

# Tópicos em Biofotônica

Cristina Kurachi

[cristina@ifsc.usp.br](mailto:cristina@ifsc.usp.br)



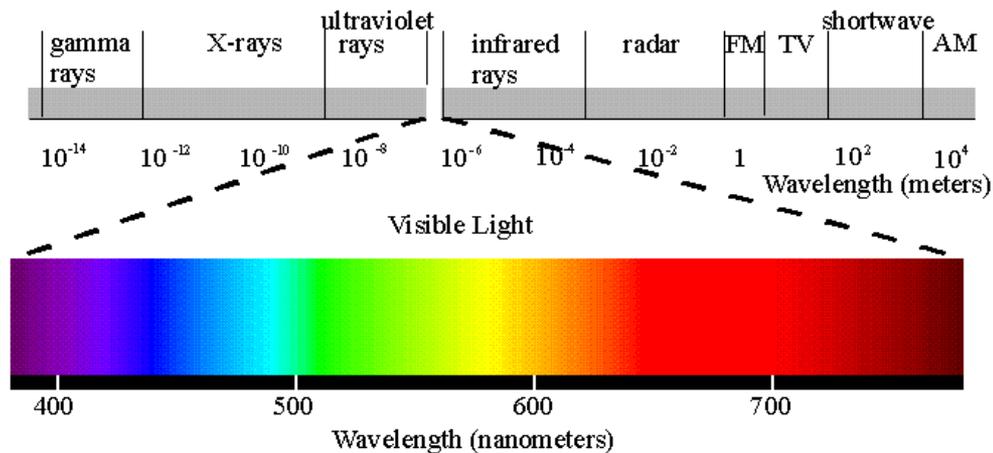
# Biophotonics

---

- ◆ **Photonics is the technology of generating and harnessing light and other forms of radiant energy whose quantum unit is the photon**
- ◆ **Biophotonics applies photonics to the fields of medicine, biology and biotechnology**

# Biofotônica

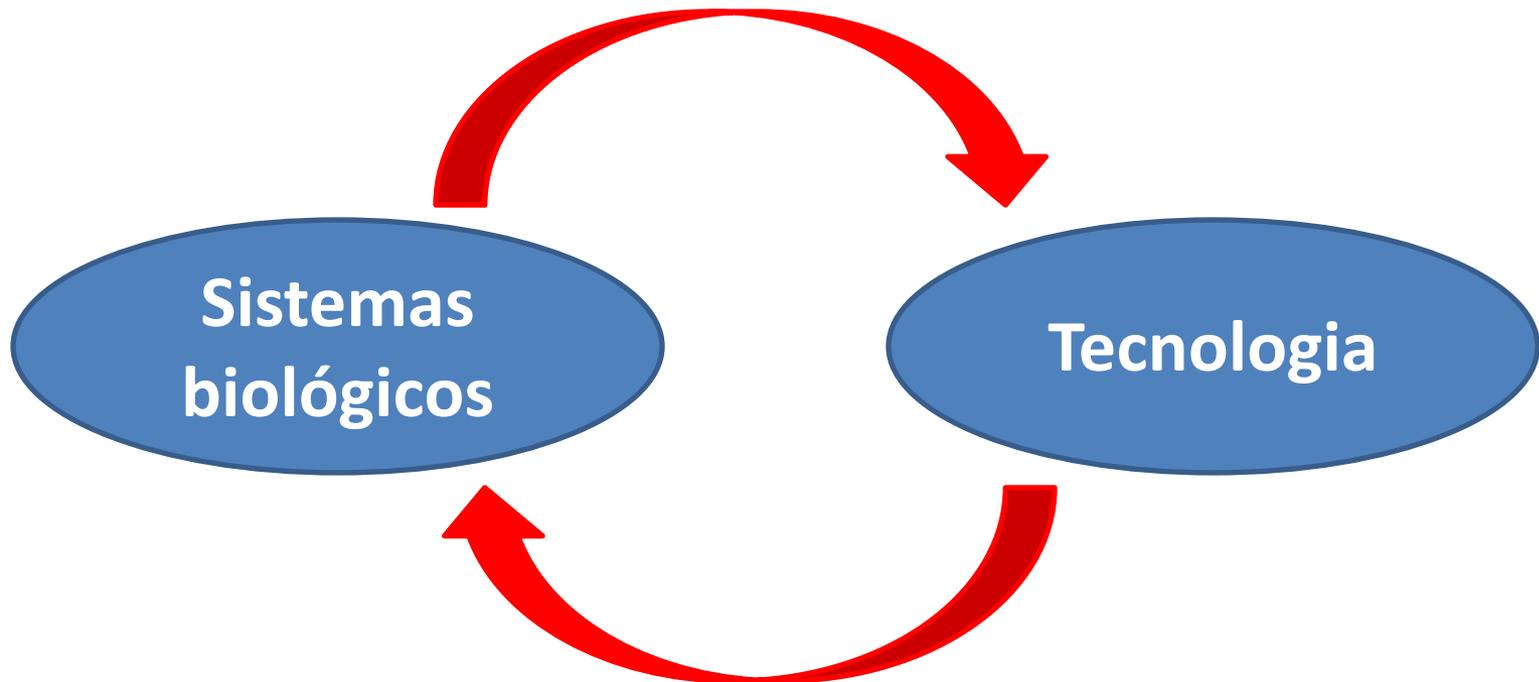
- Óptica / Fotônica Biomédica
  - Óptica: luz visível
  - Fotônica: fótons (todo espectro eletromagnético)



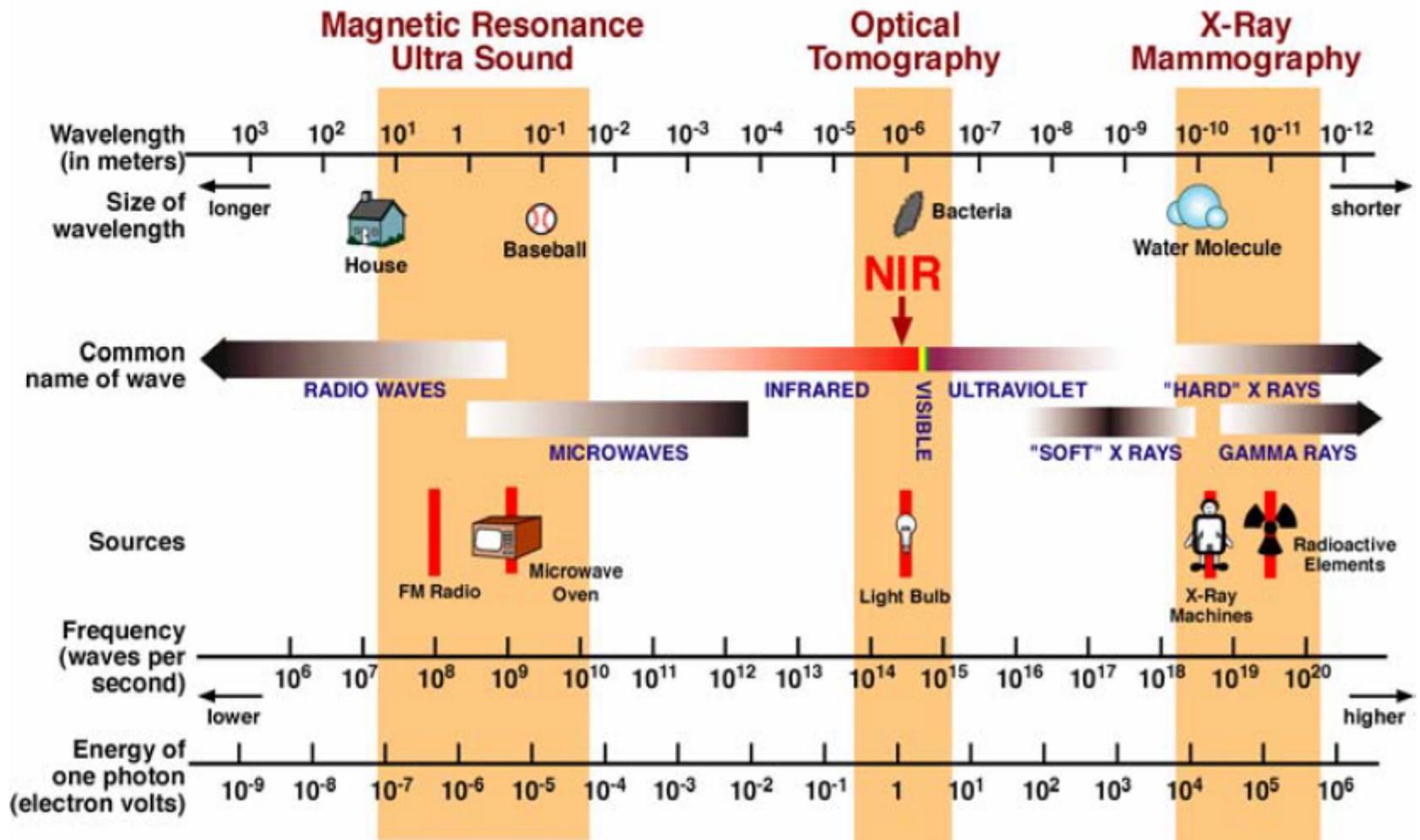
- Biofotônica: aplicações biológicas e médicas

# Biotecnologia

“ Uso de organismos vivos ou seus produtos para modificar a saúde humana e o ambiente”



- *"Biotecnologia define-se pelo uso de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos, com o fim de resolver problemas e criar produtos de utilidade."*
- *"Biotecnologia representa o conjunto de métodos aplicáveis às atividades que associam a complexidade dos organismos e seus derivados, conciliadas às constantes inovações tecnológicas."*
- *"1. tecnologia que gera produtos e processos de origem biológica. 2. espectro ou conjunto de tecnologias moleculares aplicadas ao estudo de microrganismos, plantas e animais."*



# Problemas...

- Doenças: diagnóstico, prevenção, tratamento
- Alimentos: aumento da produção, espécies resistentes a pragas, inseticidas biológicos
- Meio ambiente: tratamento de efluentes industriais, recuperação de áreas contaminadas, monitoramento de poluição



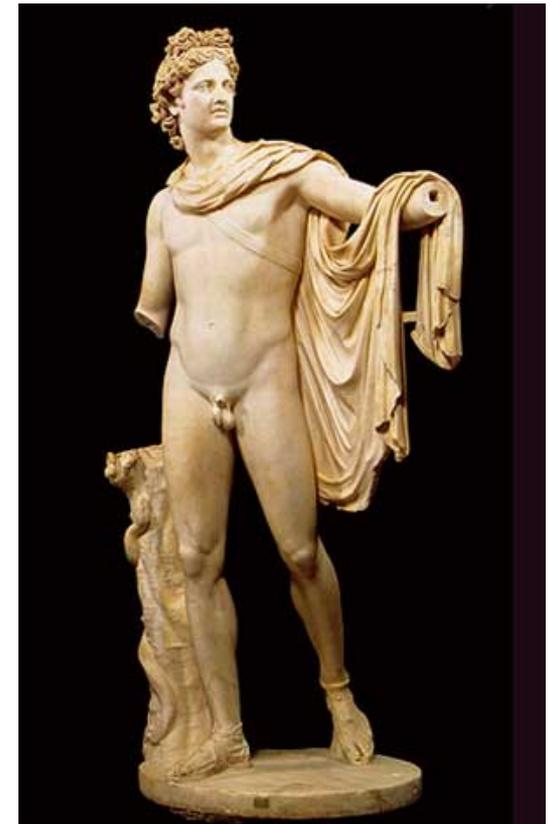
# Introdução



## Dhavantari

Deus do Sol  
Médico dos deuses  
Professor da arte da cura

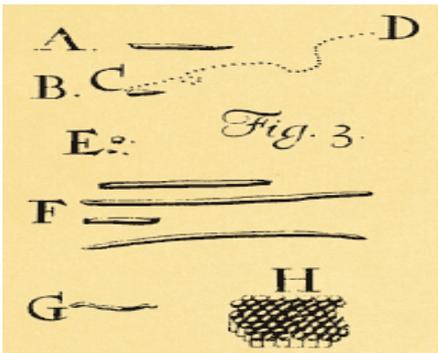
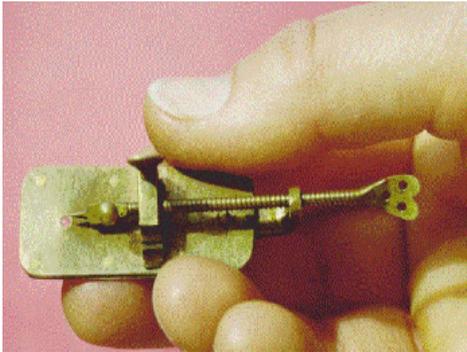
Apollo  
Deus do Sol (Luz)  
Deus da cura  
Ensino da medicina





**Antoni van Leeuwenhoek**, em 1673-1683, em Delf na Holanda, construiu o microscópio óptico possibilitando uma abertura sensacional para os vastos campos da medicina científica.

Leeuwenhoek era um amador. Desenvolveu uma paixão em aperfeiçoar lentes e com muita persistência conseguiu construir um microscópio com a capacidade de observar as coisas com aumento de 270 vezes (resolução de  $1\ \mu\text{m}$ ). Foi o primeiro ser humano a ver microrganismos vivos, a ver espermatozóides e células sanguíneas. Somente em 1936 é que teve início o desenvolvimento do microscópio eletrônico.



# Contribuições para Biologia e Medicina

Teoria da célula: 1830  
- Unidade básica



Microscópio óptico  
Invenção: ~ 1600



MJ Schleiden

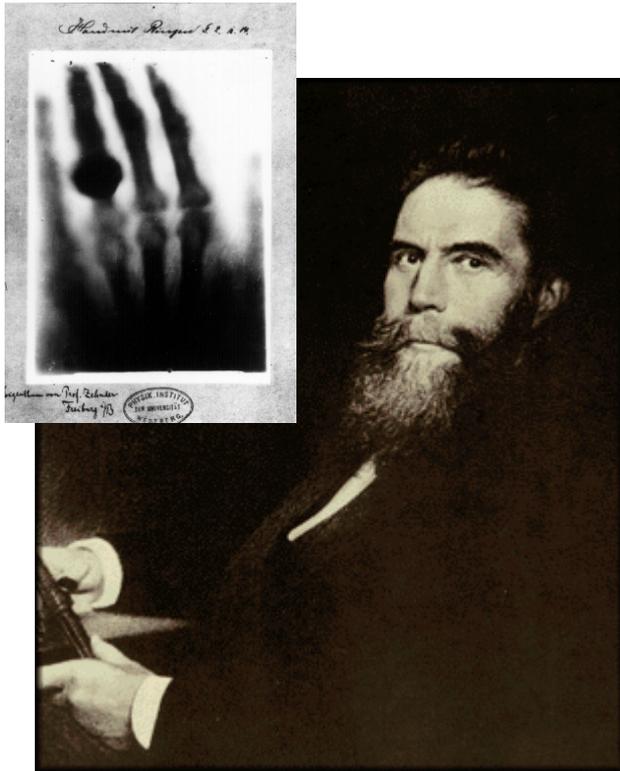


Theodor Schwann



Louis Pasteur

- 1895: raio-X (Wilhelm Roentgen)



Durante 1895, Röntgen testava equipamento desenvolvido pelos seus colegas: Ivan Pulyui, Hertz, Hittorf, Crookes, Tesla, e Lenard. Curioso sobre se os raios catódicos propagavam-se fora do tubo, o que não era possível de se ver pela intensa luminosidade deles, ao final da tarde de 8 de Novembro de 1895, Röntgen estava determinado a testar esta idéia. Envolheu o tubo que testava com uma capa de papelão preto e por algum tempo ficou observando enquanto aplicava as descargas elétricas. Acostumado à visão no escuro, Röntgen percebeu que um cartão de platinocianureto de bário brilhava debilmente durante as descargas. Convencido que os raios catódicos não saíam do tubo e, portanto, não poderiam estar provocando esse fenômeno, Röntgen especulou que um novo tipo de raio podia ser o responsável. Oito de Novembro era uma sexta-feira, por isso ele aproveitou o fim de semana para repetir as suas experiências e tomar as primeiras notas. Nas semanas seguintes ele comeu e dormiu no seu laboratório, à medida que investigava muitas das propriedades dos novos raios que ele designou temporariamente de raios-X, utilizando a designação matemática para algo desconhecido. Apesar dos novos raios, eventualmente, passaram a ter o seu nome quando ficaram conhecidos como raios de Röntgen, ele sempre preferiu a designação de raios-X.

## Spatial Resolution of Biological Imaging Techniques

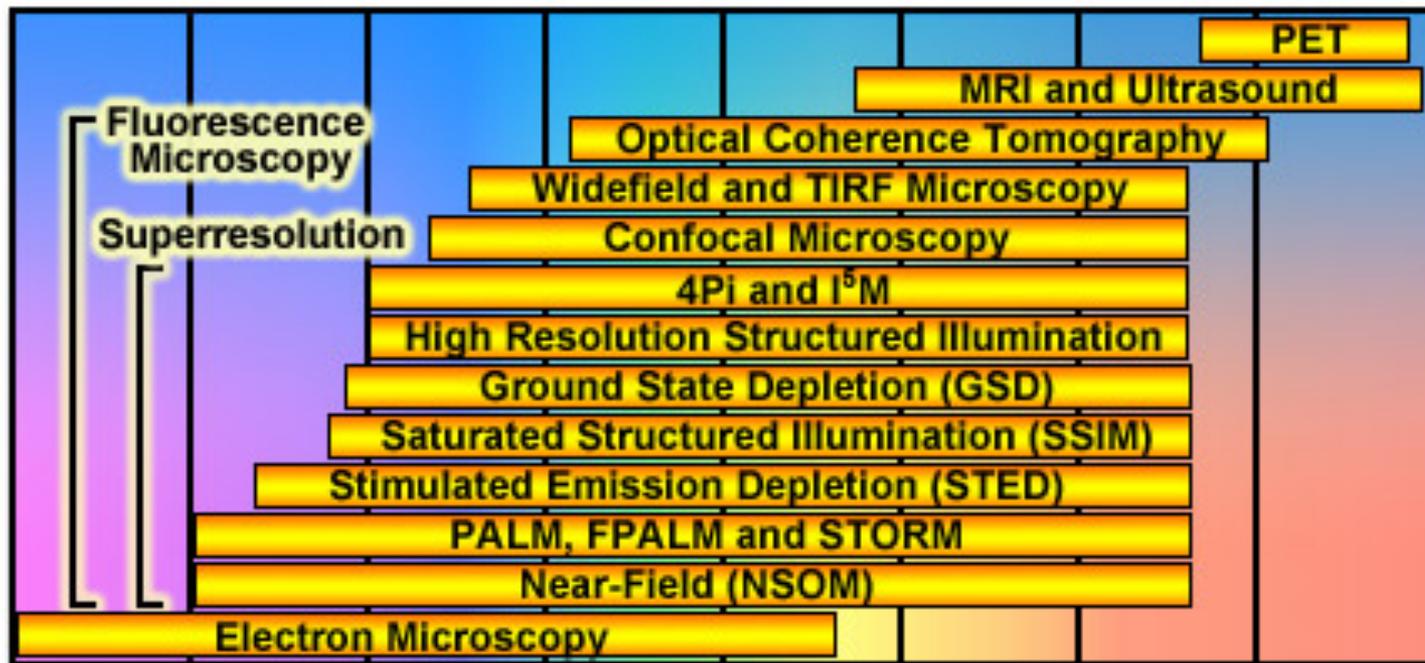
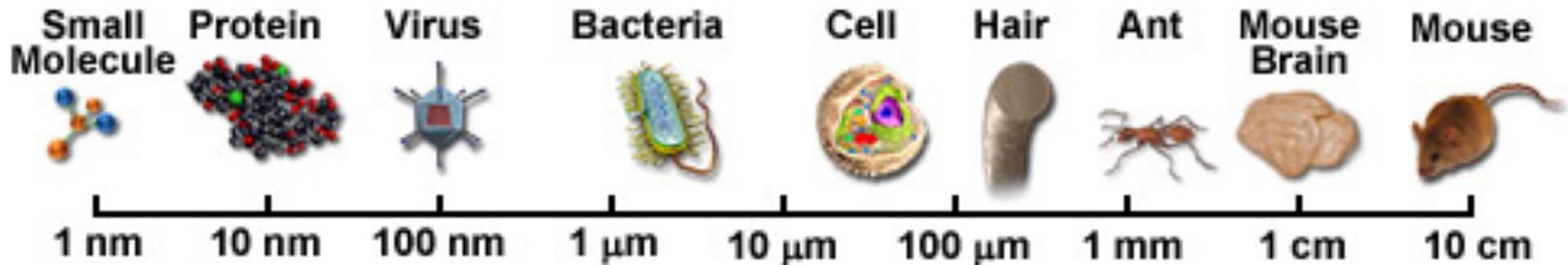
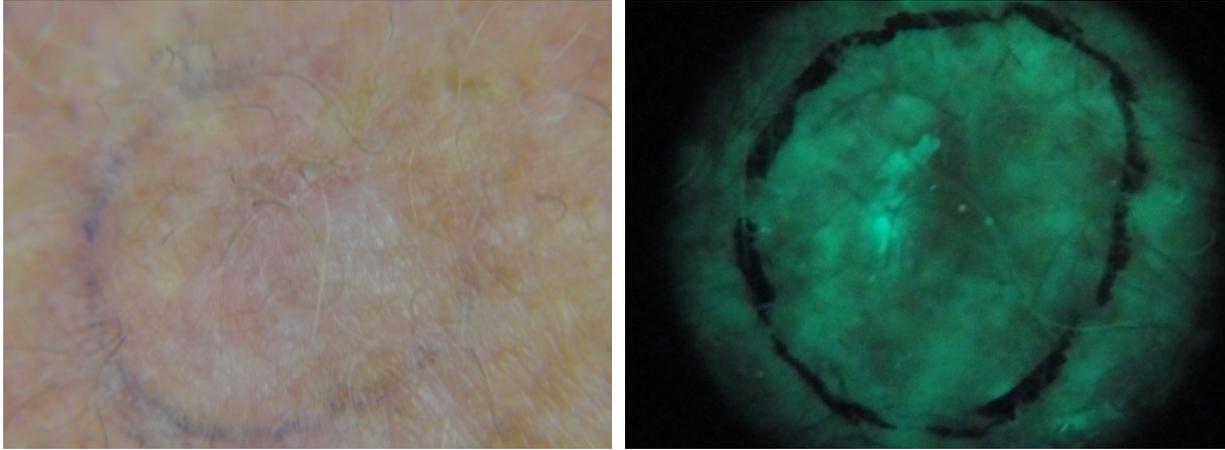
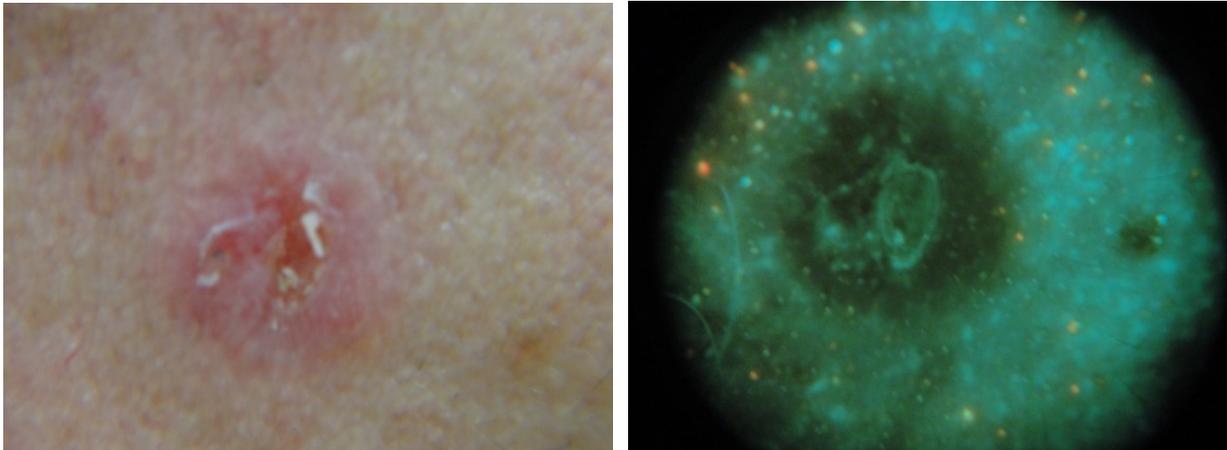


Figure 1

Diagnóstico óptico – lesões em pele  
IFSC e Hospital Amarel Carvalho

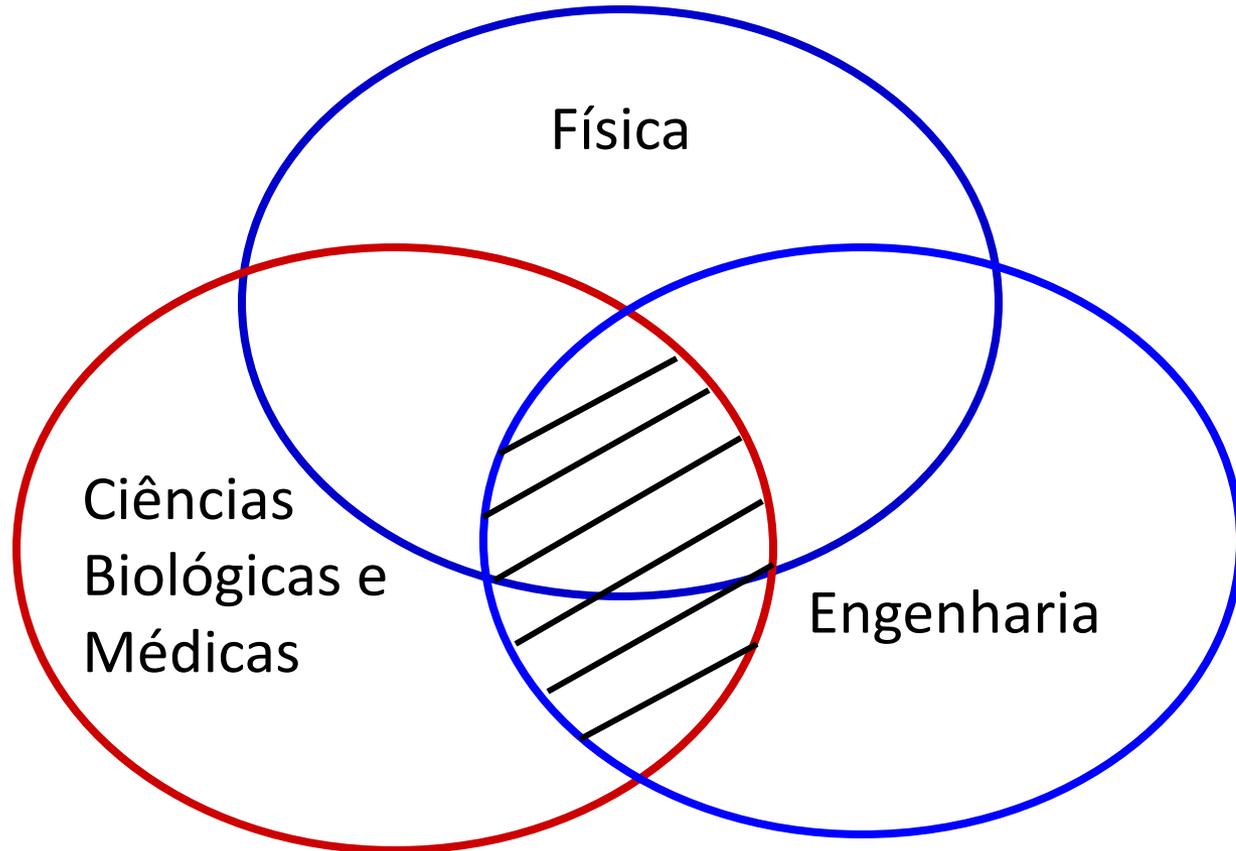


Queratose actínica



Carcinoma basocelular

# BIOFOTÔNICA



# Biofotônica: nova área do conhecimento

“**Biophotonics** is the study of optical processes in biological systems, both those that occur naturally and in bioengineered materials. A particularly important aspect of this field is imaging and sensing cells and tissue. This includes injecting fluorescent markers into a biological system to track cell dynamics and drug delivery.” (Nature, International Journal of Science)

- Revolução da teoria quântica (1900-1950s)
- Revolução tecnológica (1940s-1950s)
- Revolução genômica (1950s-2000)

Isaac Newton (04/01/1643 – 31/03/1727)

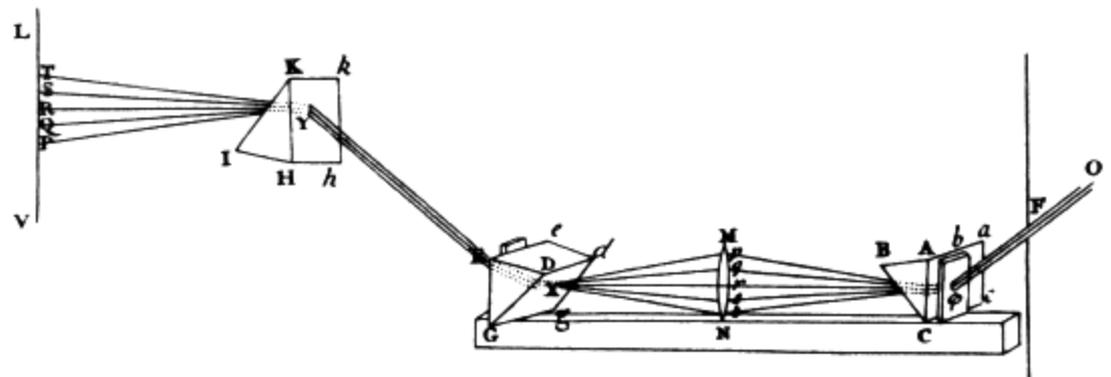
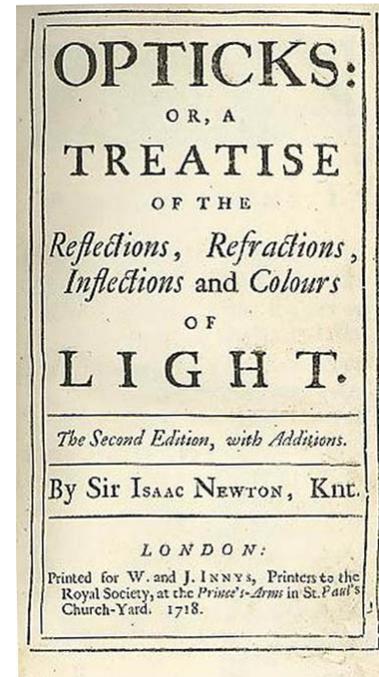
PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICA.

Auctore JS. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos  
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.  
S. P E P P Y S, Reg. Soc. PRÆSES.  
Julii 5. 1686.

LONDINI,

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud  
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.



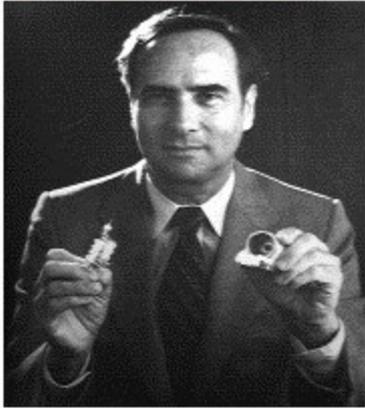
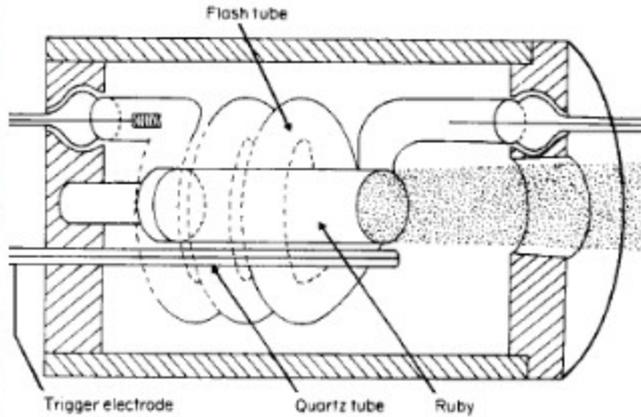
# Albert Einstein



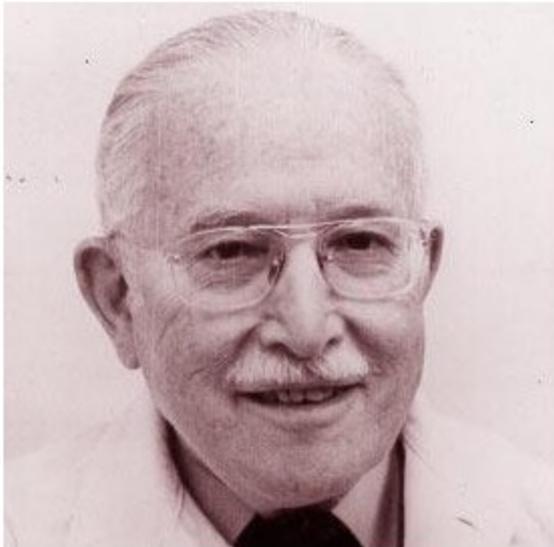
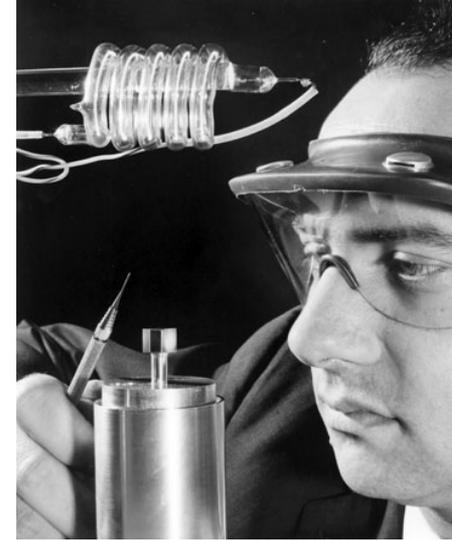
1905

- Mecânica quântica: fundamentos teóricos para a espectroscopia molecular, a fotônica, biologia molecular e genética
- *Quanta*: “partículas” de luz (fótons)

# LASER



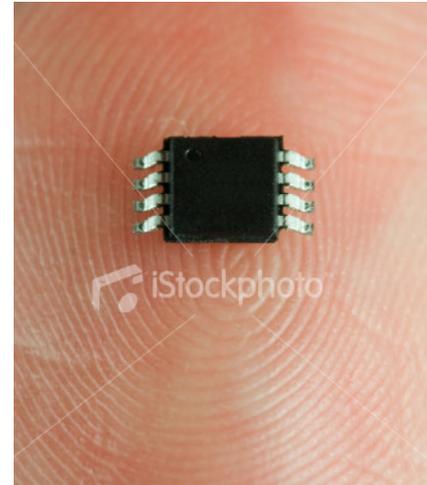
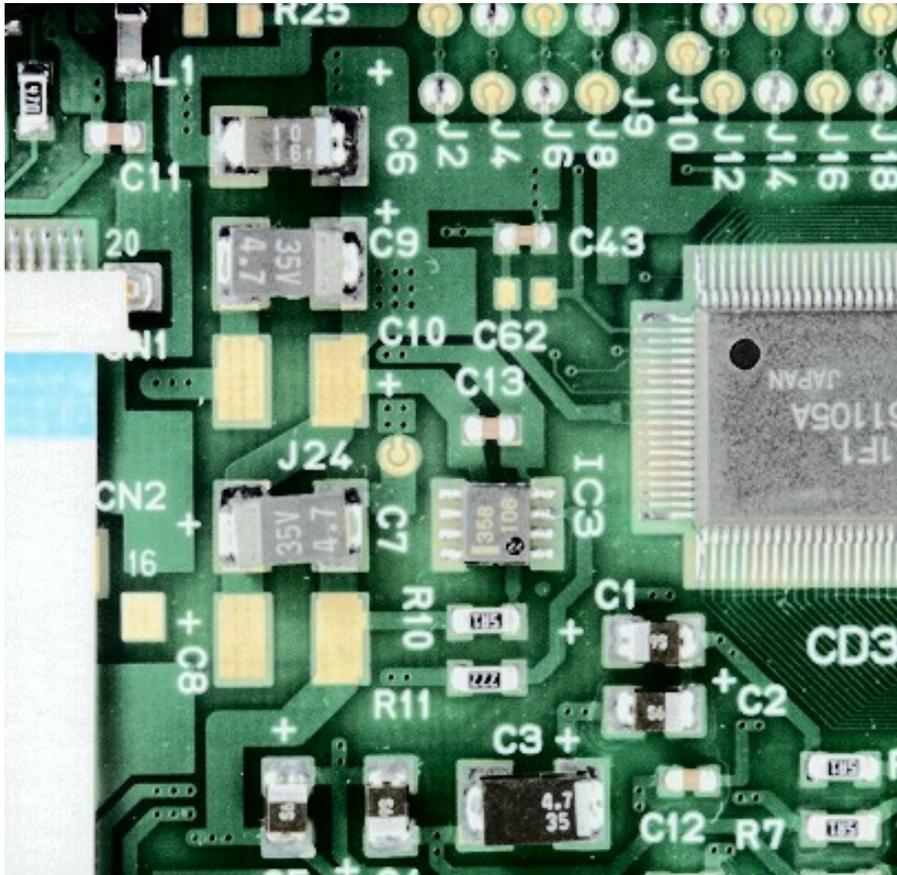
**Thomas Maiman, 1960 ....**  
This man ignored the ridicule of his peers and easily succeeded in producing history's first visible light laser from this simple photographic coiled flashlamp and his ruby crystalline rod.



1905-1997  
**Dr. Leon Goldman**  
"The Father of Laser Medicine"

## Fibras ópticas

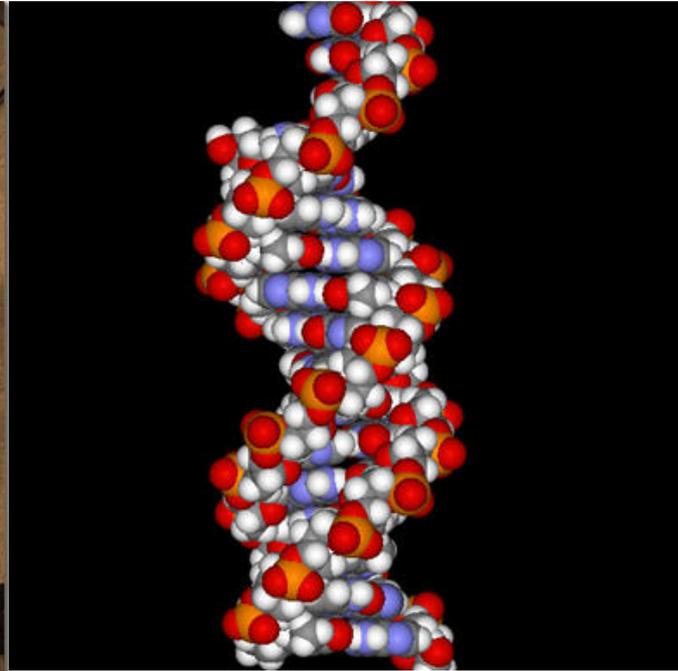
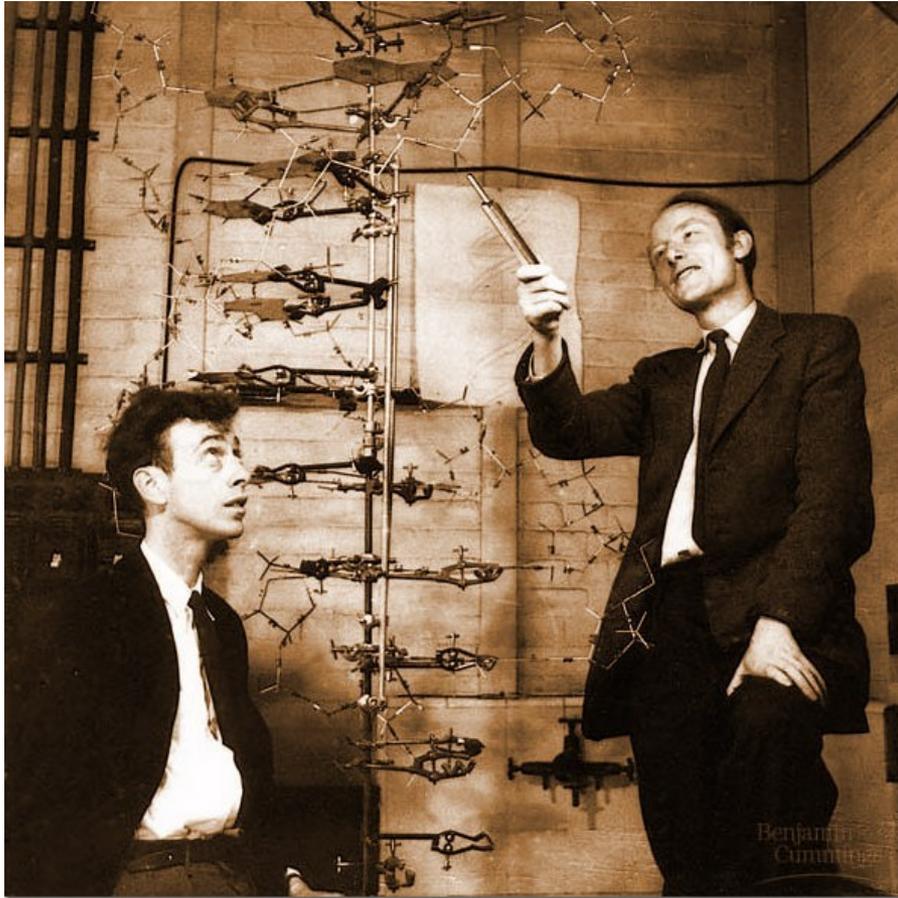
# MICROCHIPS



Miniaturização e produção em massa de sensores, circuitos eletrônicos.

Câmeras CCD, detetores à base de fotodiodos, sensores CMOS

# 1953: James Watson e Francis Crick



Junho 2000: genoma humano

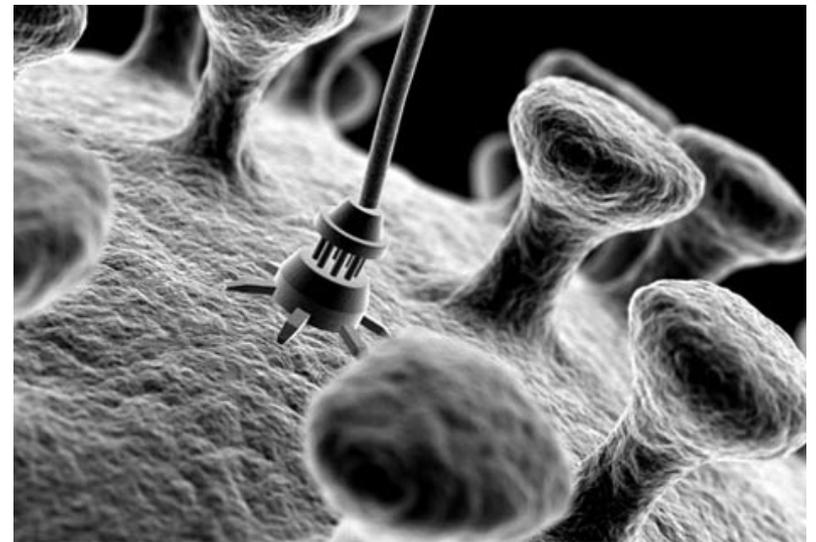
# NANOTECNOLOGIA



1 a 100 nm ( $10^{-9}$  m)

Diagnóstico e terapia a nível celular e molecular

Detecção e manipulação de átomos e moléculas com nanodispositivos

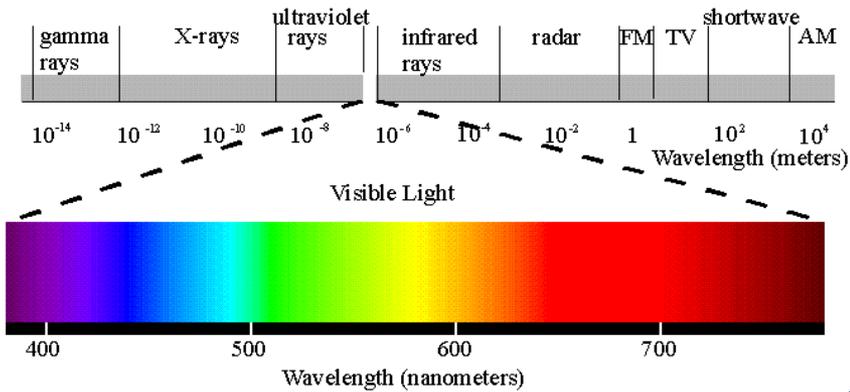


## Biophotonics – A Global Market Overview

*“The report reviews, analyzes and projects the global market for Biophotonics, segmented by applications, technologies and end-use sectors for the period 2014-2022.”*

**Biophotonics** is a field of science that employs the power of light (in terms of photons) and other types of radiant energy to examine the functional, structural, biological, mechanical and chemical properties of biological materials and systems. Though the initial focus of this technology has been in providing enhanced diagnosis for various health conditions, the **current application of Biophotonics in a multitude of verticals, such as agriculture, biotechnology, food diagnostics and therapeutics** has been the primary driving force behind its wider adoption. This has been made possible by untiring research efforts aimed at attuning the technology to encompass a wider base of applications in the more promising areas of environment control and monitoring and agriculture and food applications. Advancements in optical technology, high incidences of chronic diseases and increasing demand for minimally invasive surgeries are also contributing to the growth in Biophotonics. Emerging economies have yet to fully exploit the opportunities offered by Biophotonics, which is slated to propel demand in regions such as Asia-Pacific and Latin America. Despite these developments, it is anticipated that a bulk of the market for Biophotonics would be accounted for by its use in the medical sector. The technology offers capability of addressing some of the essential healthcare needs of an aging global population, which will remain a key factor in bolstering demand. Other significant factors contributing to growth in the market for Biophotonics include ongoing research and development activities in various applications and government support for novel cost-effective medical technologies. **The market for Biophotonics forecast to be US\$36.8 billion in 2017 and projected to reach US\$59.9 billion by 2022** at a CAGR of robust 10.2% between 2017 and 2022. Imaging estimated the largest consumer of biophotonics with market worth US\$20.3 billion 2017 and projected to grow by a CAGR of 10.3% during the same analysis period. Analytics & Sensing applications anticipated to grow at a faster phase at a CAGR of 10.4% to reach US\$19.4 billion by 2022.

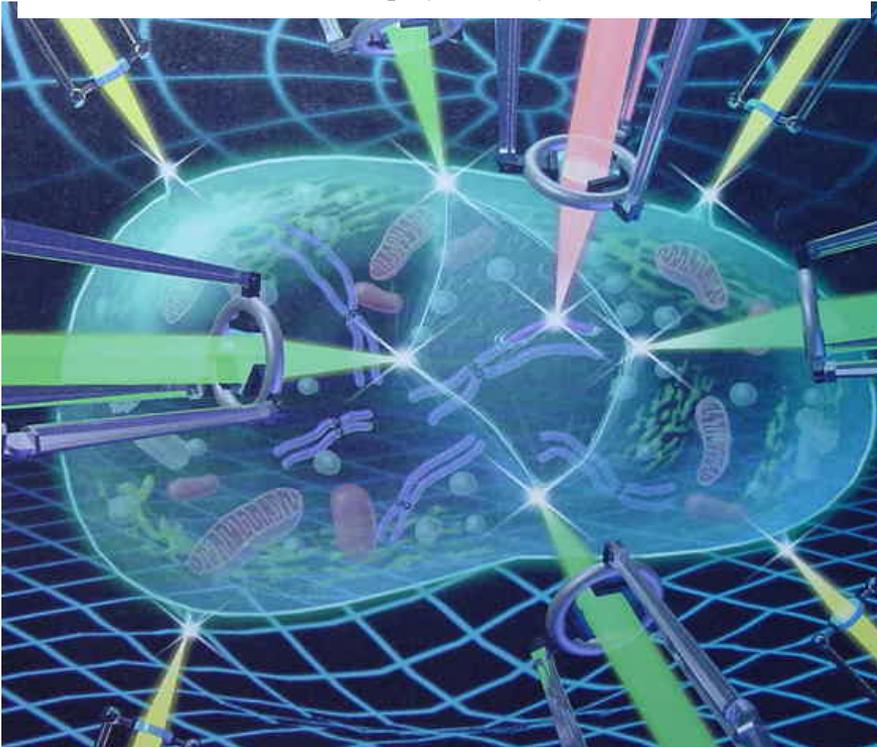
# Fotônica: campo da física que estuda a radiação eletromagnética



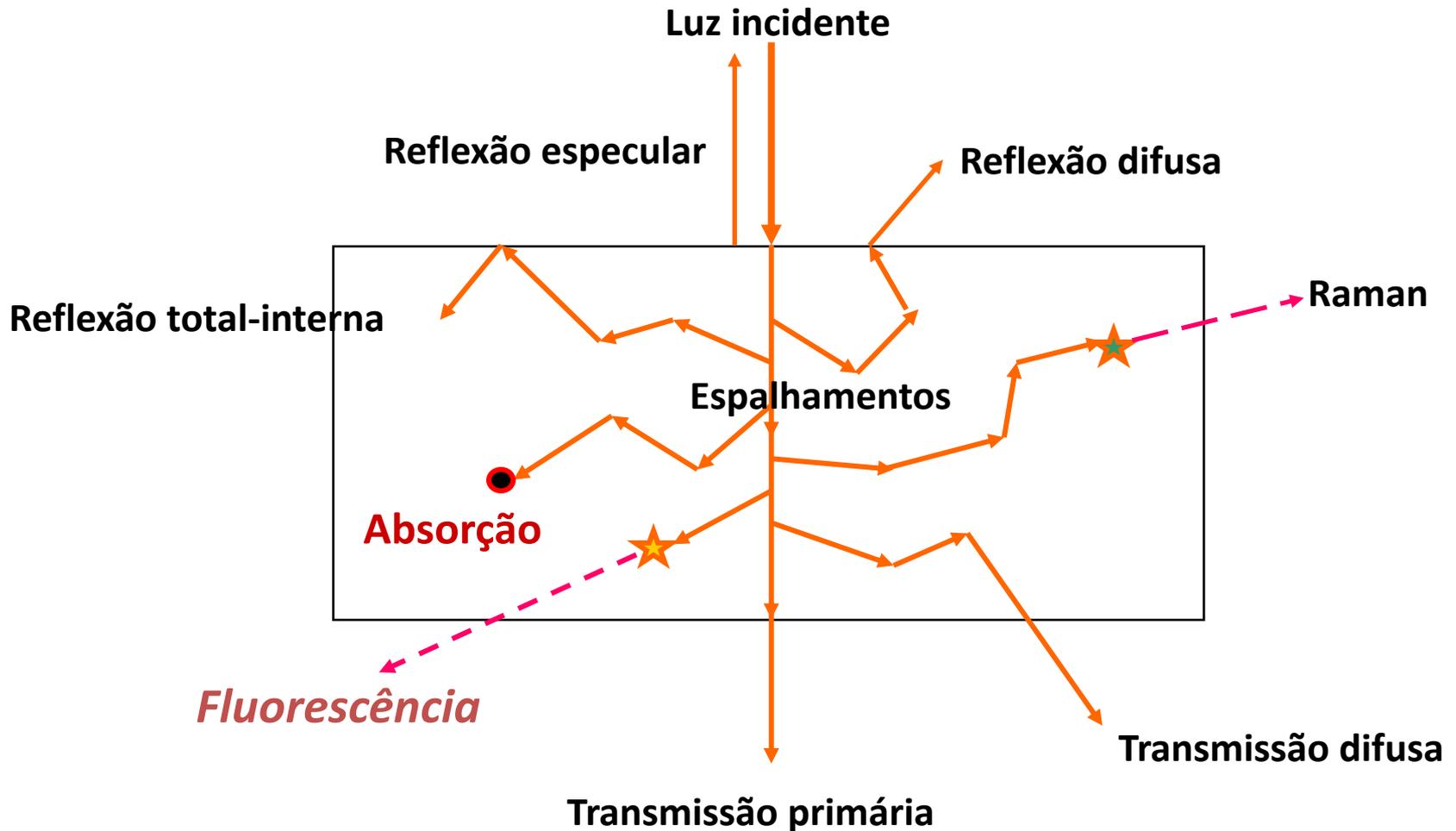
Interação da luz com sistemas biológicos



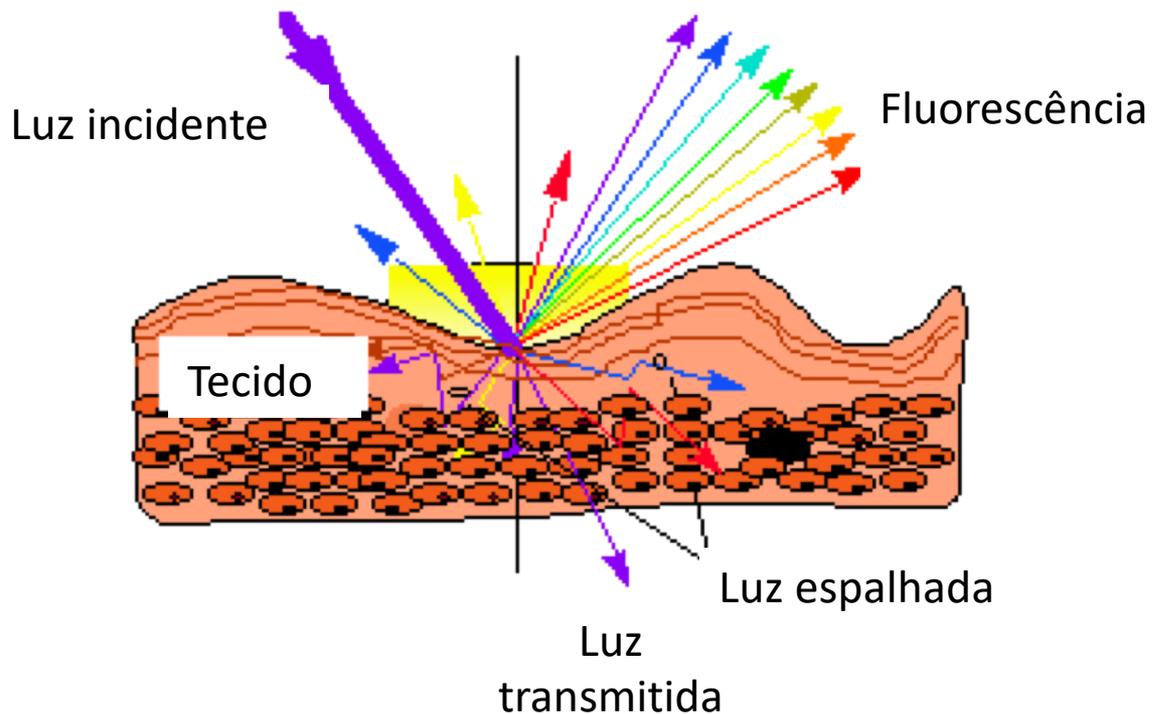
Células, tecidos, órgãos, organismos



# Interação da luz com a matéria



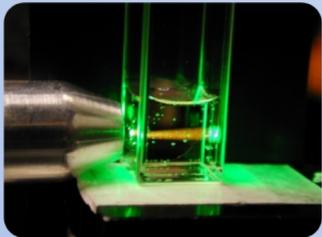
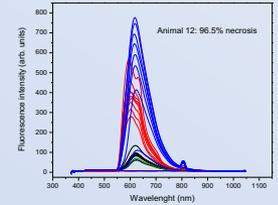
# Interação luz/sistema biológico



## Propriedades ópticas

- Reflexão
- Espalhamento
- Absorção
- Luminescência
- Transmissão

# biohotonics



Terapia fotodinâmica - câncer



Outras fototerapias

Interação luz/tecido

Diagnóstico óptico

Terapia fotodinâmica - infecção

