

# Módulo 1. Láser CO2

## Unidad 1.1 Generalidades

### 1.1.1 Introducción

La palabra láser se asocia a menudo con la idea de una tecnología futurista. Su origen, desde el punto de vista físico, se remonta a finales del siglo XIX. De hecho, en 1897, Charles Fabry y Alfred Perot crearon el primer interferómetro, considerado el progenitor de todos los resonadores utilizados hoy en día en la creación de láseres.

La base teórica de los láseres fue publicada en 1917. Por entonces, Albert Einstein identificó y describió las reglas fundamentales que caracterizan la emisión y la absorción de la radiación, e introdujo, junto con la teoría cuántica, el concepto de emisión estimulada. Según esta teoría, cuando un átomo o una molécula pasan de manera espontánea de un estado excitado a un estado estable, se obtiene un fotón de luz con una determinada longitud de onda (emisión espontánea). Cuando el fotón encuentra otro átomo en estado excitado, se emite un nuevo fotón de luz. Esta emisión sincronizada en tiempo y espacio genera una emisión estimulada. Por lo tanto, las bases teóricas ya estaban presentes en 1917. Sin embargo, la tecnología capaz de construir láseres no estaba todavía disponible.

En 1960, Maiman desarrolló el primer prototipo de LÁSER (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) y utilizó un cristal de rubí como vehículo activo. En 1963, un dermatólogo llamado León Goldman fue el primero en usar esta fuente de energía en la piel, y así comenzó una época de desarrollo tecnológico impensable y un potencial terapéutico innovador. La capacidad de determinadas moléculas de la piel, definidas como cromóforos (melanina, hemoglobina), para absorber de manera específica diferentes longitudes de onda, ha permitido el uso más selectivo del láser.

El agua es el componente principal de la piel (alrededor del 77 % de su volumen) y, por lo tanto, juega un papel fundamental en la interacción láser-tejido. Los láseres CO2 (10600 nm) y Er-YAG (2940 nm) se emiten en el espectro infrarrojo lejano, donde predomina la absorción de radiación por las moléculas de agua. El láser quirúrgico pulsado o continuo puede utilizarse para lograr la ablación con mínimo daño térmico. Las posibles aplicaciones de láseres quirúrgicos varían,

desde tratamientos de rejuvenecimiento hasta la vaporización de distintas lesiones dermatológicas benignas, incluso en zonas delicadas (área periocular y orbital, sitio perioral y oído externo).

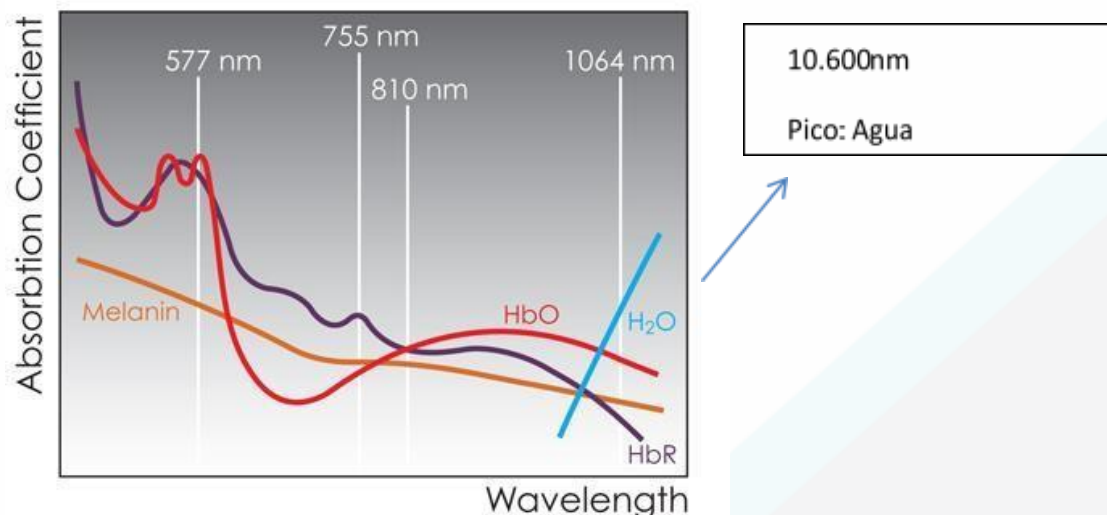
Con el uso adecuado de equipos manuales (2 mm de distancia focal), los láseres ablativos de CO<sub>2</sub> pueden ser utilizados de la misma manera que un instrumento quirúrgico cortante. En este caso, la examinación histológica es posible. El láser CO<sub>2</sub> se introdujo en el pasado como una herramienta quirúrgica capaz de vaporizar el tejido y todavía es el sistema láser más versátil y utilizado en dermatología.

### 1.1.2 Física

Este utiliza una mezcla de gas que contiene dióxido de carbono que es el elemento activo, helio y nitrógeno. La longitud de onda del láser CO<sub>2</sub> (10600 nm) tiene una afinidad muy alta con el agua intracelular y extracelular que representa su objetivo principal. Este cambia de estado líquido a gaseoso, y causa una explosión de estructuras celulares. Si este proceso ocurre rápidamente, se puede contener la difusión térmica hacia las zonas adyacentes contiguas, y el daño térmico a los tejidos sanos es mínimo.

El láser de CO<sub>2</sub> puede trabajar en diferentes modalidades: onda continua y onda de energía pulsada. La onda superpulsada se define como la exposición de corto tiempo con picos de energía alta. En modelos de emisión pulsada, se han diseñado diferentes niveles de energía y tipos de pulsos (siempre con las características ablativas y termales combinadas) para optimizar el control de vaporización e inducir la bioestimulación del tejido objetivo.

**Figura 1: Picos de absorción**



Fuente: adaptado de Ali y Mahmood, 2015.

A su vez, la termólisis microablative fraccionada con láser de CO<sub>2</sub>, también produce resultados interesantes en el tratamiento de procesos posmenopáusicos del tejido vaginal y vulvar. Gracias a este procedimiento apenas invasivo, rápido y sin dolor a nivel vaginal y con solo efectos secundarios menores a nivel vulvar, hoy, los efectos del paso del tiempo pueden ser tratados en los tejidos internos del aparato genital femenino. Permite regenerar la mucosa vaginal y vulvar, no solo mediante la mejora de la laxitud, sino también, en cuanto a la restauración de su funcionamiento correcto. En el período peri y posmenopausia, entre el 25 % y el 50 % de las mujeres presentan síntomas relacionados con alteraciones de trofismo vaginal, causado por la disminución del estrógeno.

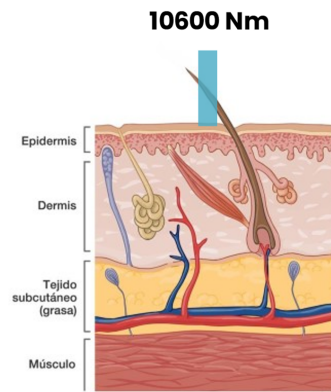
El láser de Erbium se emite a 2940 nm y se caracteriza por un medio activo, un cristal de itrio-aluminio-granate (YAG) dopado con iones de Erbium. El coeficiente de absorción de agua para la longitud de onda de 2940 nm es 16 veces mayor que la longitud de onda de 10600 nm emitida por un láser de CO<sub>2</sub>. Por esta razón, la penetración es muy reducida. La vaporización producida por el láser de Er-YAG es un proceso explosivo por el cual se produce una verdadera y casi pura ablación de los tejidos. A futuro queda la necesidad de observar con detenimiento el resultado obtenido después de cada paso.

La profundidad de ablación reducida se produce después de varios pasos y, por lo tanto, el resultado clínico ya no depende de los indicadores de color (como en el caso del láser de CO<sub>2</sub>), sino de la evaluación de parámetros visuales no objetivos relacionados con la experiencia del profesional. En consecuencia, el láser de Erbium se considera ideal como un escalpelo de luz, que, utilizado por un profesional experto, es capaz de reacondicionar el tejido para obtener el mejor resultado final. Los tratamientos fraccionados son también posibles con láser de Erbium.

**Figura 2:**



## DIÓXIDO DE CARBONO



- CO2 10600 nm
- Cromóforo: agua
- Láser de corte o quirúrgico

Fuente: elaboración propia.

### 1.1.3 Clasificación

El láser de CO2 puede trabajar en diferentes modalidades:

- Onda continua.
- Onda de energía pulsada.
- Onda superpulsada, se define como la exposición de corto tiempo con picos de alta energía.

También se clasifica en:

- Emisión continua: la energía emitida es en forma continua, mientras el pulsador esté activo, el equipo emitirá la energía seleccionada. En este caso, la aplicación de la luz depende del operador. Solo en la forma continua el láser de CO2 permite hacer un corte quirúrgico.
- Emisión fraccionada: el equipo cuenta con un dispositivo extra al final de la manipulación, permite seleccionar diferentes patrones de emisión fraccionada de la energía. Tiene la particularidad de emitir pulsos y respetar zonas sanas en el proceso. Esto permite, por un lado, el control exacto de la emisión, y por el otro, la recuperación del tejido es más rápida gracias a las zonas sanas salvadas.

**Figura 3: Clasificación**



### TIPOS

CONTINUO

FRACCIONADO

- Vaporización
- Verrugas
- Tumores benignos
- Rinofimas
- Resurfacing Profundo



Fuente: adaptado de Clínica BK, s. f.

## 1.1.4 Criterios de selección

La mayoría de los equipos en el mercado cuentan con la posibilidad de hacer una emisión simple, continua, pulsada y superpulsada. Y cuentan con los *scanners* para aplicar con patrón fraccionado.

El operador deberá seleccionar uno u otro medio de aplicación de acuerdo a distintos factores, tales como: el diagnóstico clínico, si necesita o no corte quirúrgico, según la experiencia del operador y de acuerdo a los fototipos de la piel del paciente.

# Unidad 1.2 Indicaciones clínicas

## 1.1.2

### 1.2.1 Lesiones tumorales

El láser de CO<sub>2</sub> es por excelencia un láser quirúrgico, de corte. Por ello, se puede utilizar para tratamientos quirúrgicos de varias lesiones dermatológicas benignas. Asimismo, se recuerda que produce evaporización de la lesión una vez tratada. Se

aplica como corte y como evaporización, aunque también está indicado en algunos procesos de lesiones malignas como veremos más adelante.

☞	Queratosis
☞	Angioqueratomas
☞	Acrocordones
☞	Angiofibromas
☞	Cicatrices
☞	Queloides
☞	Léntigos simples
☞	Verrugas
☞	Condilomas
☞	Moluscos
☞	Nevus Milliums
☞	Siringomas
☞	Tricoepiteliomas
☞	Rinofima
☞	Queilitis actínicas
☞	Xantelasmas
☞	Adenoma sebáceo
☞	Granuloma piógeno
☞	Balanitis de zoom
☞	Hidrocistomas

## 1.2.2 Cicatrices

El tratamiento de cicatrices anormales, tales como cicatrices hipertróficas y cicatrices hipertróficas vascularizadas, queloides, cicatrices posacné y cicatrices atróficas, consiste en varias terapias (corticoides intralesionales, interferón, retinoides tópicos, cirugía escisional, etcétera). Siempre requieren de un correcto diagnóstico y evaluación previa de cada caso, así como también, evaluar las expectativas de los pacientes y explicar el alcance de cada procedimiento.

Las cicatrices pueden dividirse en dos grupos principales: aquellas que consisten en la formación de tejido exuberante y las resultantes de la pérdida de tejido. Estas últimas son más frecuentes.

Los queloides, que pertenecen al primer grupo, se caracterizan por un depósito excesivo de tejido fibroso que excede los límites del daño inicial. Estas cicatrices no sufren regresión espontánea, sino, por el contrario, pueden aumentar. Ocurren con mayor frecuencia en áreas preesternales y auriculares y se reconoce la influencia de factores genéticos.

Las cicatrices hipertróficas, a diferencia de los queloides, no exceden los límites del daño inicial y en ocasiones pueden verse afectadas por una regresión. Se pueden utilizar diversos enfoques terapéuticos para tratar las cicatrices hipertróficas. Existen fármacos, esteroides y sustancias similares con propiedades inmunomoduladoras y antiinflamatorias que modifican la expresión de enzimas y citoquinas vinculadas al proceso inflamatorio de las lesiones. Además, se usa el vendaje con silicona para brindar los beneficios de una mayor hidratación de la herida. También se aplica un trabajo intralesional de agentes quimioterapéuticos como el 5-fluorouracilo. Estos tratamientos parecen dar buenos resultados, pero se asocian con el dolor de la infiltración y el posible desarrollo de necrosis y ulceración de la zona tratada, por lo que no se la considera una terapia estándar en la actualidad.

Las cicatrices causadas por la pérdida de tejido incluyen tres formas principales: cicatrices *ice-pick* (en picahielos) o atróficas. Para el tratamiento de cicatrices atróficas, un especialista cuenta con varios procedimientos: extirpación quirúrgica, dermoabrasión, *peeling*, láser y materiales de relleno, utilizados de manera exclusiva o en combinación. El uso de terapias múltiples puede ser útil, debido a la enorme variedad (profundidad, espesor, consistencia) de este grupo de cicatrices.

Los procedimientos de rejuvenecimiento con láser ablativo eliminan la epidermis y la dermis superficial, sin la participación de apéndices cutáneos, que son fundamentales para la regeneración de la piel y la producción de colágeno a lo largo del proceso de curación. En particular, el láser de CO<sub>2</sub>, produce neo-colagenogénesis con renovación y remodelación de tejidos. Sin embargo, con estos sistemas, por lo general, es necesario efectuar una serie de tratamientos. La mejoría de las cicatrices de acné, en especial, las atróficas (*ice-pick*), es considerablemente menos evidente que la obtenida con láser ablativo de CO<sub>2</sub>.

Por lo tanto, es importante evaluar la posibilidad de prevenir cicatrices anormales, además de la mejoría de las cicatrices que ya sanaron. Un proceso de cicatrización anormal puede promover la formación de cicatrices hipertróficas o queloides. Estos últimos tienden a ser hereditarios, y son más comunes en personas de piel oscura, con una incidencia de 6-16 % en la población africana.

El conocimiento del proceso de cicatrización de la herida es necesario a fin de entender cómo y cuándo intervenir. Hay tres fases diferentes:

- **Inflamación**, que se produce durante las primeras 48-72 horas después del trauma y se caracteriza por la participación de diferentes poblaciones celulares necesarias para la reparación de la herida.
- **Proliferación**, que dura un promedio de 3-6 semanas y es el periodo caracterizado por la deposición de la matriz extracelular, como un marco estructural (los miofibroblastos comienzan la contractura de la herida).
- **Maduración**, dura uno o más años durante el cual se alcanza un equilibrio entre la degradación y la biosíntesis del tejido nuevo.

### 1.2.3 Fotorrejuvenecimiento

Para el tratamiento del fotoenvejecimiento que, recordaremos, posee un componente intrínseco y otro extrínseco con alteraciones en la epidermis, de la pigmentación y vascularización, y con alteraciones en la dermis, en la cantidad y calidad del colágeno. Se imponen muchas posibilidades terapéuticas donde cada operador elegirá de acuerdo a su paciente y las habilidades y posibilidades que posea cada uno.

En el caso de utilizar láser CO<sub>2</sub>, se prefiere el de tipo de emisión fraccionada.

El láser fraccionado de CO<sub>2</sub> emite minúsculos haces de luz que penetran en la piel hasta la dermis en forma de cientos de columnas térmicas. Estas columnas son pequeñas heridas microscópicas que quedan rodeadas de tejido sano, que es el tejido que contiene los queratinocitos, las células capaces de promover una rápida cicatrización y una alta producción de colágeno.

Antes de empezar con el tratamiento con el láser fraccionado de CO<sub>2</sub> es indispensable una valoración médica para determinar si es necesaria una preparación previa de la piel con productos tópicos específicos.

La sesión láser se realiza generalmente bajo el efecto de anestesia tópica, conseguida mediante el uso de una crema minutos antes del procedimiento, (...) y la duración de esta variará en función de la extensión de la zona a tratar, aunque suele ser de unos 30 a 90 minutos.

Inmediatamente después del tratamiento y por algunas horas, es normal sentir la piel tirante, enrojecida y con picor, como

si se hubiera estado expuesto al sol. Suele haber también costras diminutas de menos de un milímetro que desaparecen al cabo de una semana. Normalmente, aparece enrojecimiento o inflamación local en la zona de tratamiento que desaparece rápidamente en los primeros días, seguido de un aspecto bronceado de la piel por la aparición de microcostras.

Asimismo, la piel tendrá un aspecto marrón los primeros 5-7 días y después se renovará adquiriendo un tono rosado. (Barreto, s. f.,

<https://amybadi.wixsite.com/dramybarreto/laserco2fraccionado>)

El periodo es variable de acuerdo a la energía entregada durante el tratamiento. Cada operador sabe desde los parámetros utilizados hasta cuál es la profundidad de penetración, y, por consiguiente, el periodo de recuperación en cada caso que será de 3 a 10 días en general.

Habitualmente, es a partir del séptimo día cuando puede empezarse a utilizar maquillaje para cubrir el aspecto enrojecido de la piel y reincorporarse a la vida laboral y social.

Eso sí, hay que evitar la exposición solar (incluso con fotoprotector) por un tiempo y usar cremas hidratantes, así como cualquier otro producto prescrito por su médico.

El número de sesiones dependerá de las cicatrices, así como de la intensidad del tratamiento, pudiendo ser necesarias de 1 a 3 sesiones en la mayoría de los casos. No obstante, cuanto más profundas sean las lesiones, es de esperar un número mayor de sesiones de tratamiento.

Generalmente suele ser un tratamiento muy satisfactorio que mejora mucho la autoestima y la consecuente calidad de vida de los pacientes. Los efectos secundarios son muy poco probables, si se siguen las recomendaciones, y en todo caso, si los hay, son poco importantes. (Barreto, s. f.,

<https://amybadi.wixsite.com/dramybarreto/laserco2fraccionado>)

Al ser un tratamiento con láser invasivo es muy importante explicar al paciente el procedimiento y los cuidados necesarios para evitar futuras complicaciones, como las pigmentaciones postinflamatorias y algunas infecciones.

La piel nueva, sana y luminosa, reemplaza al tejido dañado y el proceso continúa durante los seis meses posteriores al tratamiento, pues la formación de colágeno conlleva la remodelación de la

dermis y, por consiguiente, la mejora de la calidad de la superficie cutánea. (Barreto, s. f., <https://amybadi.wixsite.com/dramybarreto/laserco2fraccionado>)

### 1.2.4 Otras indicaciones

Se recuerda que el láser CO2 puede utilizarse como corte, por ende, podemos reemplazar a un bisturí en cualquier procedimiento quirúrgico, como ablación o toma de biopsia de diversas lesiones dermatológicas. También es muy utilizado en otras especialidades.

Otro efecto es la vaporización o destrucción de lesiones. En este caso, se pueden destruir todas las lesiones benignas.

Un caso especial merece las lesiones de cáncer de piel, en donde está indicado como primera o segunda línea de tratamiento. Haremos una mención especial en el caso de carcinoma basocelular de bajo riesgo de acuerdo al algoritmo diagnóstico y terapéutico del CBC, donde se reconoce su uso como:

- Vaporizar las lesiones en planos paralelos a la superficie cutánea hasta la profundidad deseada, que se completa con un raspado previo de la lesión. Esto no permite el estudio histopatológico de los márgenes.
- Utilizar el láser como un electrobisturí de una cirugía convencional, pero con los beneficios de trabajar en un campo exangüe por la fotocoagulación que produce (en vasos menores de 5 mm), el sellado de las terminaciones nerviosas y de los vasos linfáticos (que genera menor dolor y edema posterior), la penetración controlada y el menor tiempo de tratamiento. Además, esteriliza mientras corta, lo que reduce el riesgo de infección. En este caso, se permite el estudio histopatológico posterior del material escindido.

El uso de este tipo de láser resulta muy eficaz en los pacientes anticoagulados, o con tumores superficiales múltiples, como los portadores del síndrome del carcinoma basocelular nevoide.

## Referencias

**Ali, F. y Mahmood, A.** (2015). KTP (532 nm) Laser Enhances the Effect of ND:YAG (1064 nm) Laser in the Treatment of Nevus of Ota. *Iraqi JMS*, 13, 76-83. Recuperado de <http://iraqijms.net/upload/pdf/esite56d6c5a5da6c1.pdf>.

**Barreto, A.** (s. f.). *Láser CO2 fraccionado, rejuvenecimiento, marcas de acné y estrías*. Recuperado de <https://amybadi.wixsite.com/dramybarreto/laserco2fraccionado>.

**Clínica BK** (s. f.). *Láser CO2*. Recuperado de <https://clinicabk.com/laser-co2/>.