

# **EFFECTOS TERAPEUTICOS DE LA LUZ EN EL**

## **ESPECTRO DEL ROJO E INFRAROJO**

AUTOR: Eduardo Merino MacDonnel

### ***Resumen***

La luz es una forma de energía que se comporta como una onda, pero también como una corriente de partículas llamadas **fotones**. El desarrollo de fuentes de luz monocromáticas de una única longitud de onda (o un espectro muy estrecho de longitudes de onda) allanó el camino a estudios que demuestran que la luz, a longitudes de onda y dosis apropiadas, es beneficiosa terapéuticamente en la regeneración de tejidos y en el control del dolor. La evidencia indica que las células absorben fotones y transforman su energía en Trifosfato de Adenosina (ATP), la forma de energía que usan las células. El ATP resultante se utiliza para potenciar los procesos metabólicos; sintetizar DNA, RNA, proteínas, enzimas, y otros productos necesarios para reparar o regenerar componentes celulares; favorecer la mitosis o proliferación celular; y restaurar la homeostasis.

También se han publicado trabajos sobre otros efectos beneficiosos inducidos por la luz que incluyen la modulación de los niveles de prostaglandina, alteración de los potenciales somatosensoriales evocados y de la velocidad de conducción de los nervios, e hiperemia de los tejidos tratados. Los beneficios clínicos resultantes incluyen alivio del dolor en casos como el síndrome del túnel carpiano, bursitis, tendinitis, torceduras de tobillo, disfunción de la articulación temporomandibular, dolor de cuello y hombros, artritis, y neuralgia post-herpética; así como reparación de tejidos en casos de úlcera diabética, úlceras vasculares, úlcera decúbito, llaga orales, fracturas, rotura de tendones, desgarramiento de ligamentos, cartílagos desgarrados, y daño a los nervios. Se citan como contraindicaciones el tratamiento del cáncer; la irradiación directa del ojo, del feto y de la tiroides; y los pacientes con fotofobia idiopática.

## ***Un cambio de paradigma***

La historia de la medicina, vista con un toque de humor, ha consistido desde sus comienzos en venenos y cuchillos. Las drogas, generalmente, envenenan algún sistema enzimático en beneficio del paciente. Pensemos en algunas drogas comunes: la digitalina es una toxina extraída de una planta (la dedalera) que envenena suavemente al corazón para ayudar a los enfermos cardíacos. La aspirina, básicamente, envenena el sistema de la prostaglandina para disminuir la cadena inflamatoria y el dolor; y así podríamos seguir con muchas otras drogas. Y luego están también los cuchillos, la cirugía, mediante los cuales cortamos a los pacientes para curarlos.

En esta estrategia en particular (la de las terapias basadas en la luz) lo que intentamos es usar la energía específica de ciertas longitudes de onda de luz para estimular la bioquímica normal de las células, en lugar de envenenarlas o cortarlas.

## ***La naturaleza de la luz***

Es de conocimiento común que los días soleados son estimulantes y que los días sombríos deprimen. Lo que no es tan conocido es que la luz, aun en pequeñas cantidades, produce una cantidad de beneficios clínicos que incluyen la reparación de tejidos y el control del dolor.

Cada momento en que permanecemos despiertos usamos la luz del sol o la luz artificial para ver el mundo que nos rodea. Lo que percibimos como luz es en realidad una forma de energía que se comporta tanto como una onda como como una corriente de partículas llamadas fotones. Cada fotón vibra a una determinada frecuencia lo que está asociado al color de la luz que percibimos. A distinta frecuencia, o lo que es equivalente a distinta longitud de onda, es distinto el color de la luz y también es distinta la energía que transporta la luz.

## ***Terapias basadas en luz***

El desarrollo de fuentes de luz monocromáticas (de un solo color) correspondientes a longitudes de onda bien conocidas ha permitido a los científicos estudiar el efecto que tienen sobre los tejidos los diferentes colores. A finales de los años 60 experimentos usando láser “de alta potencia” (o lo que se suponía alta potencia en aquella época) para destruir tumores mostraron que las heridas producidas en los animales de experimentación cuando se les implantaban los tumores cicatrizaban mas rápidamente en aquellos casos en que los mismos habían sido tratados con el láser, en comparación con las heridas de los animales de control que no habían sido tratados con dicha luz.

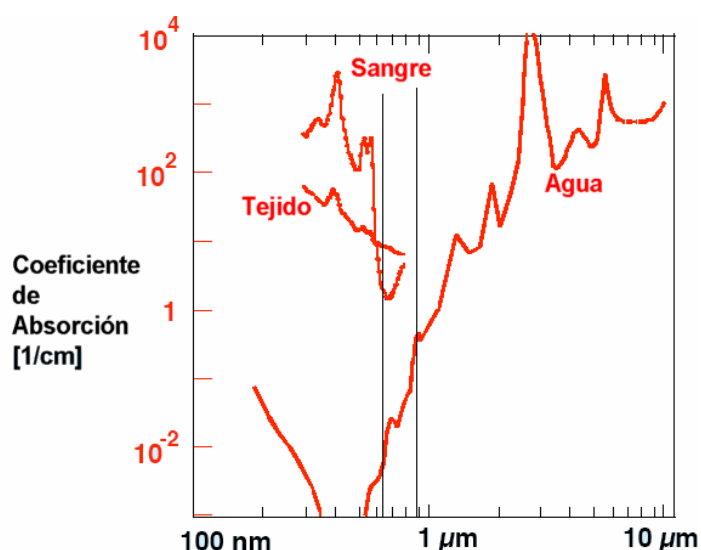
Esta observación casual llevó a los investigadores a diseñar experimentos para probar su sospecha de que la luz del láser aceleraba la cicatrización de heridas pudiendo comprobar este hecho. Posteriores experimentaciones demostraron también que también respondían al tratamiento con láser diversos casos de úlceras en seres humanos tales como las provocadas por la diabetes, las provocadas por insuficiencia circulatoria, las heridas infectadas y las úlceras de decúbito.

Hoy entendemos que ese pretendido “láser de alta potencia” era en realidad “débil” y por ello en lugar de destruir las células cancerosas estimulaba la cicatrización de los tejidos. Al igual que la luz del sol beneficiosa en pequeñas cantidades pero dañina en altas dosis.

Desde el descubrimiento del valor terapéutico de la luz roja, se pudo comprobar que este efecto se extendía a toda una banda de longitudes de onda. Cuando la curación de piel, músculos, nervios, tendones, hueso y tejido periodontal se veía comprometida, la aplicación de las dosis adecuadas de luz en la banda de los 600 a los 1000nm (rojo e infrarrojo cercano) provocaban una respuesta positiva. La evidencia sugiere que esta gama de luz de baja energía acelera muchas etapas de la curación. Acelera la inflamación, promueve la proliferación de fibroblastos, mejora la condroplasia, incrementa la síntesis de mRNA procolágeno tipo I y tipo III, acelera la soldadura de huesos y promueve la revascularización de las heridas. Este aumento de la actividad vascular se debe a un aumento del metabolismo del Oxido Nitrico (NO) que mejora la

regulación de la vasodilatación y tiende a la formación de nuevos capilares, lo que a su vez se traduce en un aumento del aporte de oxígeno y nutrientes a los tejidos favoreciendo el proceso de regeneración de los tejidos.

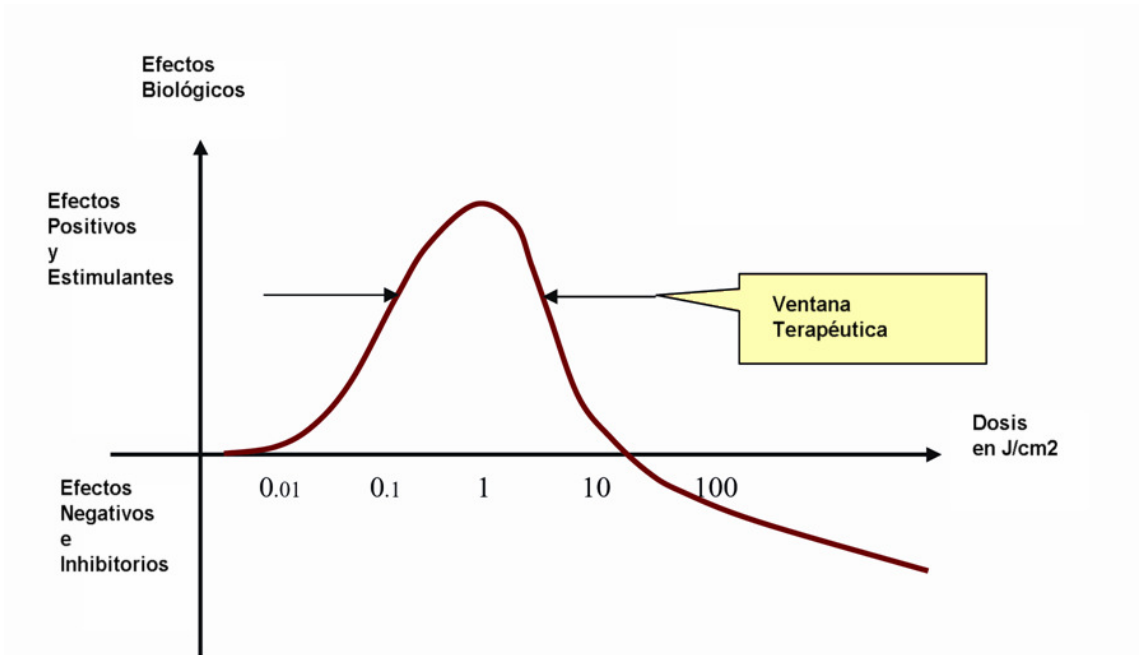
La luz roja visible de longitudes de onda de entre 630 y 700 nm se absorbe más rápidamente que la infrarroja y sus efectos se manifiestan en los tejidos hasta una profundidad de alrededor de 10 mm mientras que los efectos de la infrarroja de entre 800 y 1000 nm se notan hasta unos 40 mm. Esto se debe a que distintas células y tejidos del cuerpo humano tienen su propia característica de absorción; es decir que absorben la energía de la luz de determinada longitud de onda mientras que dejan pasar las otras. Esto explica porque siendo similares los efectos terapéuticos de ambas longitudes de onda es interesante el uso combinado de ambas. En la figura que sigue se grafican los coeficientes de absorción de sangre, tejidos y agua en función de la longitud de onda de la luz incidente.



Si bien el énfasis en general se pone en la profundidad de penetración de la luz en los tejidos, lo realmente importante es la absorción de la luz por los tejidos ya que es por este mecanismo, la absorción de fotones y su conversión en otra forma de energía, por el que se producen los efectos de biomodulación de la luz.

La dosis necesaria para lograr estos efectos responde a la ley de **Arndt-Schultz** y es objeto de una continua experimentación, pero existe consenso en que son adecuadas las dosis que van desde los 1 joule/cm<sup>2</sup> a los 10 joule/cm<sup>2</sup> siendo un valor generalmente aceptado los 4 joule/cm<sup>2</sup> a nivel de superficie de

la piel para úlceras y heridas superficiales incrementando esta dosis para lesiones profundas.



Para calcular el tiempo de aplicación para lesiones a distintas profundidades la Sociedad Sueca de Láser Médico recomienda la siguiente fórmula:

$$t = \frac{D \times A}{P} (1+d) \text{ [Seg]}$$

Donde **t** es el tiempo de tratamiento en segundos, **D** es la dosis deseada en J/cm<sup>2</sup>, **A** es el area en cm<sup>2</sup>, **P** es la potencia radiante del estimulador en vatios y **d** es la profundidad entre 1 y 4 cm.

La luz, a las dosis y longitudes de onda apropiadas, es absorbida por los cromóforos tales como los citocromos c, las porfirina, las flavinas y otras entidades en la mitocondria y las membranas de las células. Una vez absorbida la energía, se almacena como ATP (una forma de energía que las células pueden usar). También se producen pequeñas cantidades de radicales libres de especies reactivas de oxígeno (p/ej H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) , ca<sup>++</sup> y enzimas de la cadena respiratoria celular.



El ATP producido puede ser usado para potenciar el proceso metabólico; sintetizar DNA, RNA, proteínas, enzimas, y otros materiales biológicos necesarios para reparar o regenerar células y componentes de los tejidos, promover la mitosis o proliferación celular; y/o restaura la homeostasis.

La evidencia de que la luz puede modular el dolor data de comienzo de los '70 y actualmente se acepta que además de los mecanismos ya citados la luz puede actuar directamente sobre los nervios como se prueba a través de la medición de la velocidad de conducción de los nervios y los potenciales somatosensoriales evocados. Otros informes indican que la luz modula los niveles de prostaglandina en condiciones de inflamación tales como osteoartritis, artritis reumatoidea y traumas del tejido blando.

**El resultado es que la energía absorbida se usa para reparar tejidos, reducir el dolor y/o restaurar la normalidad en procesos biológicos deteriorados.**

## ***Indicaciones y Contraindicaciones***

### **Indicaciones**

La FDA ha aprobado la terapia con luz para el tratamiento de

1. Dolor de cabeza y cuello
2. Dolor asociado al síndrome del túnel carpiano.

Además de estas condiciones la literatura indica que la terapia con luz es beneficiosa en 3 grandes áreas:

1. Condiciones inflamatorias (p/ej.: bursitis, tendinitis, artritis, etc.)
2. Cuidado de heridas y reparación de tejidos (p/ej.: úlceras diabéticas, úlceras vasculares, úlceras decúbito, llagas orales,

fracturas, roturas de tendones, desgarro de ligamentos, cartílagos desgarrados, etc.)

3. Control del dolor (p/ej.: dolor lumbar, dolor de cuello, dolor asociado a procesos inflamatorios, síndrome del túnel carpiano, artritis, codo de tenista, codo de golfista, neuralgia post-herpética, etc.)

### **Contraindicaciones**

No existe evidencia de que la terapia mediante luz, cuando se usa en las dosis apropiadas, tenga ningún tipo de contraindicación. Sin embargo la prudencia sugiere evitar su uso en:

1. Cáncer (tumores y áreas cancerosas)
2. Irradiación directa de los ojos
3. Tratamiento de pacientes con fotofobia idiopática o sensibilidad anormal a la luz.
4. Pacientes que hayan sido tratados previamente con algún agente potenciador de la fotosensibilidad (p/ej pacientes sometidos a terapias fotodinámicas PDT)
5. Irradiación directa del feto o el útero durante el embarazo.
6. Irradiación directa de la glándula tiroidea.

**ANEXO A**  
**TIEMPOS DE APLICACIÓN PARA CABEZALES**  
**MULTILED DE THERALLUM**

	POTENCIA LUMINOSA	SUPERFICIE	POTENCIA UNITARIA	ENERGIA POR MINUTO	PROFUNDIDAD	TIEMPO DE APLICACIÓN PARA 4 JOULE/cm <sup>2</sup>	
	VATIOS	cm <sup>2</sup>	VATIO/cm <sup>2</sup>	JOULE/cm <sup>2</sup>	cm.	seg.	Min. Seg.
MULTILED DE 25 LEDS Rojo e Infrarrojo	0,37	16,00	0,023	1,39	Superficie	172,97	2' 53"
	0,37	16,00	0,023	1,39	1,00	345,95	5' 46"
	0,37	16,00	0,023	1,39	2,00	518,92	8' 39"
	0,37	16,00	0,023	1,39	3,00	691,89	11' 32"
	0,37	16,00	0,023	1,39	4,00	864,86	14' 25"
MULTILED DE 135 LEDS Rojo e Infrarrojo	0,95	84,00	0,011	0,68	Superficie	353,68	5' 53"
	0,95	84,00	0,011	0,68	1,00	707,37	11' 47"
	0,95	84,00	0,011	0,68	2,00	1061,05	17' 41"
	0,95	84,00	0,011	0,68	3,00	1414,74	23' 34"
	0,95	84,00	0,011	0,68	4,00	1768,42	29' 28"