

DIPLOMADO EN TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN EN VETERINARIA

*Modulo :Terapia de luz:
fototerapia*

*María Cecilia Vieta MV.
MP211*



FOR.NET

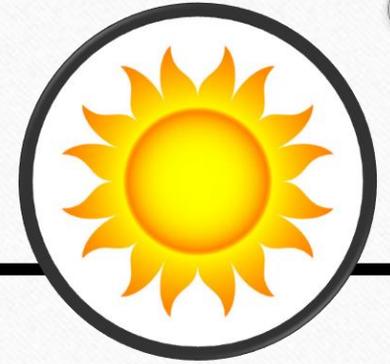
ESPACIO DE FORMACION
INTEGRAL VETERINARIA

FOTOTERAPIA

- *incluye el uso de láseres y otros tipos de luces en el área de fisioterapia: son formas de energía electromagnética utilizadas en el control del dolor, inflamación y estimulación de la cicatrización.*
- *en fisioterapia se utiliza la terapia laser para aportar energía al organismo de forma moderada, mensurada y controlada sin causar daños celulares.*

Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

QUE ES LA FOTOTERAPIA?

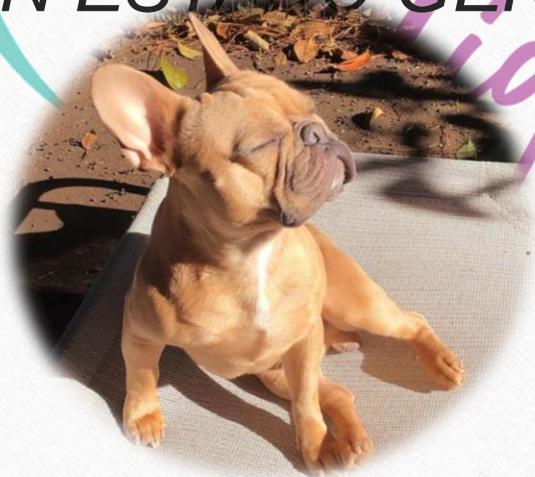


- ES EL USO TERAPEUTICO DE LA LUZ.
- SE BASA EN LA ESTIMULACION DE LOS PROCESOS ENERGETICOS Y REGENERATIVOS BAJO LA ACCION DE LA LUZ DE DIFERENTES COLORES O LONGITUDES DE ONDA
- LOS ORGANISMOS UTILIZAN LA ENERGIA QUE APORTA LA LUZ Y SE ACTIVAN UNA CADENA DE REACCIONES DENTRO DE LAS CELULAS QUE ESTIMULAN EL METABOLISMO Y REFUERZAN LA RESPUESTA INMUNITARIA.

Miroloterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

FOTOTERAPIA

- **LA FOTOTERAPIA NATURAL O HELIOTERAPIA IMPLICA EL USO DE LA LUZ SOLAR CON FINES TERAPEUTICOS.**
- **SUS BENEFICIOS SON: FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA INMUNE, RAQUITISMO, ANEMIA, PROCESOS RELACIONADOS CON EL CALCIO, MANTENIMIENTO DEL BUEN ESTADO GENERAL.**



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

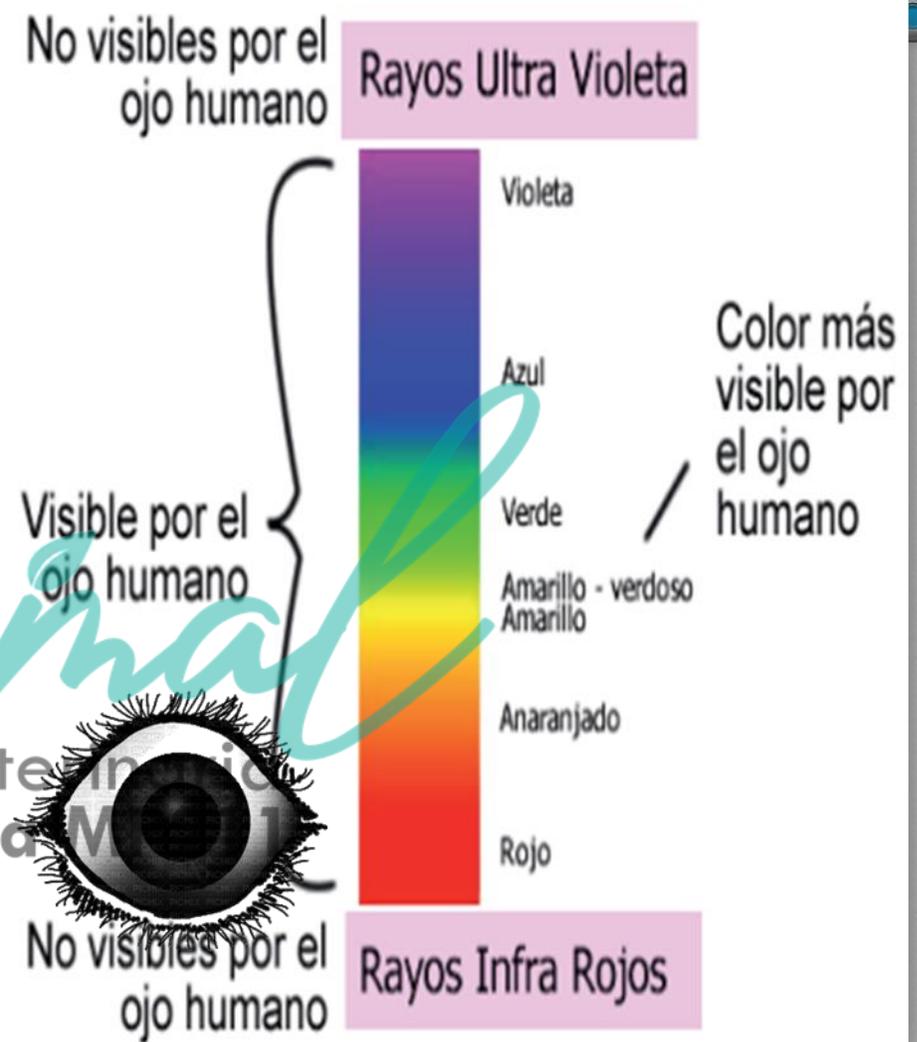


HELIOTERAPIA



- EL HOMBRE , DESDE SIEMPRE HA APRENDIDO A UTILIZAR LOS RECURSOS TERAPEUTICOS DE LAS RADIACIONES DEL SOL:
- QUE SE COMPONEN DE : **RADIACIONES INFRARROJAS (59%)**: COMPONENTE TERMICO; **RADIACIONES DE LUZ VISIBLE (40%)**, RESPONSABLES DE LA LUMINOSIDAD Y EL COMPONENTE MAS ENERGETICO, LAS RADIACIONES ULTRAVIOLETAS(1%).
- **LAS RADIACIONES INFRARROJAS** COMPRENDEN LONGITUDES DE ONDA ENTRE 760 nm Y 15000nm (IR PROXIMALES : ENTRE 760 nm Y LOS 1500 nm E IR DISTALES , ENTRE LOS 1500nm Y 15000nm DE LONGITUD DE ONDA
- **LA LUZ VISIBLE**: COMPRENDE EL ESPECTRO DE LUCES PERCEPTIBLES POR LA RETINA: IR HASTA LOS UV: LA LUZ BLANCA ES LA MEZCLA DE DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA: ROJO, NARANJA, AMARILLO, VERDE , AZUL, INDIGO Y VIOLETA.
- **LA LUZ UV SE DIVIDE EN** : UV A (400-320 nm), UV B (320-290 nm) Y UV C (290 A 200nm)

Radiación		Longitud de onda λ
Ultravioleta 100-400 nm	ultravioleta C	100 nm - 280 nm
	ultravioleta B	280 nm - 315 nm
	ultravioleta A	315 nm - 400 nm
Visible 400-780 nm	violeta	400 nm - 455 nm
	azul	455 nm - 490 nm
	verde	490 nm - 570 nm
	amarillo	570 nm - 590 nm
	anaranjado	590 nm - 620 nm
Infrarroja 780nm-1mm	rojo	620 nm - 780 nm
	infrarroja A	780 nm - 1400 nm
	infrarroja B	1400 nm - 3000 nm
	infrarroja C	3000 nm - 1 mm

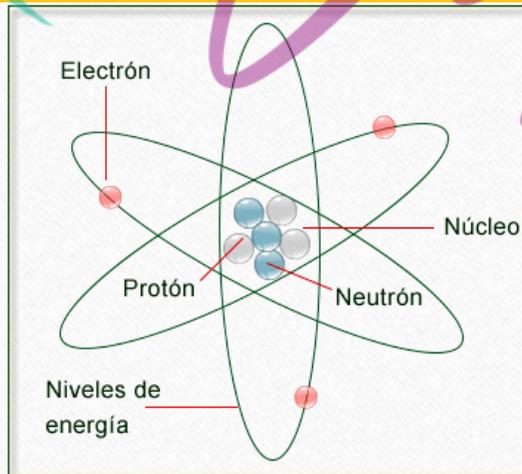


Fisioterapia Veterinaria
 MV. Cecilia Vieta M. V.

EN FISIOTERAPIA SE UTILIZA LA TERAPIA LASER PARA APORTAR ENERGIA AL ORGANISMO DE FORMA MODERADA, MENSURADA Y CONTROLADA SIN CAUSAR DAÑOS CELULARES .SE UTILIZAN GENERALMENTE RANGOS DE LONGITUD DE ONDA ENTRE 800-905 nm: NO VISIBLES AL OJO

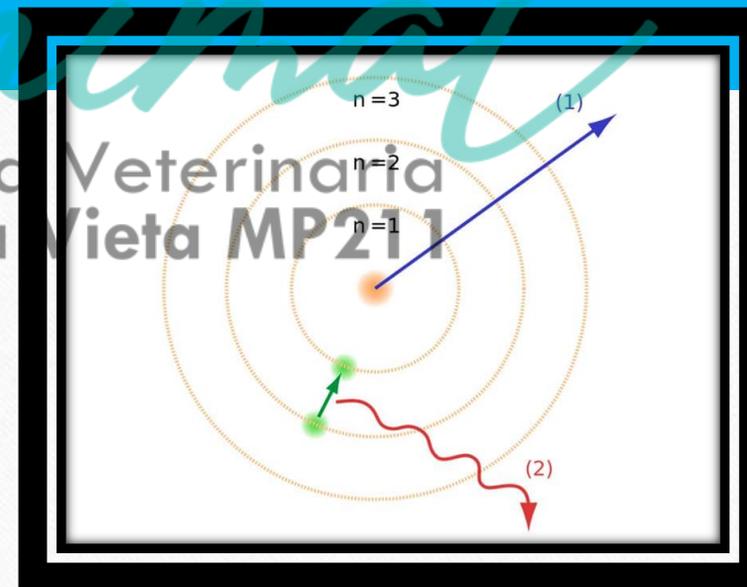
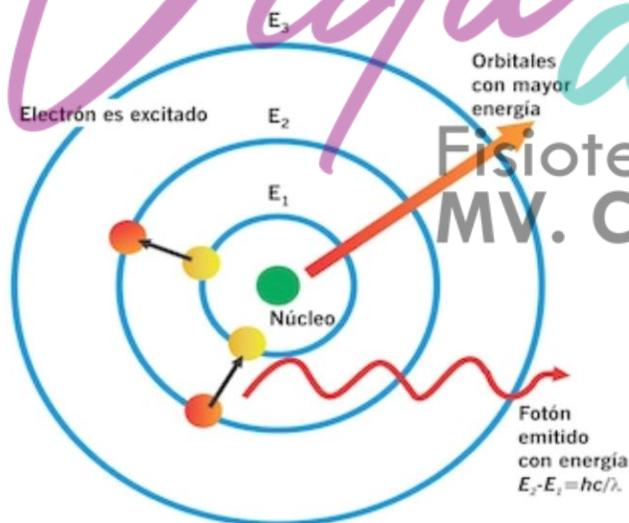
EMISION ESPONTANEA DE RADIACION

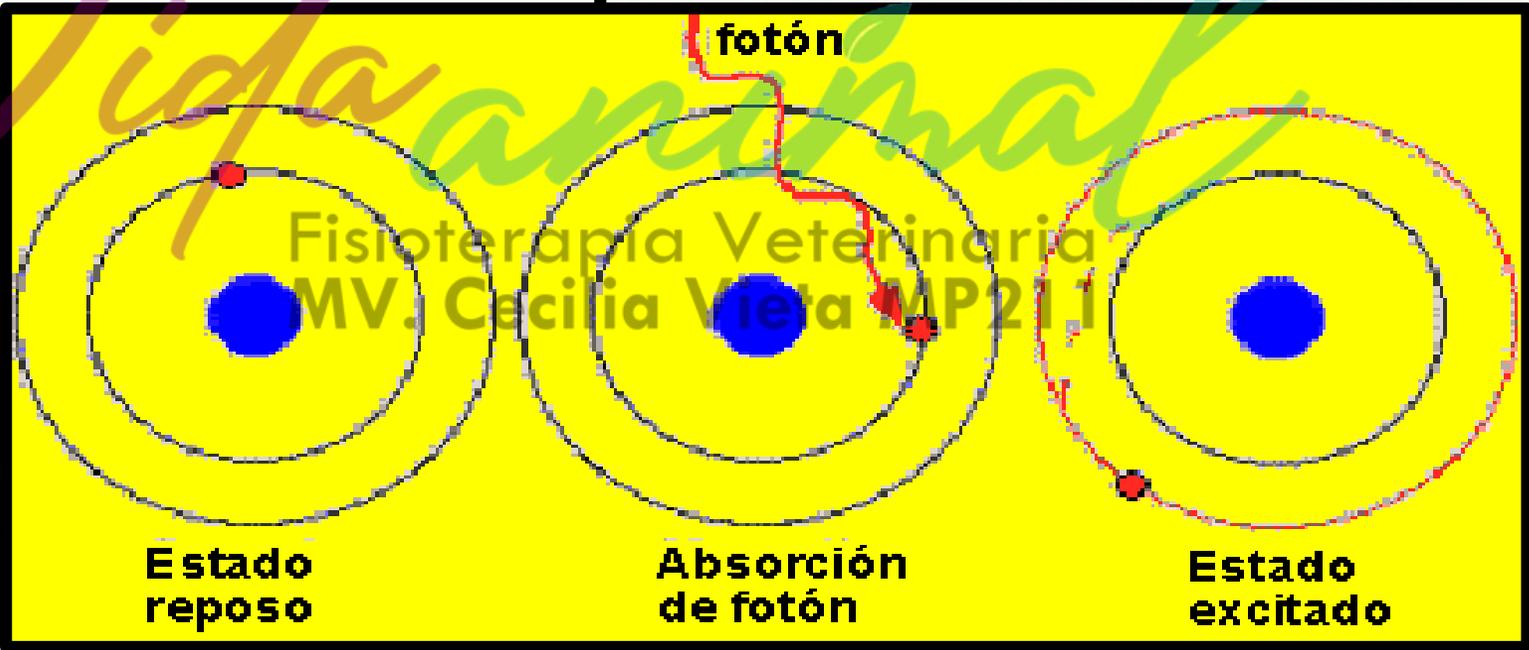
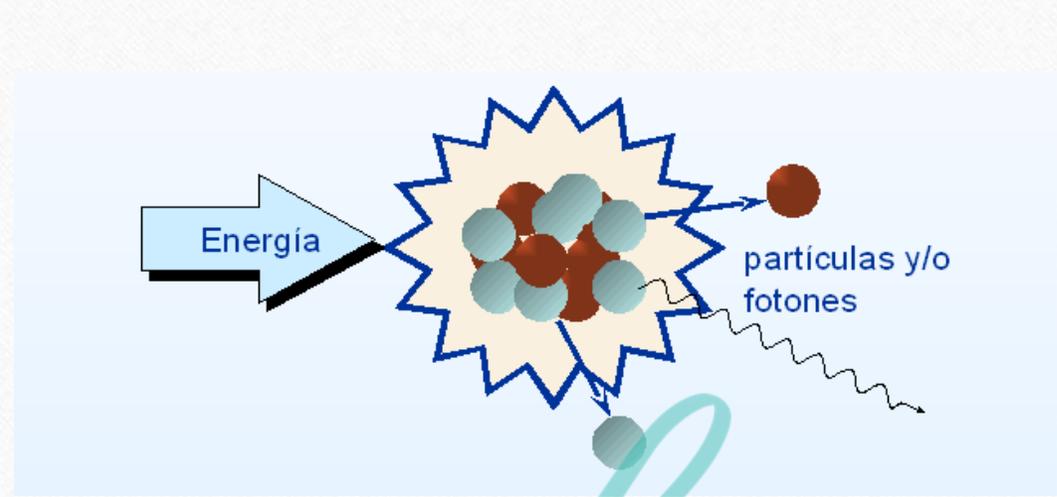
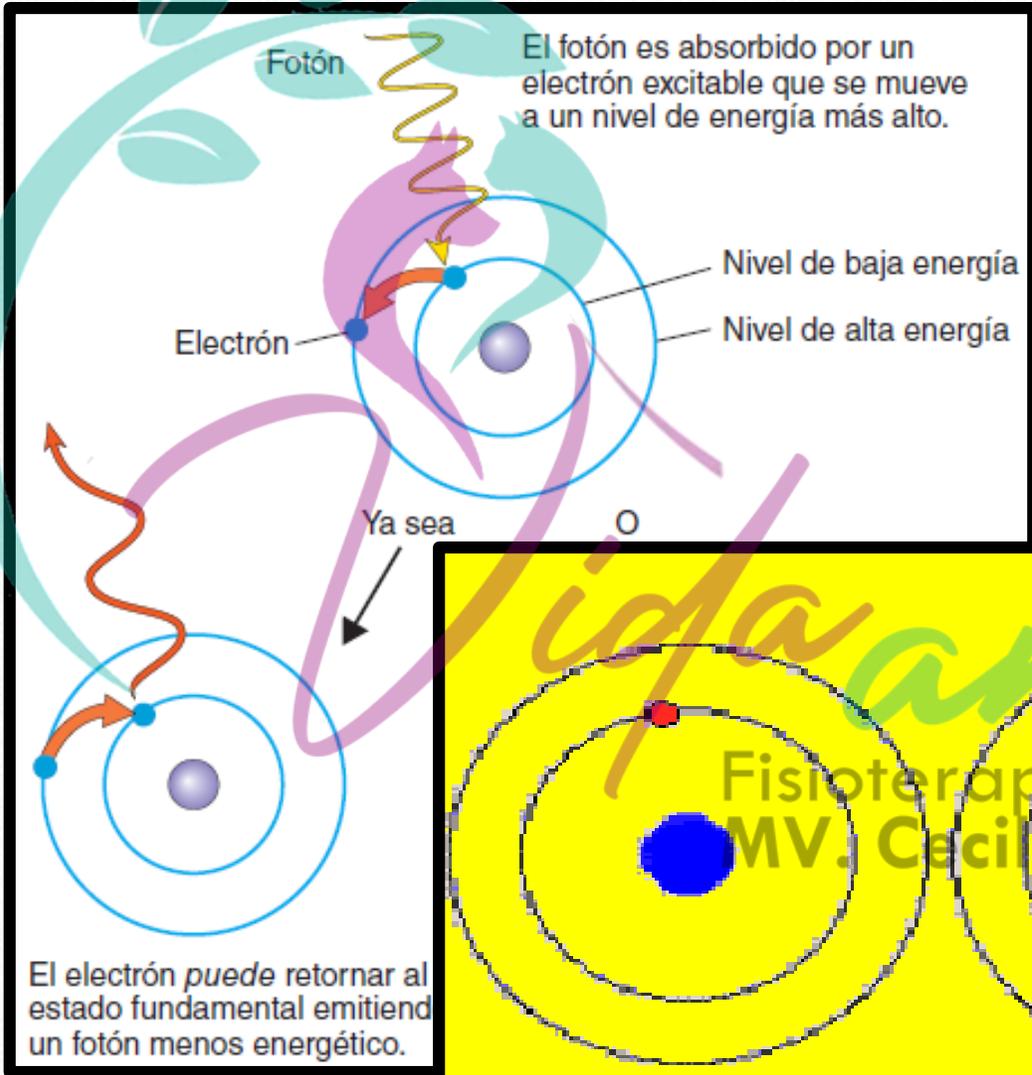
- LA TEORIA DE BOHR SOBRE LA ESTRUCTURA ATOMICA DESCRIBE LOS ELECTRONES CIRCULANDO EN TORNO AL NUCLEO EN ORBITAS PERMITIDAS, EN LAS CUALES NO SE CEDE NI SE ABSORBE ENERGIA.
- EL ATOMO, TIENDE , DE ACUERDO A LA REGLA GENERAL DE LA NATURALEZA A PERMANECER ESTABLE



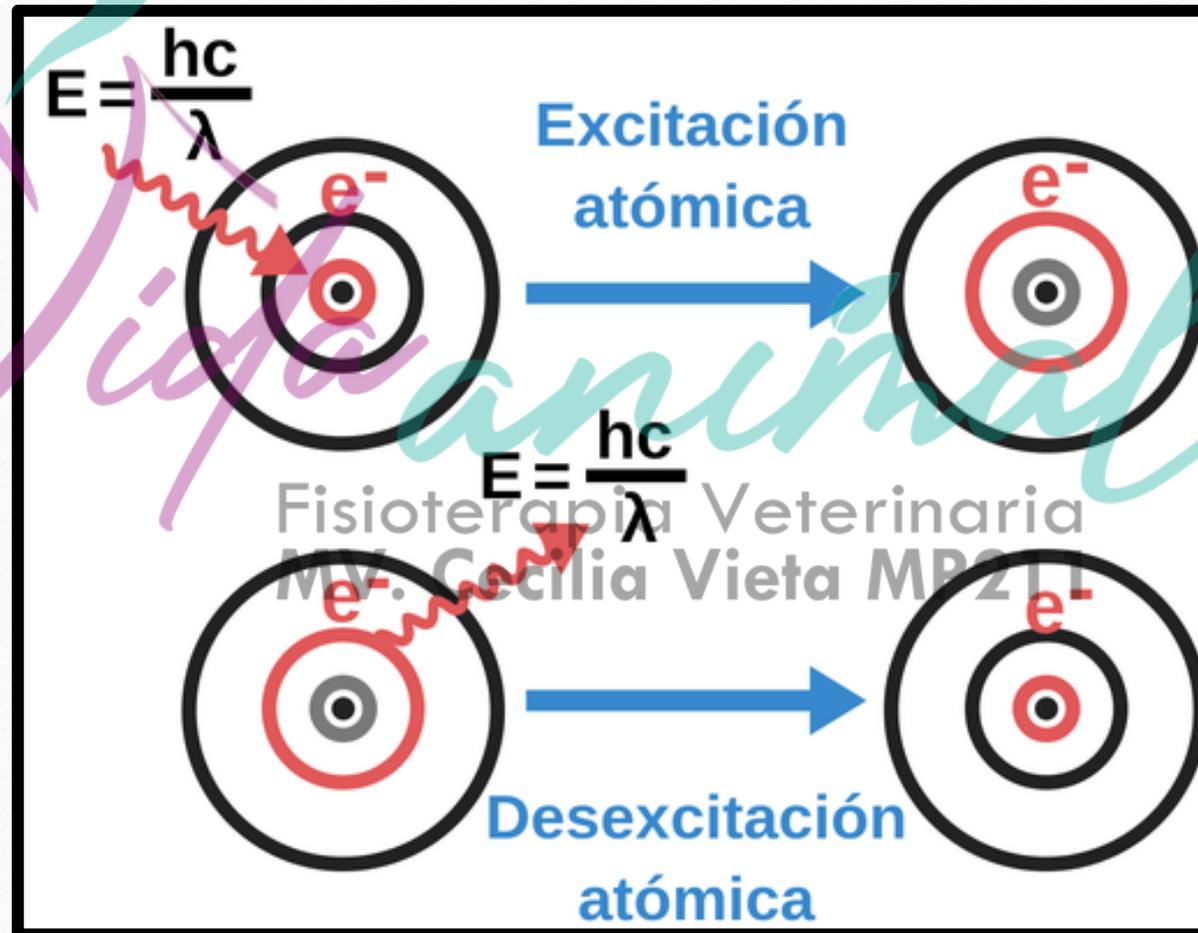
Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

- CUANDO EXISTE UN APORTE EXTERNO DE ENERGIA(ENERGIA ELECTRICA, ELECTROMAGNETICA, MECANICA, ETC), ALGUNO DE SUS ELECTRONES LA PUEDE ABSORBER Y ALCANZAR UNA ÓRBITA MAYOR, ADQUIRIENDO UN NIVEL ENERGETICO SUPERIOR, ESTO SE CONOCE **COMO ESTADO DE EXCITACIÓN. Estado de agitación considerable y constante.**
- POSTERIORMENTE SE GENERA UN **PROCESO DE DESEXITACION,** GENERANDOSE UN FENOMENO DENOMINADO: **EMISION ESPONTANEA DE RADIACION**
- SE GENERA LA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTROMAGNETICA , CUANTICA.



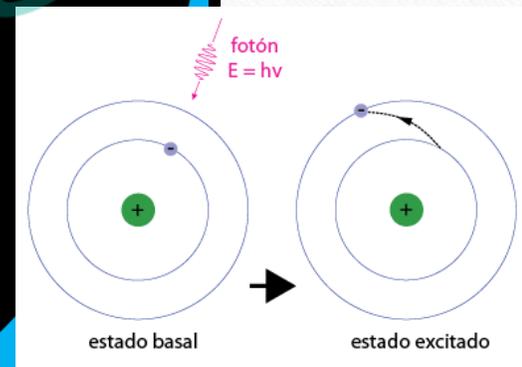


Dicha energía resultante será igual a una constante X la diferencia de niveles energéticos inicial y final



Fotón : luz

Es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, incluyendo a los rayos gamma, rayos x luz ultravioleta, luz visible, luz infrarroja, microondas y ondas de radio.

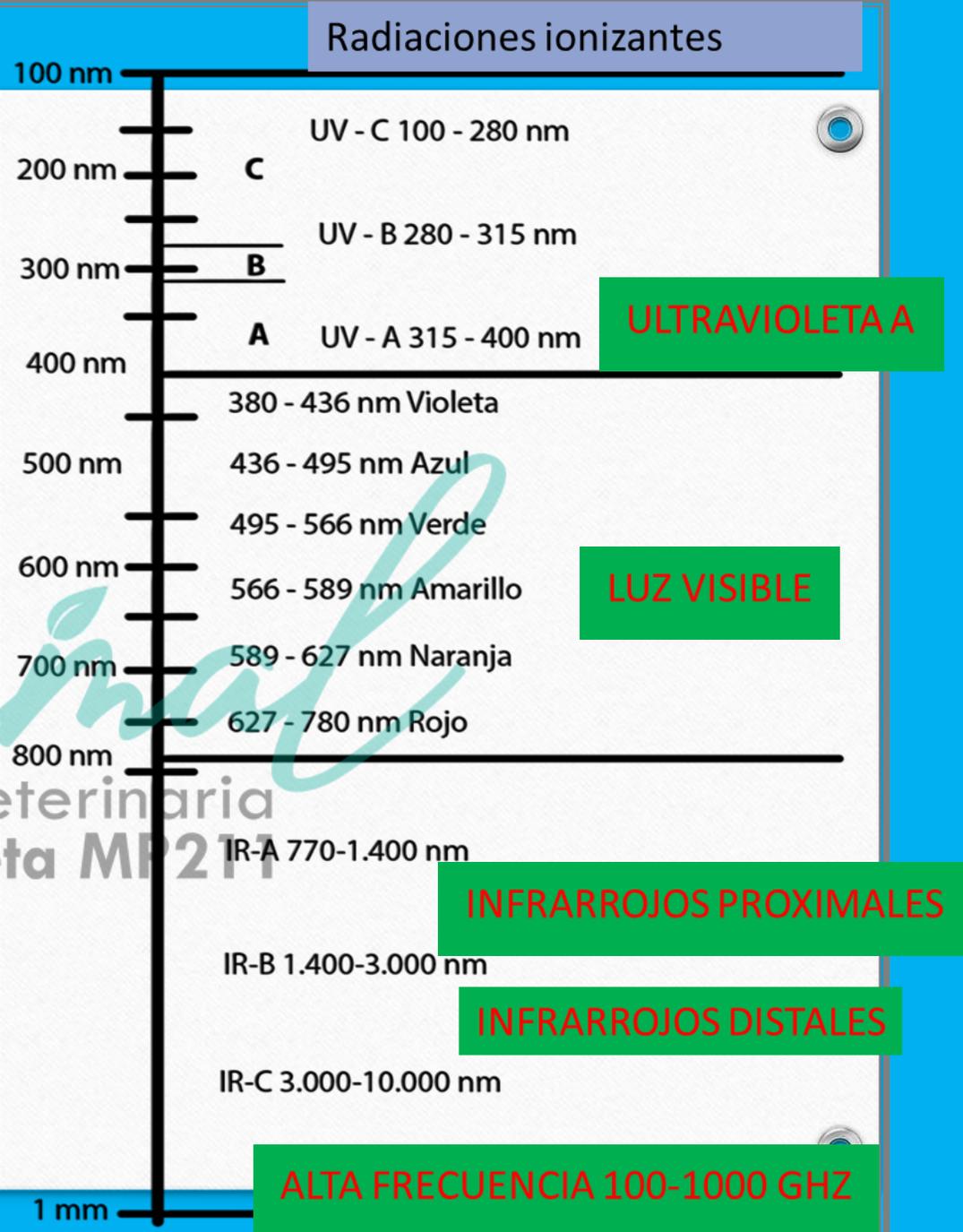


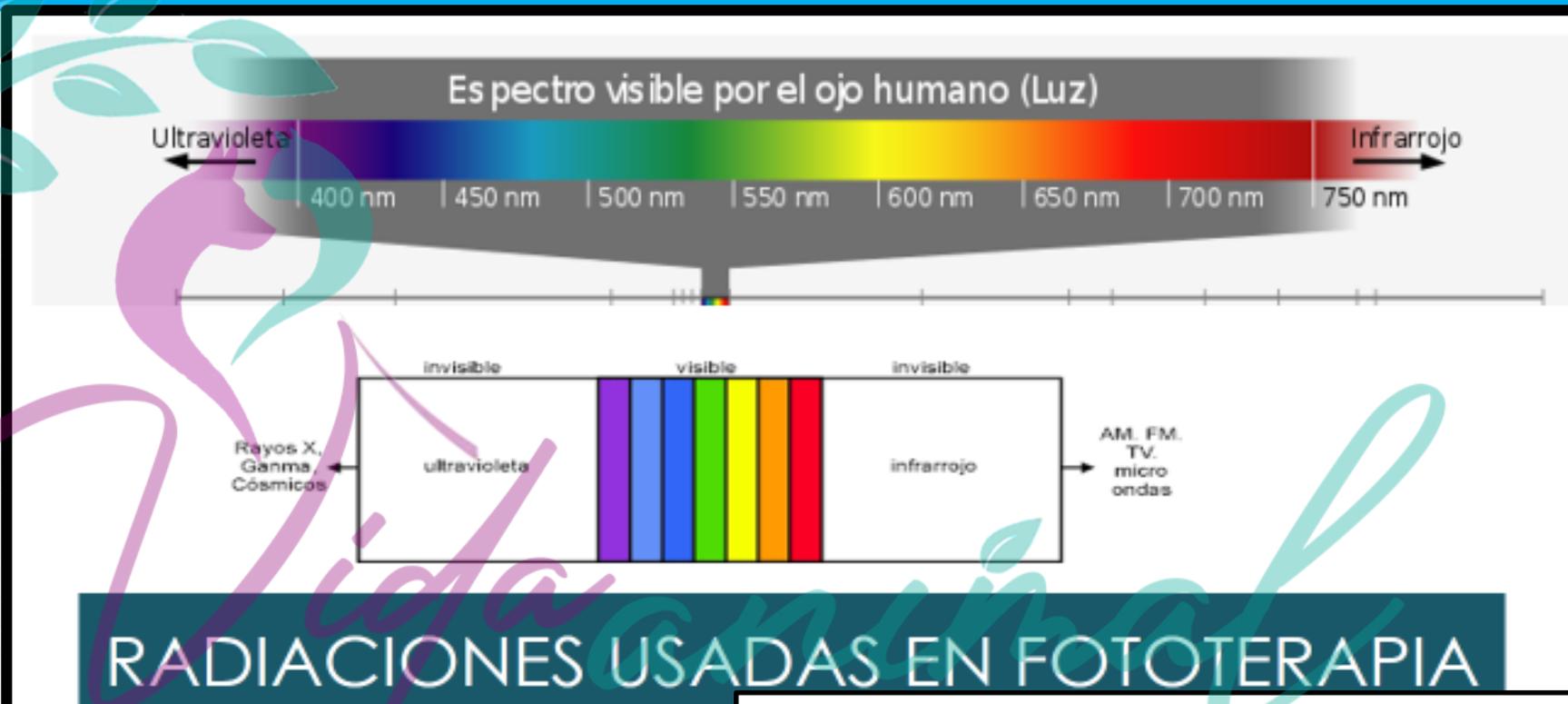
Depende del átomo excitado el tipo de radiación electromagnética generada

espectro electromagnético

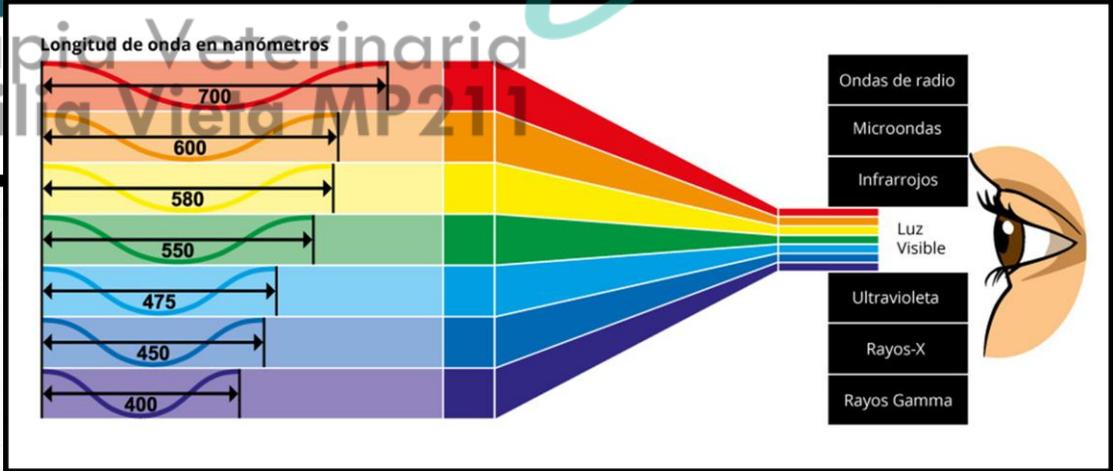
El conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas constituye

Un espectro continuo de extraordinaria amplitud disponiéndose las radiaciones en orden decreciente de longitud de onda: *a menor longitud de onda y mayor frecuencia las radiaciones electromagnéticas tiene mayor capacidad energética y mayor capacidad de penetrar la materia.*





La coloración es la captación de una determinada frecuencia o longitud de onda , por el ojo(la retina)

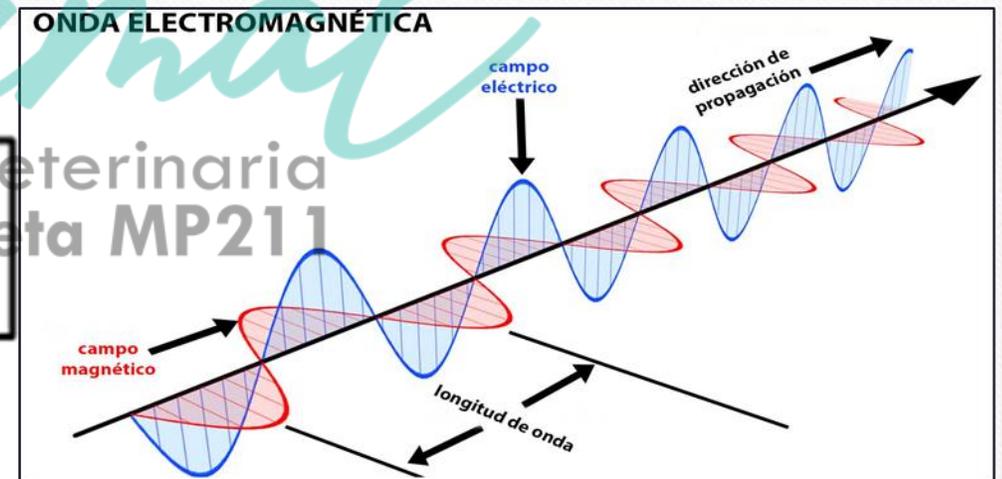


Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vial MP 211

Parámetros de las radiaciones electromagnéticas

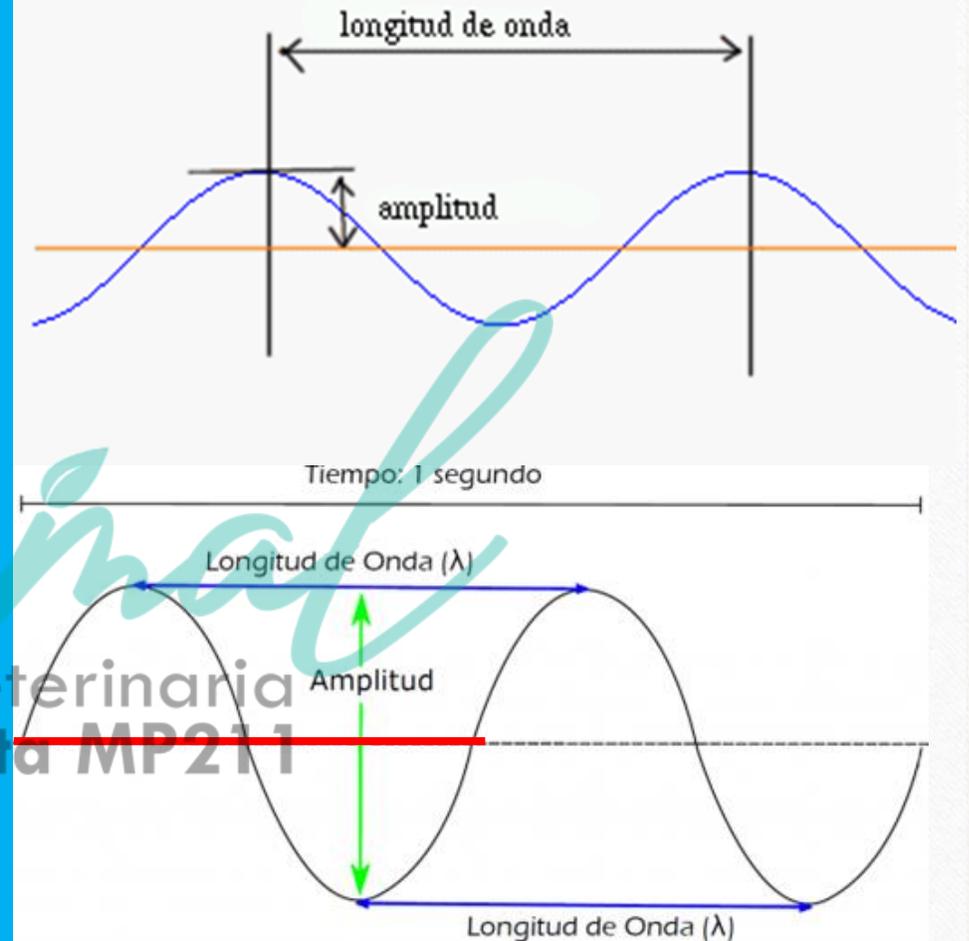
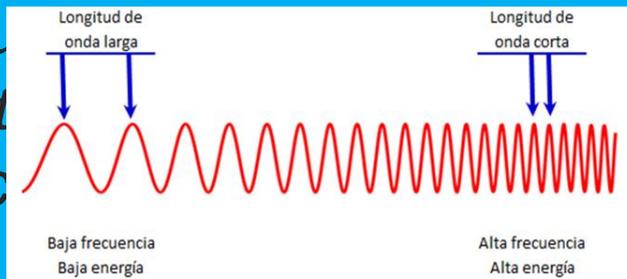
- Las ondas electromagnéticas están formadas por la propagación de una vibración, la de los campos eléctricos y magnéticos, perpendiculares entre si y a la dirección de avance
- Las radiaciones electromagnéticas tienen características bien definidas: longitud de onda, frecuencia, amplitud.

$$\text{Longitud de onda (nm)} = \frac{\text{velocidad de Propagación de la Luz}}{\text{Frecuencia (Hz)}}$$



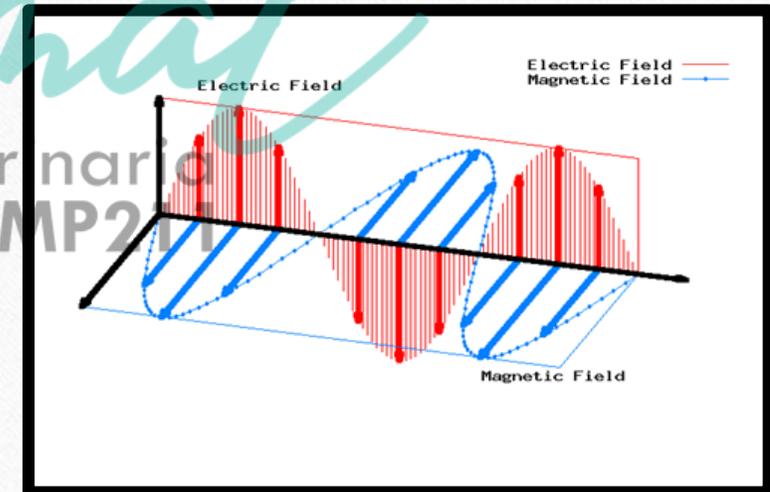
Velocidad de Propagación de la Luz = $3 \cdot 10^8$ m/seg

- **La longitud de onda** es la distancia mínima, que existe, en la propagación de una onda, entre dos puntos en concordancia de fase. Se expresa en nm(nanómetros): $1/1000000\text{mts}$.
- **La amplitud de la onda** es la altura máxima de la semionda en reposo.
- Se denomina **Periodo** :al tiempo en segundos que se tarda en producir una oscilación completa.
- **Frecuencia**: es el número de oscilaciones completas que se producen en un segundo: Hertz: c



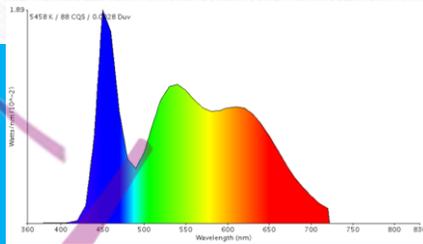
Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

- *Periodo y frecuencia son inversamente proporcionales*
- *La frecuencia es una magnitud inversamente proporcional a la longitud de onda*
- *A menor longitud de onda, mayor energía cuántica, mayor capacidad de penetración en la molécula*
- *Para identificar una radiación electromagnética puede utilizarse la frecuencia o la longitud de onda, aunque convencionalmente se emplea esta última*



FOTOTERAPIA ARTIFICIAL: ACTINOTERAPIA O LUMINOTERAPIA

EN LA ACTUALIDAD:



- SE PUEDEN CONSEGUIR DE MANERA ARTIFICIAL TODOS LOS COMPONENTES DEL ESPECTRO SOLAR
- USO DE RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS DEL ESPECTRO SOLAR CON FINES TERAPEUTICOS: fototerapia o Actinoterapia.
- EL ESPECTRO MAS USADO EN FISIATRIA ES DE 600 A 980 NM DE LONGITUD DE ONDA

- Lámparas infrarrojas, ultravioletas, de luz azul, Laser, terapia led (luz emitida por diodos), láseres superpulsados, luz intensa pulsada.



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieira M. 211

La propagación de las ondas electromagnéticas sufre fenómenos:

- **Direccionalidad:** el rayo de luz se propaga en línea recta desde el foco al objeto, a 300000 km / segundos.
- **Refracción:** cambio de la dirección que experimentan los rayos al pasar de un medio a otro
- **Dispersión:** descomposición del rayo en diferentes radiaciones.
- **Reflexión:** Angulo de incidencia con la normal en el punto incidente
- **Transmisión:** la luz transmitida puede atravesar un medio óptico. Los tejidos biológicos tienen comportamiento óptico.
- **Absorción:** capacidad que tiene las moléculas de retener energía.
- **Profundidad de penetración:** distancia que recorre la energía dentro de la materia.

Interacción con los tejidos biológicos

- La interacción de las radiaciones empleadas en fototerapia con la materia se realiza básicamente en dos niveles:
- **Interfase:** la reflexión y refracción
- **Y en el interior de los tejidos:** la transmisión que depende de la absorción y de la dispersión.
- Todos los fenómenos están presentes siempre en mayor o menor grado



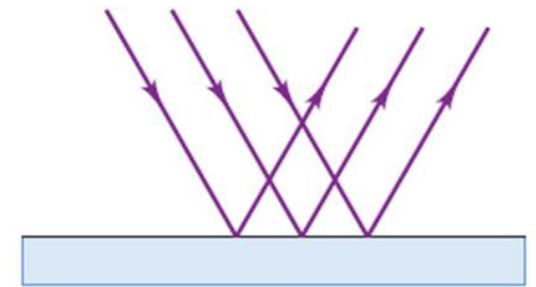
● **La reflexión** depende del ángulo de choque y de las características ópticas del tejido

En la reflexión especular: el ángulo de reflexión es igual al de incidencia y la luz reflejada tiene trayectoria definida

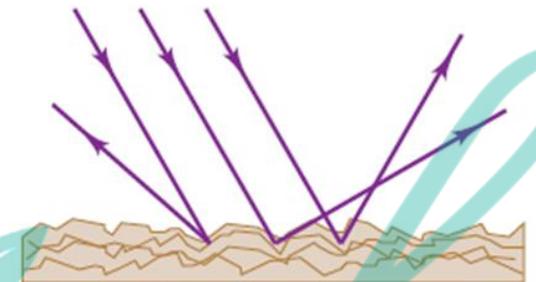
En la reflexión difusa: la luz es dirigida aleatoriamente en diferentes direcciones: en la mayoría de las superficies naturales se da la reflexión difusa

● **Refracción:** Tiene lugar siempre que un haz de luz pasa de un medio a otro con diferente índice de refracción. La consecuencia inmediata es la desviación de la trayectoria de dicho haz al atravesar la interfase entre ambos medios

a) Reflexión especular



b) Reflexión difusa



En el interior de los tejidos

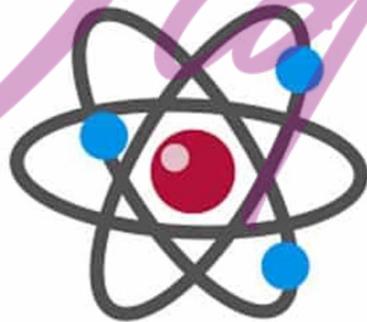
- **La transmisión** es el pasaje de la luz a través de los tejidos: Varía con cada longitud de onda y con la naturaleza del tejido
- **La transmisión** esta en función inversa con la **atenuación** que depende de la **dispersión** que entretiene los fotones en el interior de los tejidos y de la **absorción** de los fotones por los cromóforos en los tejidos biológicos
- Puede haber perdida significativa de energía por dispersión.
- Tanto la dispersión como la absorción dependen de la longitud de onda de la luz y de las características de los tejidos: tipo de partículas, distribución de los cromóforos, etc.
- **Solo la energía absorbida es la energía eficaz.**



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

- *La materia esta compuesta por átomos y moléculas unidos entre si por **fuerzas opuestas de cohesión y repulsión.***
- *Cuando hay **equilibrio** entre las fuerzas se crea un espacio o distancia **interatómica e intermolecular** y ese espacio puede ser **atravesado por un haz de luz.***
- *Por **la ley de probabilidades** en su camino el rayo puede encontrarse con un **átomo o molécula** que lo **desvíe o que lo absorba .***

Diferencia entre Átomo y Molécula



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

Comportamiento óptico de los tejidos

- Los tejidos están compuestos por una enorme variedad de moléculas, habitualmente de tamaño menor que la longitud de onda de la luz visible.
- Las unidades celulares con escasos patrones de regularidad en su distribución tienen tamaños próximos a las longitudes de onda de la luz
- Cuando se irradian estructuras inhomogéneas, como los tejidos, se producen conjuntamente absorción y dispersión.
- Además de la longitud de la onda de luz o el tamaño de las partículas, en la absorción tiene gran importancia la presencia de los cromóforos.



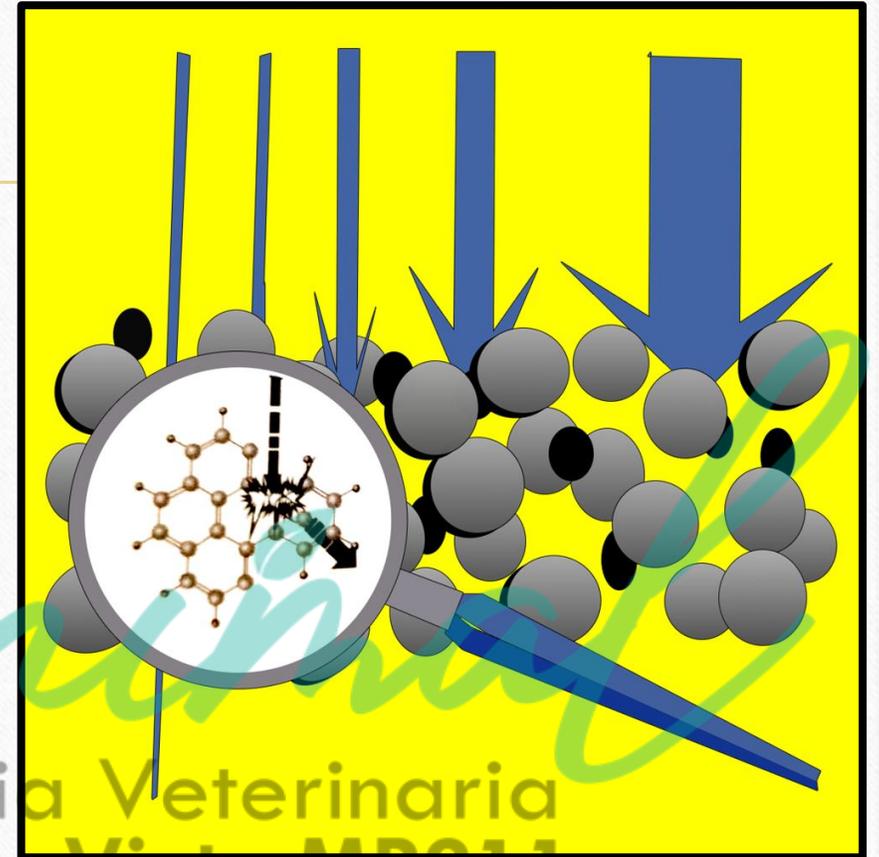
La absorción

Cuanto mayor sea la longitud del rayo (anchura del rayo), menor será la capacidad y posibilidad de penetrar en el tejido

Si la anchura del rayo es muy pequeña, este tiene la capacidad de penetrar hasta el interior del átomo

El recorrido en zig-zag de los fotones aumenta la probabilidad de encontrar moléculas absorbentes en su trayecto.

La capacidad de un rayo de luz de penetrar la materia dependerá de la longitud de onda del rayo, del tamaño de los espacios intermoleculares, del tamaño de la molécula y de la presencia de los cromóforos



- **Los niveles de absorción:** son los lugares donde el fotón desencadena un efecto biológico buscado por la fototerapia
- Son múltiples los posibles niveles de absorción:
- Podrá ser una **molécula** contenida en la **membrana celular**.
- O una **molécula** dentro del **citoplasma**.
- O dentro del **material genético** del núcleo celular
- Incluso una **molécula del intersticio**.
- O un **átomo** determinado.
- **Es la única porción de energía que va a desencadenar un efecto biológico y por ende, un efecto terapéutico.**



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

- La materia de acuerdo a su composición(**cromóforos**) presenta determinadas apetencias para absorber diferentes longitudes de onda.
- **Los cromóforos** son sustancias, moléculas o parte de ellas que tienen electrones capaces de absorber selectivamente una radiación electromagnética del espectro solar(**espectro de absorción de la sustancia: efecto de fotólisis biológica de los cromóforos**)



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

- Cuando un haz de luz incide sobre un cromóforo excita sus electrones que generan emisión espontánea de radiación por el cambio de nivel energético
- La frecuencia absorbida será semejante al **espectro de absorción selectiva del cromóforo**.
- Los cromóforos transformaran esa energía electromagnética absorbida en otra de distinta longitud de onda, responsable de las reacciones fotoquímicas

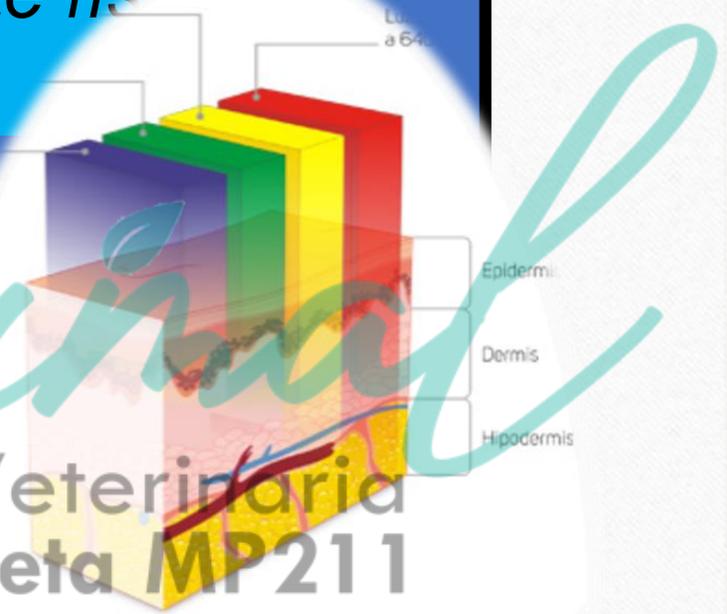


Fisiot

Veterinaria
eta MP211

ESPECTRO DE ABSORCION DE LA SUSTANCIA

Pulso de radiación absorbido selectivo por los cromóforos: determina el agente físico seleccionar para la terapia.

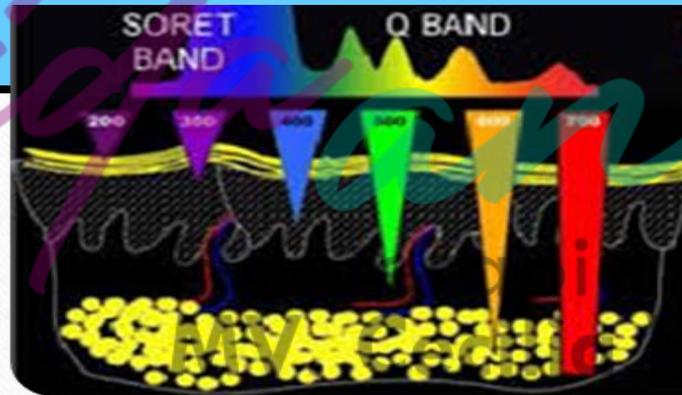


Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

cromóforos

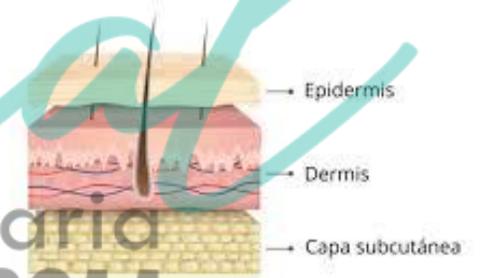
cromóforos

- **Cromóforos cutáneos:** agua, hemoglobina , oxihemoglobina, melanina
- Bilirrubina.
- Mioglobina.
- **Ácidos nucleicos** (ADN y ARN mitocondriales)
- **Proteínas** : proteínas fotorreceptoras de membranas plasmáticas y citocromo C oxidasa de cadena transportadora de electrones en mitocondrias

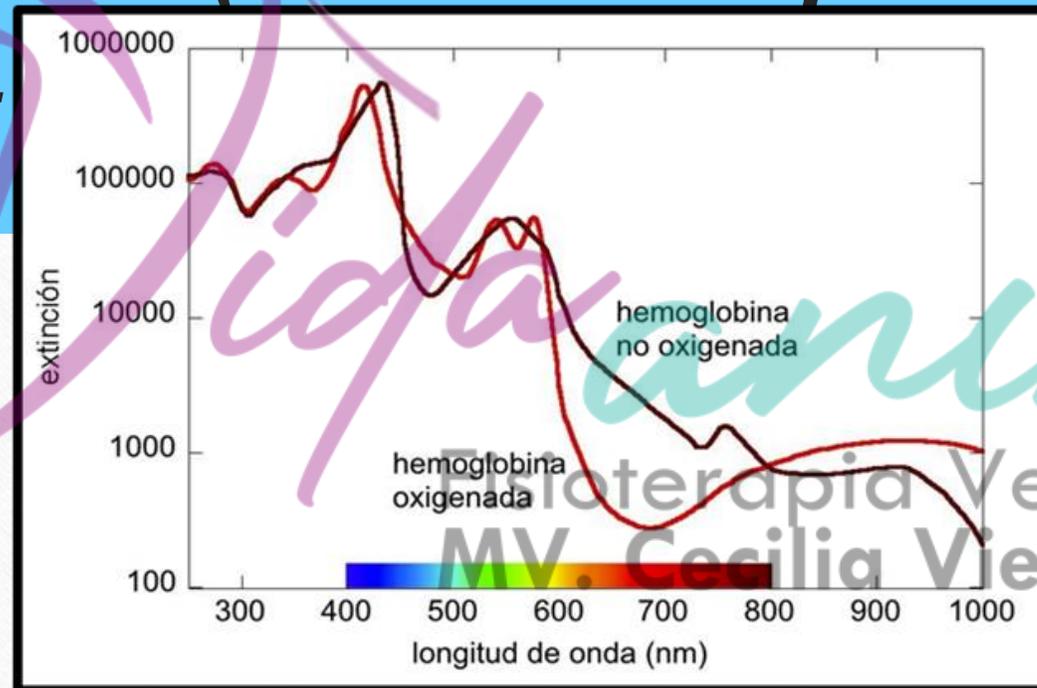


Veterinaria
dieta MP211

- **La piel** presenta simultáneamente muchos cromóforos por los diferentes tejidos que la componen: **cada uno de ellos tiene un espectro de absorción específico** y **absorbe selectivamente** una banda de determinadas longitudes de onda.
- Podemos agrupar los principales cromóforos biológicos según la zona del espectro que absorben:
- Proteínas, agua y lípidos **para los infrarrojos.**
- hemoglobina, melanina, flavinas, β -Caroteno y bilirrubina para **radiaciones visibles.**
- proteínas, aminoácidos y vitaminas **para ultravioleta.**



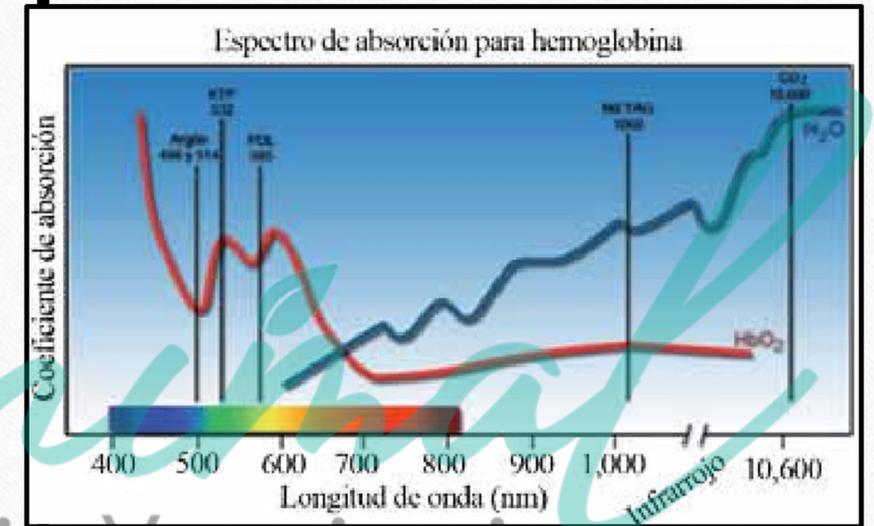
- *Espectro de absorción del agua, la hemoglobina (Hb), la oxihemoglobina (HbO₂), la melanina y el colágeno: para las longitudes de onda entre 600 y 1200 nm (ventana terapéutica), en estos cromóforos.*



Fototerapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

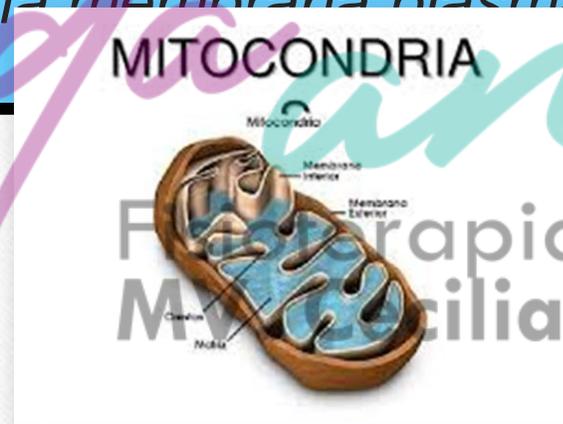
En la piel existen tres cromóforos o dianas: la melanina, la hemoglobina y el agua.

- los espectros verde y amarillo son absorbidos por **la melanina, hemoglobina, oxihemoglobina y el agua.**
- **CROMOFOROS DE LOS VASOS SANGUINEOS:** cromóforo o diana es la **oxihemoglobina**: tiene picos de absorción : **540- 580 nm**
- **EL PICO DE ABSORCION MAXIMA ES DE 418 nm,** pero a esa longitud de onda, la radiación penetra poco y compite mucho con la melanina.



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

- La luz infrarroja es absorbida por el agua y menos por la hemoglobina , oxihemoglobina y melanina
- La luz roja: es absorbida por la mitocondria: aumento de la producción de ATP: cromóforos mitocondriales: **enzima citocromo C oxidasa (CCO)**. Contenida dentro de la cadena respiratoria: aumento de la síntesis de ATP, aumento de síntesis de ADN y ARN mitocondrial.
- La luz infrarroja : es mas absorbida por la membrana plasmática(**fotorreceptores de membrana**): efecto foto físico: canales de calcio, bomba de calcio, bomba de sodio y potasio, transporte activo de sustancias , polarización de la membrana plasmática.



Farmacología Veterinaria
M. Sc. Cecilia Vieta MP211

Hiperbilirrubinemia del neonato

- La bilirrubina absorbe luz blanca , especialmente **dentro del espectro de luz azul (460 nm)** que hace que se produzcan isómeros de bilirrubina y lumirrubina, mas hidrosolubles y fácilmente eliminados por hígado y riñón sin conjugación.
- Existen lámparas especiales que se adaptan a las incubadoras.
- El recién nacido se protege con una opaca protección ocular para evitar las lesiones retinianas.



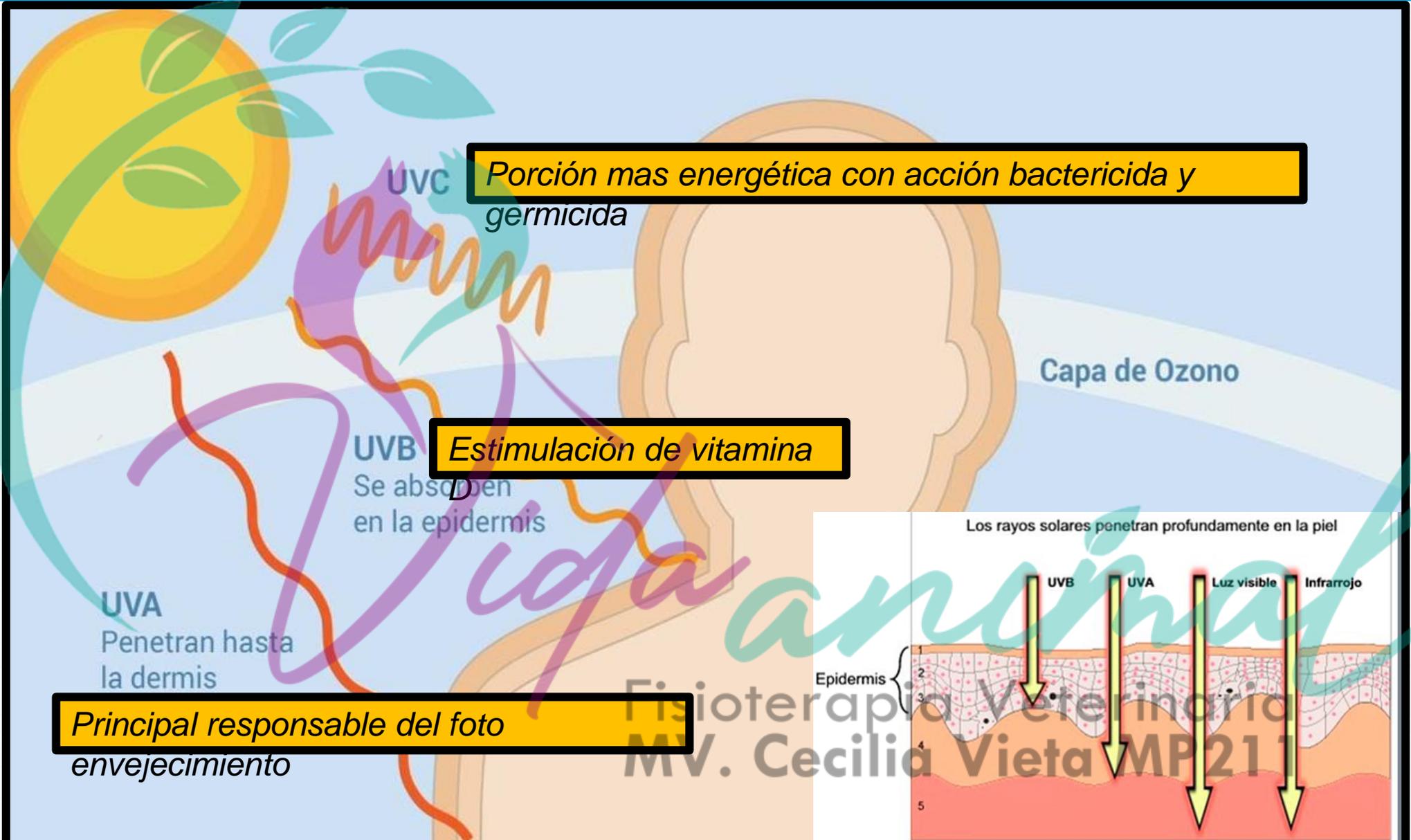
Fisioterapia Veterinaria
M.V. Cecilia Piñeta MP211

Luz ultravioleta

- **Los melanocitos** son células especiales de la piel que producen melanina - pigmento de la piel- cuando se exponen a la luz ultravioleta de la luz solar.
- Los melanocitos *utilizan* el aminoácido tirosina para producir melanina a través de un complicado mecanismo. Los aminoácidos son las moléculas básicas que componen las proteínas. La melanina, una vez producida, abandona el melanocito y *viaja a través de la epidermis* donde **reacciona con las radiaciones ultravioleta A y B** a través de una reacción química oscureciendo la pigmentación de la piel.
- En este proceso también se forman radicales libres, quemaduras solares, arrugas y, en el peor de los casos tumores, debido a la acumulación de productos secundarios tóxicos de la melanina y de



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211



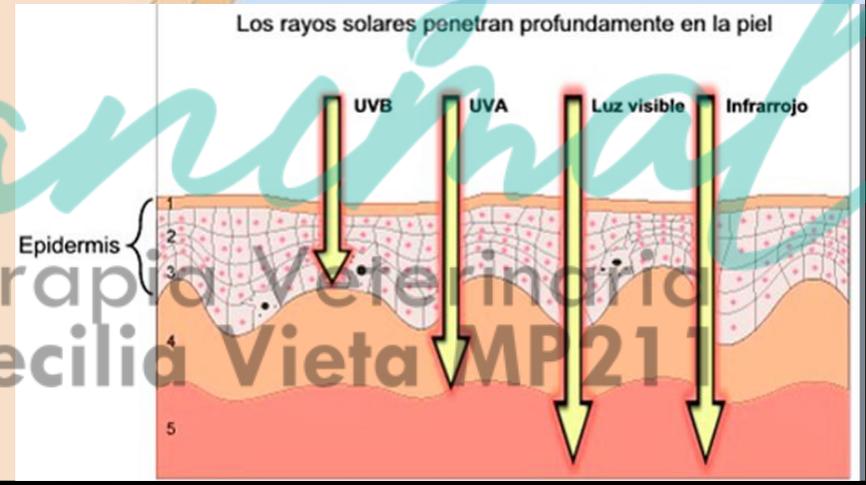
UVC
Porción mas energética con acción bactericida y germicida

UVB
Estimulación de vitamina D
Se absorben en la epidermis

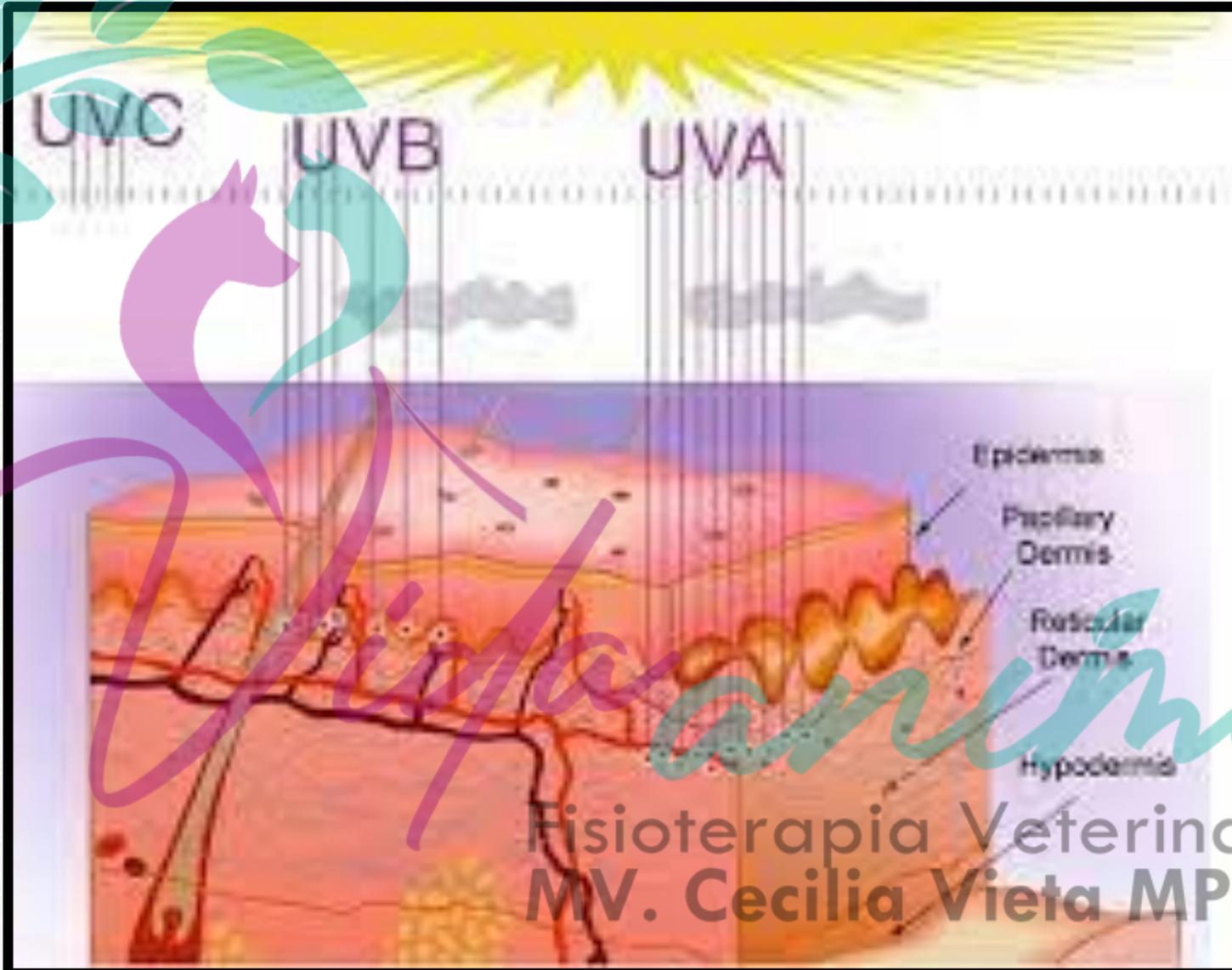
UVA
Penetran hasta la dermis
Principal responsable del foto envejecimiento

Capa de Ozono

Los rayos solares penetran profundamente en la piel



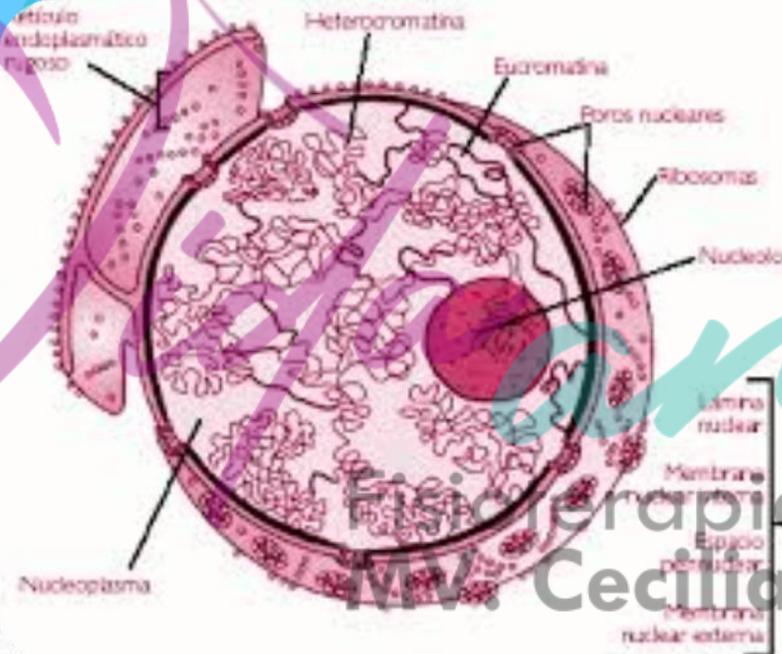
Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP21



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

Radiaciones ionizantes

- **El cromóforo ADN** cuyo espectro de absorción tiene su **pico a 260 nm** que **corresponde a UVC**, también absorbe UVB y en menor grado UVA por lo que su espectro activo será diferente, lo cual tiene interés por que puede resultar en **mutaciones características**, que tiene demostrado rol importante en el **cáncer de piel**.



Física Terapéutica Veterinaria
WWW.CeciliaVietaMP211

Leyes de la luz aplicables a la fototerapia

APLICACIONES MÉDICAS EN FOTOTERAPIA

Ley del Cuadrado de la distancia

Establece que la intensidad de una radiación electromagnética que incide sobre una superficie determinada está en relación inversa con el cuadrado de la distancia entre el foco emisor y la superficie.

Ley del Coseno de Lambert

Establece que la máxima intensidad de la irradiación sobre una superficie se obtiene cuando el haz incide perpendicularmente sobre ésta. Si la incidencia no es perpendicular, por el fenómeno de reflexión la intensidad disminuye.

Ley de Bunsen-Roscoe

Se refiere a la importancia de un mínimo de intensidad para obtener los efectos, y que esta intensidad está en relación inversamente proporcional con el tiempo de aplicación para obtener la misma densidad de energía y por consiguiente, los mismos efectos.

Ley de Grothuss-Draper

De este modo en la metodología de tratamiento, cuando se calcula una dosis se hace pensando en la energía que se va a absorber, por lo que se evita a toda costa la reflexión, la dispersión en otros tejidos, se tiene en cuenta la capacidad de transmisión o penetración, la longitud de onda utilizada.

Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

Ley del inverso del cuadrado de la distancia o divergencia

- La densidad o potencia de los rayos de luz por unidad de superficie disminuye de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa el foco del objeto.

$$W \text{ recibida} = \frac{W \text{ emitida}}{d^2}$$

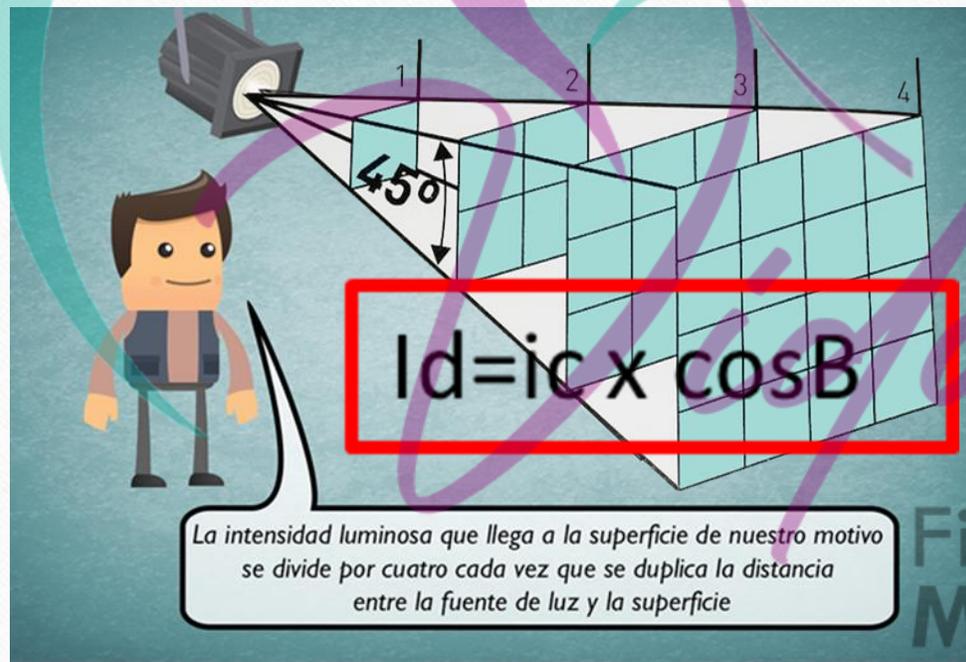
$$A \ 1M = 1000 \ W$$

$$A \ 2M = 1000 : 4 = 250W$$

$$A \ 3M = 1000 : 9 = 111,1W$$

Ley de la concavidad: ley del coseno de Lambert

- La máxima *intensidad* se obtiene cuando el rayo incide perpendicularmente desde el foco al objeto



- Cuando un haz de luz avanza , este va aumentando su anchura progresivamente, es decir: *diverge*
- Recibirá mas energía la zona iluminada por los rayos centrales que en los bordes
- Importante a tener en cuenta cuando se aplican lámparas de infrarrojos o láseres de campos cónicos.

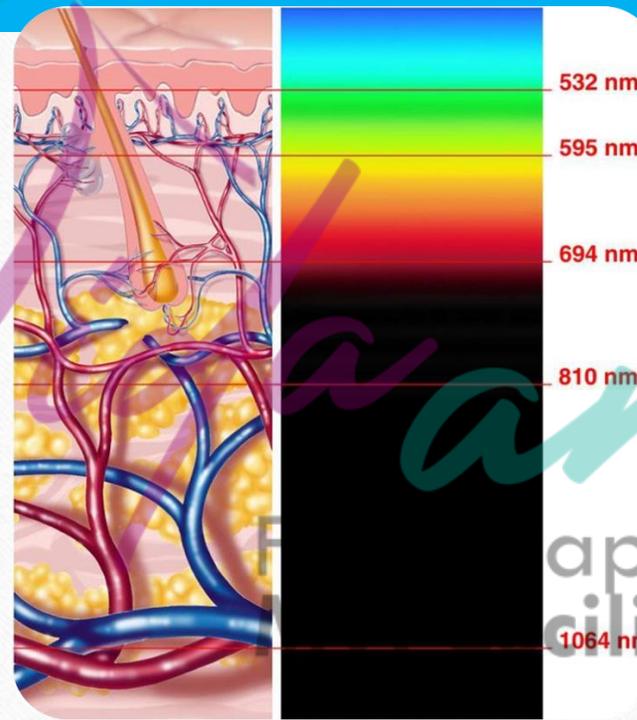
Ley de Grotthus Draper

- **Solo la energía absorbida es la energía eficaz.**
- **La capacidad de un rayo de luz de penetrar la materia dependerá de la longitud de onda del rayo, del tamaño de los espacios intermoleculares, del tamaño de la molécula y de la presencia de los cromóforos**
- **La materia de acuerdo a su composición (cromóforos) presenta determinadas apetencias para absorber diferentes longitudes de onda.**



Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211

- DE ACUERDO A LA LEY DE GROTTTHUS Y DRAPER:
- **la absorción** ocurre a nivel molecular, por macromoléculas de membrana plasmática, moléculas libres en el intersticio, moléculas en organeras, ARN nuclear y es la longitud de onda de la radiación elegida y los cromóforos lo que determina que el tejido expuesto a la radiación, la absorba.



api Veterinaria
cilia Vieta MP211

Ley de Bunsen Roscoe: ley de la reciprocidad.

- El producto de la **intensidad** de una radiación por el **tiempo** de aplicación **elevado a una potencia N** es una constante
- **Poe efecto biológico se considera $N= a1$** , por lo que para conseguir los mismos efectos **se puede manejar el tiempo y la intensidad** de manera que **si la intensidad es el doble del tiempo, debe reducirse**

EJEMPLO

$$20j = 4w \times 5 \text{ seg.}$$

$$20j = 20w \times 1 \text{ seg.}$$

$$20j = 1w \times 20 \text{ seg.}$$

Ley de Bunsen Roscoe: ley de la reciprocidad

- Si aumentamos la intensidad de una energía aplicada, debemos disminuir el tiempo de aplicación, y al contrario para conseguir el mismo efecto.
- Esta ley implica que si no alcanzamos una mínima intensidad o el tiempo es insuficiente, **no obtendremos los efectos terapéuticos deseados.**
- Por el contrario, si excedemos o elevamos ambos valores (intensidad y tiempo) por encima de lo necesario, **sobre dosificaremos.**

Fisioterapia Veterinaria
MV. Cecilia Vieta MP211