

INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZANTE CON LA MATERIA. ASPECTOS GENERALES

Instituto Zunino

Fundación *Lic. Alejandro Germanier*

IV Curso de Actualización
en Protección Radiológica

7, 8 y 9 junio de 2018



Escala geométrica de los efectos

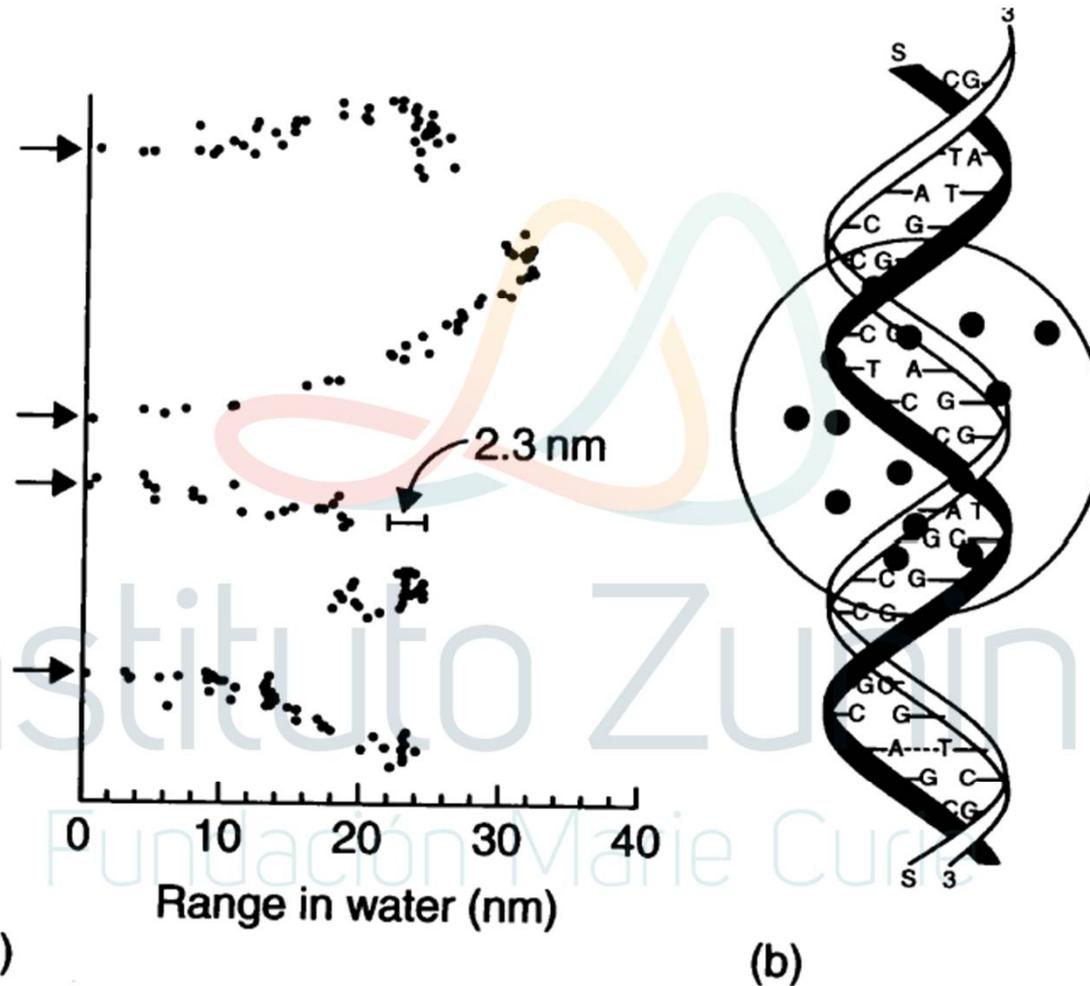
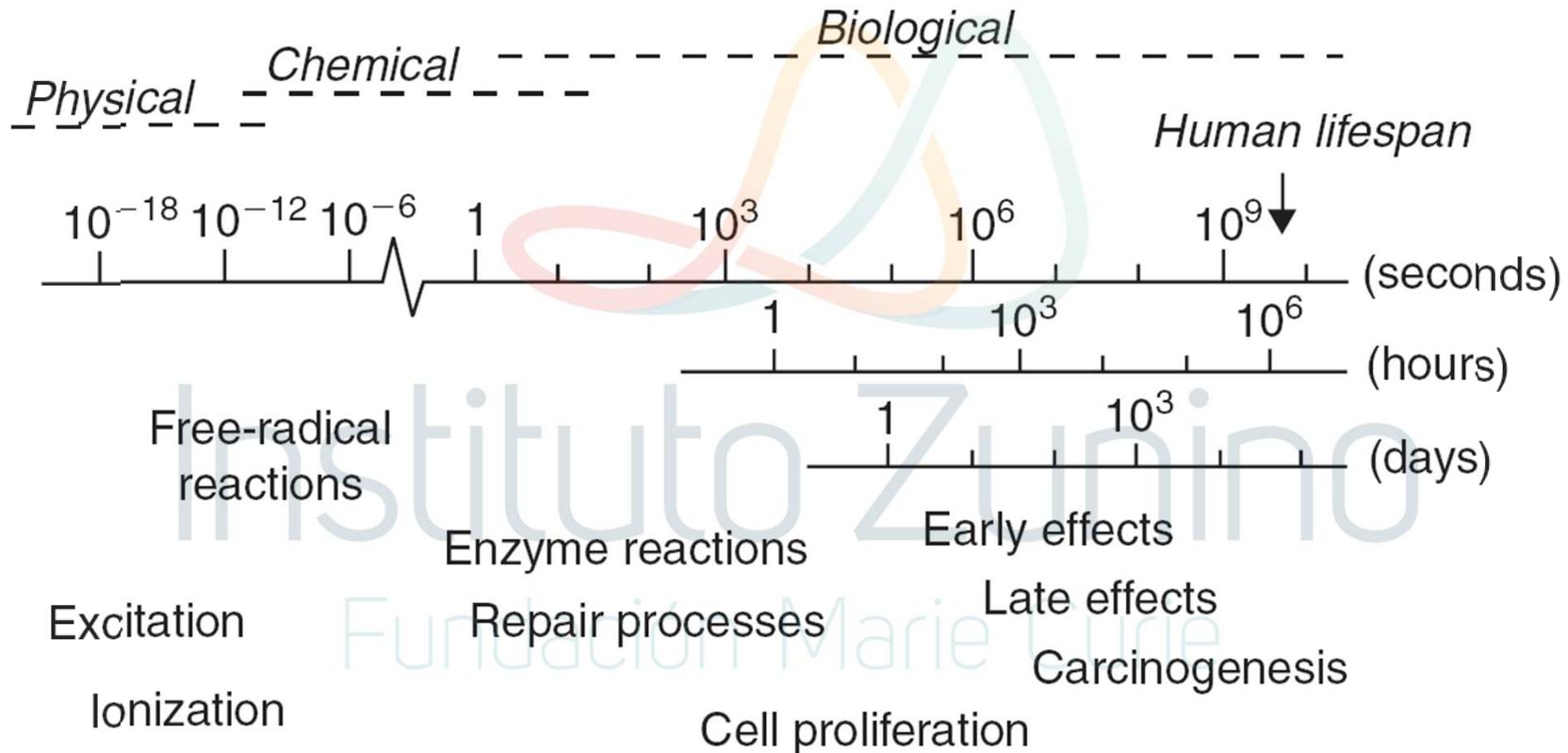


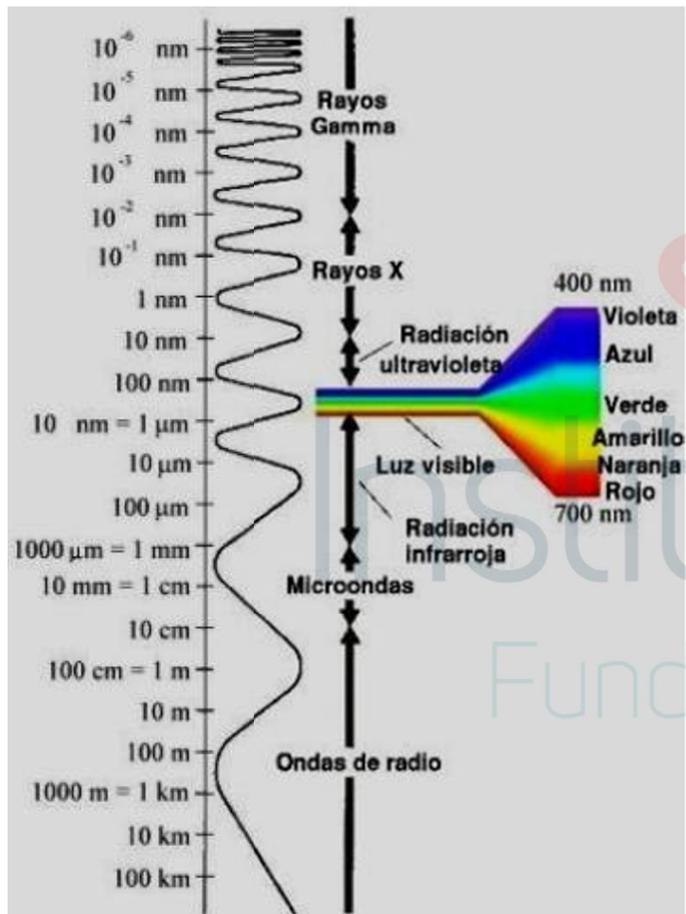
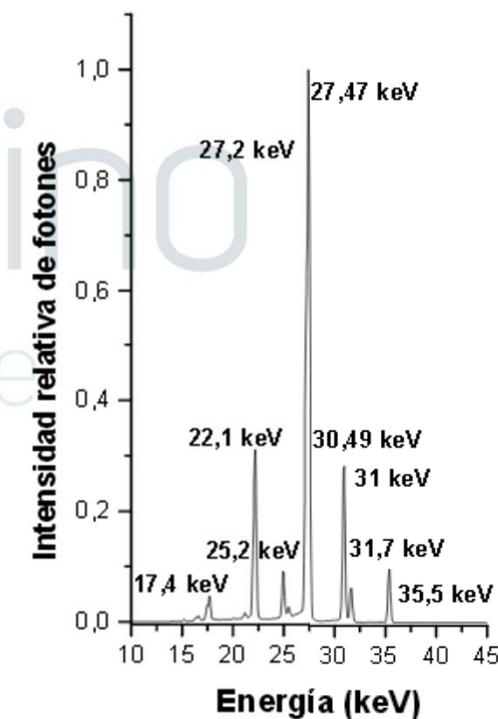
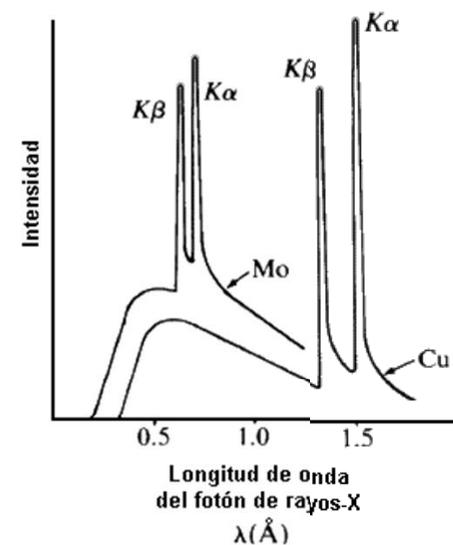
Fig. 4. (a) Recorridos de electrones simulados por computadora. Notar la escala en relación con los 2,3nm de diámetro de la doble hélice del ADN. (b) Ilustración del concepto de zona de daño local múltiple producida por un *cluster* de ionizaciones en la región del ADN.

Escala de tiempo de los efectos de las radiaciones

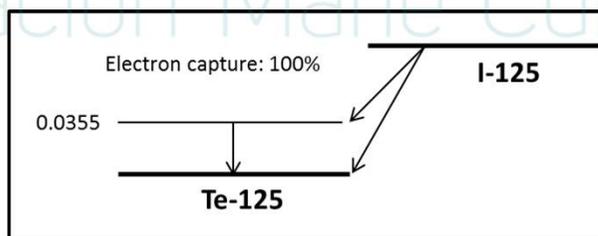


Radiación *X y γ*

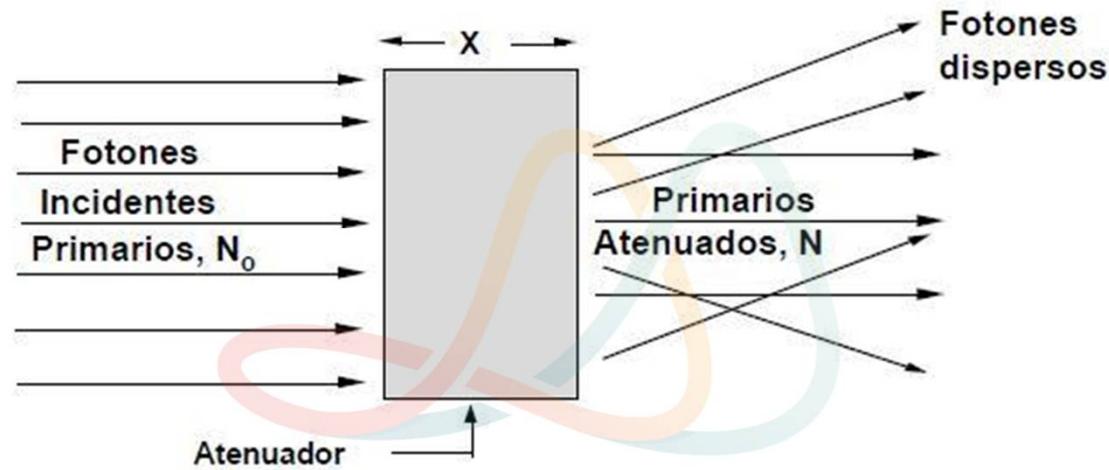
- **Rayos X.** Producidas por cargas aceleradas o transiciones electrónicas.



- **Rayos γ .** Transiciones nucleares.



Interacción de los fotones con la materia



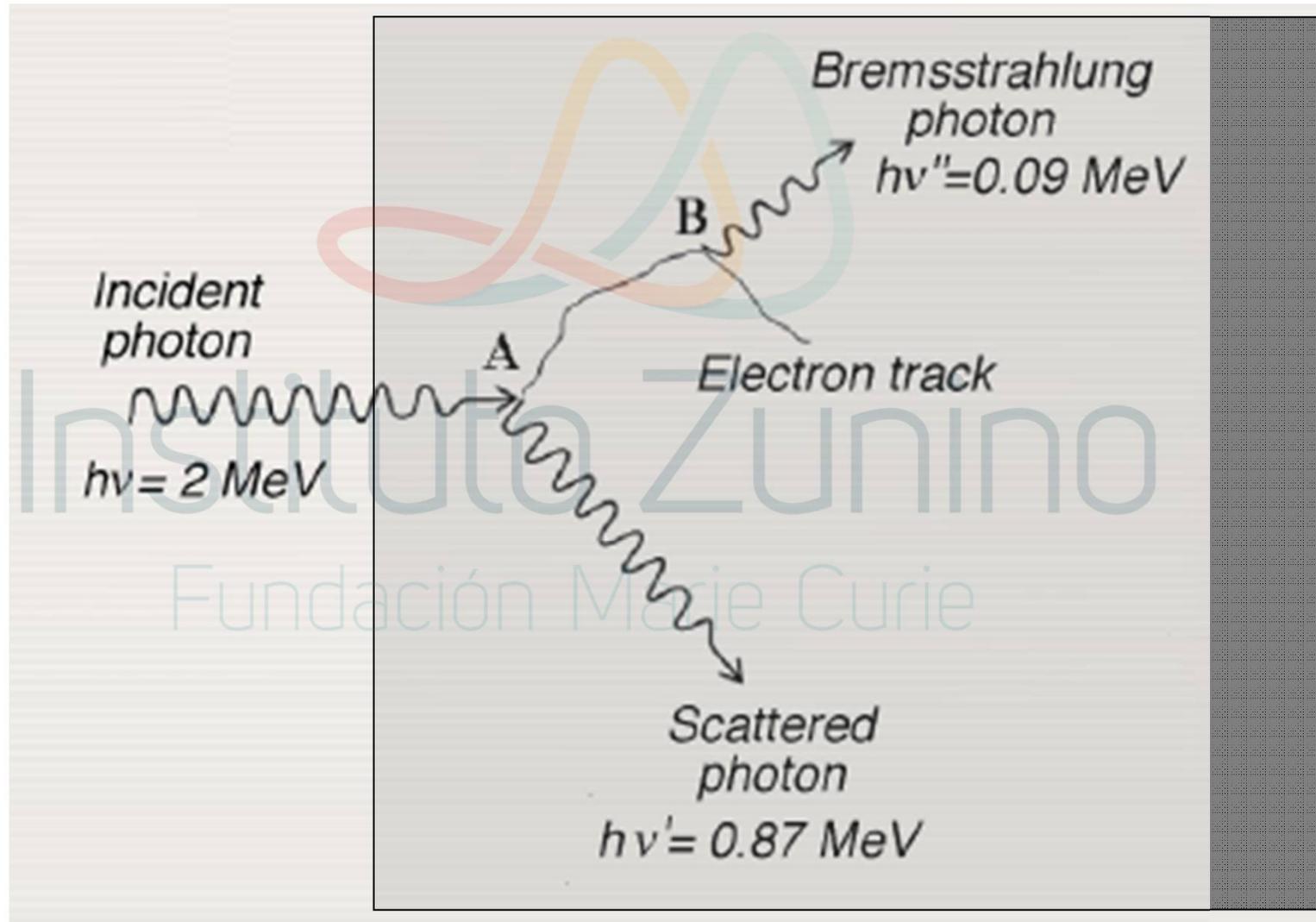
Atenuación de fotones.

La probabilidad producir alguna de las interacciones con un átomo en una material depende de

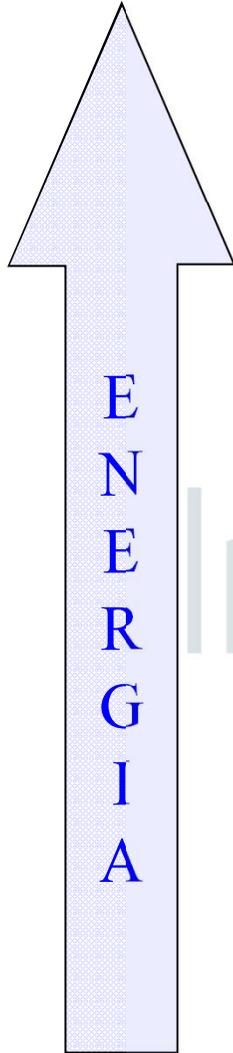
- **La energía ($h\nu$) del fotón.**
- **El número atómico Z del material.**

Interacción de los fotones con la materia

Energía transferida al electrón



Interacción de los fotones con la materia



- **Producción de pares:** Interacción con campo eléctrico del núcleo atómico.
- **Efecto Compton:** Interacción con electrones libres.
- **Efecto fotoeléctrico:** Interacción con electrones ligados al átomo.

Instituto Zurino
Fundación Marie Curie

Interacción de los fotones con la materia

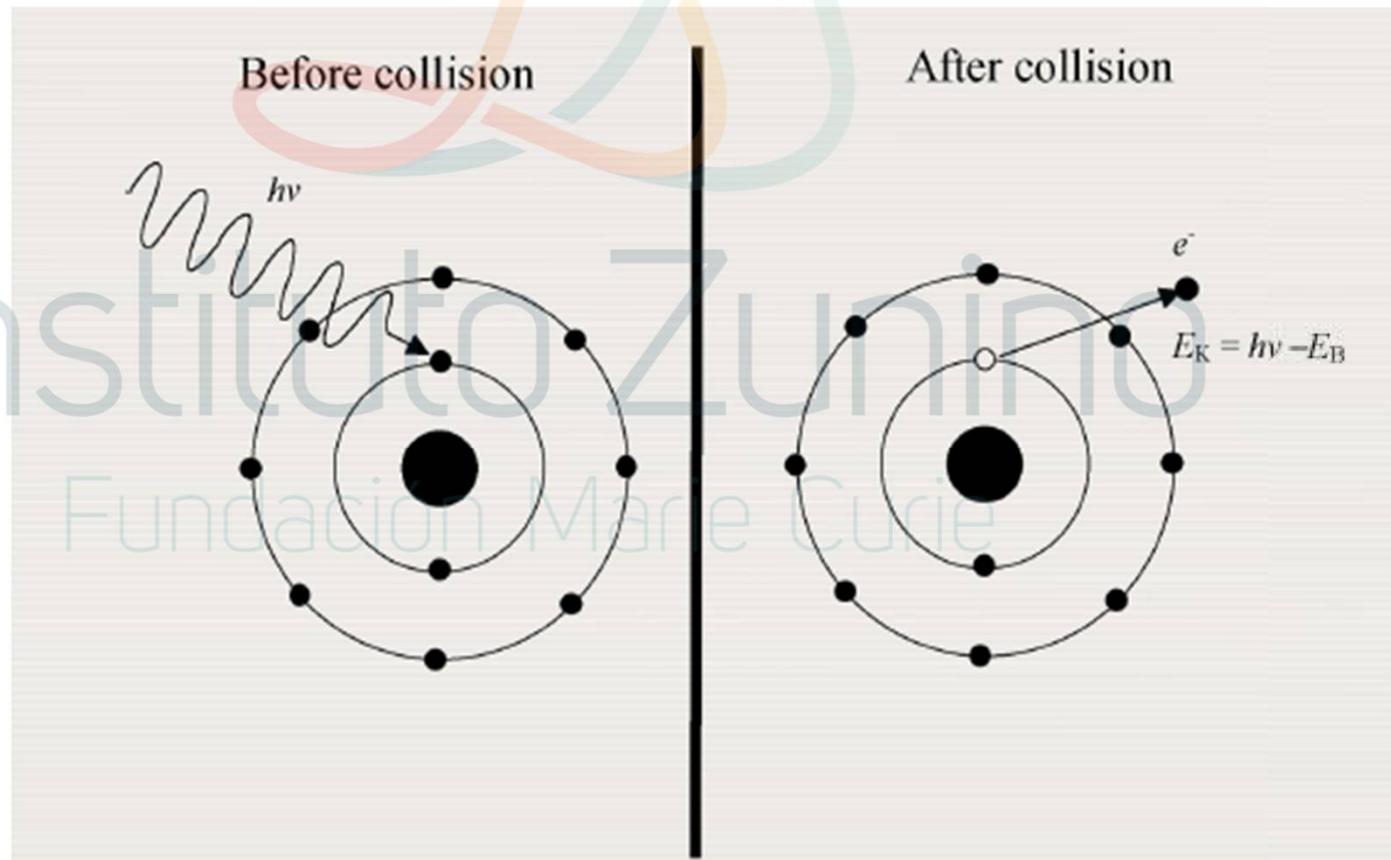
Efecto fotoeléctrico.

Interacción con electrones ligados al átomo.



1905 Efecto fotoeléctrico

1921 premio Nobel



Interacción de los fotones con la materia

Efecto Compton:

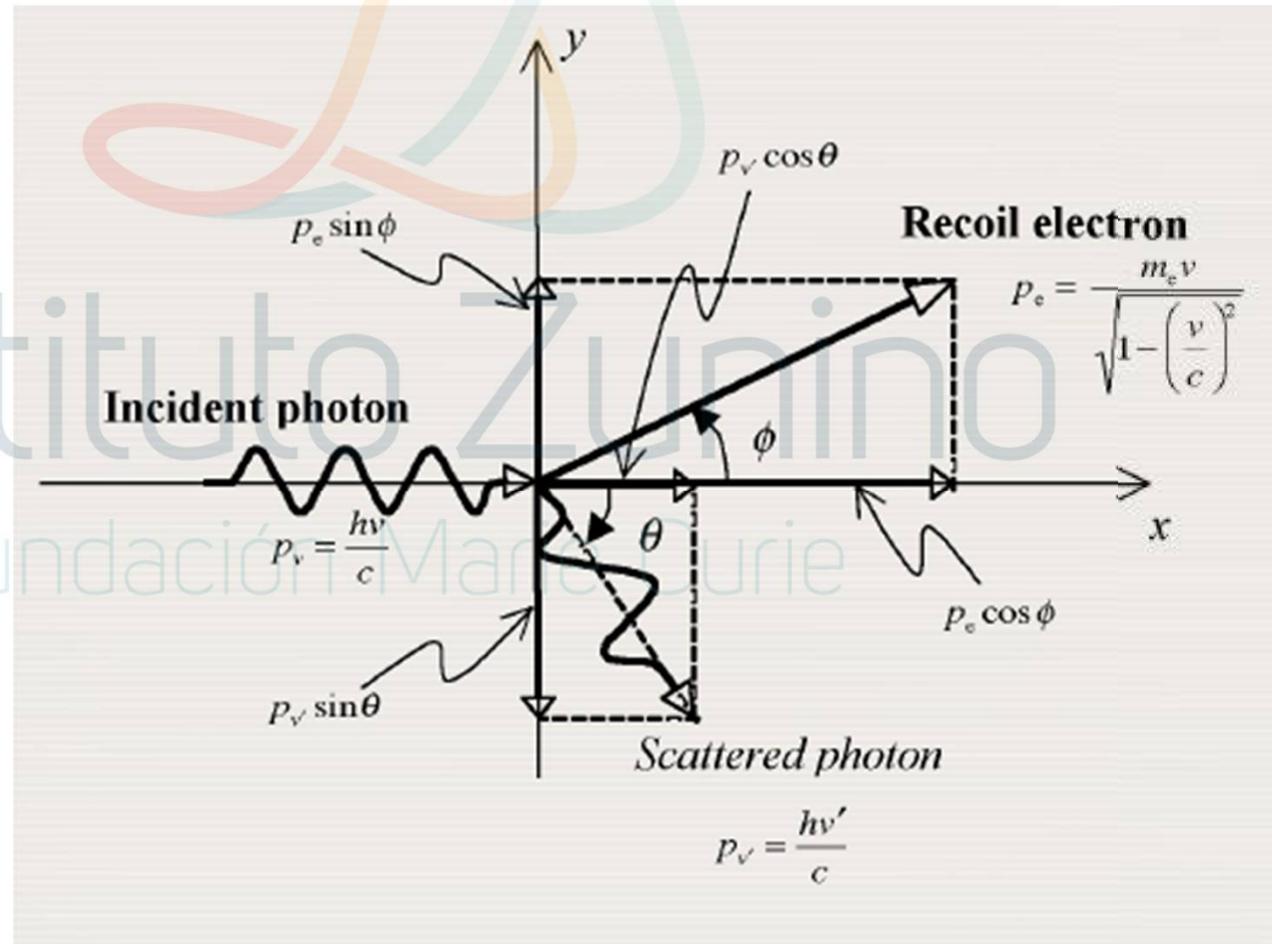
Interacción con electrones libres.



Arthur Compton

1923 Efecto Compton

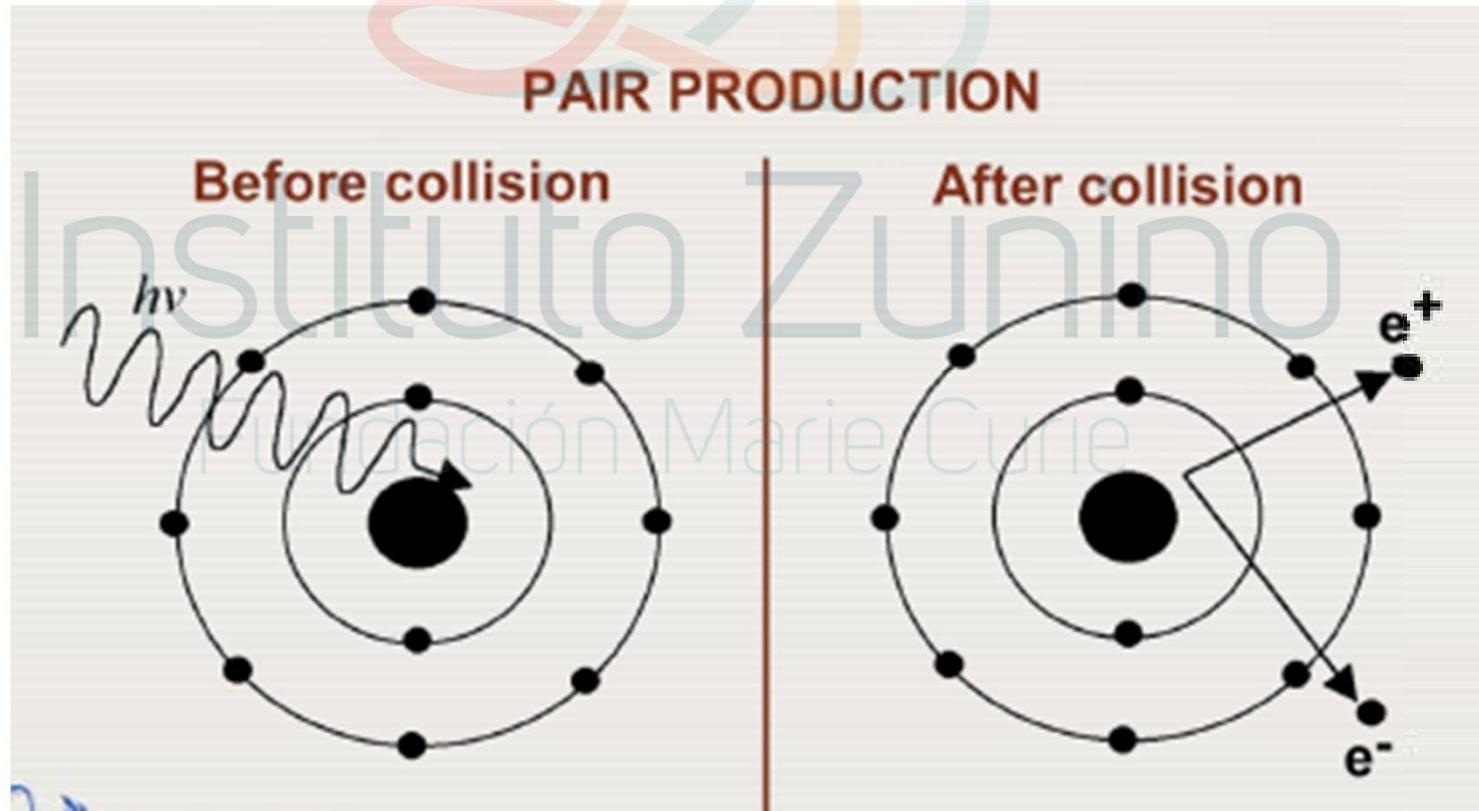
1927 Premio Nobel



Interacción de los fotones con la materia

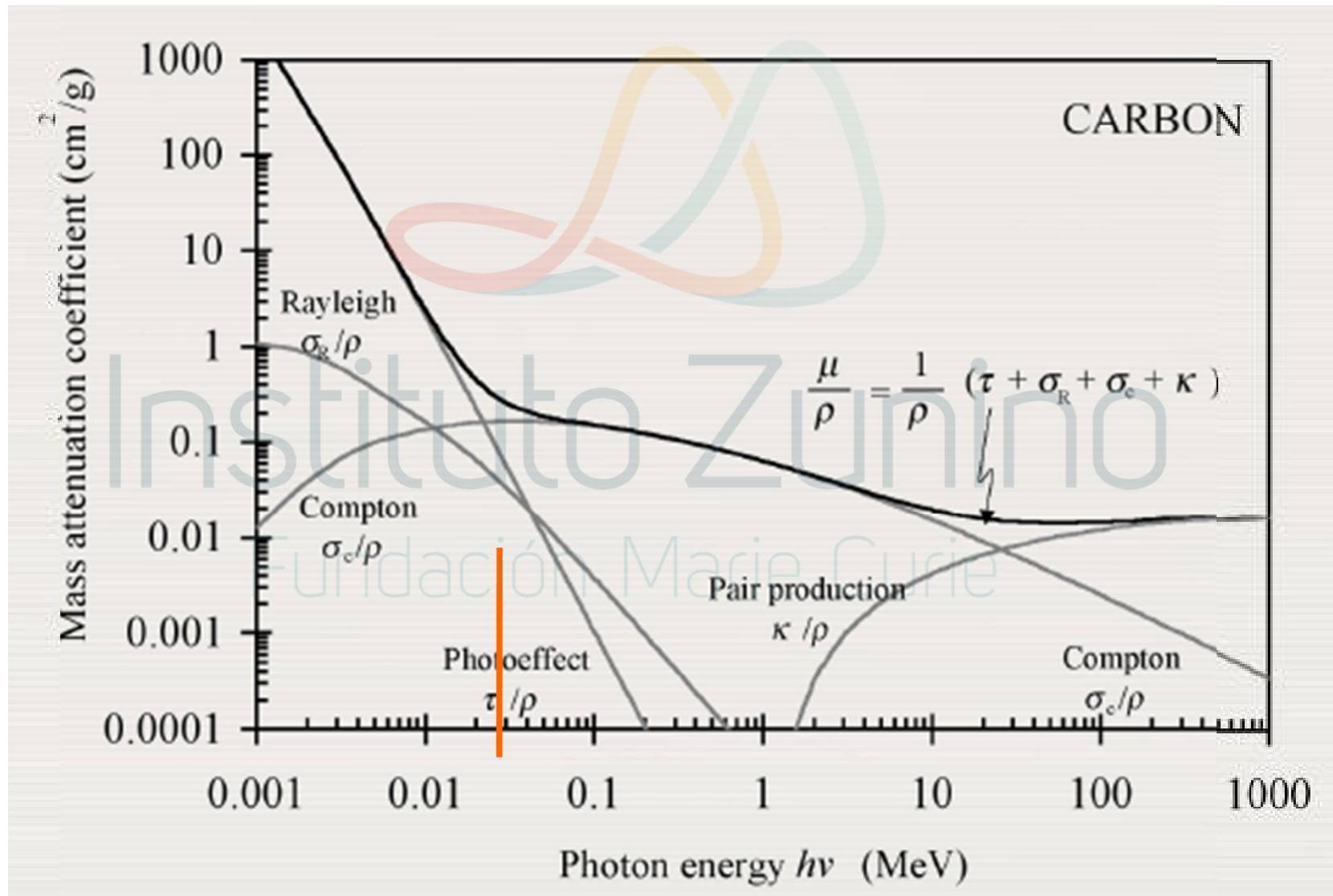
Producción de pares:

Interacción con campo eléctrico del núcleo atómico.



Interacción de los fotones con la materia

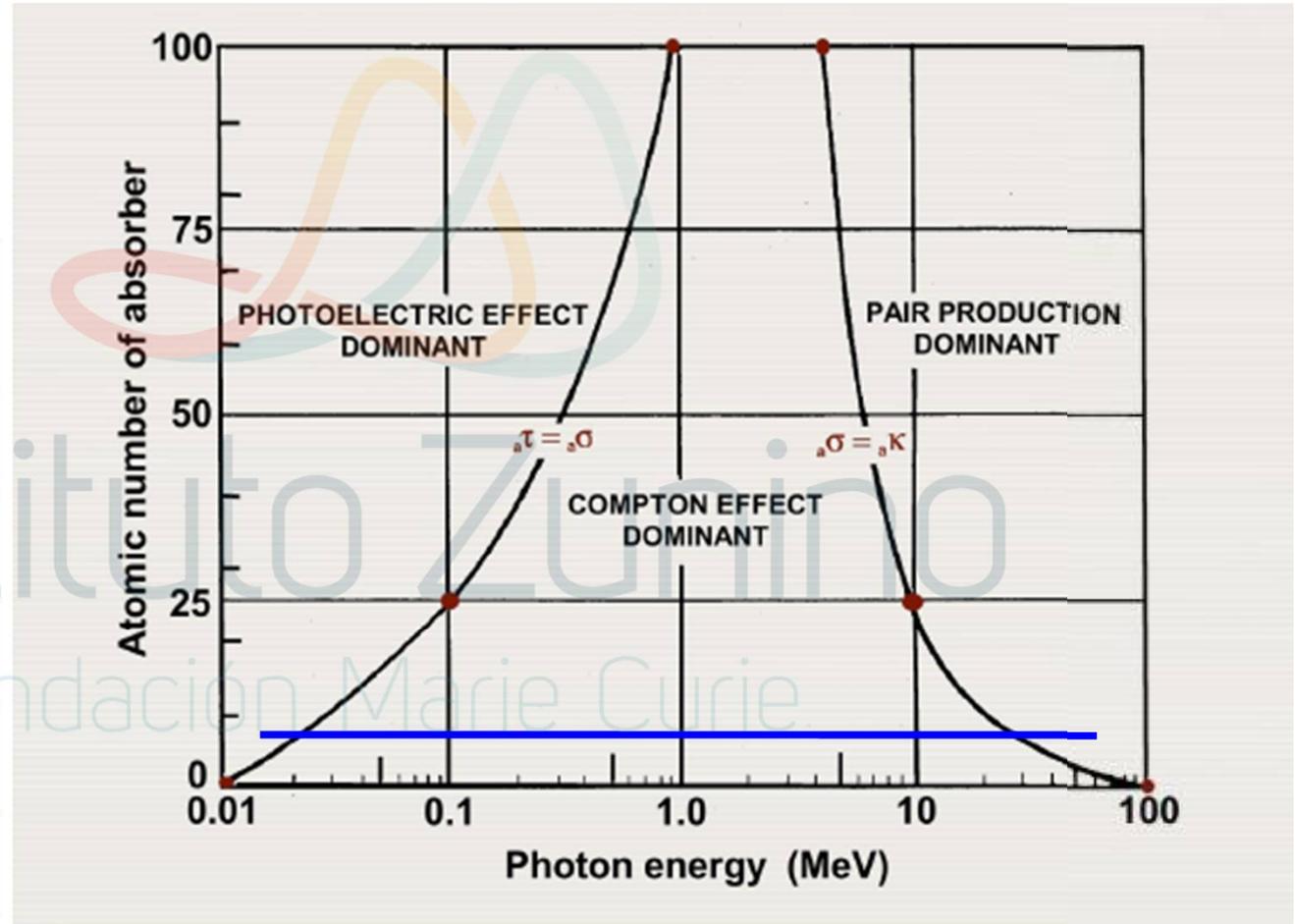
Atenuación de fotones



Interacción de los fotones con la materia

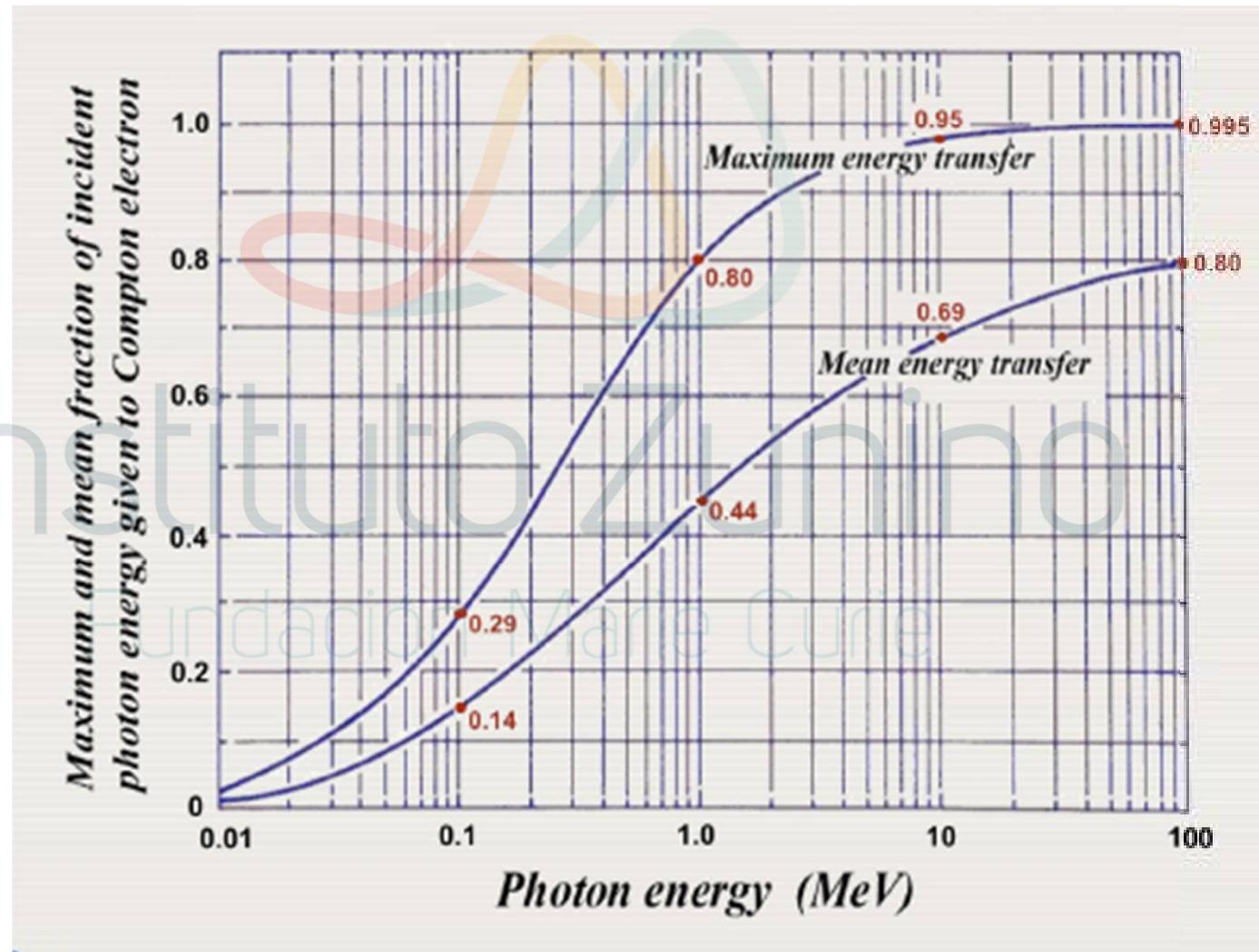
Regiones de predominancia relativa

<i>Materia l</i>	<i>Z_{ef}</i>	<i>Dens (g/cm³)</i>
Agua	7.42	1.0
Musc	7.46	1.0
Grasa	5.92	0.91
Aire	7.64	0.00129
Calcio	20.0	1.55



Interacción de los fotones con la materia

Efecto Compton. Energía transferida al electrón



Interacción de los electrones con la materia

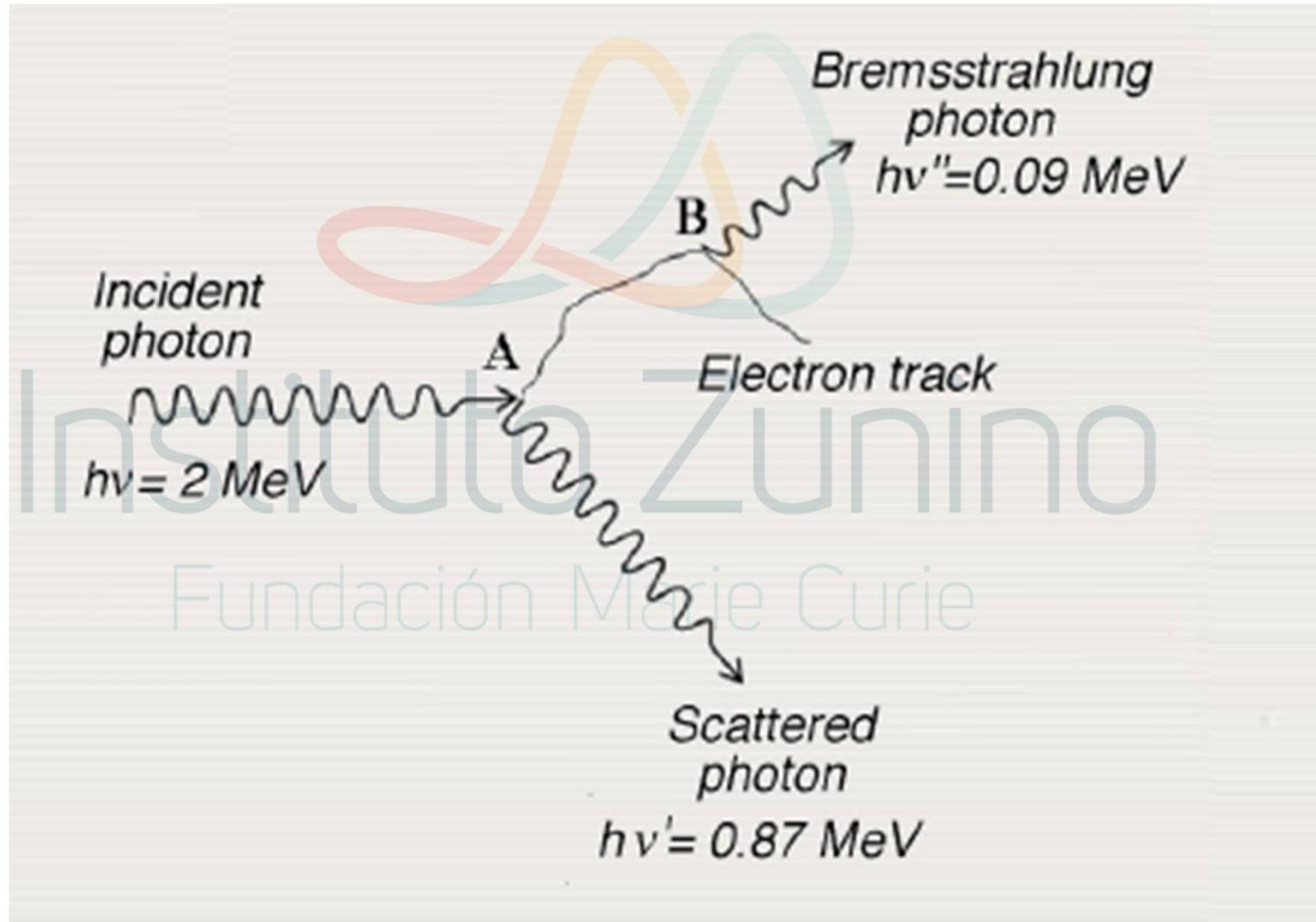
- **Electrón energético atraviesa la materia**
Interacción eléctrica (Coulombiana) con los átomos del material.
 - **Electrones en orbitales atómicos.**
 - **Núcleos atómicos.**
- **En estas colisiones el electrón puede:**
 - **Perder energía cinética (colisión y radiación).**
 - **Cambiar dirección de movimiento (dispersión o scattering).**

Interacción de los electrones con la materia

- **Perdida por colisión electrones atómicos.**
 - Ionización.
 - Excitación.
- **Pérdidas por colisiones con el núcleo atómico.**
 - Perdida por radiación de frenado (bremsstrahlung).

Interacción de los fotones con la materia

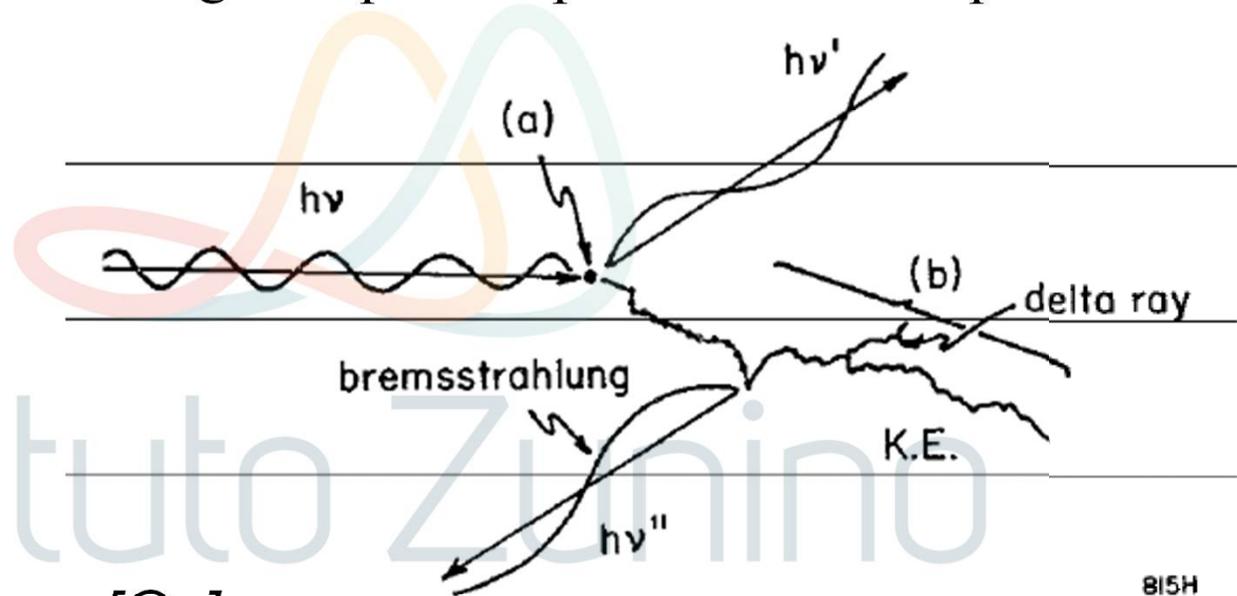
Efecto Compton. Energía transferida al electrón



Magnitudes radiológicas

- Dosis de Radiación. Energía impartida por la radiación por unidad de masa.

$$D = \frac{dE}{dm}$$



- Unidad $J/kg = Gray [Gy]$
- Es la magnitud que relaciona la radiación con sus efectos sobre la materia.
- No hay relación lineal de la Dosis con la intensidad del haz.

Magnitudes Derivadas

- Dosis en órgano.

- Dosis absorbida promediada en el volumen del órgano

$$D_T = \frac{1}{m_T} \int_{m_T} D \, dm$$

- Dosis Equivalente

- **Dosis equivalente** en el tejido T debido a la Radiación R.
- W_R Factor de ponderación por radiación
- Unidad Sievert [Sv]

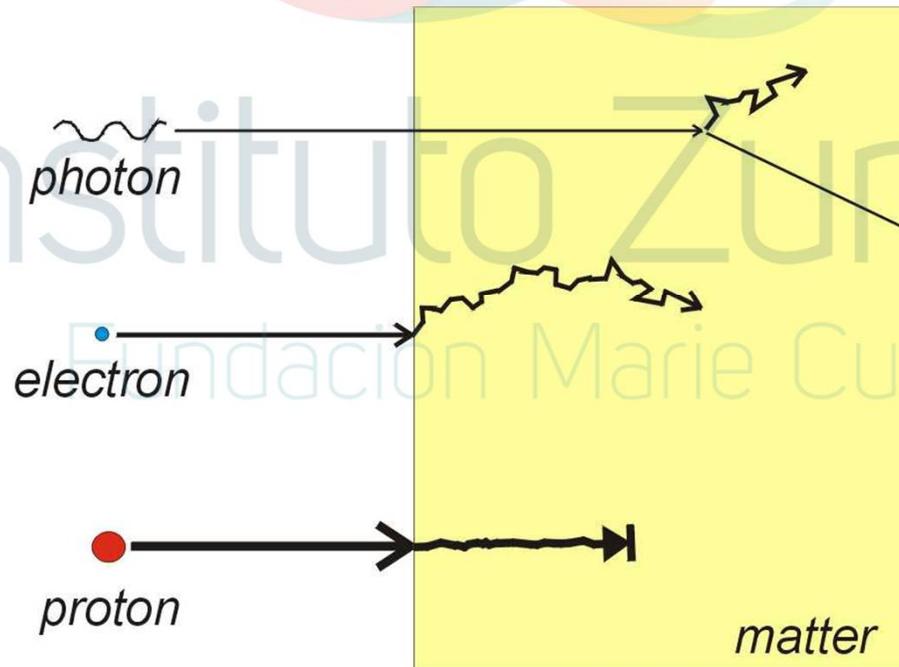
$$H_T = \sum W_R D_{T,R}$$

Magnitudes Derivadas

- Dosis Equivalente

$$H_T = \sum w_R D_{T,R}$$

- Dosis equivalente en el tejido T debido a la Radiación R.



Dosis equivalente

$$H_T = \sum w_R D_{T,R}$$

Tipo de radiación y rango energético	Factor de ponderación
Fotones todas las energías	1
Electrones de todas las energías	1
Neutrones < 10 keV	5
Neutrones 10 keV a 100 keV	10
Neutrones > 100 keV hasta 2 MeV	20
Neutrones > 2 MeV hasta 20 MeV	10
Neutrones > 20 MeV	5
Protones > 2 MeV	5
Partículas alfa	20

Magnitudes Derivadas

- Dosis Efectiva

- Considera la radiosensibilidad del tejido u órgano.

$$E = \sum w_T H_T$$

- w_T Factor de ponderación por Tejido.
- Unidad Sievert

Dosis Efectiva

$$E = \sum w_T H_T$$

Órgano	Factor de ponderación W_T
Médula ósea roja	0,12
Colon	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Mamas	0,12
Resto organismo*	0,12
Gónadas	0,08
Vejiga	0,04
Hígado	0,04
Esófago	0,04
Tiroides	0,04
Piel	0,01
Superficie ósea	0,01
Cerebro	0,01
Glandulas salivales	0,01

* bazo, intestino delgado, riñón, suprarrenales, vesícula biliar, tejido linfático.

RESUMEN: MAGNITUDES DOSIMÉTRICAS BÁSICAS

Mag. Dosimétrica	Símbolo	Unidad Actual
Dosis Absorbida	D	Gy
Dosis Equivalente	H_T	Sv
Dosis Efectiva	E	Sv

Fundación Marie Curie

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$$

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$$

Referencias

Joiner, M. & van der Kogel, A. (2009). **Basic clinical radiobiology**, Hodder Arnold Ed.

E.B. Podgorsak, E.B. (2005). **Radiation oncology physics: a handbook for teachers and students**. International Atomic Energy Agency, Vienna

KHAN, F.M., **The Physics of Radiation Therapy**, Lippincott, Williams and Wilkins, Baltimore, MD (2003)..

Fundación Marie Curie