

TOCg
0104

REVISIÓN TEORICA ACERCA DE LA HIPOTESIS
DEL INDICADOR LASER
COMO TRANSILUMINADOR EN ODONTOLOGÍA

| | |
|-----------------------------|--------|
| FELIPE ANDRES BARONA USECHE | 971571 |
| ELBER HEYMAR CORRALES RUIZ | 972603 |
| YENNY ANDREA GUZMÁN VELASCO | 972485 |
| LILIANA HURTADO CARVAJAL | 981301 |
| YOANNA ANDREA LOPEZ MUÑOZ | 971579 |

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI

2002

REVISIÓN TEORICA ACERCA DE LA HIPOTESIS
DEL INDICADOR LASER
COMO TRANSILUMINADOR EN ODONTOLOGÍA

| | |
|-----------------------------|--------|
| FELIPE ANDRES BARONA USECHE | 971571 |
| ELBER HEYMAR CORRALES RUIZ | 972603 |
| YENNY ANDREA GUZMÁN VELASCO | 972485 |
| LILIANA HURTADO CARVAJAL | 981301 |
| YOANNA ANDREA LOPEZ MUÑOZ | 971579 |

Monografía para optar por el título de
odontólogo general

Tutor: Dr. RAFAEL VALDERRAMA

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SANTIAGO DE CALI

2002

II



NOTA DE ACEPTACION

Aprobado por el Comité de Trabajo de Grado en cumplimiento con los requisitos exigidos por el Colegio Universitario Colombiano para optar el título de odontólogo general.

Decano académico de la facultad de odontología.

Jurado

Jurado

Santiago de Cali Mayo del 2002

A nuestros padres,

hijos, hermanos

y familiares

Con todo nuestro amor.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas aquellas personas que de una u otra forma han hecho posible la realización de este proyecto y que nos han apoyado en esta ardua tarea, la cual un día emprendimos con miras a ampliar nuestros conocimientos y que hoy culminamos con satisfacción.

Resaltamos además la colaboración y respaldo recibido de nuestro Tutor.

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| RESUMEN | |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 8 |
| JUSTIFICACIÓN | 9 |
| OBJETIVOS | 10 |
| DISEÑO METODOLOGICO | 11 |
| REFERENTES TEÓRICOS | 14 |
| 1 DIAGNOSTICO | 16 |
| 1.1. CLASIFICACION DE METODOS DE DIAGNOSTICO | 16 |
| 1.1.1. Transiluminación | 17 |
| 1.1.1.1 Transiluminación en odontología | 18 |
| 1.1.1.2. Tipos de transiluminadores en odontología según su luz | 18 |
| 2. OPTICA | 20' |
| 2.1. NATURALEZA DE LA LUZ | 21 |
| 2.2 OPTICA GEOMÉTRICA | 24 |
| 2.2.1 Reflexión y refracción | 24 |
| 2.3. OPTICA FÍSICA | 27 |
| 2.3.1. Polarización de la luz | 27 |
| 3. LASER | 28 |
| 3.1. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO | 28 |

| | | |
|------------|---|----|
| 3.2. | HISTORIA | 29 |
| 3.2.1. | General | 29 |
| 3.2.2. | En odontología | 30 |
| 3.2.3. | Estado actual | 31 |
| 3.3. | TIPOS DE LASER | 32 |
| 3.3.1. | CLASIFICACION GENERAL – SEGÚN MEDIO | 32 |
| 3.3.1.1. | Láser de estado sólido | 32 |
| 3.3.1.2. | Láser de gas | 32 |
| 3.3.1.2.1 | Tipos de láser de gas | 33 |
| 3.3.1.3. | Láser líquido | 40 |
| 3.3.1.4. | Láser de electrones libres | 41 |
| 3.3.1.5. | Láser atómico | 41 |
| 3.3.1.6. | Láser de semiconductores – diodos | 41 |
| 3.3.1.6.1. | Luz que emiten los diodos | 42 |
| 3.3.2. | CLASIFICACION EN ODONTOLOGÍA | 44 |
| 3.3.2.1. | Láser de alta densidad de potencia | 44 |
| 3.3.2.1.1. | Ventajas | 46 |
| 3.3.2.2. | Láser de baja densidad de potencia | 46 |
| 4. | LOS INDICADORES LASER | 48 |
| 4.1. | CLASIFICACION | 48 |
| 4.1.1. | SEGUN TIPO DE COLOR EMITIDO | 48 |
| 4.1.1.1. | Indicador láser verde | 50 |
| 4.1.1.2. | Indicador láser azul | 51 |
| 4.2. | LAS BATERIAS | 52 |
| 4.3. | CALIDAD | 52 |
| 4.4. | DISPONIBILIDAD COMERCIAL DEL INDICADOR LASER | 53 |

| | | |
|----------|---|----|
| 5. | SEGURIDAD EN EL USO DE INDICADORES LASER | 54 |
| 5.1. | CLASIFICACION SEGÚN LA SEGURIDAD | 54 |
| 5.2. | INTERACCIONES BIOLÓGICAS | 56 |
| 5.2.1. | INTERACCIONES CON TEJIDOS BLANDOS | 56 |
| 5.2.2. | INTERACCIONES CON EL OJO | 57 |
| 5.2.2.1. | EFECTOS ADVERSOS | 57 |
| 6. | SÍNTESIS | 59 |
| 7. | LA ESTRUCTURA DENTAL | 59 |
| 7.1. | PROPIEDADES DE LOS TEJIDOS DENTALES | 60 |
| 7.2. | PROPIEDADES CUALITATIVAS DEL INDICADOR LASER | 60 |
| 7.2.1 | Alta luminosidad | 60 |
| 7.2.2. | No térmica | 60 |
| 7.2.3. | Bioseguridad | 61 |
| 7.2.4. | Relación beneficio – riesgo | 61 |
| 7.3. | PROPIEDADES CUANTITATIVAS | 61 |
| 7.4. | BENEFICIOS | 62 |
| 8. | CONSIDERACIONES | 63 |
| 9. | CONCLUSIONES | 65 |
| 10. | RECOMENDACIONES | 68 |
| 11. | BIBLIOGRAFIA | 69 |

LISTA DE TABLAS

| | Pag. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Pruebas diagnósticas | 16 |
| Tabla 2. Rango visible..... | 22 |
| Tabla 3. Longitud de onda de los elementos..... | 42 |
| Tabla 4. Propiedades de los tipos de láser..... | 43 |
| Tabla 5. Tipos de indicadores láser según color..... | 49 |
| Tabla 6. Rango Vs. Longitud de onda..... | 50 |
| Tabla 7. Propiedades físicas..... | 61 |
| Tabla 8. Comparación de costos..... | 62 |
| Tabla 9. Tamaño..... | 62 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Figura 1. Optica..... | 20 |
| Figura 2. Luz blanca..... | 22 |
| Figura 3. Reflexión en un espejo plano..... | 25 |
| Figura 4. Polarización de la luz..... | 27 |
| Figura 5. Indicador láser..... | 48 |
| Figura 6. Calcomanía de certificado de calidad..... | 56 |

RESUMEN

La transiluminación es un mecanismo de diagnóstico útil y fácil de usar que puede sustituir en muchos casos otros tipos de exámenes diagnósticos como lo es la radiografía, y en otros casos puede ser clave para la confirmación de un diagnóstico presuntivo usándose como examen complementario.

Increíblemente esta leve descripción de aparatología que aunque cree un perfil óptimo del mismo, sea desconocida por la mayoría de odontólogos y estudiantes de odontología, por que?

La razón más posible es su costo que hasta hace 6 meses era como mínimo de 700 dólares y es una suma que no todos los odontólogos están dispuestos a pagar por un aparato de diagnóstico.

La idea de la tecnología en odontología es hacer más fácil, eficiente y eficaz la labor del odontólogo y la idea del odontólogo es de tener acceso a esa tecnología y para ello debe tener un costo asequible.

Para ello hay varias soluciones, entre ellas la de usar modificaciones con elementos más económicos y seguros que cumplan las mismas funciones, mayores o muy levemente menores (de acuerdo a las funciones que logre cumplir). Esta es la alternativa que se demostrara en este estudio experimental de tipo prospectivo validado en razón teórica y pruebas graficas, usando el indicador láser – pointer láser como modificación.

INTRODUCCION

El ampliar los conocimientos y tener la facilidad de adquirir la nueva tecnología es un deseo que tienen todos los odontólogos, en el aspecto diagnóstico la tecnología se está basando en aparatología que mejora la visualización de los órganos y tejidos con los cuales interactuamos y la transiluminación es un buen mecanismo.

La transiluminación es un mecanismo mediante el cual podemos identificar caries incipientes, fracturas coronales y/o radiculares, promediar visualmente el espesor de la dentina con relación a la pulpa, desadaptación en restauraciones, etc. Todo esto haciendo nuestra labor más eficaz y segura así como a nuestros pacientes los hará sentir confiados y placidos durante el tratamiento.

La hipótesis de que un indicador láser puede cumplir con las características de un transiluminador se basará en la teoría científica de todos los temas relacionados incluyendo las interacciones con los tejidos orales y del operador. Las pruebas visuales a través de fotografías intra órales usando el indicador láser como transiluminador.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta hipótesis se crea en un intento de fortalecer el diagnóstico en odontología, aunque en este campo ya existen técnicas diagnósticas muy bien fundamentadas y con una muy buena aplicación, pero como todos saben en la evolución no hay límites pues ha medida que va pasando el tiempo, llega nueva tecnología y los procedimientos van mejorando.

Actualmente hay un mecanismo diagnóstico que aunque es poco conocido en Colombia es de gran utilidad, tanto a nivel dental como de algunos elementos que interactúan con el diente, esta es la transiluminación.

El transiluminador, los factores (físicos y teóricos) que lo influyen, el láser, los indicadores láser y su bioseguridad son los elementos teóricos que se van a describir pues en ellos se basa la hipótesis del indicador láser como transiluminador en odontología.

La transiluminación en odontología hace parte de la nueva tecnología, y por tal motivo tiene un costo elevado lo que normalmente limita su uso. Las causas probables de este obstáculo son debido a que la fuente de luz es de fabricación extranjera y que sus componentes son complejos y costosos.

JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que el diagnóstico es la etapa más importante para tratar exitosamente una patología, se hace necesario contar con medios que lo faciliten y lo hagan más certero.

Actualmente a nivel odontológico solo se cuenta con ayudas diagnósticas, como las radiográficas, dado que los transiluminadores por su alto costo no son muy utilizados.

Con este estudio se busca demostrar que el indicador láser convencional puede cumplir la misma función del transiluminador y con ello implementar su uso.

Todo con el fin de ofrecer una mejor atención y aumentar la calidad y eficacia de los tratamientos.

Con lo cual no solo se benefician los profesionales en esta área, sino también sus pacientes.

OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión bibliográfica que respalde la hipótesis acerca de la utilización del indicador láser como elemento de transiluminación en odontología.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Ampliar el conocimiento acerca de la transiluminación.
- Conocer los diferentes tipos de transiluminación según usos y luz.
- Profundizar en el conocimiento de la óptica física.
- Definir el láser , su función e historia.
- Describir la clasificación y usos del láser.
- Detallar la teoría científica acerca del indicador láser.
- Distinguir los riesgos biológicos del uso del indicador láser y la forma de prevenirlos.
- Realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de la revisión bibliografica entre los indicadores láser y los factores relacionados con la transiluminación así como con los transiluminadores en odontología.

DISEÑO METODOLOGICO

METODO:

En este estudio se utilizó un método lógico inductivo completo (con referencia a los indicadores láser como transiluminadores en odontología), con incidencia en el intercambio de conocimientos y opiniones obtenidas de especialistas en las diferentes disciplinas que se han combinado en el trabajo, como lo son: la medicina, ingeniería, física y odontología.

Aunque los temas son de diferentes ramas debieron ser analizados y relacionados coherentemente para el apoyo lógico y razonable de la hipótesis.

RECURSOS:

Personales:

Asesor: Odontólogo Rafael Valderrama

Informador y consultor: Ingeniero mecánico Darío Cadena,

Físico Saúl Cano

Odontólogo Otoniel Guevara

Documentales:

Biblioteca Comfandi

Biblioteca Comfaunión - Palmira

Universidad del Cauca - Biblioteca

Universidad Nacional - Palmira

Equipos e instrumentos:

Indicador laser clase II de haz rojo, versión llavero

1 computador (procesador a 1.7 Gygas, 256 ramm, bajo Windows xp y Office 2.000)

impresora canon BJC - 250

Cámara digital, web cam go plus - creative

FUENTES PRIMARIAS.

- CARROL, j.M. Fundamentos y Aplicaciones del láser. Barcelona: Editorial Boixareu, 1978.
- Hecht,J. y Teresi, D. El rayo láser. Barcelona: Editorial. Argos Vergara, 1982.
- Orza Segade, J.M. y otros. Láser. En colección Nuevas Tendencias, Madrid: Ediciones C.S.I.C., 1986.
- Mauldin, Jhon H. Luz laser y óptica. Madrid: MacGraw-Hill-interamericana de España, 1991.

- Peers A. Hill JF Mitropoulos CM. Holloway PJ. Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiographics for the diagnosis of small approximal carious lesions: an invitro study. *Caries Reserch.* 27(4): 307-11,1993.

FUENTES SECUNDARIAS

- Biblioteca de consulta Encarta 2002 - Microsoft.
- Lizardo Carvajal. Metodología de la Investigación. Curso general y aplicado. Editorial Futuro FAID. Cali. 1994.
- Carlos A. Sabino. El proceso de investigación. Editorial El Cid. Bogotá Colombia. 1994
- Carlos A. Sabino. Cómo hacer una tesis y elaborar toda clase de trabajos escritos. Editorial panamericana. Santa Fe de Bogotá. 1996.

REFERENTES TEORICOS

CAMPO ELECTRICO: Región sometida a la influencia de una corriente eléctrica.

FRECUENCIA: Número de períodos por segundo de un movimiento vibratorio.

FOTOTOXICIDAD: Acción anormal de la luz sobre la piel debido a la administración local o general de determinadas sustancias químicas como sulfamidas o tetraciclina.

HOLOGRAFÍA: Proceso fotográfico que, mediante el empleo de las posibilidades físicas del rayo

I.E.C. : International Electrotechnical Commission

LONGITUD DE ONDA: Distancia entre dos puntos consecutivos de una onda que tienen el mismo estado de vibración.

MICROMETRO (Mc): Instrumento para medir objetos o longitudes sumamente pequeñas, equivale a millonésima parte del metro.

NANOMETRO (Nm): Medida de longitud equivalente a la millonésima parte del metro.

ONDA ELECTROMAGNETICA: Es la producida por la vibración de un campo electromagnético fuera de todo soporte material. Según su longitud pueden ser: rayos gamma (0.005-0 – 0.25 ángstrom), rayos X (0.25 ángstrom – 0.001 micras), los ultravioleta (0.02 –0.4 micras), la luz visible (0.4- 0.8 micras), los infrarrojos (0.8 – 300 micras), las ondas radioeléctricas (mm –Km).

ONDA LUMINOSA: Es la que se origina de un campo luminoso y que transmite su luz..

RAYO LASER: Haz luminoso constituido por la radiación coherente emitida por un láser.

RAYO ULTRAVIOLETA: Radiación electromagnética con longitud de onda desde 400nm hasta 15nm.

REFRACCION: Cambio de dirección que experimenta la luz al pasar de un medio a otro.

REFLEXION: Acción de reflejar un rayo luminoso, calórico o una onda sonora.

TERMOLISIS : Desintegración de los compuestos químicos por medio del calor
láser consigue la reproducción espacial y aparentemente tridimensional de objetos

VATIO (W) : Unidad de potencia equivalente a un julio por segundo.

1. DIAGNOSTICO

Diagnóstico, determinación de la naturaleza de una enfermedad. El diagnóstico debe combinar una adecuada historia clínica (antecedentes personales, familiares y enfermedad actual), un examen físico completo y exámenes complementarios (pruebas de laboratorio y de diagnóstico por imagen).

1.1. CLASIFICACION DE METODOS DE DIAGNOSTICO

Tabla número 1

PRUEBAS DIAGNOSTICAS

| TIPOS | ELEMENTOS USADOS |
|----------------------------|---|
| INSPECCIÓN | Espejo, explorador, sonda periodontal en campo seco y bien iluminado. Son también de gran valor los aparatos de luz fría (fibra óptica), que además de presentar una excelente iluminación del campo sirven también para el examen por transiluminación y las Cámaras digitales intraorales |
| PERCUSIÓN | Se usa controladamente el mango del espejo. |
| EXAMEN RADIOGRÁFICO | Aparato de Rayos X, películas radiográficas periapicales, de aleta mordida, oclusales, etc. |

| | |
|-------------------------|---|
| VITALIDAD PULPAR | 1. PRUEBAS MECANICAS: se realizan con el auxilio de fresas, sondas exploratorias o excavadores (No se usa). |
| | 2. PRUEBAS TERMICAS: Las de calor se efectúan con gutapercha caliente; las pruebas de frío con barrita de hielo, cloruro de etilo u otro spray (endo – ice) de prueba pulpar. |
| | 3. PRUEBAS ELECTRICAS: Aparatos electrónicos que emiten estímulos eléctricos de intensidad controlada, llamados vitalómetros. |

La transiluminación es una herramienta útil de diagnostico que se había usado desde hace muchos años pero con aparatología no especifica para este fin. Actualmente los transiluminadores hacen parte de la nueva tecnología, pero como se sabe esta tiene una gran desventaja... su costo, es alto.

En la vida hay que ser recursivos para alcanzar lo que deseamos en ese intento de recursividad queremos sobrepasar ese obstáculo, creando o encontrando elementos que cumplan su misma funcionalidad a un costo más asequible.

1.1.1. TRANSILUMINACIÓN

Es la propiedad de algunos tipos de luz, que consta de pasar a través de un cuerpo sólido, liquido o gaseoso, brindando la posibilidad de visualizar sus limites, variaciones e incluso sus componentes.

La transiluminación es una propiedad dependiente de la textura, densidad, color, temperatura del cuerpo, y de la iluminación del ambiente en el cual interactúa.

1.1.1.1. TRANSILUMINACION EN ODONTOLOGÍA

Tiene dos objetivos aplicables a diferentes campos en odontología, estos son:

Diagnostico

Prevención

- **DIAGNOSTICO:** La transiluminación es un examen mediante el cual podemos identificar caries incipientes, fracturas coronales y/o radiculares, promediar visualmente el espesor de la dentina con relación a la pulpa, desadaptación en restauraciones, localización de accesos camerales de los conductos radiculares y es una herramienta útil para el Diagnostico de patologías de la estructura dental (amelogénesis y dentinogénesis imperfectas). Todas estas funciones dependen de la habilidad y experiencia del operador teniendo en cuenta los conocimientos teóricos.
- **PREVENCIÓN:** Es un objetivo que se logra al conseguir un diagnostico acertado, para evitar tratamientos no adecuados.

En algunos casos permite promediar visualmente el espesor de la dentina con relación a la pulpa, lo cual es importante, para limitarnos o planificar una preparación adecuada en procedimientos de prostodoncia fija y operatoria.

1.1.1.2. TIPOS DE TRANSILUMINADORES EN ODONTOLOGÍA SEGÚN SU LUZ

Luz halógena condensada (con propiedades de transiluminación)

láser de argon

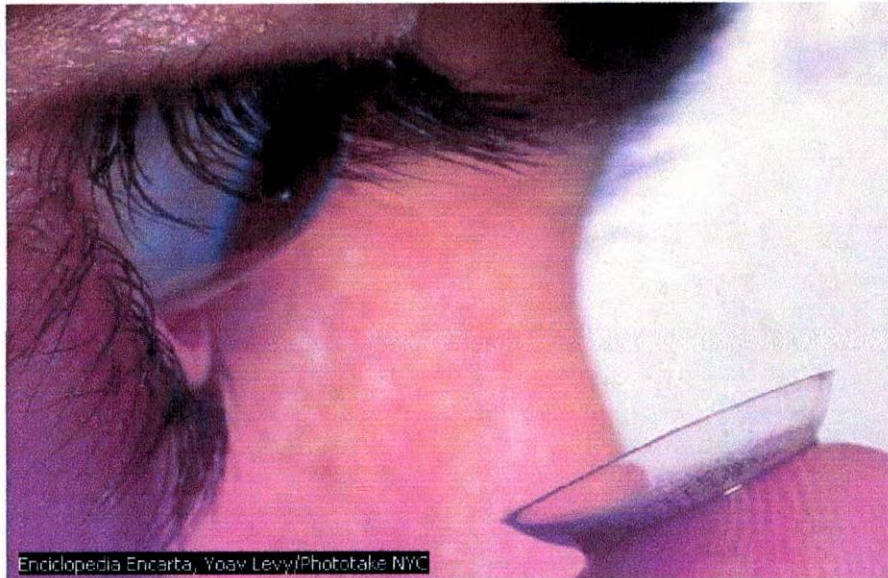
- **LUZ HALOGENA CONDENSADA:** La lámpara de fotocurado convencional tiene las propiedades para funcionar como un transiluminador, con la desventaja de que hay que usar un protector visual, en algunos casos esto llevaría a dar falsos negativos en

algunas evaluaciones, además la fuente de luz emite mucho calor y no debe ser usada continuamente por un tiempo prolongado ya que disminuye la vida útil del bombillo.

- LASER DE ARGON: Se usa con gran eficiencia, lamentablemente su costo es elevado y supera los 12.000 dólares a demás que su baja comercialización en países tercer mundistas hace difícil adquirirlo.

2. OPTICA

Figura numero 1



Óptica, rama de la física que se ocupa de la propagación y el comportamiento de la luz. En un sentido amplio, la luz es la zona del espectro de radiación electromagnética que se extiende desde los rayos X hasta las microondas, e incluye la energía radiante que produce la sensación de visión. El estudio de la óptica se divide en dos ramas, la óptica geométrica y la óptica física.

2.1. NATURALEZA DE LA LUZ

El científico holandés Christiaan Huygens introdujo la teoría ondulatoria de la luz en el siglo XVII.

La energía radiante tiene una naturaleza dual, y obedece leyes que pueden explicarse a partir de una corriente de partículas o paquetes de energía, los llamados fotones, o a partir de un tren de ondas transversales. El concepto de fotón se emplea para explicar las interacciones de la luz con la materia que producen un cambio en la forma de energía, como ocurre con el efecto fotoeléctrico o la luminiscencia.

El concepto de onda suele emplearse para explicar la propagación de la luz y algunos de los fenómenos de formación de imágenes. En las ondas de luz, como en todas las ondas electromagnéticas, existen campos eléctricos y magnéticos en cada punto del espacio, que fluctúan con rapidez. Como estos campos tienen, además de una magnitud, una dirección determinada, son cantidades vectoriales. Los campos eléctrico y magnético son perpendiculares entre sí y también perpendiculares a la dirección de propagación de la onda. La onda luminosa más sencilla es una onda sinusoidal pura, llamada así porque una gráfica de la intensidad del campo eléctrico o magnético trazada en cualquier momento a lo largo de la dirección de propagación sería la gráfica de una función seno. El número de oscilaciones o vibraciones por segundo en un punto de la onda luminosa se conoce como frecuencia. La longitud de onda es la distancia a lo largo de la dirección de propagación entre dos puntos con la misma 'fase', es decir, puntos que ocupan posiciones equivalentes en la onda. Por ejemplo, la longitud de onda es igual a la distancia que va de un máximo de la onda sinusoidal a otro, o de un mínimo a otro. En el espectro visible, las diferencias en longitud de onda se manifiestan como diferencias de color.

Tabla número 2

RANGO VISIBLE

| Mínimo | Máximo |
|--------------------------|-----------------------|
| 350 nanómetros – violeta | 750 nanómetros - rojo |

La luz blanca es una mezcla de todas las longitudes de onda visibles (ver figura 2). No existen límites definidos entre las diferentes longitudes de onda, pero puede considerarse que la radiación ultravioleta va desde los 350 nm hasta los 10 nm. Los rayos infrarrojos, que incluyen la energía calorífica radiante, abarcan las longitudes de onda situadas aproximadamente entre 750 nm y 1 mm. La velocidad de una onda electromagnética es el producto de su frecuencia y su longitud de onda. En el vacío, la velocidad es la misma para todas las longitudes de onda. La velocidad de la luz en las sustancias materiales es menor que en el vacío, y varía para las distintas longitudes de onda; este efecto se denomina *dispersión*.

Figura numero 2



La relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de una longitud de onda determinada en una sustancia se conoce como *índice de refracción* de la sustancia para dicha longitud de onda. El índice de refracción del aire es 1,00029 y apenas varía con la longitud de onda. En la mayoría de las aplicaciones resulta suficientemente preciso considerar que es igual a 1.

Las leyes de reflexión y refracción de la luz suelen deducirse empleando la teoría ondulatoria de la luz introducida en el siglo XVII por el matemático, astrónomo y físico holandés Christiaan Huygens. El principio de Huygens afirma que todo punto de un frente de onda inicial puede considerarse como una fuente de ondas esféricas secundarias que se extienden en todas las direcciones con la misma velocidad, frecuencia y longitud de onda que el frente de onda del que proceden. Con ello puede definirse un nuevo frente de onda que envuelve las ondas secundarias. Como la luz avanza en ángulo recto a este frente de onda, el principio de Huygens puede emplearse para deducir los cambios de dirección de la luz.

Cuando las ondas secundarias llegan a otro medio u objeto, cada punto del límite entre los medios se convierte en una fuente de dos conjuntos de ondas. El conjunto reflejado vuelve al primer medio, y el conjunto refractado entra en el segundo medio. El comportamiento de los rayos reflejados y refractados puede explicarse por el principio de Huygens. Es más sencillo, y a veces suficiente, representar la propagación de la luz mediante rayos en vez de ondas. El rayo es la línea de avance, o dirección de propagación, de la energía radiante y, por tanto, perpendicular al frente de onda. En la óptica geométrica se prescinde de la teoría ondulatoria de la luz y se supone que la luz no se difracta. La trayectoria de los rayos a través de un sistema óptico se determina aplicando las leyes de reflexión y refracción.

2.2. ÓPTICA GEOMÉTRICA

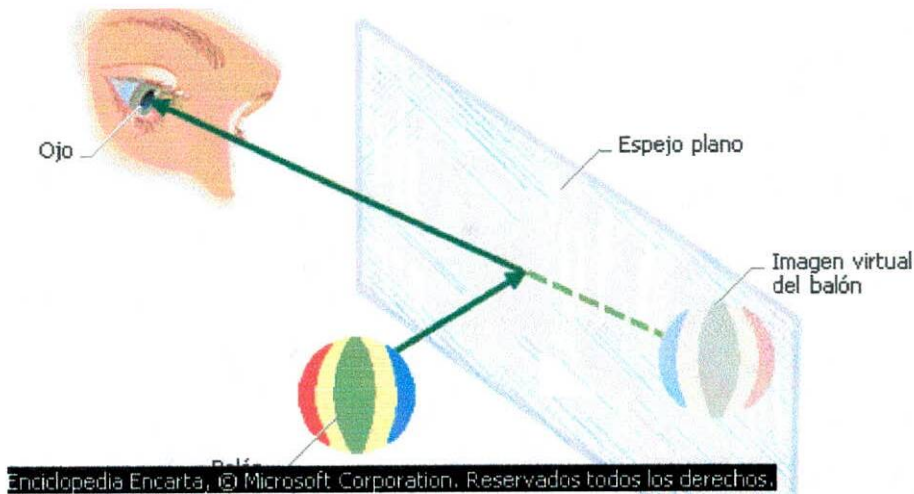
Este campo de la óptica se ocupa de la aplicación de las leyes de reflexión y refracción de la luz al diseño de lentes y otros componentes de instrumentos ópticos.

2.2.1. REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

Si un rayo de luz que se propaga a través de un medio homogéneo incide sobre la superficie de un segundo medio homogéneo, parte de la luz es reflejada y parte entra como rayo refractado en el segundo medio, donde puede o no ser absorbido. La cantidad de luz reflejada depende de la relación entre los índices de refracción de ambos medios. El plano de incidencia se define como el plano formado por el rayo incidente y la normal (es decir, la línea perpendicular a la superficie del medio) en el punto de incidencia. El ángulo de incidencia es el ángulo entre el rayo incidente y la normal. Los ángulos de reflexión y refracción se definen de modo análogo.

Reflexión en un espejo plano: Los rayos de luz reflejados llegan al ojo como si procedieran directamente del objeto situado detrás del espejo. Éste es el motivo por el cual vemos la imagen en el espejo (ver figura 3).

Figura numero 3



Las leyes de la reflexión afirman que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, y que el rayo incidente, el rayo reflejado y la normal en el punto de incidencia se encuentran en un mismo plano. Si la superficie del segundo medio es lisa, puede actuar como un espejo y producir una imagen reflejada. La fuente de luz es el objeto A; un punto de A emite rayos en todas las direcciones. Los dos rayos que inciden sobre el espejo en B y C, por ejemplo, se reflejan como rayos BD y CE. Para un observador situado delante del espejo, esos rayos parecen venir del punto F que está detrás del espejo. De las leyes de reflexión se deduce que CF y BF forman el mismo ángulo con la superficie del espejo que AC y AB. En este caso, en el que el espejo es plano, la imagen del objeto parece situada detrás del espejo y separada de él por la misma distancia que hay entre éste y el objeto que está delante.

Si la superficie del segundo medio es rugosa, las normales a los distintos puntos de la superficie se encuentran en direcciones aleatorias. En ese caso, los rayos que se encuentren en el mismo plano al salir de una fuente puntual de luz tendrán un plano de incidencia, y por tanto de reflexión, aleatorio. Esto hace que se dispersen y no puedan formar una imagen.

LEY DE SNELL

Esta importante ley, afirma que el producto del índice de refracción del primer medio y el seno del ángulo de incidencia de un rayo es igual al producto del índice de refracción del segundo medio y el seno del ángulo de refracción. En general, el índice de refracción de una sustancia transparente más densa es mayor que el de un material menos denso, es decir, la velocidad de la luz es menor en la sustancia de mayor densidad. Por tanto, si un rayo incide de forma oblicua sobre un medio con un índice de refracción mayor, se desviará hacia la normal, mientras que si incide sobre un medio con un índice de refracción menor, se desviará alejándose de ella. Los rayos que inciden en la dirección de la normal son reflejados y refractados en esa misma dirección.

Para un observador situado en un medio menos denso, como el aire, un objeto situado en un medio más denso parece estar más cerca de la superficie de separación de lo que está en realidad. Un ejemplo habitual es el de un objeto sumergido, observado desde encima del agua, El rayo DB procedente del punto D del objeto se desvía alejándose de la normal, hacia el punto A. Por ello, el objeto parece situado en C, donde la línea ABC intercepta una línea perpendicular a la superficie del agua y que pasa por D.

El índice de refracción del agua es más bajo que el del vidrio. Como el índice de refracción del primer y el último medio es el mismo, el rayo emerge en dirección paralela al rayo incidente AB, pero resulta desplazado.

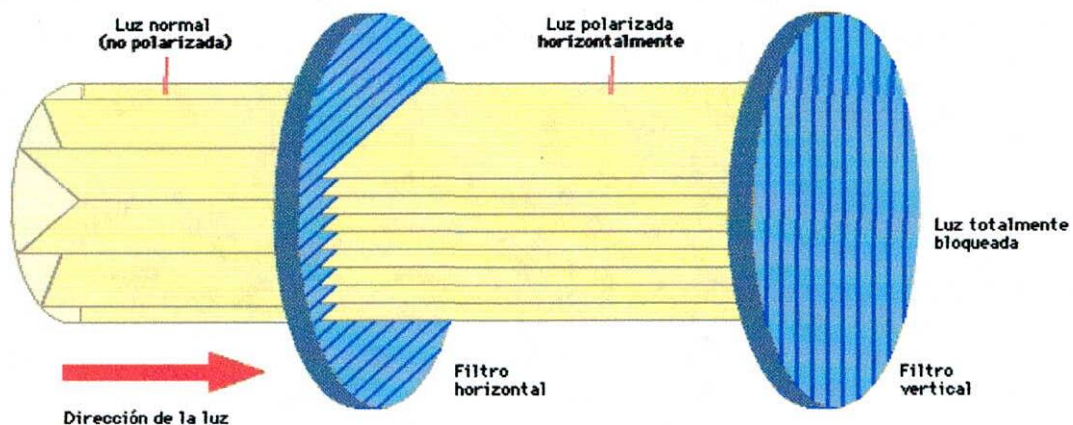
2.3. ÓPTICA FÍSICA

Esta rama de la óptica se ocupa de aspectos del comportamiento de la luz tales como su emisión, composición o absorción, así como de la polarización, la interferencia y la difracción.

2.3.1. POLARIZACIÓN DE LA LUZ

La luz polarizada está formada por fotones individuales cuyos vectores de campo eléctrico están todos alineados en la misma dirección. La luz normal es no polarizada, porque los fotones se emiten de forma aleatoria, mientras que la luz láser es polarizada porque los fotones se emiten coherentemente. Cuando la luz atraviesa un filtro polarizador, el campo eléctrico interactúa más intensamente con las moléculas orientadas en una determinada dirección. Esto hace que el haz incidente se divida en dos haces con vectores eléctricos perpendiculares entre sí. Un filtro horizontal absorbe los fotones con vector eléctrico vertical. Un segundo filtro girado 90° respecto al primero absorbe el resto de los fotones; si el ángulo es diferente sólo se absorbe una parte de la luz (ver figura 4).

Figura numero 4



3. LASER

La palabra LASER es una sigla que responde a los vocablos ingleses "**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**" o sea, "Luz Amplificada por Emisión Estimulada de Radiación". El láser es un aparato que amplifica la luz y produce haces de luz coherente; su frecuencia va desde el infrarrojo hasta los rayos X. Un haz de luz es coherente cuando sus ondas, o fotones, se propagan de forma acompasada, o en fase. Esto hace que la luz láser pueda ser extremadamente intensa, muy direccional, y con una gran pureza de color (frecuencia).

3.1. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

El láser obliga a los átomos a almacenar luz y emitirla en forma coherente. Primero, los electrones de los átomos del láser son bombeados hasta un estado excitado por una fuente de energía. Después, se los 'estimula' mediante fotones externos para que emitan la energía almacenada en forma de fotones, mediante un proceso conocido como emisión

Estimulada. Los fotones emitidos tienen una frecuencia que depende de los átomos en cuestión y se desplazan en fase con los fotones que los estimulan. Los fotones emitidos

chocan a su vez con otros átomos excitados y liberan nuevos fotones. La luz se amplifica a medida que los fotones se desplazan hacia atrás y hacia adelante entre dos espejos paralelos desencadenando nuevas emisiones estimuladas. Al mismo tiempo, la luz láser, es intensa, direccional, monocromática y se 'filtra' por uno de los espejos, que es sólo parcialmente reflectante.

3.2. HISTORIA

3.2.1. GENERAL: La emisión estimulada, el proceso en que se basa el láser, fue descrito por primera vez por Albert Einstein en 1917. En 1958, los físicos estadounidenses Arthur Schawlow y Charles Hard Townes describieron a grandes rasgos los principios de funcionamiento del láser en su solicitud de patente. Obtuvieron la patente, pero posteriormente fue impugnada por el físico e ingeniero estadounidense Gordon Gould. En 1960, el físico estadounidense Theodore Maiman observó el primer proceso láser en un cristal de rubí. Un año más tarde, el físico estadounidense nacido en Irán Alí Javan construyó un láser de helio-neón. En 1966, el físico estadounidense Peter Sorokin construyó un láser de líquido. En 1977, el Tribunal de Patentes de Estados Unidos confirmó una de las reivindicaciones de Gould en relación con los principios de funcionamiento del láser.

3.2.2. EN ODONTOLOGÍA:

Sin duda, uno de los grandes avances en el área médica y odontológica de este siglo fue el desarrollo de la tecnología láser. La aplicación de los diferentes tipos de láser permitió un gran cambio en muchos procedimientos médicos reduciendo los tiempos quirúrgicos y de recuperación de los pacientes. Las investigaciones con láser en el área odontológica comenzaron en los primeros años de la década del 60 y en 1988 en el Primer Congreso de Láser en Japón se fundó la ISLD (**International Society of láser Dentistry**) y luego la FDA en 1992 aprobó el uso del láser para cirugía de tejidos blandos en la cavidad bucal. Desde la creación del primer láser de rubí en 1960 por Theodor Maiman, la odontología intentó aplicar dicho avance tecnológico en su área. Casi 40 años han pasado desde que ese primer láser fue inventado y aun el campo del láser y sus aplicaciones está lejos de ser agotado. El uso potencial del láser 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.

Los primeros estudios en tejidos duros dentarios datan de 1964 en los que se demostró que utilizando láser de rubí se conseguía reducir la permeabilidad a la desmineralización ácida del esmalte. Sin embargo, las altas temperaturas generadas causaban daños pulpares irreversibles. Dederich et al fueron los primeros en estudiar y describir los distintos efectos durante la interacción láser – tejidos. La primera aplicación del láser de rubí en un diente "in vivo" fue realizada por Goldman en 1965 y, siendo él médico, lo utilizó en un diente de su hermano, odontólogo y relató que el paciente no sintió dolor ni durante ni después del acto operatorio. Así pues, el primer procedimiento odontológico con láser fue realizado por un Médico y el primer paciente fue un Odontólogo.

3.2.3. ESTADO ACTUAL

- En Alemania hay aproximadamente 2400 láser de diferentes tipos instalados en Consultorios.
- En Brasil hay 19 Facultades de Odontología que trabajan con láser tanto en el área asistencial como en investigación clínica.
- En Argentina esta disciplina aun es incipiente con alrededor de 25/30 equipos funcionando en Consultorios Odontológicos Privados.

Sin duda la terapia Láser es una disciplina muy amplia, con resultados muy promisorios, con más de 5000 trabajos científicos publicados en todo el mundo, y con una tendencia de inserción progresiva y sostenida en nuestra profesión.

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

Además es fundamental el aprendizaje de las normas de seguridad y requisitos para la instalación y uso de quipos láser en nuestro país.

En definitiva, no son más que adelantos tecnológicos, que avalados por la ciencia, nos permiten mejorar nuestro fin último: la atención de nuestros pacientes aspirando a la calidad total en nuestras prestaciones, sin descuidar nuestro criterio clínico y ético.

3.3. TIPOS DE LÁSER

3.3.1. CLASIFICACION GENERAL – según el medio

3.3.1.1. LÁSER DE ESTADO SÓLIDO: Los medios más comunes en el láser de estado sólido son varillas de cristal de rubí o vidrios y cristales con impurezas de neodimio. Los extremos de la varilla se tallan de forma que sus superficies sean paralelas y se recubren con una capa reflectante no metálica. El láser de estado sólido proporciona las emisiones de mayor energía. Normalmente funcionan por pulsos, generando un destello de luz durante un tiempo breve. Se han logrado pulsos de sólo $1,2 \times 10^{-14}$ segundos, útiles para estudiar fenómenos físicos de duración muy corta. El bombeo se realiza mediante luz de tubos de destello de xenón, lámparas de arco o lámparas de vapor metálico. La gama de frecuencias se ha ampliado desde el infrarrojo (IR) hasta el ultravioleta (UV) al multiplicar la frecuencia original del láser con cristales de dihidrogenofosfato de potasio, y se han obtenido longitudes de onda aún más cortas, correspondientes a rayos X, enfocando el haz de un láser sobre blancos de itrio.

3.3.1.2. LÁSER DE GAS: El medio de un láser de gas puede ser un gas puro, una mezcla de gases o incluso un vapor metálico, y suele estar contenido en un tubo cilíndrico de vidrio o cuarzo. En el exterior de los extremos del tubo se sitúan dos espejos para formar la cavidad del láser. El láser de gas es bombeado por luz ultravioleta, haces de electrones, corrientes eléctricas o reacciones químicas.

3.3.1.2.1. TIPOS DE LÁSER DE GAS:

- **LÁSER DE HELIO-NEÓN (HeNe)**

Características:

- Fue el segundo sistema de LÁSER activo en ser demostrado.
 - El primer LÁSER de gas en ser producido.
 - El primer LÁSER para producir un haz de luz de rendimiento continuo.
 - El medio activo del láser es una mezcla gaseosa de helio y átomos de Ne, en una proporción aproximada de 10:1.
 - El gas esta adjunto en un tubo cilíndrico de DESCARGA de cuarzo.
 - El tubo se sella en cada extremo por un espejo formando la cavidad óptica.
 - El bombeo es la vía de descarga eléctrica que atraviesa el gas.
 - La descarga de luz se crea en el gas entre los electrodos.
 - Tiene un pulso aproximado de 10 kV, aplicado por los electrodos al empezar la descarga.
 - La corriente eléctrica es inducida a través del gas.
 - Una corriente estable de 3 a 10 mA (en dc) es suficiente para guardar la descarga establecida.
-
- **LÁSER DEL ION – ARGÓN:** Se crea a través de una descarga eléctrica en un tubo estrecho de argón gaseoso, logrando la excitación de los átomos de argon, e igualmente múltiples colisiones entre ellos. También hay un campo magnético que rodea el tubo para ayudar a estrechar la descarga de gas y guarde una densidad constante.

Se emite por una alimentación de 1 a 20 W de flujo, que se distribuye entre todas las longitudes de onda entre 514 y 488 nm (sufriendo varias transiciones que ocurren simultáneamente en la región espectral de azul-verde).

El tubo de la descarga es normalmente hecho de un material con una conductibilidad térmica baja como el óxido de berilio (BeO), grafito o una construcción del tubo metal-cerámica

- El uso común del láser de argón es:

La holografía, la cirugía del ojo, el espectómetro, y en diferentes procedimientos en odontología.

Este tipo de láser es el más usado hasta ahora en aparatología y procedimientos en odontología, por este motivo se profundizara sobre sus aplicaciones en la práctica clínica.

La presentación nueva de 488 nm se usa en foto-polimerización (láser curing).

El láser de argón, fue introducido a la odontología a principios de 1992 - aprobado por la FDA (HGM Inc.). Salt Lake City, Utah) desde noviembre de 1992.

- **Usos clínicos**

- **Diagnóstico**

La Transiluminación láser puede detectar rápidamente caries y dientes fisurados.

- **Diagnóstico de pulpa con láser de bajo nivel:**

Usando la fibra de 300 Mc con menos de 400 mW de potencia, es posible diagnosticar el grado de Hiperemia pulpar presente. Se puede evaluar el grado de Hiperemia pulpar con la aplicación del láser en los ápices de dientes sospechados, permitiendo de este modo que el profesional determine que la pulpitis es reversible o irreversible.

- **Anestesia tópica:**

Previamente a las inyecciones, el láser puede ser usado en "no contacto", a unos 3mm de punto focal y menos de 600 mW de potencia, para pintar áreas a ser anestesiadas; normalmente 50 a 60 segundos es suficiente. Esto es sumamente eficaz, particularmente para inyecciones al paladar. Se ha desarrollado una técnica anestésica llamada Anestesia de presión intraósea (**Intraosseuos Pressure Anesthesia - IPA**) para los dientes mandibulares y maxilares. Cuando es usada siguiendo el uso tópico del láser, la molestia es mínima. La IPA virtualmente elimina el uso del bloqueo mandibular.

- **Anestesia Pulpar asistida por láser:**

Para aquellos dientes que desafían los mejores intentos de anestesia, el láser puede ser muy útil, una vez que la unión entre dentina y esmalte sea alcanzado.

Los parámetros son: entre 0,4 a 1 Watt de potencia, una fibra de 300 micrones y un punto focal de 3 a 5 mm. Incluso es necesario empezar a niveles de energía menores y gradualmente aumentarlos. La experiencia demuestra que un tiempo total entre 1,5 a 2,5 minutos, es suficiente. El procedimiento finaliza con un paciente satisfecho el 90 % de las veces.

- **Fotocuración de gran intensidad.**

El láser ayuda de tres maneras: Fluorescencia, acceso y control. El uso del láser al iluminar la estructura dental, permite curaciones que minimizan la pérdida volumétrica por fuera de los márgenes. La fibra de 300 micrones permite un acceso controlado imposible mediante otras técnicas. Con la fotocuración láser (láser curing) no hay márgenes gingivales sin polimerizar.

. Los composites posteriores son rutinarios y rápidamente reforzados. El ciclo entre fotocuraciones es de 5 segundos.

El láser es más rápido y mejor que la luz de curado tradicional. La fluorescencia del láser, el acceso y las posibilidades de control, han permitido el desarrollo de numerosas técnicas inimaginables hasta el momento. Con el corte regular de la fibra de 300 micrones, el odontólogo asegura una potencia de curación completa.

- **Acondicionamiento previo a la operación:**

Usando el láser sin contacto directo a menos de 1,5 W, previamente al uso de cualquier instrumento rotativo o abrasión con aire gingival, se disminuye o elimina el sangrado gingival.

- **Eliminación de caries**

Particularmente mientras se usa abrasión con aire, el láser puede ser usado a baja potencia, 0,6 hasta 0,8 W para secar la dentina cariada y ayudar en su remoción.

- **Coronas y puentes:**

En el trabajo con coronas y puentes, el láser puede ser usado para solidificar la resina reforzada, para cualquier volumen de reconstrucción. Se utiliza fotocoagulación, antes de finalizar las áreas de la preparación que puedan estar en contacto con la gingiva. El láser de argón es excelente para mejorar la coagulación. La mayor parte del tiempo el trabajo se realiza sin contacto directo. El láser por contacto se utiliza antes de la toma de impresión; las impresiones son secas, limpias y nítidas. No se necesita hilo retractor.

El uso del láser ha reducido significativamente la necesidad de retomar impresiones o de rehacer coronas. Debido a que el argón es efectivo en presencia de agua, es fácil su control. Los tejidos son mantenidos fríos de tal forma que la recuperación es rápida y segura. El paciente se da cuenta y agradece la diferencia. Se ha desarrollado un protocolo para una "**láser-cured PhotoCore**" (Kuraray Co.)Ltd.) Temporal, que es fabricado directamente en el diente, eliminando la mayoría de los problemas asociados con la temporalización. Esta resina para láser-curing parcialmente llenada es más fuerte, más fácil de terminar y es muy bien tolerada por los pacientes.

- **Periodoncia:**

Periodoncistas innovadores como Larv Finkbeiner de Colorado Springs están avanzando sobre las fronteras del uso del láser de argón. El Dr. Finkbeiner ha usado el láser para cada aspecto del tratamiento periodontal desde fabricar una válvula. El curetaje láser, ahora es casi una rutina y puede ser realizada por un higienista. En un artículo reciente el Dr. Finkbeiner discute conceptos como fototoxicidad v termólisis láser. Ahora se esta usando el protocolo desarrollado por Finkbeiner para la cirugía periodontal y la reconstrucción de huesos.

- **Endodoncia:**

Con el láser la visibilidad de un canal radicular no tiene comparación, las fisuras son fácilmente rastreadas, la gutapercha puede ser calentada rápida y seguramente la presencia bacteriana puede ser reducida casi instantáneamente. Las propiedades coagulantes del láser de argón lo hacen un aliado sin par en endocirugía. Se ha desarrollado un protocolo para un laminado de composite fibroso endo poste y centro usando Ribbond y resina compuesta (Z 100, 3M). El procedimiento suministra postes y centros que son retenedores, versátiles, fuertes, fácilmente recuperables, no perjudican a las raíces y se unen a la estructura del diente. Ya no son necesarios los postes metálicos. Se han tratado mas de 240 dientes exitosamente con el perno y centro Ribbond.

- **Tejido blando:**

Las aftas virales responden bien al láser en baja potencia (un watt o menos). El láser hace que la remoción del fibroma sea rápida, sin trauma y sin sangrado. La recuperación es rápida y virtualmente indolora. Las frenillectomías con el Fijac no son tan dolorosas en la curación debido a que el área de tejido involucrado es fijado suavemente.

- **Fijaciones:**

El láser puede ser usado para levantar fijaciones mediante la curación entre los dientes o acrílico usando un compuesto de curación liviano en vez de metil-metacrilato. El procedimiento es mas rápido y los resultados mas duraderos.

- **Implantes:**

Debido a que el láser de argón no reacciona con metales o el hueso, tiene una buena capacidad hemostática, es ideal para las etapas 1 y 2 de la implantación. No hay variación del metal y tampoco degradación del hueso.

- **Reducción de caries de la superficie de la raíz:**

En un estudio publicado en el **Journal of the American Dental Association**, **Blankenau, Powell** y otros mostraron una reducción significativa en la formación de caries de raíz después del uso del láser de argón a bajo nivel. La superficie de la raíz mostraba menor permeabilidad al ácido y una mejorada absorción de fluoruro. Un protocolo de tratamiento desarrollado por el Dr. J. Tim Rainey de Refugio, Texas, para pacientes con caries extensivas de raíz involucraba el uso de peridex, una radiación de bajo nivel, un barniz liberador de fluor (**Vivicare de Vivadent**), abrasión con aire, para quitar las caries, y la utilización de restauraciones curadas a láser con resinas de ionómero de vidrio modificado. El Dr. Rainey es el investigador y el instructor, principal fuente del renacimiento de la abrasión dental con aire.

- **Blanqueamiento dental en consulta:**

El láser a baja potencia y el uso de un agente blanqueador activado por luz permite un blanqueamiento rápido, controlado que no tiene similitud con ningún otro mecanismo.

- **Cementación asistida por láser:**

La fibra de 300 micrones, ubicada en los márgenes gingivales es capaz de iluminar las estructuras dentales, debajo del modelo, permitiendo al operador curar la resina a su gusto.

Los beneficios del láser de argón para los pacientes y los doctores son numerosos. El stress es reducido para el odontólogo que puede enfrentar situaciones clínicas con confianza. Debido a que los pacientes experimentan menos dolor y cicatrización mas rápida, el stress de ellos también se reduce.

El cuidado del paciente es elevado a su mas alto nivel posible. El láser es usado para cada restauración de fotocurado, para virtualmente cada corona y procedimiento de PPF, y para todo tratamiento de tejido blando. La profilaxis rutinaria y la preparación para prostodoncia fija de los pilares son los únicos procedimientos que no pueden ser mejorados con el uso del láser.

- **EL LÁSER DEL ANHÍDRIDO CARBÓNICO**

Este láser es una buena opción para procesar metales en aplicaciones como: cortar, soldar y templar.

Al contrario de otro láser de gas, el CO₂ tiene una altísima eficacia típicamente de 10 a 15%, incluso para alcanzar el poder tan alto que requiere este láser, las longitudes del cilindro pueden ser hasta de 2, 3 metros o más.

3.3.1.3 **LÁSER LÍQUIDO:** Los medios más comunes en el láser líquido son tintes inorgánicos contenidos en recipientes de vidrio. Se bombean con lámparas de destello intensas. La frecuencia de un láser de colorante sintonizable puede modificarse mediante un prisma situado en la cavidad del láser.

3.3.1.4. LÁSER DE ELECTRONES LIBRES: En 1977 se desarrollaron por primera vez el láser que se emplea para producir radiación de haces de electrones, no ligados a átomos, que circulan a lo largo de las líneas de un campo magnético; actualmente están adquiriendo importancia como instrumentos de investigación. Su frecuencia es regulable, como ocurre con el láser de colorante, y en teoría un pequeño número podría cubrir todo el espectro, desde el infrarrojo hasta los rayos X. Con el láser de electrones libres debería generarse radiación de muy alta potencia que actualmente resulta demasiado costosa de producir.

3.3.1.5. LÁSER ATÓMICO: En enero de 1997, un equipo de físicos estadounidenses anunció la creación del primer láser compuesto de materia en vez de luz. Del mismo modo que en un láser de luz cada fotón viaja en la misma dirección y con la misma longitud de onda que cualquier otro fotón, en un láser atómico cada átomo se comporta de la misma manera que cualquier otro átomo, formando una "onda de materia" coherente. Los científicos confían en las numerosas e importantes aplicaciones potenciales del láser atómico, aunque presenten algunas desventajas prácticas frente al láser de luz debido a que los átomos están sujetos a fuerzas gravitatorias e interaccionan unos con otros de forma distinta a como lo hacen los fotones.

3.3.1.6. LÁSER DE SEMICONDUCTORES – DIODOS

El láser semiconductor es el más compacto, y suelen estar formados por una unión entre capas de semiconductores con diferentes propiedades de conducción eléctrica. La cavidad del láser se mantiene confinada en la zona de la unión mediante dos límites reflectantes. El arseniuro de galio es el semiconductor más usado. El láser de semiconductor se bombea mediante la aplicación directa de corriente eléctrica a la unión, y pueden funcionar en modo CW con una eficiencia superior al 50%. Se ha diseñado un método que permite un uso de la energía aún más eficiente. Implica el montaje vertical de láser minúsculos, con una densidad superior al millón por centímetro

cuadrado (tenido en cuenta para la transiluminación). Entre los usos más comunes del láser de semiconductor están los reproductores de discos compactos.

3.3.1.6.1. LUZ QUE EMITEN LOS DIODOS: La capa del semiconductor es estrecha y en su extremo se ubica el diodo del láser para que la luz surja de ella y se refleje o pase a través de un cristal. Son diodos sujetos a tensión que con energía crean energía luminosa, esta energía luminosa puede tener diferentes longitudes de onda de acuerdo al material del semiconductor como lo muestra el siguiente cuadro:

Tabla numero 3
LONGITUD DE ONDA DE LOS ELEMENTOS

| ELEMENTOS | LONGITUD DE ONDA |
|-----------|------------------|
| GaAs | 880 nm |
| Gap | 550 nm o 700 nm |
| GaAsP | 580 nm o 660 nm |
| Si | 1100 nm |
| Ge | 1810 nm |

La luz final se puede variar aún más, al reflejarlo para que interactúe con cristales, como en el caso de los indicadores láser.

Tabla numero 4

PROPIEDADES DE LOS TIPOS DE LASER

| TIPOS | HeNe | Argon | Ruby | Ruby | Nd-YAG | GaAIAs | LED |
|------------------------------------|----------|----------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| | Gas | Gas | Estado sólido de libre corriente | Estado sólido modificado | Estado sólido modificado | Semi-conductor | Semi-conductor |
| Poder energía | 5 mW | 1.5 W | 1 J | 50 mJ | 250 mJ | 10 mW | 20 mW |
| Longitud de onda | 632.8 nm | 514.5 nm | 694.3 nm | 694.3 nm | 1064 nm | 820 nm | 880 nm |
| Duración de pulso | cw | cw | 350 μ s (FR) | 30 ns (QS) | 10 ns (QS) | cw | cw |
| Divergencia | 1 mrad | 1 mrad | 5 mrad | 5 mrad | 5 mrad | 20° | 40° |
| Ancho de línea | 1.5 GHz | 1 GHz | 330 GHz | 330 GHz | 180 GHz | 4 nm | 50 nm |
| Tiempo de vida | 100 ns | | 3 ms | 3 ms | 550 μ s | 1 ns | |
| Índice de refracción | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.82 | 3.6 | |
| Diámetro de emisión | 0.8 mm | 1 mm | 10 mm | 5 mm | 5 mm | | |
| Área de diámetro activo | | | | | | 200 μ m | 200 μ m |
| Umbral de corriente | | | | | | 80 mA | |
| Voltaje de entrada | | | | | | 2 V | 1.5 V |
| Máxima corriente de entrada | | | | | | 200 mA | 100 mA |
| Máximo poder de disipación | | | | | | 220 mW | 200 |
| Costo aproximado | £800 | £25000 | £35000 | £15000 | £35000 | £200 | £0.40 |

3.3.2. CLASIFICACION EN ODONTOLOGIA

Existen muchos y diversos tipos de láser que pueden ser clasificados en dos grandes grupos:

- El láser de alta densidad de potencia o quirúrgicos
- El láser de baja densidad de potencia

3.2.3.1 LASER DE ALTA DENSIDAD DE POTENCIA:

El láser de alta potencia o quirúrgico está representado por una amplia variedad de emisores con distintas longitudes de onda, y por ende con distintos efectos sobre los tejidos y con diferentes áreas de aplicación.

Podemos mencionar al láser de CO₂, Nd:YAG, Er:YAG, Ho:YAG, entre otros.

Para su utilización en tejidos blandos el más indicado es el láser de CO₂ 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 compactos con funciones similares.

Este láser genera al interactuar con los tejidos duros un importante y nocivo aumento de temperatura, irradiado a los tejidos subyacentes. A nivel microscópico este efecto se traduce en la aparición de grietas y fisuras inducido, causando la obliteración de los canalículos dentinarios.

No obstante, se demostró que la acción del láser de CO2 en fosas y fisuras aumenta la resistencia al ataque ácido reduciendo la permeabilidad del esmalte, lo cual juega un papel importante en la odontología preventiva.

Los primeros en conseguir una ablación efectiva de tejido dentario sin generación excesiva de calor fueron los alemanes Hibst y Keller en la Universidad de Ulm con el láser 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 láser de elección para Operatoria Dental.

Sin embargo, todos los láser quirúrgicos mencionados tienen un importante efecto antibacteriano lo cual garantiza un procedimiento quirúrgico prácticamente estéril.

Importantes aplicaciones con respecto a dicho efecto bactericida se han hallado en endodoncia aplicando láser de Nd:YAG, diodos, u Ho:YAG en el interior del conducto radicular a través de delgadas fibras ópticas.

Con respecto al láser de Argón, su indicación principal es la fotopolimerización de resinas compuestas con una disminución del 75% del tiempo de fotocurado 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 a las paredes cavitarias. También existen:

- Láser quirúrgicos para tejidos blandos

- Láser quirúrgicos para tejidos duros
- Láser para fotopolimerización

3.3.2.1.1. VENTAJAS: Las cirugías con láser se desarrollan en campo seco y limpio, libre de microorganismos, con incisiones claras y nítidas con menor necesidad de anestésicos. Generalmente no es necesaria la sutura. Los post-operatorios no presentan dolor, hay mínima 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 amplias con respecto a 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.

3.3.2.2. LASERES DE BAJA DENSIDAD DE POTENCIA

Los láser de baja potencia son aquellos que no atentan contra la vida celular.

Son aparatos pequeños y fácilmente transportables.

Tiene un efecto analgésico, antiinflamatorio y bioestimulante a través de un incremento del trofismo celular y de la microcirculación local, acelerando la velocidad de cicatrización de heridas, así como la reducción de edema e inflamación post - operatoria.

Sus principales aplicaciones son en hipersensibilidad dentinaria, lesiones aftosas y herpéticas, neuralgia del trigémino, disfunción de ATM, parálisis facial, lesiones periapicales, bioestimulación ósea, etc.

Ejemplos de láser de baja potencia son los de Ga, Al, As, Ga As, He Ne.

- Láser de baja potencia terapéuticos
- Láser de baja potencia para diagnóstico

4. LOS INDICADORES DEL LÁSER

Los indicadores láser pertenecen al grupo de láser de semiconductores (clasificación general) y a los láser de baja densidad de potencia (clasificación en odontología), este tipo de elemento es portátil, opera con batería, y han sido usados hasta el momento como indicador en presentaciones y como elemento accesorio en armas de fuego. Téngase en cuenta que al pertenecer al grupo de semiconductores tienen la capacidad de emitir millones de micro-láser por centímetro cuadrado lo que hace que tengan una capacidad de que al variar la superficie o contenido del elemento a través del cual pasa hay mayor capacidad de que este tipo de láser lo perciba, siendo detectado por el observador al haber cambios direccionales en estos micro-láser.

Figura número 5



4.1. CLASIFICACION

4.1.1. SEGÚN TIPO DE COLOR EMITIDO

Los indicadores láser actualmente están disponibles con dos tipos de luz; de acuerdo a su color estos son:

Tabla numero 5

TIPOS DE INDICADOR LÁSER Según color

| COLOR | LONGITUD DE ONDA | COSTO APROXIMADO En dólares |
|--------------|-------------------------|--|
| Rojo | 630 – 670 nm | 5-10 |
| Verde | 532 nm | 100-200 |
| Azul | 473 | Proceso de experimentación |

La respuesta visual del ojo humano tiene una longitud de onda-dependiente y está a un máximo alrededor de 550 nm. Como resultado, el ojo humano percibe la mancha roja producida por un láser que opera a 635 nm, aproximadamente 10 veces más luminoso que la mancha roja producida por un láser que opera a 670 nm, aunque cada dispositivo puede emitir el mismo poder ligero.

En el campo comercial los indicadores son adquiridos acorde al rango que se refiere a la distancia que el haz de luz puede alcanzar en la noche en una superficie blanca.

El rango depende de:

- La longitud de onda, que se mide en nm (nanómetros, billonésima de metro). Cuando la longitud de onda es corta, mayor es el rango.
- El Impulso del rendimiento moderado en mW (miliwatts o milésimo de un vatio). A mayor rendimiento de poder, mayor rango.
- La capacidad de reflexión del material que se enfoca. Cuanto más reflexivo el material, mayor es el rango.
- La cantidad de luz en la zona. Cuando hay menor cantidad de luz en la zona, mayor es el rango.

Tabla numero 6

RANGO VS. LONGITUD DE ONDA

| LONGITUD DE ONDA | RANGO |
|------------------|--------------------|
| 670 nm | 1000 pies (300 m) |
| 650 nm | 2000 pies (600 m) |
| 635 nm | 4000 pies (1220 m) |

4.1.1.1. INDICADOR LASER VERDE:

Son nuevos en el mercado. La luz verde tiene una longitud de onda de 532 nm a la cual el ojo es más sensible que los 635-670 nm de los láser rojos.

Eso le da una propiedad de visibilidad excepcional del haz verde.

El rango de este tipo de indicador láser es de 3.218.688 metros bajo las condiciones ideales en la oscuridad.



El generador de un haz verde es un diodo de bombeo.

Primero un láser infrarrojo a 808 nm bombea a un cristal de ND:YVO4 pasando a una longitud de onda de 1064 nm.

Después pasa a través de un cristal de KTP que corta la longitud de onda por la mitad a 532 nm.

Los indicadores del láser Verdes tienen una longitud de onda de 532 nm y tienen 2 presentaciones:

<3mW

<5 mW

El precio de diodos verdes varía por el rendimiento de poder.

El precio de los diodos verdes no disminuirá significativamente hasta que este de 532nm no entre en el uso común. En estos momentos todavía está en la fase de desarrollo.

Algunos indicadores de láser verdes generan el rendimiento pulsado y otros generan el rendimiento constante. Los indicadores del rendimiento pulsados muestran una línea golpeada cuando el indicador se ondea por una superficie, mientras el rendimiento constante muestra una línea sólida.

En el caso de los indicadores de pulsación se apagan por 3 microsegundos en intervalos de 3 segundos, estos usan un 20% aproximadamente menos de poder que los indicadores constantes, sin afectar su rango.

Esto es importante ya que el indicador verde tiene como desventaja de tener un poder de rendimiento alto (alto consumo de energía).

4.1.1.2. INDICADORES DE LASER AZULES:

El rendimiento es de 473 nm el cual está más cercano al color violeta en el espectro. Los indicadores azules son más luminosos que el rojo, pero no tan luminosos como los indicadores verdes porque el ojo humano es más sensible al verde.

Los indicadores azules son muy caros debido a la tecnología que apenas esta en desarrollo y además de la falta de producción masiva.

4.2. LAS BATERÍAS

Cada indicador del láser debe venir con las baterías. Todos los indicadores láser operan en 3V DC, de poder de rendimiento y por encima de un rango de poder pequeño (1-5mW rendimiento), las baterías son similares para todos los indicadores. Las baterías más convenientes son las baterías de AAA porque estas son de un costo más bajo y son ampliamente comercializadas.

La única razón para usar cualquier otra batería es reducir el diámetro o longitud del indicador. El diámetro sólo puede reducirse usando las baterías de AAAA delgadas; sin embargo, éstas son más difíciles de encontrar. Una manera de reducir la longitud del indicador es usar baterías de tamaño – N que son la mitad de la longitud de las baterías AAA. Aunque estas son más costosas y ligeramente menos disponibles. Los indicadores de láser de llavero son los más pequeños y usan 2-4 baterías del reloj (LR44 o equivalente). Éstas son más disponibles.

4.3. LA CALIDAD

Alguna variación en el output de poder y la longitud de onda es inevitable entre los fabricantes e incluso entre indicadores diferentes hechos por el mismo fabricante debido al proceso inexacto involucrado.

4.4. DISPONIBILIDAD COMERCIAL DEL INDICADOR LÁSER:

La venta de productos del láser al público en general debe restringirse a los dispositivos clase 1 y 2 y debe contar con la información suficiente para permitirle al usuario que opere el producto de una manera segura. Los indicadores láser superiores a la Clase 2 son considerados demasiado poderosos para el uso general y presenta un riesgo importante en las manos de consumidores porque ellos pueden causar lesiones en el ojo.

5. SEGURIDAD EN EL USO DE INDICADORES LASER

5.1. CLASIFICACION SEGÚN SEGURIDAD

Los indicadores láser son clasificados según la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) como normales en cuanto a la seguridad del láser que emplean. Esta norma especifica los requisitos para el uso seguro del láser teniendo en cuenta que el riesgo de exposición accidental se minimiza a través del uso de normas de seguridad que el diseñador ofrece y con rótulos del producto e información completa.

La CEI a descrito cinco clases de láser: 1, 2, 3A, 3B y 4.

Esta clasificación da una indicación sobre el grado de riesgo de cada indicador láser:

- **Clase 1:** Tienen un poder de rendimiento que está debajo del nivel que puede lesionar el ojo humano (menos de 1Mw).
- **Clase 2:** Emiten luz visible y se limitan a un poder de rendimiento máximo de 1Mw. El ojo de un individuo expuesto a un tipo de láser clase 2 se protegerá de la lesión por su reflejo del parpadeo natural, una respuesta involuntaria que evita la exposición del mismo.
- **Clase 3^a:** Pueden tener un poder de rendimiento máximo hasta de 5 mW. Este límite restringe el poder de entrar en un ojo humano totalmente dilatado (7mm de abertura). Así, la exposición a este tipo de láser es riesgoso de acuerdo al tiempo en que interactúa con el ojo el haz.

- **Clase 3B:** Alcanzan un poder de rendimiento de 500 mW, suficiente para causar la lesión del ojo humano. La magnitud y severidad de cualquier lesión del ojo dependerán de varios factores, incluyendo el poder del láser que entra en el ojo y la duración de la exposición.

En general los láser clase 1, 2, 3A, 3B no tienen el poder suficiente para causar una lesión permanente.

- **Clase 4:** tienen un poder de rendimiento mayor a 500 mW y son capaces de causar la lesión al ojo y la piel de tipo permanente.

La I.E.C. proporciona consejos en cuanto al uso de láser para las demostraciones, despliegues y exhibiciones, los dispositivos clase 1 y 2 deben usarse en estas áreas con supervisión o bajo el mando de operadores experimentados. Por ejemplo, se considera que indicadores láser usados por los profesionales en su lugar de trabajo están dentro de esta categoría. Se especifican los requisitos para operadores que usan láser de una clase más alta, donde hay un riesgo mayor de lesión del ojo.

El poder de rendimiento de indicadores láser actualmente disponibles generalmente es menor de 5 mW.

Las respuestas de aversión naturales del cuerpo pueden proporcionar protección adecuada de la lesión del ojo para indicadores láser clase 3A y 3B usados como ayudas ópticas. Aunque el riesgo de lesión permanente del ojo por una exposición transitoria incluso puede un fenómeno conocido como luminosa, este efecto deslumbrador puede ser pequeño, una persona que recibe una exposición del ojo es probable que sufra difracción y pérdida temporal de la visión en el ojo afectado y posiblemente después de la imagen.

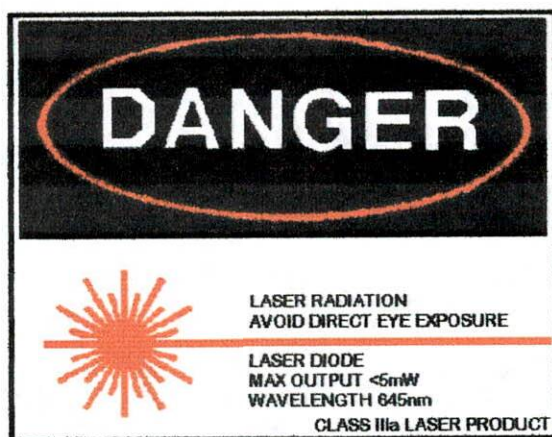
El tiempo tomado para recuperarse de estos efectos variará de una persona a otra y también dependerá en cierto grado del ambiente en el momento de la exposición. La asistencia médica

sólo debe buscarse si los síntomas persisten después de varias horas, o si hay perturbación durante la lectura.

Figura numero 6

CALCOMANÍA DE CERTIFICADO DE SEGURIDAD

Que deben tener todos los indicadores láser que estén bajo las normas de seguridad



En este caso sería para la clase III a, aunque la mayoría de indicadores láser presentes en el mercado hacen parte de la clase II, debido a la seguridad que ofrecen a sus operarios.

5.2. INTERACCIONES BIOLÓGICAS

5.2.1. INTERACCIONES CON TEJIDOS BLANDOS

El indicador láser es un tipo de diodo que no causa variaciones o alteraciones en los tejidos vivos ni por exposición aguda o crónica, debido a que no es una luz que cause variaciones moleculares en los elementos con los cuales interactúa (con referencias en consideraciones éticas).

5.2.2. INTERACCIONES CON EL OJO

La interacción directa del haz del indicador láser con el ojo causara efectos temporales (min.) Sin secuales debido a su luminiscencia intensa esto en los casos de interacción acentuada mayor a 10 segundos.

Este efecto por reacción inconsciente se evita ya que la interacción directa o por reflexión directa hacia el ojo causa una percepción de alta luminosidad por parte del operador que causa el parpadeo y el alejamiento del mismo, como suele ocurrir en la visualización directa del sol.

Además el operador debe de conocer estas características de este elemento para que en los casos de interacción directa variase la dirección de luz.

Cuando ocurre la interacción accidental que normalmente no es mayor a 2 segundos no hay ningún tipo de alteración o efecto adverso.

5.2.2.1. EFECTOS ADVERSOS – tipo temporal:

- Imágenes después de la exposición:

La percepción de luz, oscuridad, o las manchas coloreadas después de la exposición a una luz luminosa que puede distraer a la persona afectada. Esta alteración puede persistir durante varios minutos.

- Ceguera Flash:

Un deterioro de visión temporal que interfiere con la habilidad de descubrir o resolver una exposición del visual a una luz potente. Esto es similar al efecto producido por el flash, y puede ocurrir a los niveles de la exposición durante determinado tiempo y persistir. Este deterioro es transitorio y puede ser secundario, durando minutos. Esto depende de la exposición, tiempo, la tarea visual, y la iluminación del ambiente.

- La luz intensa:

Una reducción o pérdida total de visibilidad, como el producido por una intensa fuente rápida, como los faros de automóvil que sobrevienen, y se da en el área central en el campo de la visión. Este efecto desaparece en pocos minutos.

Los indicadores láser normalmente comercializados en Colombia son de clase 2 y la única precaución con ellos es abstenerse de observar el haz directamente; Pero no existe riesgo al mirar un punto iluminado por una superficie capaz de absorber la luz.

6. SINTESIS

7. LA ESTRUCTURA DENTAL

(elemento con capacidad de ser transiluminado)

El diente se compone de tres tipos de estructuras que se denominan así:

- El esmalte
- La dentina
- La pulpa

Son tejidos que varían en su densidad siendo de mayor a menor respectivamente, al igual que su ubicación anatómica con relación a la cavidad oral.

Las estructuras dentales en conjunto tienen la propiedad de ser translucidas permitiendo el paso de la luz a través de ellas. Dependiendo de su color ya que la calidad de la transiluminación depende del mismo, ya que a un tono más oscuro es menor la capacidad de ser transiluminado.

7.1 PROPIEDADES DE LOS TEJIDOS DENTALES

Como ya se ha comprobado, el diente es un objeto con la capacidad de translucencia y por consiguiente, de ser diagnosticado a través de este medio, o bien puede ser el complemento de otros tipos de exámenes para dar un diagnóstico definitivo en algunas patologías que tengan como manifestación signos de alteración de textura, continuidad o densidad de la estructura dental.

También sirve para valorar los materiales que están en contacto con los órganos dentales como: restauraciones, prótesis fija, adaptación de prótesis removibles en zonas de los ganchos.

Los dientes tienen también capacidad de absorción de luz, lo que incrementa la facilidad de su visualización cuando interactúan con la luz.

7.2 PROPIEDADES CUALITATIVAS DEL INDICADOR LASER

7.2.1 LUZ DE ALTA LUMINOSIDAD: da la capacidad de penetrar a un cuerpo traslucido.

Luz direccional: da la capacidad de iluminar el objeto deseado, para dirigir la luminosidad y concentrarla hacia una sola zona.

7.2.2 NO TERMICA: no produce calor, ni cambios de temperatura en el objeto iluminado.

7.2.3. **BIOSEGURIDAD:** no causa ningún tipo de daño al visualizarse su luminosidad concentrada en un objeto sin que interactúe el haz directamente con el ojo. Y en caso de que ocurra accidentalmente no produce daños permanentes (normalmente segundos o minutos dependiendo del tiempo de interacción directa).

7.2.4. **RELACION BENEFICIO – RIESGO:** los beneficios teóricos son del 100% ya que cumple con las propiedades de un transiluminador convencional.

Riesgo: es relativamente bajo teniendo en cuenta que solo hay un tipo de evento capaz de producir daño y este es de tipo temporal sin secuelas.

7.3 PROPIEDADES CUANTITATIVAS

Tabla número 7
PROPIEDADES FISICAS

| Indicador láser | Longitud de onda | Miliwatts |
|------------------------|-------------------------|--|
| ROJO | 630 – 670 nm | En el mercado menos DE 1mW |
| VERDE | 532 NM | En el mercado menos de 5 mW con posibilidad de ser menor. |

7.4 BENEFICIOS:

El indicador láser es un aparato de alta comercialización y de bajos costos (rojo), el indicador láser verde aunque tiene un costo mas elevado este no supera el de los transiluminadores convencionales.

Tabla número 8
COMPARACIÓN DE COSTOS

| Transiluminador | Costo aproximado | Porcentaje |
|------------------------|-------------------------|-------------------|
| Convencional | 700 dólares | 100% |
| Indicador verde | 159 dólares | 22.7% |
| | 7 dólares | 1% |

Tabla número 9
TAMAÑO

| TRANSILUMINADOR | LONGITUD x DIÁMETRO |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Indicador láser (versión llavero) | 6.5 cm x 1.3 cm |

8. CONSIDERACIONES ETICAS

1. Norma del Instituto Nacional Americano para el Uso Seguro del Láser,: ANSI Z-136.1 (1993), Publicador: El Instituto del láser de América, Orlando, FL, 1993. 2. Rockwell, Hijo, R.J.
2. Las Exposiciones Permisibles máximas (MPEs) establecidas después de 1970 por el Comité de Z136 del Instituto de Normas de Seguridad Americano (ANSI).
3. El consumo y Administración de Droga: La regulación para Productos Láser, Centro para Dispositivos y Salud Radiológica, consumo y Administración de Droga (DHHS), Código de Regulaciones Federales (CFR), 50 (161): el pp. 33682-33702, martes, el 20 de agosto de 1985.
4. Martín A. Mainster, MD, PhD, David H. Sliney, PhD, John Marshall, PhD, Keith A. Warren, MD, George T. Timberlake, PhD, Steven L. Trokel, MD, el Editorial del Invitado,,,: Pero es el Daño Muy Ligero?, Oftalmología, V:104, No.2, el pp,: 179-180, feb., 1997.
5. Los FDA incluye los indicadores láser bajo la definición de un producto láser de demostración que es incluido en la Norma Federal americana: 21 CFR Part 1040.11.
6. Rockwell, Hijo, R.J.: la Utilización de la Zona de Riesgo Nominal en la Selección de Medida de Mando. En los Procedimientos de la Conferencia de Seguridad de Láser Internacional, Orlando, FL,: El Instituto del láser de América, 1991. el pp. 7-25 - 7-42.
7. FAA 74002D Intensidad de Laser/High Al aire libre. Demostraciones Ligeras: De Capítulo 34: El Láser al aire libre / la Intensidad Alta las Demostraciones Ligeras, Administración Fede4ral de Aviación.
8. Los procedimientos de seguridad de láser específicos en las Universidades son gobernados por BS Normal británico EN 60825:1992 y la Seguridad de CVCP en las Notas de las Universidades de Parte de la Guía 2.1 Láseres, copias de que se sostiene en la Oficina de Seguridad.

9. Lasernet: el Apéndice de <http://www.rli.com> el Indicador láser. Características de la técnica de bombeo de diodo - Frecuencia-dobló la Nd:YAG. Rendimiento, longitud de onda: 532nm.
10. For further information on laser classification, see IEC publication number 60825-1: 1993 Safety of laser products Part 1. Equipment classification, requirements and user's guide. International Electrotechnical Commission, Geneva.

9. CONCLUSIONES

- La transiluminación es una herramienta utilizada en el proceso de inspección, facilitando la labor diagnóstica del operador. Permite identificar caries incipiente, fracturas coronales y radiculares (en algunos casos), restauraciones desadaptadas, acceso cameral a los conductos radiculares, calcular el espesor de dentina respecto a la pulpa y diagnosticar anomalías de la estructura dental; convirtiéndose en un elemento de gran importancia para evitar procedimientos incorrectos.
- Según la luz empleada los transiluminadores se clasifican en los de Luz Halógena y los de Argón.
- La óptica estudia el comportamiento de la luz y su propagación. La óptica geométrica se encarga de la trayectoria de los rayos a través de un sistema óptico aplicando las leyes de la reflexión y la refracción. La óptica física analiza fenómenos como la emisión, composición, polarización, interferencia y difracción de la luz.
- El rango visible mínimo es de 350 nm (violeta) y el máximo de 750nm (rojo).
- El láser es un aparato que amplifica la luz produciendo un haz coherente, resultante de la excitación de electrones por una fuente de energía, que se filtran entre dos espejos paralelos, uno de los cuales es parcialmente reflectante.
- La luz emitida por el láser es intensa, direccional y monocromática.
- El origen del láser se remonta a 1917 con los estudios realizados por Albert Einstein. Pero es en 1960 cuando Theodoro Maiman observó el primer láser en un cristal de rubí. Un año más tarde Alí Javan creó un láser de Helio-Neón. En 1966 Peter Sorokin construyó un láser líquido.

- El láser según el medio se clasifican en:
 - Láser de estado sólido.
 - Láser de estado líquido.
 - Láser de electrones libres.
 - Láser atómico.
 - Láser de semiconductores.
 - Láser de gas:- Helio-Neón.
 - Argón.
 - Anhídrido carbónico.
- Existen además el láser de alta y baja densidad de potencia.
- El indicador láser se encuentra en el grupo de semiconductores y de baja potencia.
- De acuerdo al color los indicadores que se encuentran en el mercado son el rojo con una longitud de onda de 630-670nm, y el verde con 532nm de longitud de onda. En la actualidad se esta experimentando con el azul que tiene una longitud de onda de 473nm aproximadamente.
- El indicador láser según la seguridad puede ser clase 1, 2, 3A, 3B Y 4. Solo la clase 4 es capaz de causar lesión al ojo y la piel de tipo permanente, su rendimiento es mayor a 500mW.
- El rendimiento de los indicadores láser disponibles no superan los 500 mw.
- Según la Comisión Electrotécnica Internacional (CDEI), el indicador láser no causa alteraciones en tejidos blandos ya que su luz no produce variaciones moleculares en los elementos con los cuales interactúa.
- La interacción directa del haz de luz con el ojo por 10 segundos no produce ningún efecto en el ojo humano y mas de ello solo puede generar efectos temporales en el individuo, sin dejar secuelas.
- El reflejo de parpadeo es un mecanismo biológico para proteger al ojo de la interacción con la luz.

- Dentro de los efectos adversos transitorios se encuentran la ceguera flash, luz intensa, percepción de oscuridad y manchas coloreadas. Estos efectos no duran más de unos minutos.
- La respuesta frente a los efectos varía de un individuo a otro y depende del tiempo de exposición. Se debe buscar ayuda médica solo si los síntomas persisten después de varias horas o si hay perturbación al leer.

10. RECOMENDACIONES

- No exponer el ojo a una interacción directa con el haz de luz del indicador láser.
- No permitir el uso de los indicadores láser a niños o personas que no puedan darle un uso adecuado.
- Instruir a las personas para que utilicen correctamente el aparato, sin afectar su integridad o la de otros individuos.
- Realizar un control periódico oftalmológico para prevenir lesiones.
- Ampliar el estudio sobre los indicadores láser y su aplicación en nuevas áreas.
- Utilizar el indicador láser como herramienta de diagnóstico en la práctica odontológica.
- En caso de poner en práctica la hipótesis, el operador debe usar el indicador como ayuda diagnóstica en comparación con otros exámenes mientras se ejercita la capacidad visual con la transiluminación para que finalmente sirva como elemento de diagnóstico definitivo.
- En caso de práctica se deberán reportar los casos al E-mail Sócratescoru@msn.com para apoyar el buen desarrollo de la validación de esta hipótesis.
- Incentivar el espíritu investigativo (curiosidad) que son la base de la constante evolución.

11. BIBLIOGRAFÍA

Carrol, J. M. *Fundamentos y aplicaciones del láser*. Barcelona: Editorial Boixareu, 1978. Libro de divulgación en el que se exponen, muy brevemente, los conceptos y las teorías físicas acerca del láser.

Han, M. *La vida secreta de los cuantos*. Madrid: Editorial McGraw-Hill, 1992. Libro de divulgación en el que se exponen las nuevas tecnologías vinculadas a la cuántica: ordenadores, láser y superconductores.

Hecht, J. y Teresi, D. *El rayo láser*. Barcelona: Editorial Argos Vergara, 1982. Obra de divulgación en la que tras una breve exposición de los fundamentos del láser se explican un gran número de aplicaciones.

Mauldin, John. *Luz, láser y óptica*. Madrid: Editorial McGraw-Hill, 1991. Libro de divulgación. Investiga los problemas del desarrollo del láser de alta potencia y analiza los problemas de la holografía y las imágenes en tres dimensiones.

Orza Segade, J. M. y otros. *Láser. En colección Nuevas Tendencias*. Madrid: Ediciones C.S.I.C., 1986. Obra conjunta de varios autores y en la que con un nivel superior se exponen algunas de sus aplicaciones y se comenta el grado de implantación de la tecnología láser en el mundo.

Ostapchenko, E. *Iniciación al láser*. Barcelona: Marcombo, 1975. Obra de divulgación, destaca por su extensión la parte dedicada a las aplicaciones del láser.

Tsibulkin, B. *Holografía*. Moscú: Editorial Mir, 1992. En este libro, traducido al castellano, se describen en un lenguaje ameno y sin tecnicismos los fundamentos de la holografía física y digital.

Allan Boyd y Gladys C McPherson. Date of creation Jun 24th 1996: Date last modified Jan 08 1997. Copyright © University of Aberdeen (1996).

Hecht, E. *Óptica*. Buenos Aires: Addison-Wesley Iberoamericana, 1986. Texto dirigido a estudiantes universitarios.

Mauldin, John H. *Luz, láser y óptica*. Madrid: McGraw-Hill - Interamericana de España, 1991. Obra divulgativa sobre temas y cuestiones relacionadas con los últimos avances en óptica.

Newton, Isaac. *Óptica*. Madrid: Ediciones Alfaguara, 1977. Obra de consulta básica para conocer los fundamentos de la óptica.

Prat, Roland. *La óptica*. Barcelona: Ediciones Orbis, 1986.

Wenzel A., Verdonshot EH., Truin GJ. Konig KG. Impact of the validator and the validation method on the on the outcome of occlusal caries dignosis. *Caries Research*. 28 (5): 373-7,1994.

Ie YL. Verdonshot EH>Performance of diagnosis systems in occlusal caries detection compared. *Community Dentistry and Epidemiology*.22(3): 187-91, jun. 1994.

Verdonshot EH. Bronkhorst EM. Burgersdijk RC. Konig KG Schaeken MJ . Truin GJ. Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries research*. 26(1); 59-64,1992

Lussi A. Frestone A. Shoenberg V. Hotz P. Stich H. In vivo diagnosis of fissure caries using a new ERM. *Caries Research*. 29(2):81-7,1995

Peers A. Hill FJ Mitropoulos CM. Holloway PJ. Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiographics for the diagnosis of small approximal carious lesions: an invitro study. *Caries Reserch*. 27(4):307-11,1993

Vaarkamp J. ten Bosh JJ. Verdonshot EH. Light propagation through teeth containing simulated caries lesions. *Physics in Medicine and BIOLOGY*. 40 (8):1375-87,1995 AUG

Choksi SK. Brady JM. Dang DH. Rao MS. Detecting approximal dental caries with transillumination: a clinical evaluation. *Journ. Of ADA*. 125(8):1098-102,1994 Aug.

de josselin de jong E. Sundstrom F. Westerling H. Tranaeus S. ten Bosh JJ. Anghmar-Mansson B. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Reserch*. 29(1) 2-7, 1995.

Hietala EL. Tjaderhane L. Larmas M. Dentin caries recording with schiffs reagent, 72912):1588-92,1993 DEC.

Lizardo Carvajal. *Metodología de la Investigación*. Curso general y aplicado. Editorial Futuro FAID. Cali. 1994.

Carlos A. Sabino. *El proceso de investigación*. Editorial El Cid. Bogotá Colombia. 1994

Carlos A. Sabino. *Cómo hacer una tesis y elaborar toda clase de trabajos escritos*. Editorial panamericana. Santa Fe de Bogotá. 1996.

James K. Bahcall, DMD, MS, and Joseph T. Barss, DDS, MS. Fiberoptic Endoscopes Usage for Intracanal Visualization. *Journ. Of Endodontics*. Vol. 27, No. 2 feb.

Stern RH, Sognnaes RF – "Laser Beam effect on Dental Hard Tissues", *J. Dent. Res*. 1964; 43; 873

Miserendino L., Pick R. – "Lasers in Dentistry", Chicago, Quintessence Publishing, 1995

Stern RH, Renger HL, Howell FV – "Laser effects on Vital Dental Pulp", Br. Dent. J. 1969; 26-28

Taylor R, Shklar G, Roeber F. – "The effects of laser radiation on teeth, dental pulp and oral mucosa of experimental animals", Oral Surg 1965; 19; 786-795

Dederich DN – "Laser/tissue interaction", Alpha Omega Dental Fraternity 1991; 84:4; 33-36

Almeida López L, Jaeger M, Brugnera A, Rigau J. – "Acción del láser de baja potencia en la proliferación de fibroblastos humanos en cultivo", VI Congreso Soc. Española de Láser Méd. Quir.; 1997

Tunér J, Hode L. – " Laser Therapy in Dentistry and Medicine", Suecia, Editorial Prima Books; 1998

Miles L, Saunders MD – "Aplicaciones del láser en Neurocirugía", Láser en Cirugía y Terapia; Brasil; 19- 26

Powell GL, Morton TH – "Pulpar response to irradiation of enamel with continuous wave CO2 laser" End. Vol. 15 n.12; 581-583; 1989

Pashley EL, Horner JA. – "Effects of CO2 laser energy on dentin permeability", End. Vol 18; n. 6; 257- 262; 1992

Wigdor HA, Walsh JT, Featherstone JDB. – "Lasers in Dentistry", Las. Surg. Med. 16; 103-133; 1995

Hibst R, Keller U. – "Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental substances" Lasers in Surg Med 1989; 9; 338-344

Hibst R, Keller U. – "Tooth pulp reaction following Er:YAG laser application", SPIE Proceedings 1991; 1424; 127-133

Jon C. Karna. Usos clínicos del láser argón Revista del Institute for Laser Dentistry.
Septiembre de 2000

Powell GL, Blankenau RJ. – "Effects of Ar laser curing dentin shear bond strength", J. Clin.
Las. Med. Surg. 1996; 14(3); 111-117