



# Biofotónica

**Dr. Carlos G. Treviño Palacios**  
**INAOE**

# Plan de la Plática

- ¿Qué es la óptica?
- Biofotónica
- Aplicaciones en medicina
- Conclusiones

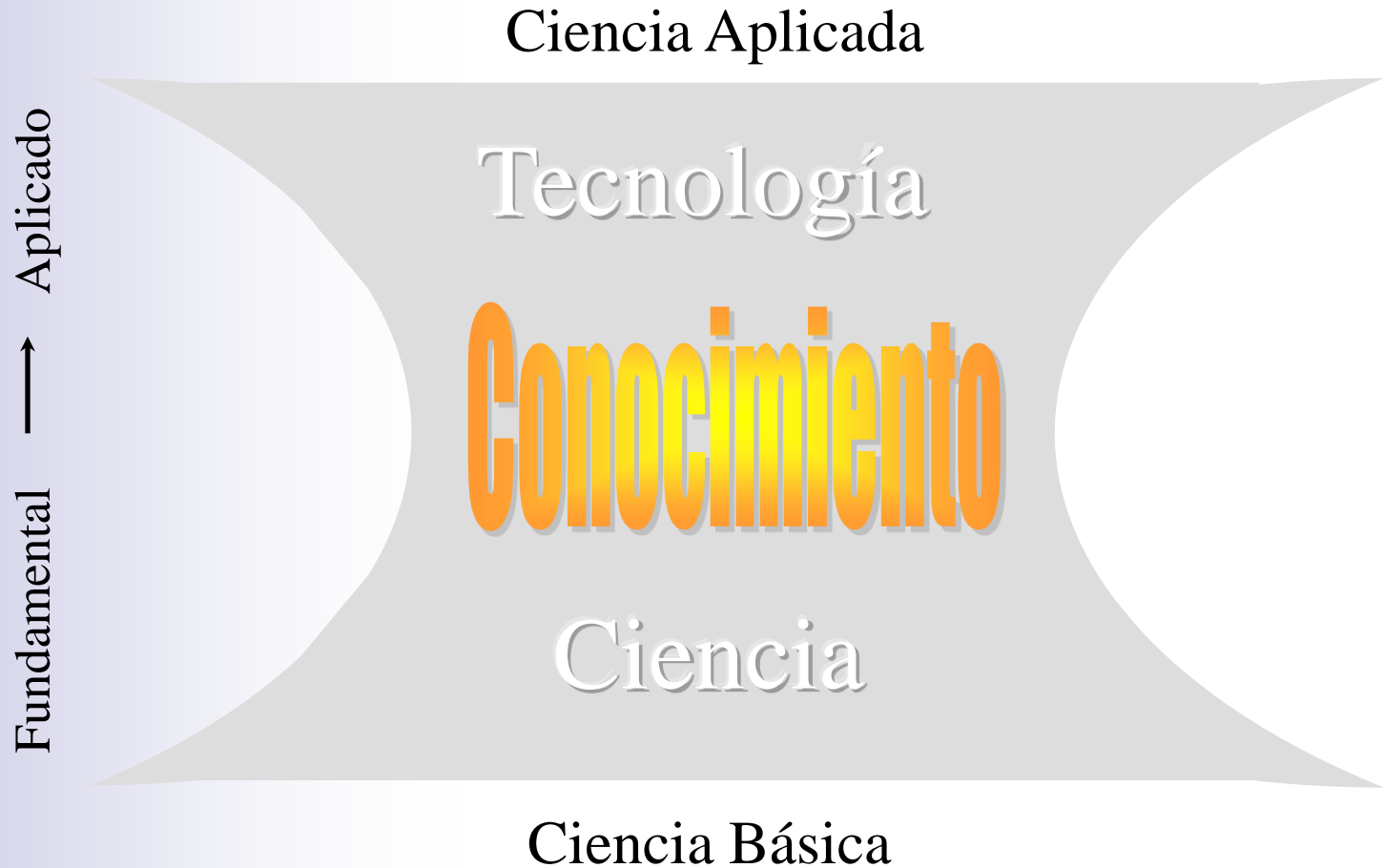


# Definición de Óptica

- **Óptica** es el campo de la ciencia y la ingeniería que comprende los fenómenos físicos y tecnologías asociadas con la generación, transmisión, manipulación, detección y uso de la luz

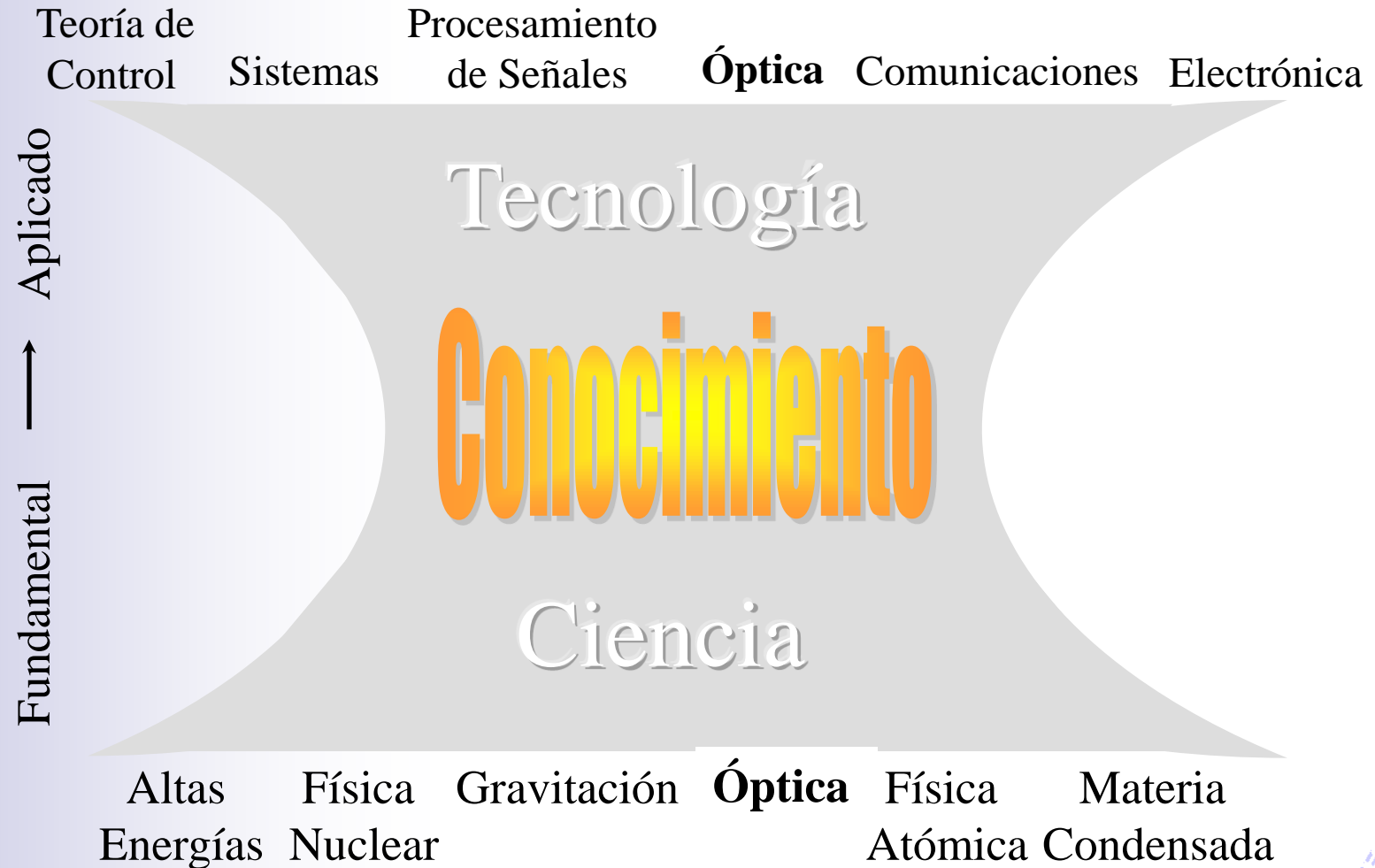


# Conocimiento a lo Largo del Otro Eje

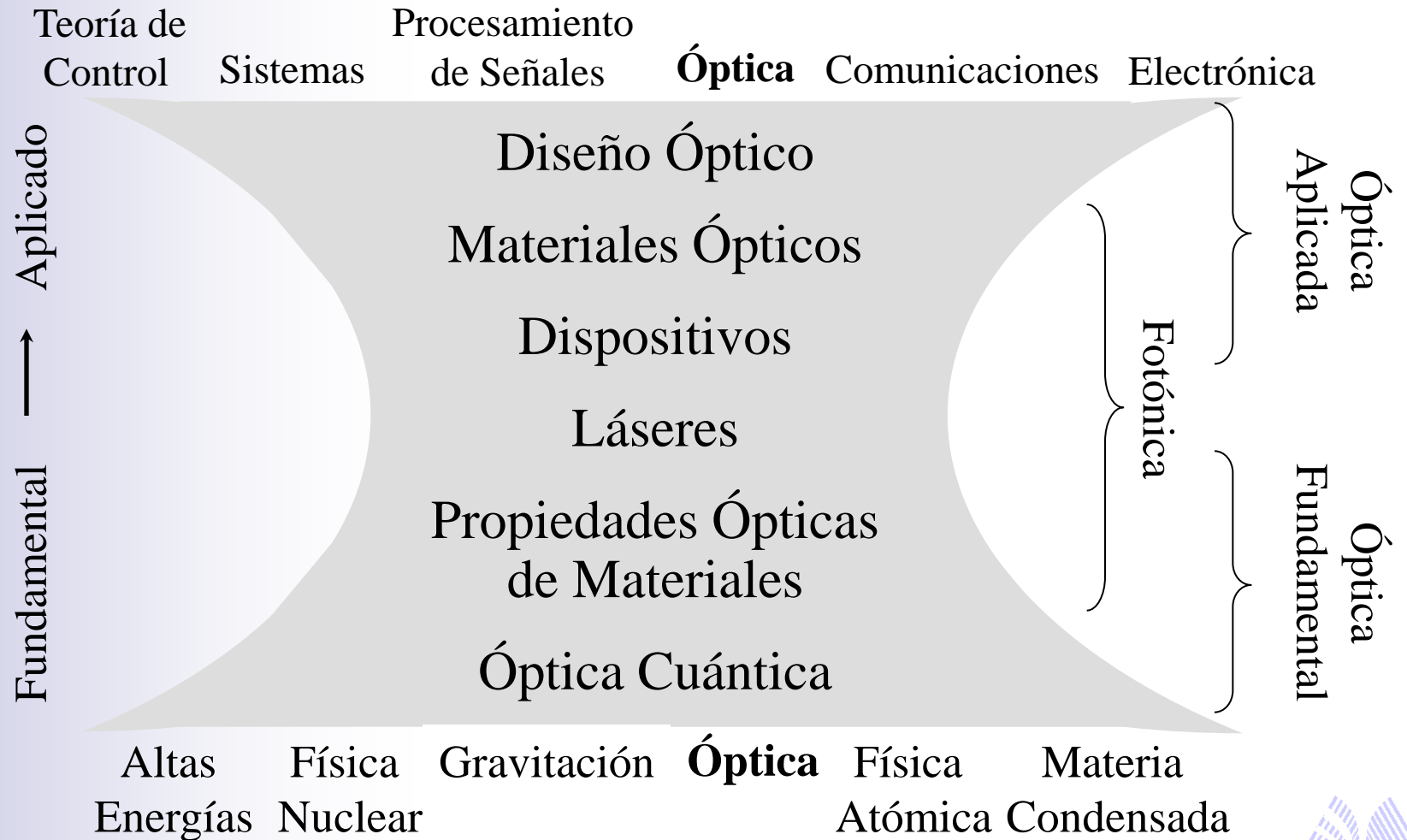




# Conocimiento a lo Largo del Otro Eje



# Conocimiento a lo Largo del Otro Eje



# Fotónica

Fotónica es la ciencia de generación y aprovechamiento de la luz y otras formas de energía radiante cuya unidad cuántica es el fotón

Ésta ciencia incluye la emisión, transmisión, reflexión, amplificación y detección de la luz mediante instrumentos y elementos ópticos, láseres y otras fuentes de luz, fibras ópticas, instrumentación electro-óptica y electrónica relacionada.



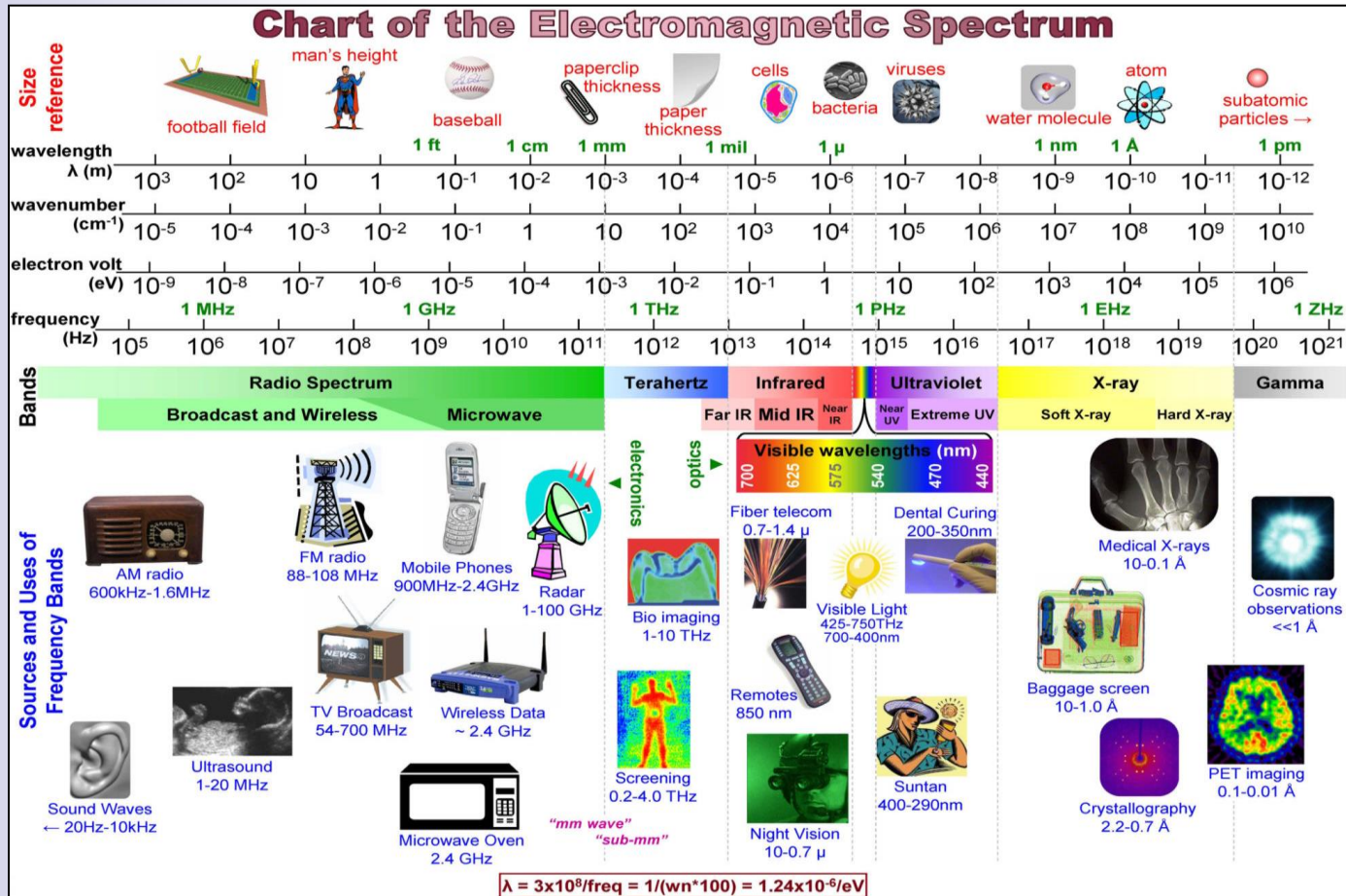
# Fotónica

Fotónica es la ciencia de generación y aprovechamiento de la luz y otras formas de energía radiante cuya unidad cuántica es el fotón

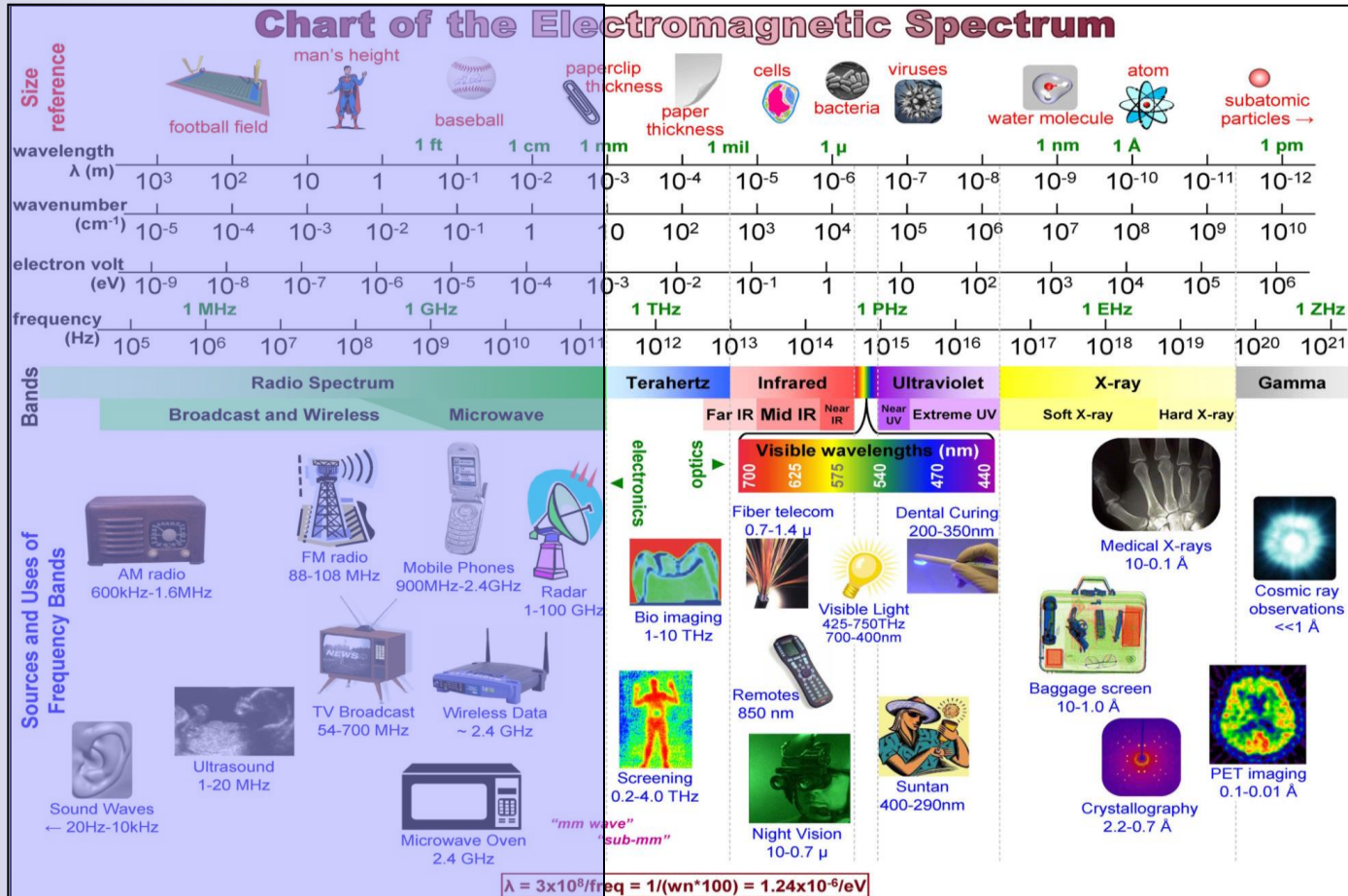
El campo de aplicación de la fotónica se extiende desde la generación a la detección de luz y el procesamiento de información.



# Espectro Electromagnético



# Espectro Electromagnético

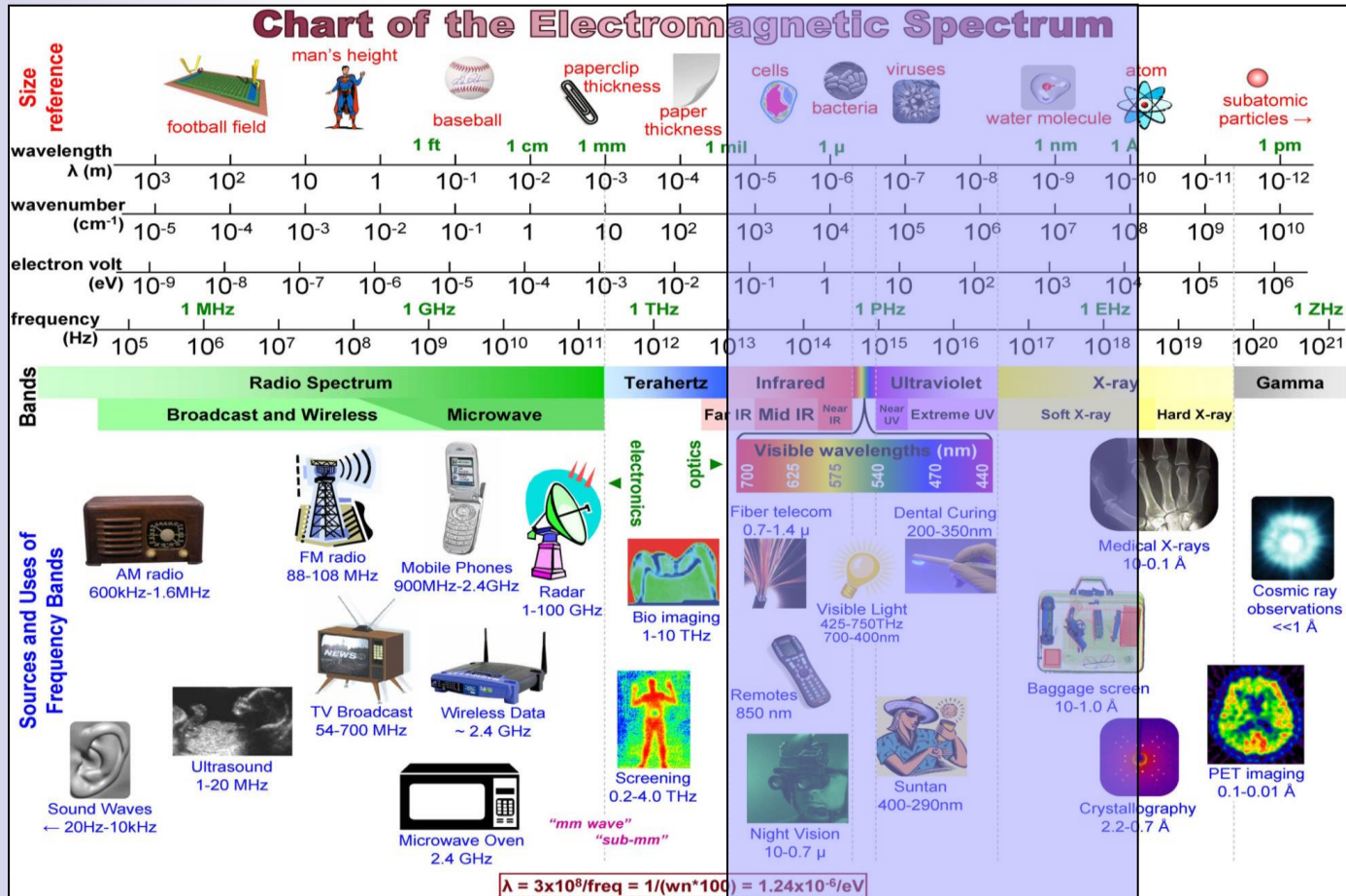


Electrónica : electrones en movimiento ( $\vec{J}$ )





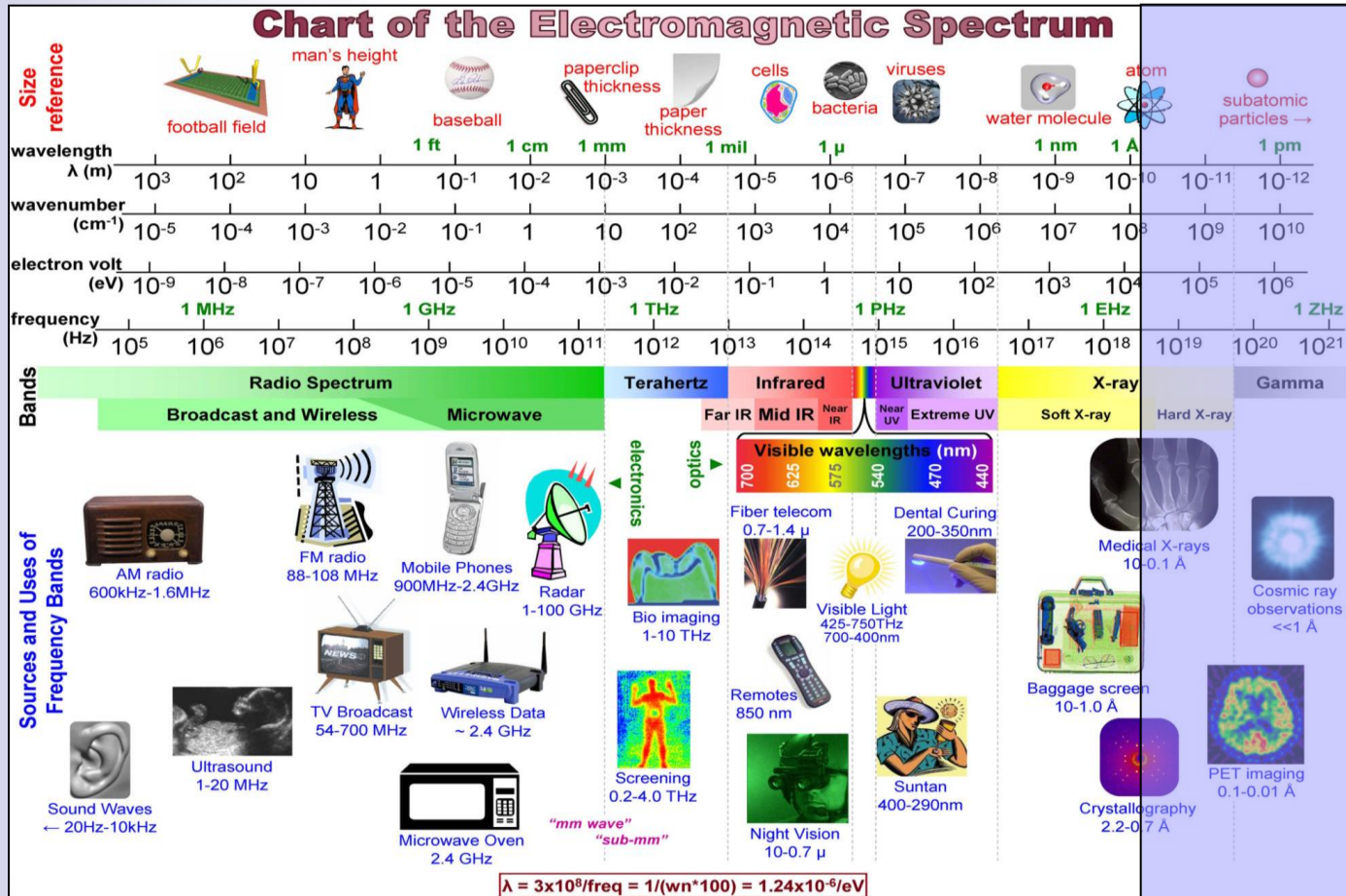
# Espectro Electromagnético



Óptica : interacción radiación-materia (D)



# Espectro Electromagnético

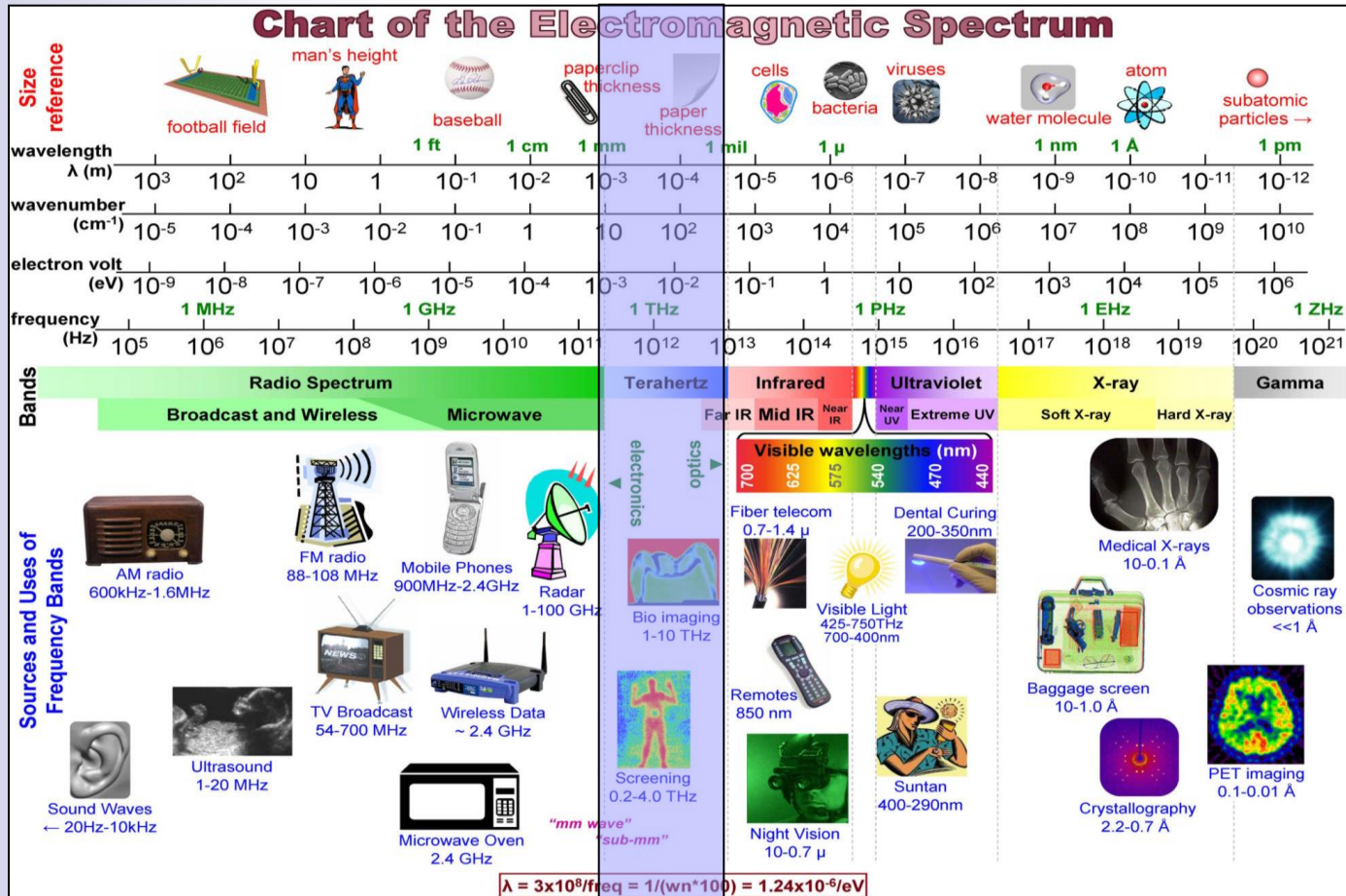


Radiación ionizante ( $\vec{E}$ )





# Espectro Electromagnético



mmW-THz : ????



# Biofotónica

**La Biofotónica es el uso de láseres y óptica en biología y medicina así como el uso de materiales biológicos en fotónica y optoelectrónica.**



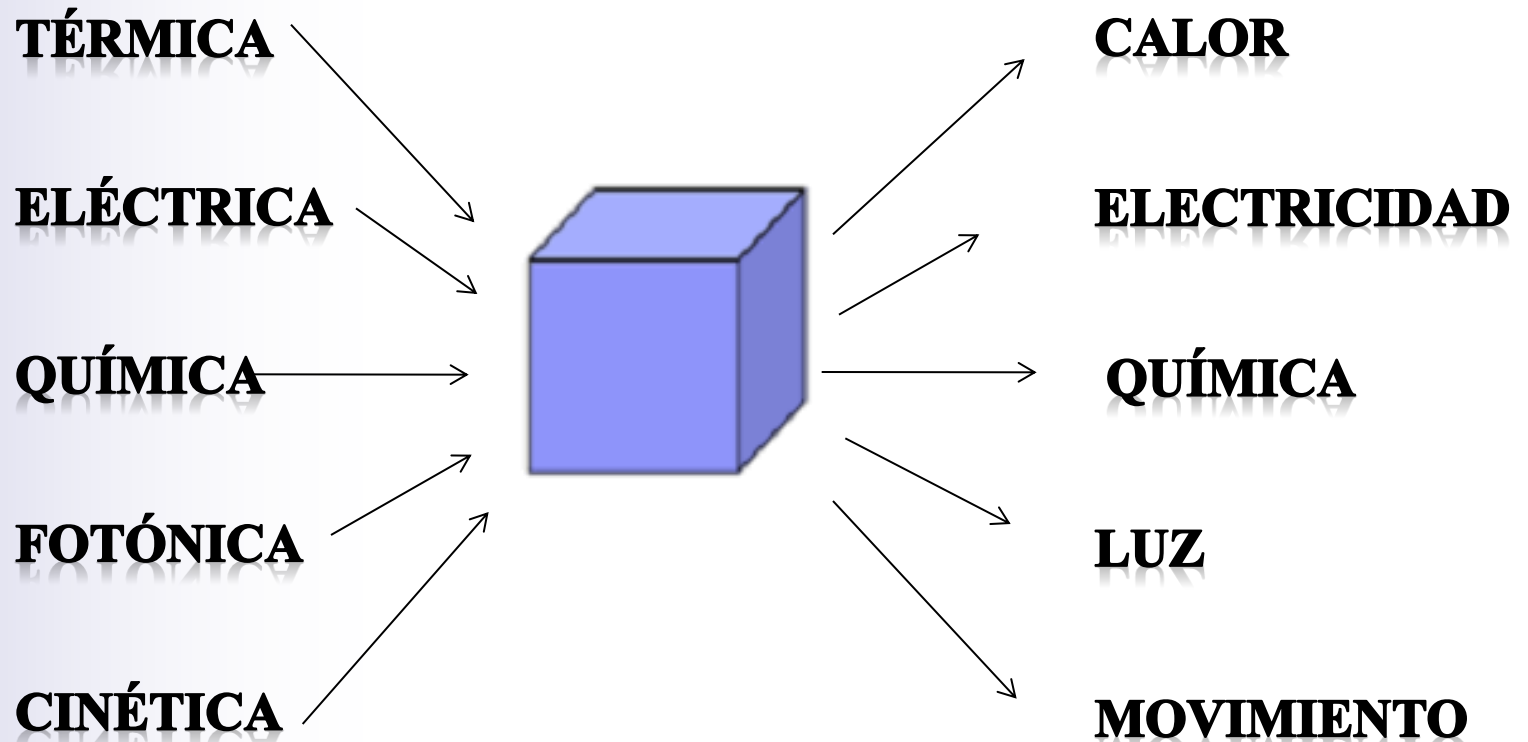
# Biofotónica

- Es otra manera de llamar a las aplicaciones de la óptica en ingeniería biomédica y biotecnología.
- Y la retroalimentación de éstos para concebir desarrollos tecnológicos basados en sistemas que se encuentran en la naturaleza, por ejemplo generar dispositivos y modelos aplicados en comunicaciones.



# Biofotónica

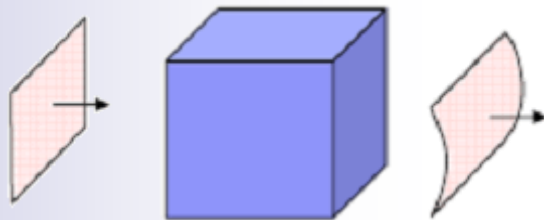
## Interacción con materia biológica en general



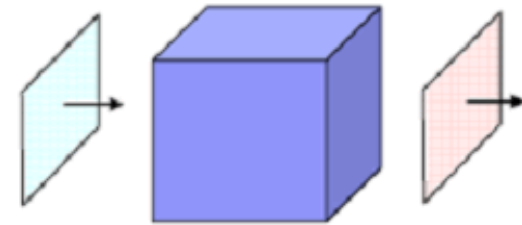
■ **Clave: Balance de energía**

# Biofotónica

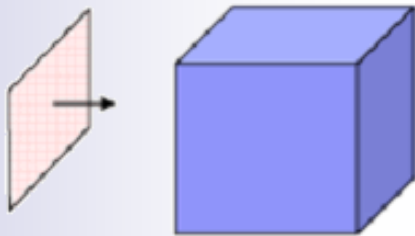
## Interacción radiación - materia biológica



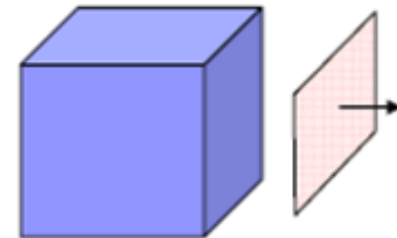
La Biomateria altera la luz



la Biomateria absorbe la luz y  
Luego crea nueva luz

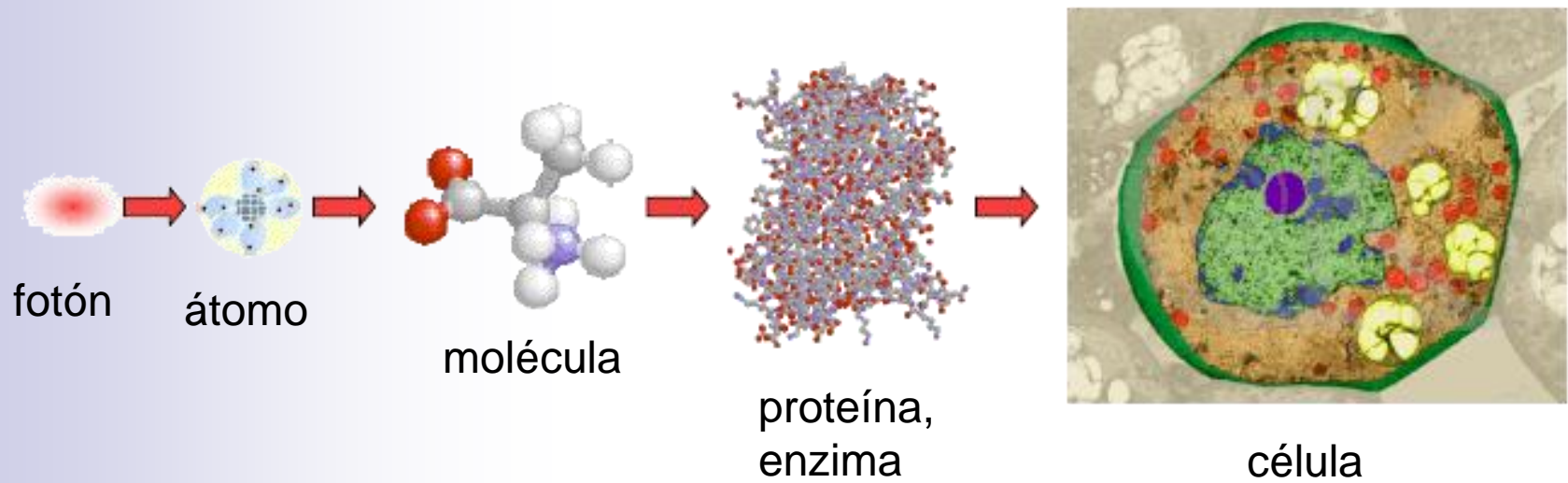


La Biomateria se altera  
después de absorber la luz



La Biomateria genera luz

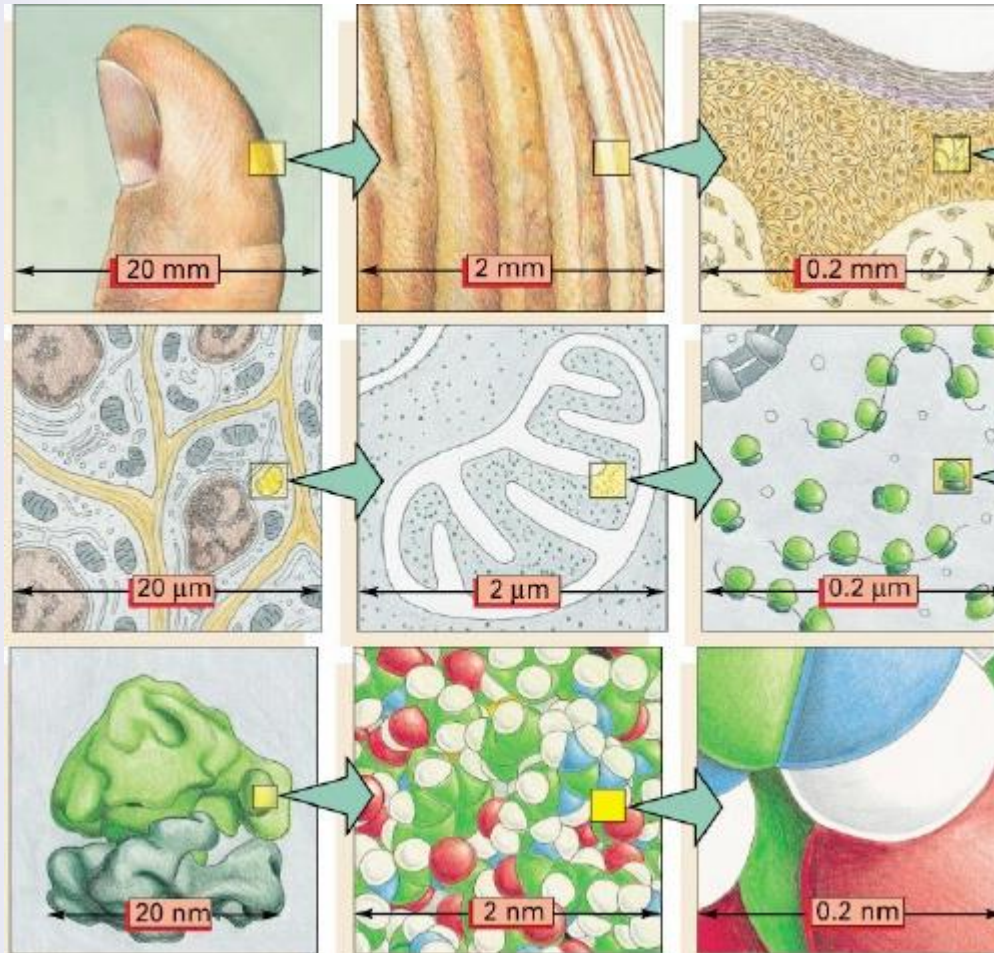
# Nivel de Impacto de la Luz





# Nivel de Impacto de la Luz

■ ¿A qué nivel estamos?



# Para entender la biofotónica

- ❑ Fundamentos de radiación y materia
- ❑ Principios de biología – balance de energía
- ❑ Funciones y estructuras celulares
- ❑ Interacción radiación - materia
- ❑ Interacción de luz con células / visión
- ❑ Fotosíntesis
- ❑ Principios de bioimagenología
- ❑ Láseres: principios y tecnología





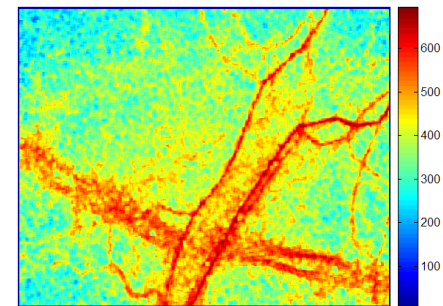
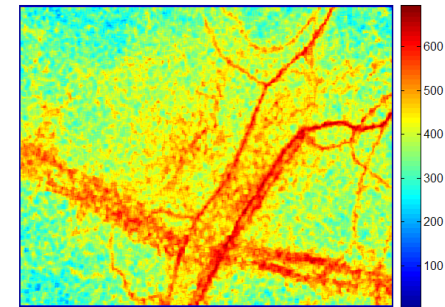
# Usos actuales de la “Luz” en Medicina

- Cirugía LASIK
- Urología
- Cirugía plástica
- Soldadura de tejidos con láser
- Endoscopia láser en otorrinolaringología
- Láseres en odontología
- Radioterapia – fotones y ultrasonido
- Espectroscopia y microscopía clínica

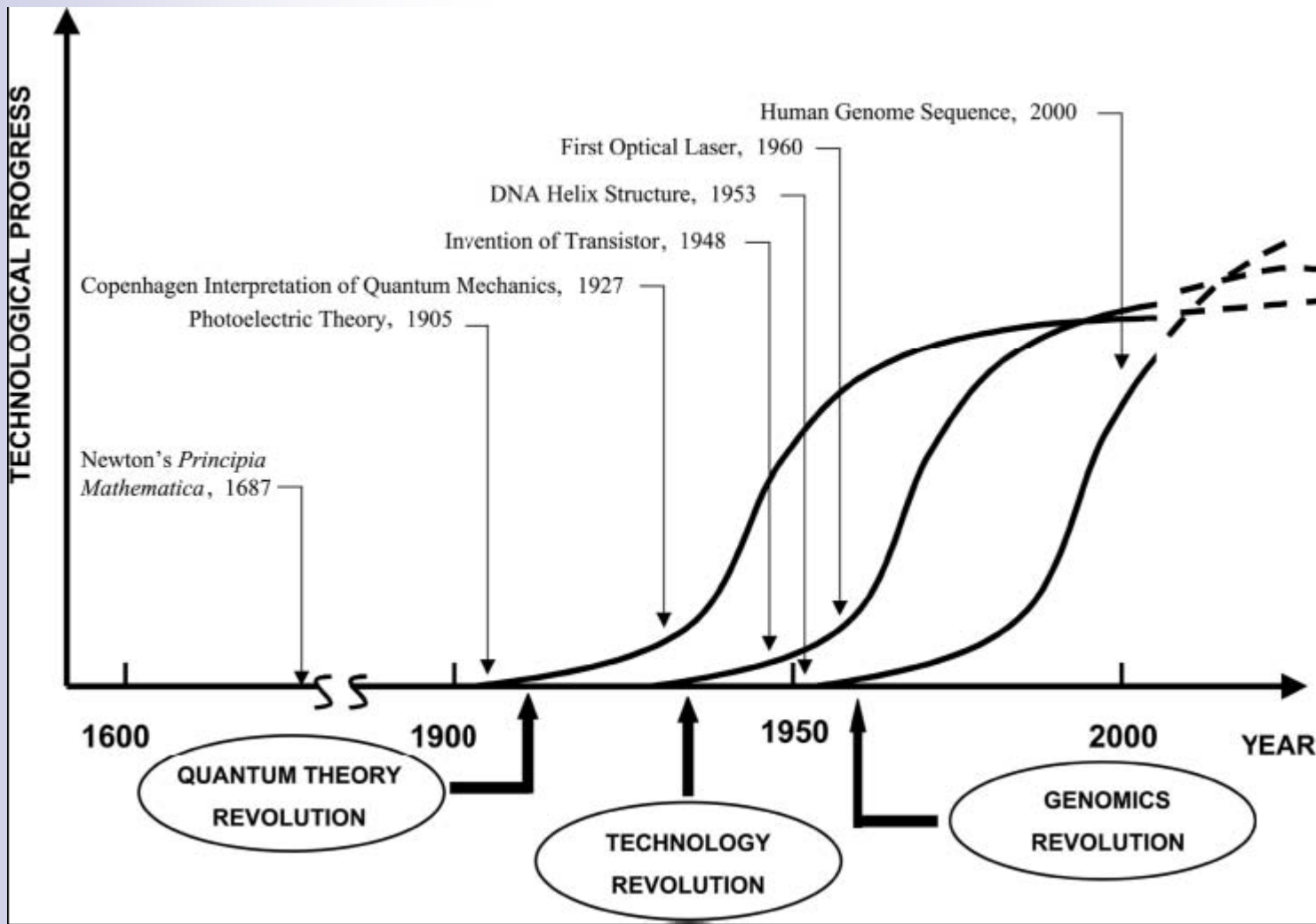


# Areas de impacto de la Biofotónica

- Bioimagenología
- Biosensores
- Tecnología de microarreglos
- Citometría de flujos
- Terapia fotodinámica
- Ingeniería de tejidos
- Pinzas y tijeras ópticas
- Biomateriales



# Evolución tecnológica que llevo a la Biofotónica



# Biofotónica



---

## Aplicaciones Medico-Quirúrgicas de la Luz



■ La medicina y la cirugía de finales del siglo XX y principios del siglo XXI se ha visto cada vez mas involucrada con las ciencias exactas y la tecnología.



- Bioingeniería

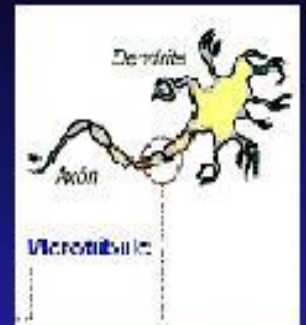
- Biofotónica

- Nanotecnología

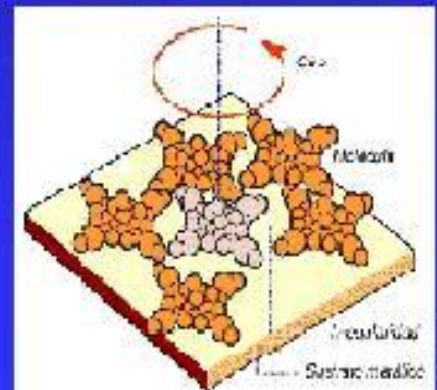
- Cirugía Robótica

# Los nanomotores biológicos

MOTOR BIOLÓGICO NATURAL: LA QUINESINA



MOTOR MOLECULAR SINTÉTICO







- Micromecánica
- Telecirugía
- Quirófanos Inteligentes
- Láseres

- Son términos de uso común en la medicina del Siglo XXI
- vamos a ver específicamente algunas de las técnicas
- que involucran la luz

# Áreas de aplicación de la luz

- Aplicaciones indirectas
  - Iluminación
- Aplicaciones directas
  - Imaginología
  - Espectroscopia
  - Tratamiento



# Áreas de aplicación de la luz

- **Aplicaciones indirectas**
  - Iluminación
- **Aplicaciones directas**
  - Imaginología
  - Espectroscopia
  - Tratamiento

# Iluminación quirúrgica

- Las lámparas quirúrgicas son dispositivos que emiten una luz la cual ilumina un campo quirúrgico por un tiempo prolongado



- Además de proporcionar suficiente iluminación, este tipo de luz reduce las sombras y produce una mínima distorsión del color
- Debido a que estos dispositivos son utilizados por periodos prolongados, es necesario el uso de dispositivos que limiten la cantidad de calor radiante que pudiera causar molestias y daños al tejido que se encuentra en el campo quirúrgico

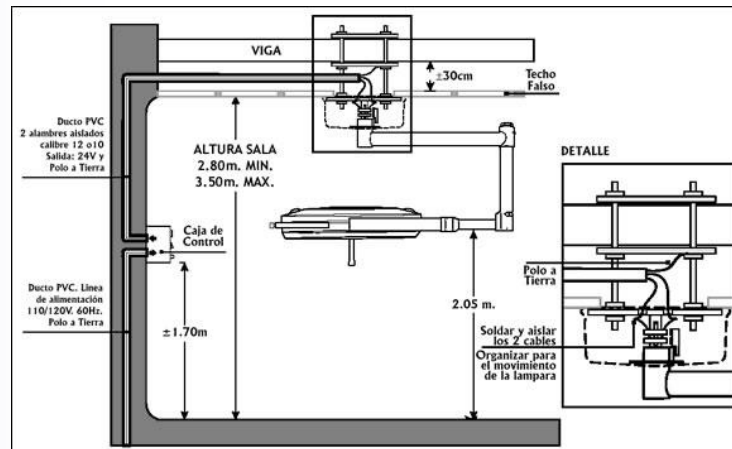
# Iluminación quirúrgica

- Las lámparas quirúrgicas operan a través de la generación de luz que proviene de una fuente encontrada en la cabeza de la lámpara, la cual normalmente es un foco o un arreglo de focos que reflejan la luz a través de reflectores o espejos



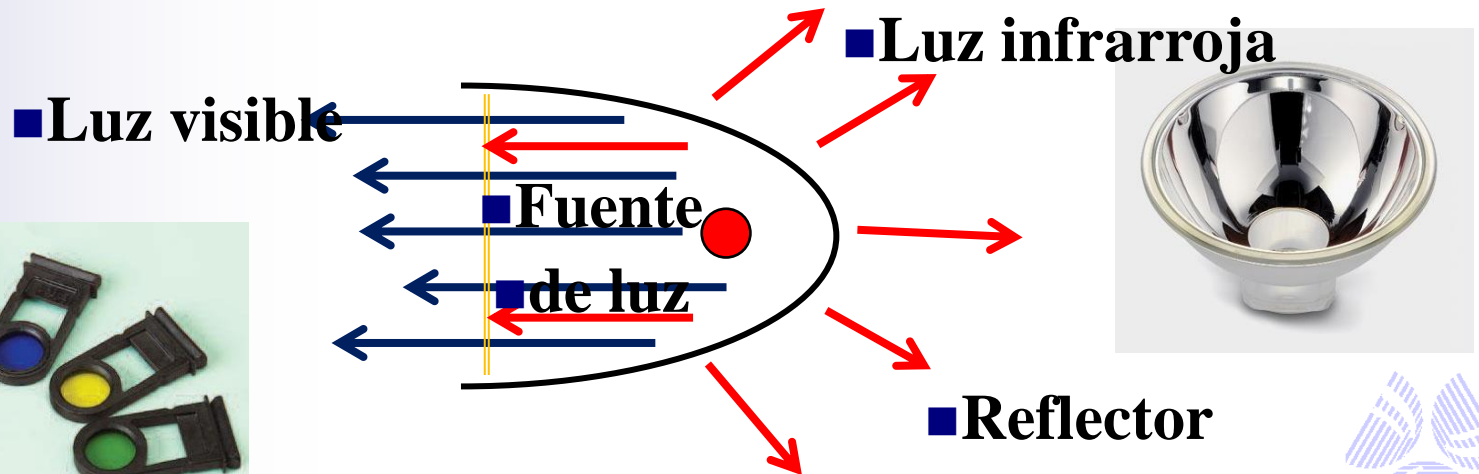
# Iluminación quirúrgica

- Las lámparas quirúrgicas operan a través de la generación de luz que proviene de una fuente encontrada en la cabeza de la lámpara, la cual normalmente es un foco o un arreglo de focos que reflejan la luz a través de reflectores o espejos
- La Óptica se usa para mejorar los sistemas de iluminación



# Luz Fría

- Esta expresión se refiere a luz sin calor
  - En términos estrictos no existe la “luz fría”
- Se logra tener luz sin calor cuando se elimina la componente infrarroja de la fuente de luz
  - Se usan reflector y filtro dicroicos (dejan pasar la luz visible y eliminan el infrarrojo)



# Áreas de aplicación de la luz

- Aplicaciones indirectas
  - Iluminación
- Aplicaciones directas
  - Imaginología
  - Espectroscopia
  - Tratamiento

# Áreas de aplicación de la luz

- Aplicaciones indirectas

- Iluminación

- Aplicaciones directas

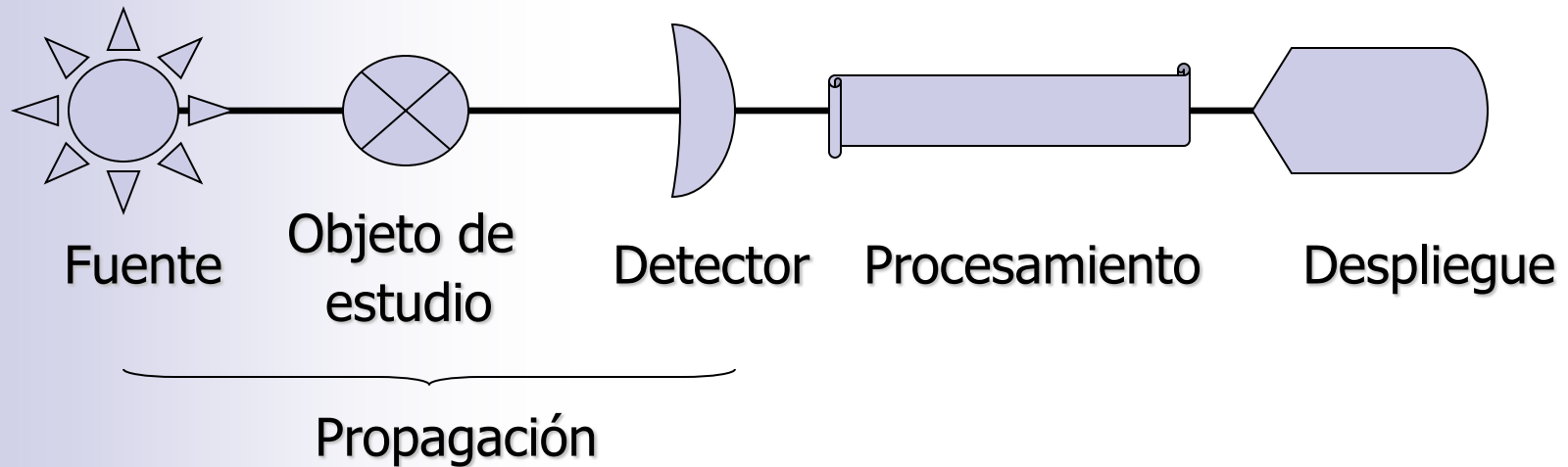
- Imaginología**

- Espectroscopia**

- Tratamiento**

■ **BIOFOTONICA**

# Sistema de Imaginología

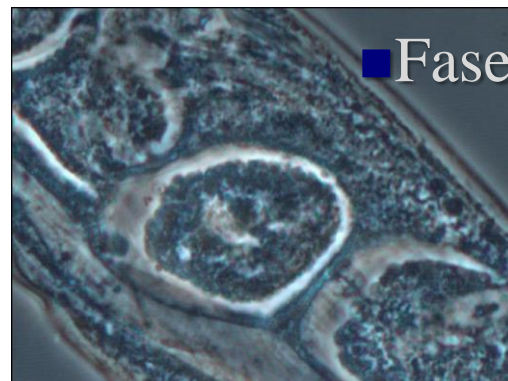
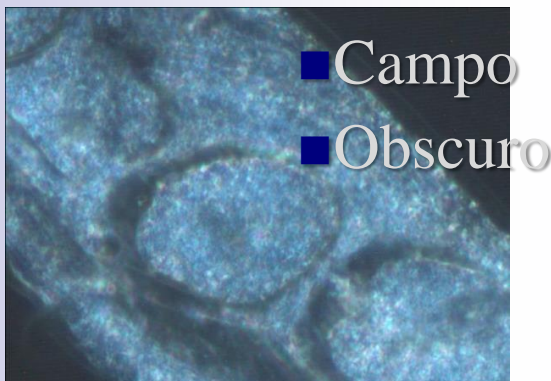
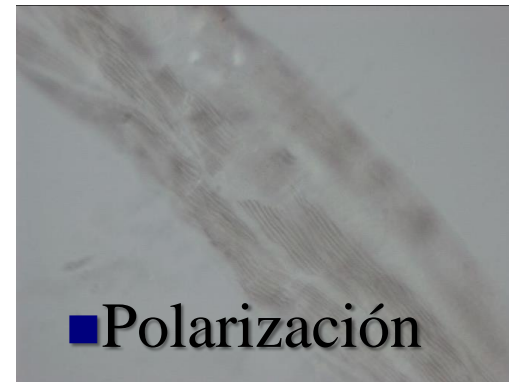
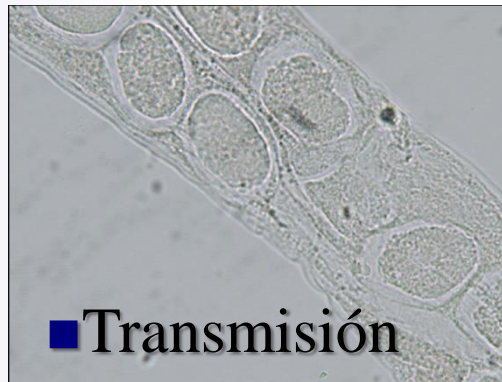


- Sistema de formación de imágenes
- Procesamiento de Imágenes



# Microscopio

- La microscopia puede usarse en varias formas



# Biofotónica

**La Biofotónica es el uso de láseres y óptica en biología y medicina así como el uso de materiales biológicos en fotónica y optoelectrónica.**



# Áreas de aplicación de la luz

- Aplicaciones indirectas

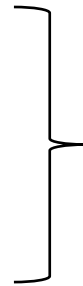
- Iluminación

- Aplicaciones directas

- Imaginología

- Espectroscopia

- Tratamiento



- **BIOFOTONICA**

# Áreas de aplicación de la luz

- Aplicaciones indirectas

- Iluminación

- Aplicaciones directas

- Imaginología

- Espectroscopia

- Tratamiento

■ **BIOFOTONICA**

# Áreas de aplicación de la luz

- Aplicaciones indirectas

- Iluminación

- Aplicaciones directas

- Imaginología

- Espectroscopia

- Tratamiento

- laser

■ **BIOFOTONICA**

# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:
  - Efectos Térmicos
  - Efectos Mecánicos
  - Efectos Ablativos
  - Efectos Fotodinámicos



# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:

- Efectos Térmicos

- Efectos Mecánicos

- Efectos Ablativos

- Efectos Fotodinámicos

- Hipertermias

- Coagulación

- Volatilización

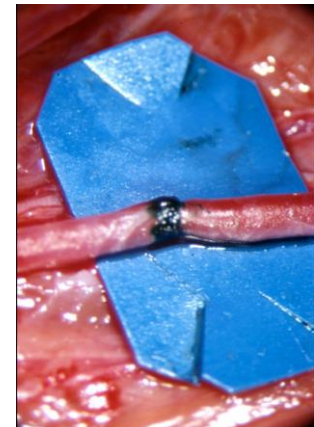
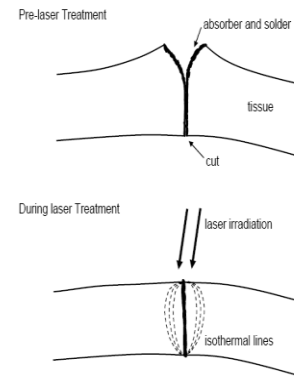
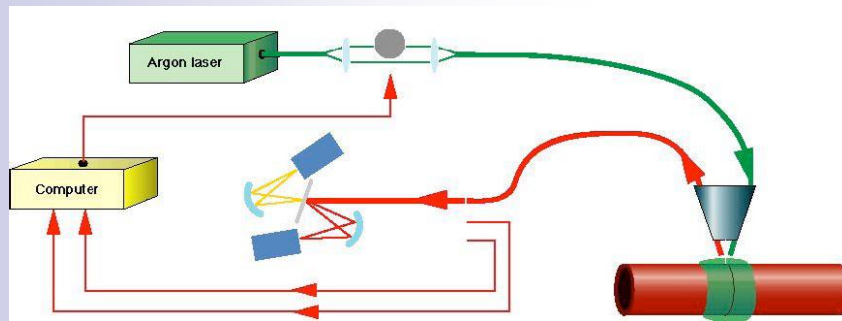
# Láser y efectos en tejidos

- Efectos térmicos
- Coagulación y Volatilización



Figure 7. Multiple small laser burns with minimal hemorrhage.

## ■ Coagulación





# Láser y efectos en tejidos

## ■ Efectos térmicos: remoción de vello



- Absorción selectiva de energía láser por la melanina que absorbe energía láser en mucho mayor medida que otras estructuras de la piel y la energía se convierte en calor
- El folículo piloso está rodeado por melanina y si absorbe suficiente energía elevar la temperatura lo suficiente para destruirlo.



# Láser y efectos en tejidos

## ■ Efectos térmicos: remoción de vello



- Absorción selectiva de energía láser por la melanina que absorbe energía láser en mucho mayor medida que otras estructuras de la piel y la energía se convierte en calor
- El folículo piloso está rodeado por melanina y si absorbe suficiente energía elevar la temperatura lo suficiente para destruirlo.
- Regularmente se usa un laser de alejandrina (755nm) pulsado para mantener el folículo caliente mientras epidermis tiene tiempo para enfriar

# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:
  - Efectos Térmicos
  - Efectos Mecánicos
  - Efectos Ablativos
  - Efectos Fotodinámicos

# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:

- Efectos Térmicos

- Efectos Mecánicos

- Efectos Ablativos

- Efectos Fotodinámicos

- Plasmas

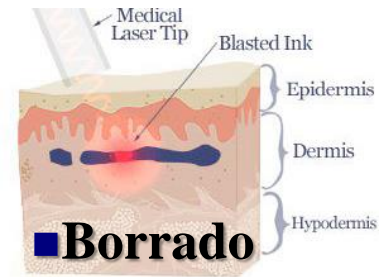
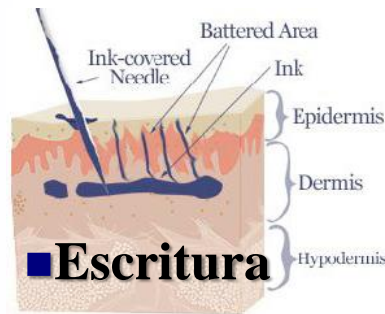
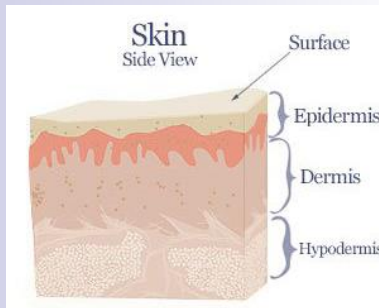
- Vaporización

- Cavitación

# Láser y efectos en tejidos

## ■ Efectos mecánicos: Plasmas

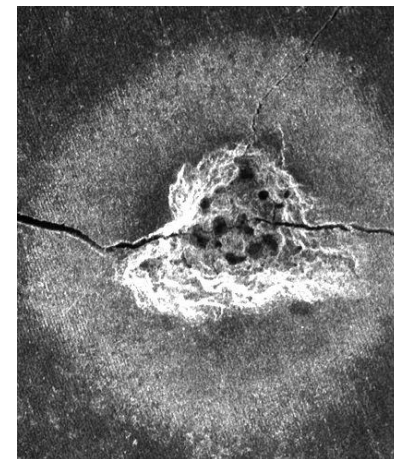
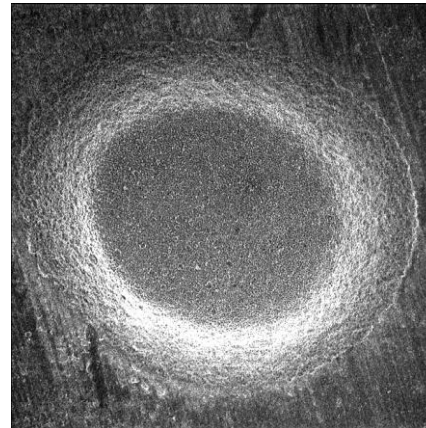
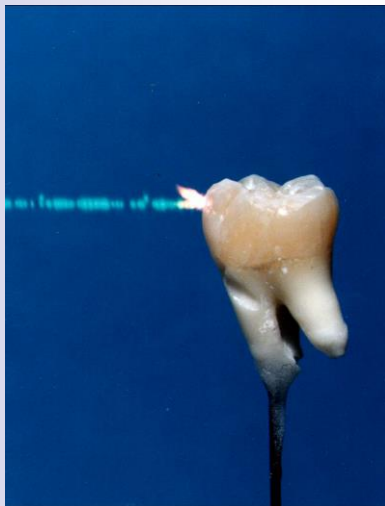
### remoción de tatuajes





# Láser y efectos en tejidos

- **Efectos mecánicos: Cavitación**
  - si además de una contención mecánica existe una térmica se genera el fenómeno de cavitación; este es el mecanismo para fragmentar piedras en riñones



# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:
  - Efectos Térmicos
  - Efectos Mecánicos
  - Efectos Ablativos
  - Efectos Fotodinámicos

# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:
  - Efectos Térmicos
  - Efectos Mecánicos
  - Efectos Ablativos
  - Efectos Fotodinámicos

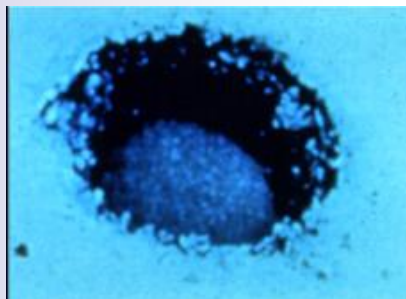
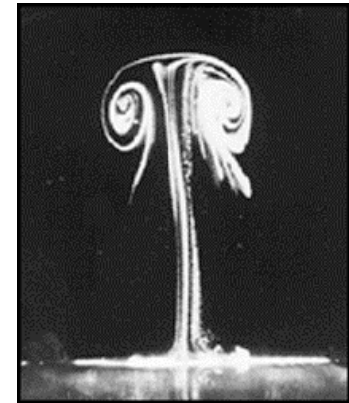




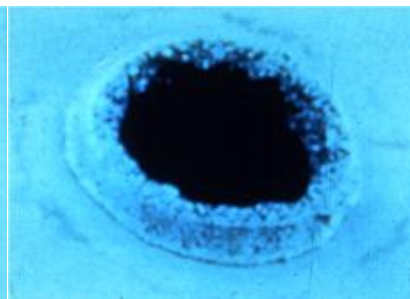
# Láser y efectos en tejidos

## ■ Efectos mecánicos: Ablación

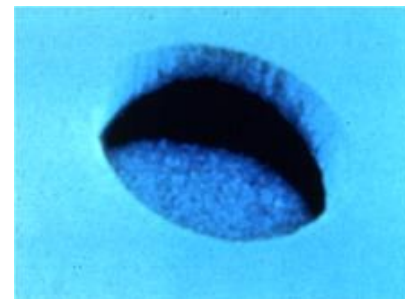
- Este efecto se define como una ablación pura de material sin lesiones térmicas en los márgenes, como uno obtendría con un bisturí. Se produce por el principio de disociación.



■ YAG



■ CO<sub>2</sub>

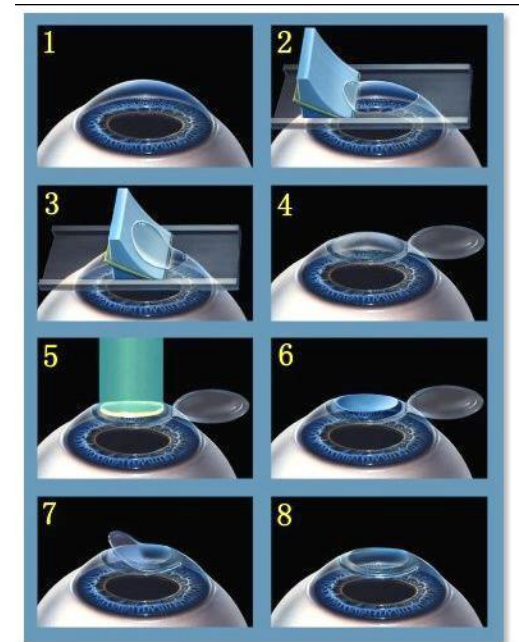


■ Excimer

# Láser y efectos en tejidos

## ■ Efectos mecánicos: Ablación

- Este efecto se define como una ablación pura de material sin lesiones térmicas en los márgenes, como uno obtendría con un bisturí. Se produce por el principio de disociación.
- Sólo se puede utilizar en los tejidos que no sangran



■ LASIK fue aprobado en 1995



# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:
  - Efectos Térmicos
  - Efectos Mecánicos
  - Efectos Ablativos
  - Efectos Fotodinámicos



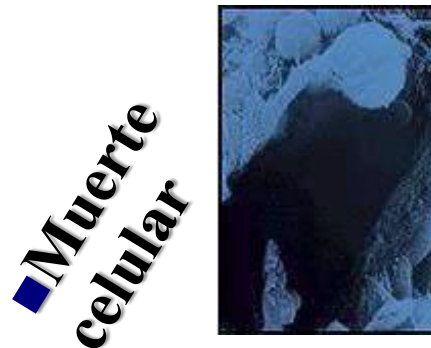
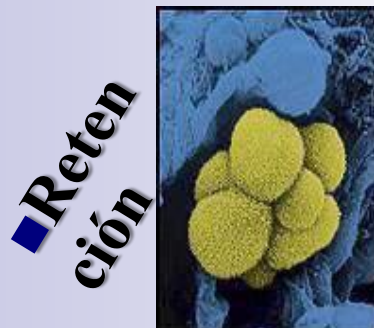
# Láser y efectos en tejidos

- Luz láser puede tener diversos efectos en tejido:
  - Efectos Térmicos
  - Efectos Mecánicos
  - Efectos Ablativos
  - Efectos Fotodinámicos

# Láser y efectos en tejidos

## ■ Efectos fotodinámicos

■ Es la captación relativamente selectiva de una droga fotosensibilizante y la irradiación posterior con la luz de una longitud de onda adecuada



■ Quimioterapia  
a  
■ fotoactivada



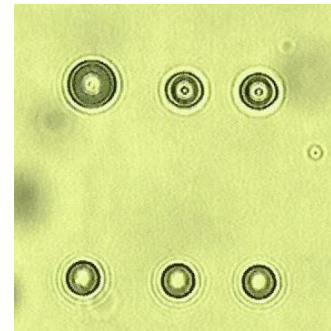
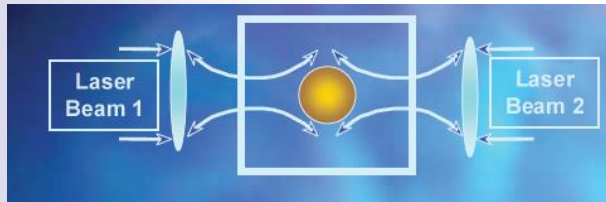
# Otras técnicas

- Existe un número muy grande de posibilidades de la luz en aplicaciones médico-quirúrgicas
- Por mencionar algunas tenemos:

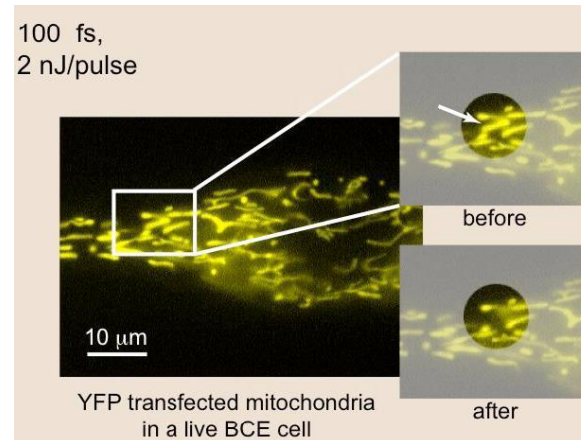
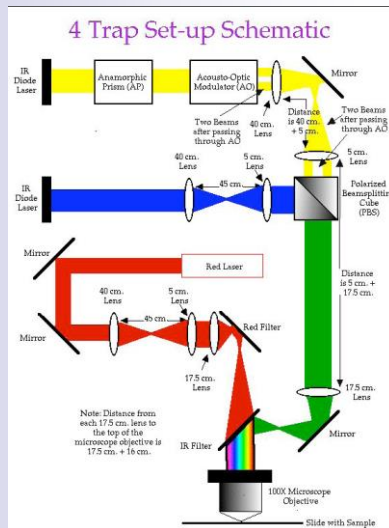


# Pinzas ópticas

- Se puede manipular células usando luz



- capturarlas y moverlas



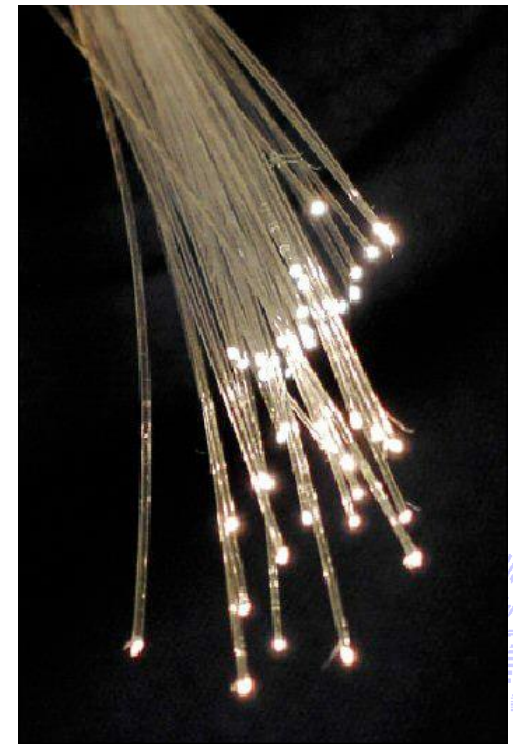
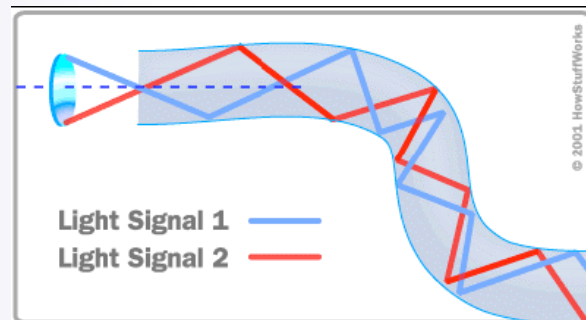
- y se puede hacer cirugía de una célula





# Fibras ópticas

- Se usa vidrio puro con muy bajas pérdidas usada para laparoscopias y endoscopias a través de conductos naturales o incisiones menores





# Aplicaciones

Las aplicaciones de los láseres permean nuestra sociedad

## Medicina

- **Cirugía estética**
  - **Remoción de tatuajes**
  - **Remoción de pelo**
  - **Lesiones vasculares**
  - **Cicatrices**
  - **Levantamientos faciales**



# Aplicaciones

**Las aplicaciones de los láseres permean nuestra sociedad**

## Medicina

- **Cirugía estética**
  - **Remoción de tatuajes**
  - **Remoción de pelo**
  - **Lesiones vasculares**
  - **Cicatrices**
  - **Levantamientos faciales**
- **... y más**

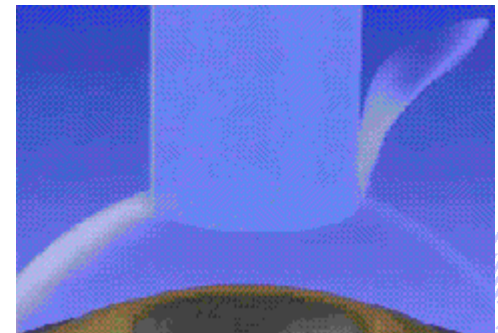


# Aplicaciones

**Las aplicaciones de los láseres permean nuestra sociedad**

## Medicina

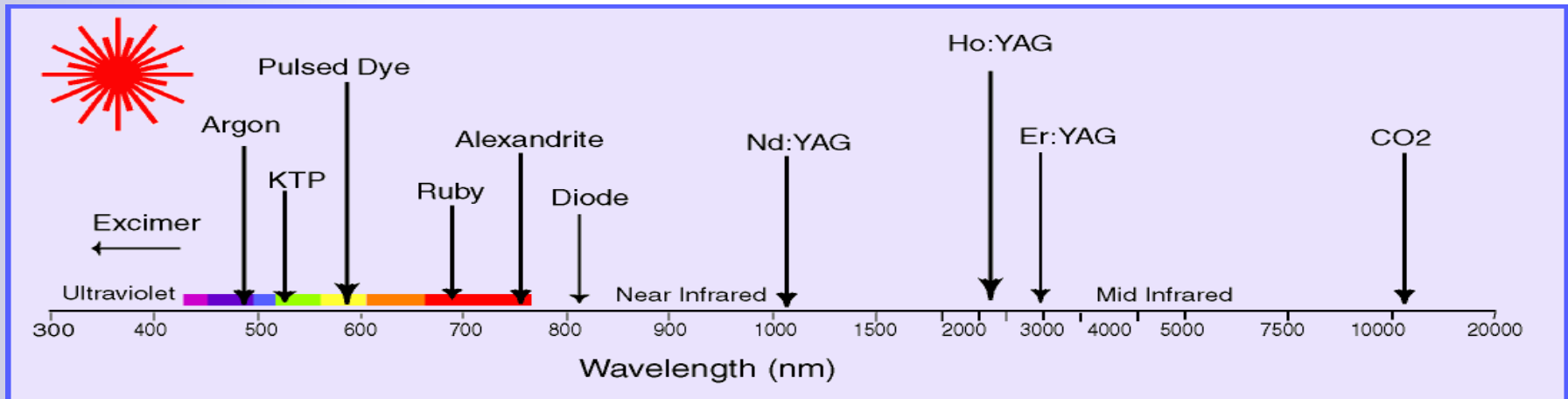
- **Cirugía estética**
- **Microscopia de segundo armónico**
- **Terapia y acupuntura**
- **Cirugía oftálmica**



# Láseres en Medicina

Los láseres son fuentes de luz con características muy particulares

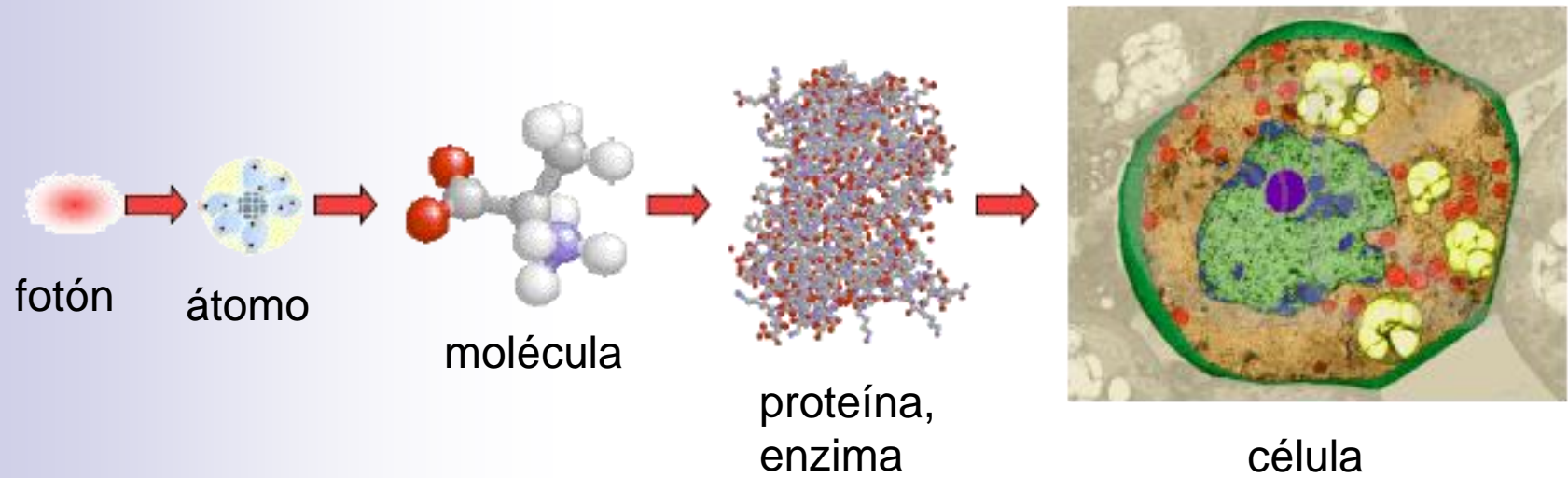
Los usos en la medicina son variados



Aún quedan muchos problemas por resolver

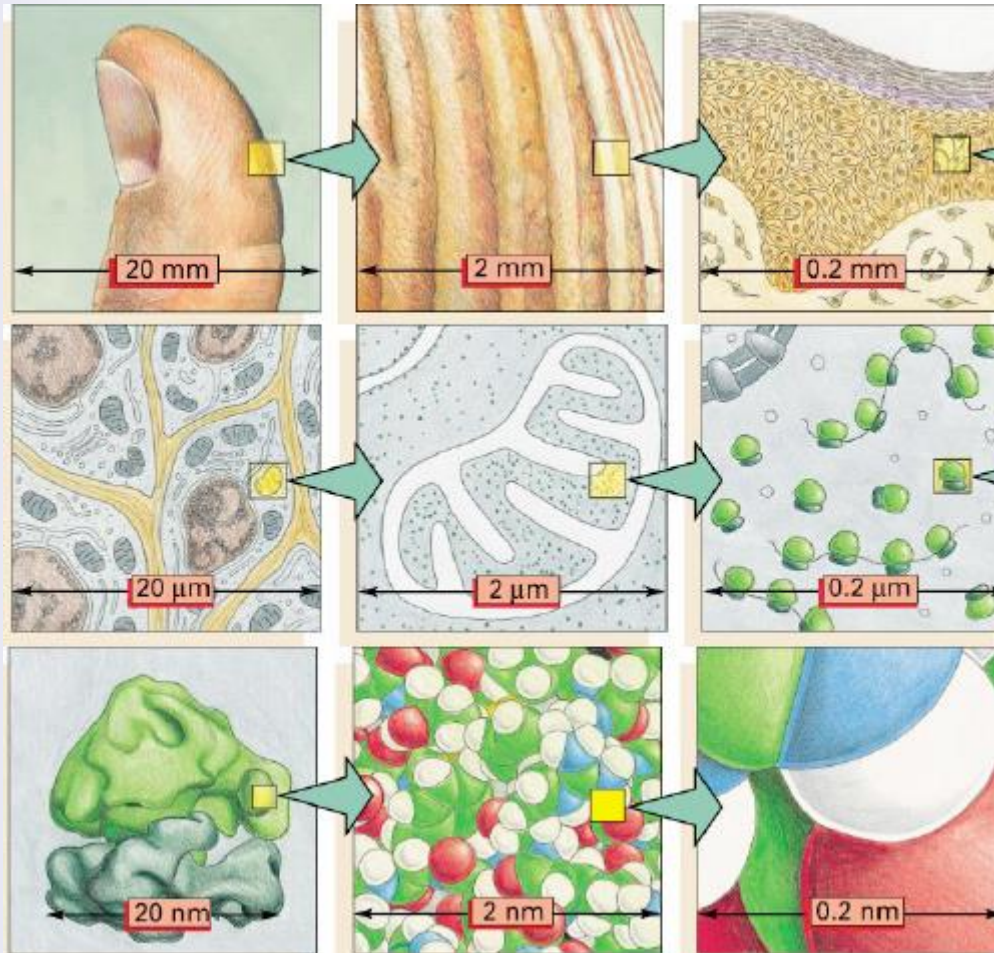


# Nivel de Impacto de la Luz

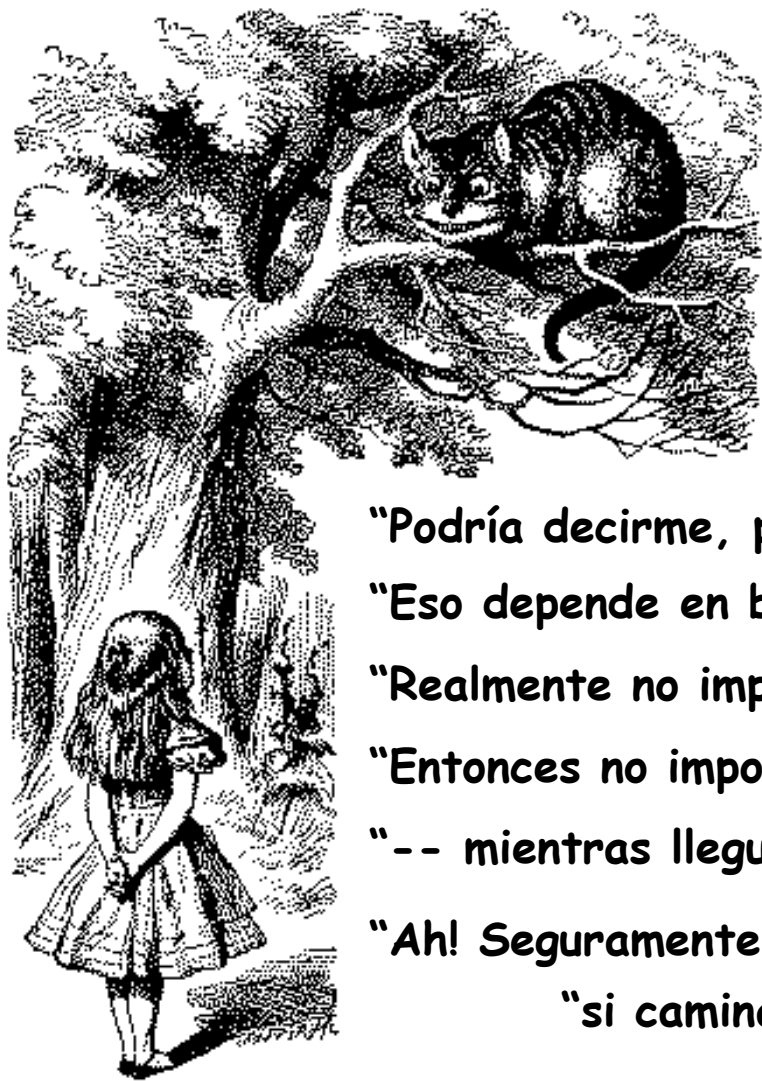


# Nivel de Impacto de la Luz

■ ¿A qué nivel estamos?







"Podría decirme, por favor, ¿a dónde puedo dirigirme?"

"Eso depende en buena medida a donde quieres ir," dijo el Gato.

"Realmente no importa donde--" dijo Alicia

"Entonces no importa que dirección tomes", dijo el Gato.

"-- mientras llegue a *algún lugar*," dijo Alicia como explicación

"Ah! Seguramente lo vas a lograr", dijo el Gato,  
"si caminas lo suficiente."

*Alicia en el país de las Maravillas*  
Lewis Carroll