitis</b>	<b>9000 Hz</b>	<b>4</b>	<b>Gradual</b>	<b>Cadena linfática</b>
<b>Exodoncia</b>	<b>8000 Hz</b>	<b>4</b>	<b>4 días</b>	<b>Alveolo</b>
<b>Parálisis facial</b>	<b>9000 Hz</b>	<b>6</b>	<b>9 días</b>	<b>Zona afectada</b>
<b>Parestesias</b>	<b>700 Hz</b>	<b>4</b>	<b>Gradual</b>	<b>Zona afectada</b>
<b>Hipersensibilidad</b>	<b>8000 Hz</b>	<b>3</b>	<b>Gradual</b>	<b>Zona apical</b>
<b>A T M</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>3</b>	<b>Gradual</b>	<b>A T M</b>

**Tabla 16a Dosimetrías de laser para diferentes tratamientos**



## Conclusiones

El paciente diabético debe asumir una actitud positiva ante la enfermedad, debe cambiar su forma de pensar y su estilo de vida, ya que nunca es tarde para cambiar.

La alimentación es uno de los puntos fundamentales en el tratamiento de la diabetes. Debe ser individualizada, tomando en consideración el estado nutricional del paciente y sus hábitos de vida, haciendo posible el mejor control metabólico, realizando comidas equilibradas en cortos intervalos de tiempo.

La actividad física es de importancia fundamental y debe estar integrada en la vida del paciente diabético debido a los beneficios del ejercicio para la acción de la insulina.

Es muy importante que el portador de diabetes aprenda a convivir con la enfermedad cotidianamente para así garantizar un adecuado control, la prevención de complicaciones y una óptima calidad de vida para el paciente.

Algunas de las ventajas asociadas al creciente aumento del uso de láseres entre pacientes y usuarios son por ejemplo: ausencia de sangramiento durante la cirugía, poca o ninguna sutura después de los procedimientos, tratamientos de caries en tejidos duros reemplazando al instrumental rotatorio y la jeringa de anestesia en gran medida, la fotopolimerización de resinas, así como la analgesia y aceleración de cicatrización y reparación de lesiones, también podemos realizar blanqueamientos dentales y, generalmente, ausencia de dolor en los tratamientos

Esto es de gran ayuda en el consultorio dental para que el paciente diabético asista con mayor confianza a sus citas dentales sabiendo de antemano que su tratamiento dental se realizara con el menor dolor posible y con una pronta recuperación de su salud bucal y gracias a la alternativa que nos ofrece el láser dental podemos lograr esto.

La aplicación clínica del láser esta, en muchos aspectos, revolucionando el cuidado dental, este tipo de tecnología evolucionara favorablemente a medida que los profesionales implicados se pongan en contacto directo con las mismas.

Además, el láser da al profesional el poder de llevar a cabo tratamientos que no eran posibles antes con las técnicas dentales clásicas.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- <sup>1</sup> Aboites, Vicente, “El laser”, Editorial: Fondo de Cultura Económica, 2001, pp.: 93
- <sup>2</sup> Arcoria Charles, Kim Kutson V, “The laser a splendid Light for man’s use” Med. Clinic. 1984, 64-69
- <sup>3</sup> Crawford P. R, ”Laser The new wave in Dentistry” Journal. U.S.A. April; 1992
- <sup>4</sup> Valiente Zaldivar, Carolina, Garrigo Andreu, Maria.” Laser Terapia y Laser Puntura en Odontología y Estomatología”, La Habana, Cuba: Palacio de Convenciones de la Habana; 1996.
- <sup>5</sup> [www.cosmeticadental-laser.com/default.asp](http://www.cosmeticadental-laser.com/default.asp)
- <sup>6</sup> [www.odontologia-online.com](http://www.odontologia-online.com)
- <sup>7</sup> Martínez Arízpe Héctor “Manual de Odontologia Laser” Ed. Panamericana, 1989, 1a ed.
- <sup>8</sup> Oakley, W. G, Pyke D.A , Taylor K. W. Diabetes Mellitus (Clínica y tratamiento), Ediciones Doyma, 1980
- <sup>9</sup> Pick R.M. “Using lasers in clinical dental practice”, Med. Clin. 1993, 124(37):47
- <sup>10</sup> Islas Andrade, Sergio, Lifshitz Guinzberg, Alberto, “Diabetes Mellitus”, Editorial Interamericana Mc Graw-Hill, 1993
- <sup>11</sup> Valiente Zaldivar, Carolina, Garrido Andreu, Maria, “Laserterapia en el tratamiento de afecciones odontoestomatológicas”, Editorial Academia, primera edición, 1995, pp.: 64
- <sup>12</sup> [www.drenriqueledergerber.com/laserdental.htm](http://www.drenriqueledergerber.com/laserdental.htm)
- <sup>13</sup> Miserendino L.J., Robert M. Pick. Lasers In Dentistry. Ed. Quintessence Publishing Co, Inc.; 1995.
- <sup>14</sup> Midda M., Renton-Harper P. Lasers In Dentistry Br. Dent. J.; 1991.
- <sup>15</sup> Magaña G., Magaña L. Dermatología. México: Medica Panamericana; 2003.
- <sup>16</sup> El Laser: una revolución en los tratamientos dentales y un adiós a la anestesia. (en línea) 2002. URL disponible en: <http://www.cosmeticadental-laser.com/>
- <sup>17</sup> Figuerola, Daniel, “Diabetes”, Unidad de diabetes, Fundación R. Carrasco Salvat Editores, S.A. 2ª Edición, Barcelona (1990)

<sup>18</sup> Biblioteca de consulta Microsoft ® Encarta ® 2005.

<sup>19</sup> Herrera Pombo, José Luis, "Diabetes Mellitus (bases patogénicas, clínicas y terapéuticas)" Editorial Científico - Medica; 1981

<sup>20</sup> [www.gemaeditores.com.mx](http://www.gemaeditores.com.mx)

<sup>21</sup> [www.buenasalud.com](http://www.buenasalud.com)

<sup>22</sup> [www.efe.com](http://www.efe.com).

<sup>23</sup> [www.selecciones.com](http://www.selecciones.com)

Detenga la diabetes desde ahora  
Guía práctica y efectiva.  
Alquimia ediciones, 2003

<sup>24</sup> Laser en CD-ROM Guía de usuario. [Monografía en CD-ROM], Biofotonica.  
Versión 1.0, México, D.F; 2004.

## TABLAS

1.	Tabla 4a Sistema de transmission.....	38
2.	Tabla 5a Cantidad de energia depositada por superficie.....	43
3.	Tabla 5b Potencia empleada por unidad de tiempo.....	44
4.	Tabla 5c Diferentes parámetros físicos de dosimetría.....	44
5.	Tabla 6a Laser ultravioleta.....	49
6.	Tabla 6b laser de luz visible.....	49
7.	Tabla 6c Laser infrarojo.....	49
8.	Tabla 14a Sintomas de la hipoglucemia.....	99
9.	Tabla 14b Sintomas de la cetoacidosis.....	100
10.	Tabla 14c Causas que ocasionan cetoacidosis.....	100
11.	Tabla 14d Sintomas del coma hiperosmolar.....	101
12.	Tabla 14e Causas que provocan coma hiperosmolar.....	101
13.	Tabla 14f Sintomas que ocasionan retinopatía diabética.....	102
14.	Tabla 14g Causas que ocasionan retinopatía diabética.....	102
15.	Tabla 14h Sintomas que ocasionan nefropatia diabetica.....	102
16.	Tabla 14i Causas que ocasionan nefropatía diabética.....	103
17.	Tabla 14j Sintomas de la neuropatia diabetica.....	103
18.	Tabla 14k Causas que provocan neuropatia diabetica.....	103
19.	Tabla 15a Dieta alimenticia.....	116
20.	Tabla 15b Rango de intensidad del ejercicio aerobico.....	118
21.	Tabla 15c Guia de ejercicio aerobico.....	119
22.	Tabla16a Dosimetrias de laser para diferentes tratamientos.....	126