

Radiaciones Ionizantes

Lic. Carolina Rabin
Dr. Gabriel González
Facultad de Ciencias

Para entender las **RADIACIONES**

Energía Nuclear
Medicina
Industria



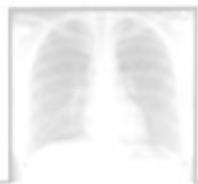
Gabriel González Sprinberg

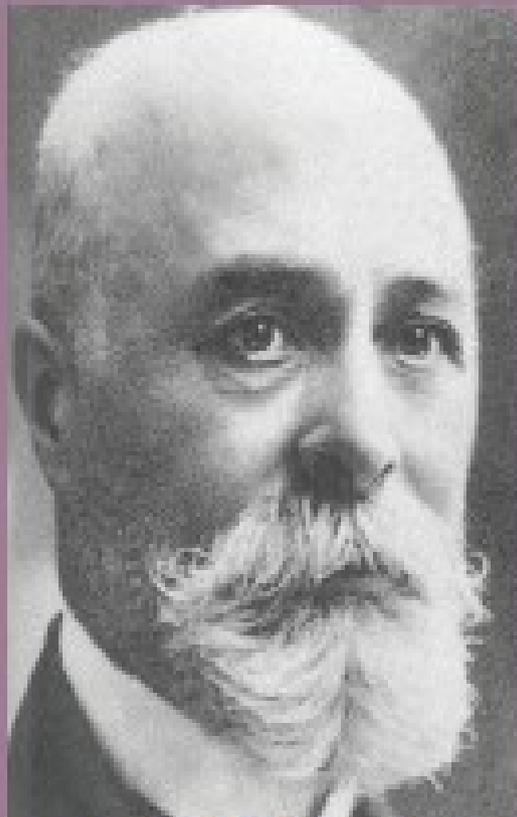
Carolina Rabin Lema

Para entender las
RADIACIONES

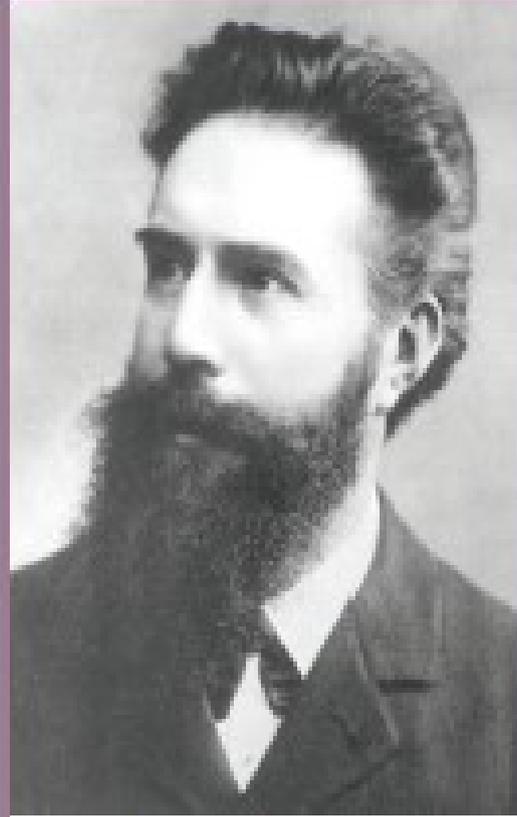
Energía Nuclear
Medicina
Industria

<http://radiaciones.fisica.edu.uy>

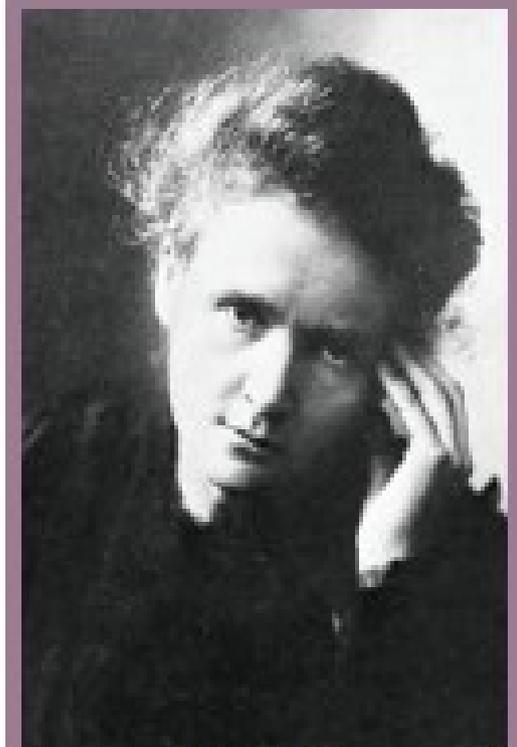




Henri Becquerel
(1852-1908). Descubridor de la
radioactividad. Premio Nobel de
Física 1903



Wilhelm Roentgen
(1845-1923). Descubridor de los
rayos X. Primer Premio Nobel de
Física 1901



Marie Curie
(1867-1934). Pionera en el
estudio de la radioactividad.
Premio Nobel de Física 1903 y
Química 1911

Materia = combinación de moléculas

Molécula = combinación de átomos

Átomo = núcleo + electrones

Núcleo = protones + neutrones

Electrón = partícula elemental

Protones y neutrones = combinación de quarks

Quarks = partículas elementales

¡Hasta el día de hoy en la naturaleza existen 61 partículas elementales!

12 leptones
 + 36 quarks
 + 12 mediadores
 + 1 Higgs

61 partículas elementales!

Las tres generaciones de la Materia (Fermiones)

	I	II	III	
masa →	3 MeV	1.24 GeV	172.5 GeV	0
carga →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
nombre →	u up	c charm	t top	γ photon
	6 MeV	95 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Quarks	d down	s strange	b bottom	g gluon
	<2 eV	<0.19 MeV	<18.2 MeV	90.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z⁰ fuerza débil
	0.511 MeV	106 MeV	1.78 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	±1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Leptones	e electron	μ muon	τ tau	W[±] fuerza débil

Bosons (Fuerzas)

El número de protones y electrones que posee un átomo es lo que lo identifica químicamente. (Tabla periódica)

Ocurre naturalmente que existen núcleos con igual número de protones, pero distinto número de neutrones. En ese caso se dice que dichos núcleos son *isótopos*.

Oxígeno: 3 estables (^{16}O 99.762%, naturales),
14 inestables (artificiales)

¿Qué es la radiación?

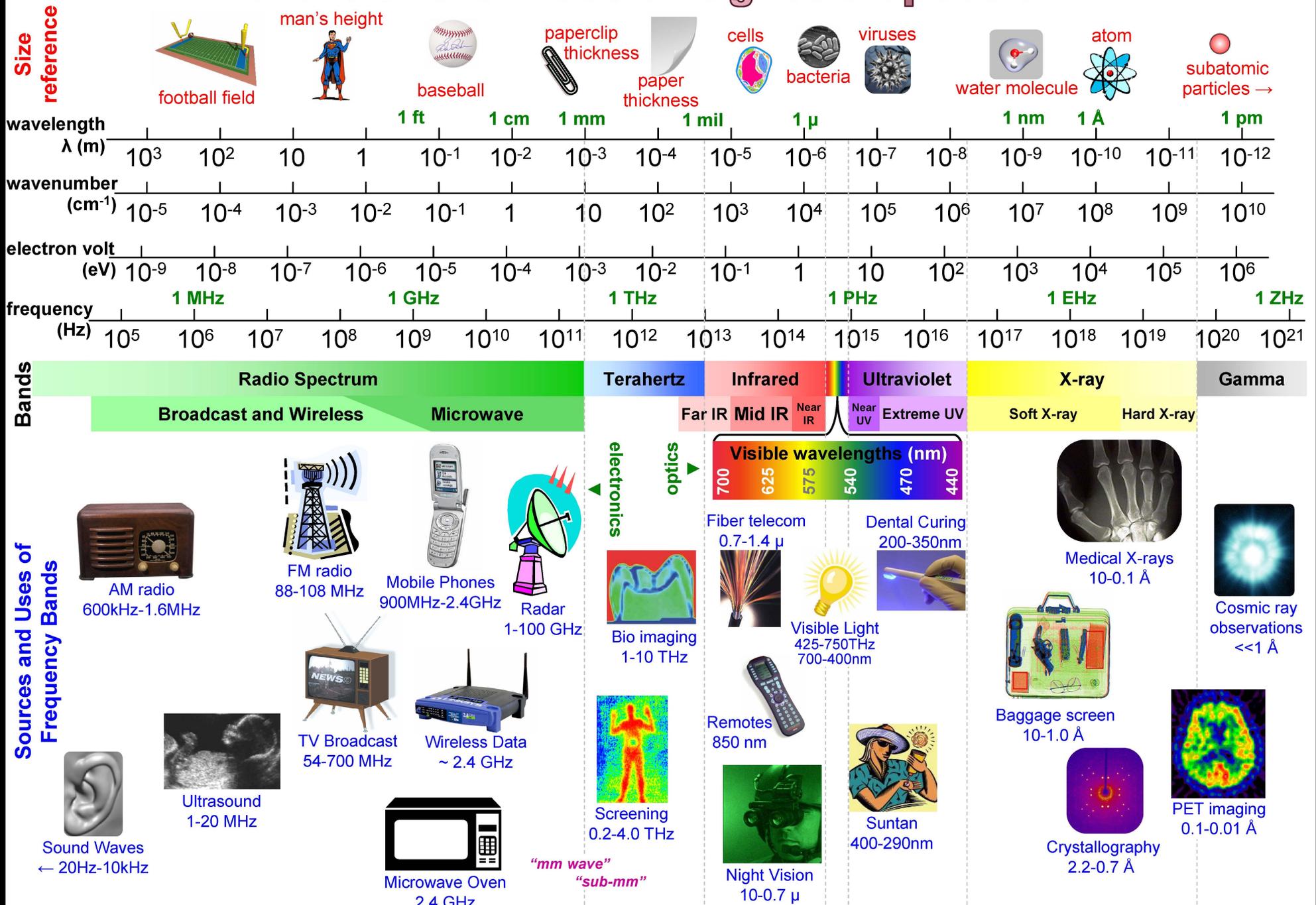
Es el transporte o la propagación de energía en forma de partículas u ondas.

Si la radiación es debida a fuerzas eléctricas o magnéticas se llama *radiación electromagnética*.

La materia también puede emitir otras formas de radiación.

¿Qué es la radiación?

Chart of the Electromagnetic Spectrum



Los núcleos que emiten espontáneamente partículas o fotones se llaman *radionucleidos*

La radioactividad fue descubierta por Becquerel en 1896, Premio Nobel de Física en conjunto con Marie Curie, 1903.

Cada radionucleido está caracterizado por su

vida media,

que es el tiempo en el que la mitad de un conjunto de núcleos radioactivos se desintegra.

VIDA MEDIA

TIEMPO EN EL CUAL
LA MITAD DE LOS NÚCLEOS
DE UNA MUESTRA DECAEN.

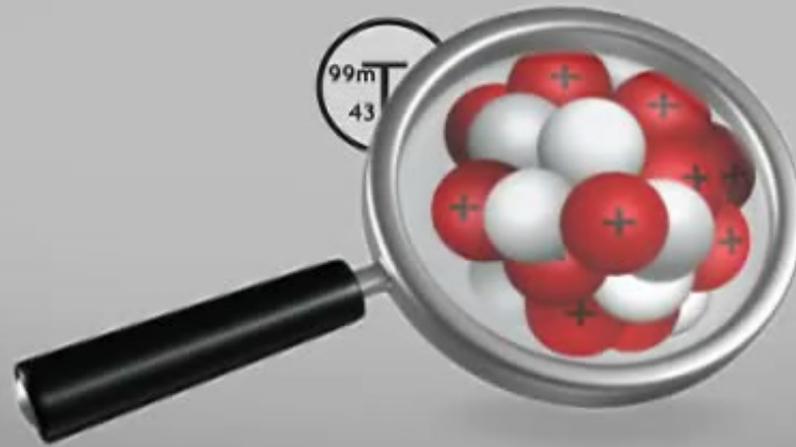
Vida media de algunos elementos

^8Be (Berilio 8)	7×10^{-17} segundos
^{15}O (Oxígeno 15)	122 segundos
^{222}Rn (Radón 222)	3.8 días
^{90}Sr (Estroncio 90)	29,1 años
^{137}Cs (Cesio 137)	30 años
^{14}C (Carbono 14)	5730 años
^{41}Ca (Calcio 41)	103.000 años
^{40}K (Potasio 40)	1,3 millones de años
^{235}U (Uranio 235)	703,8 millones de años

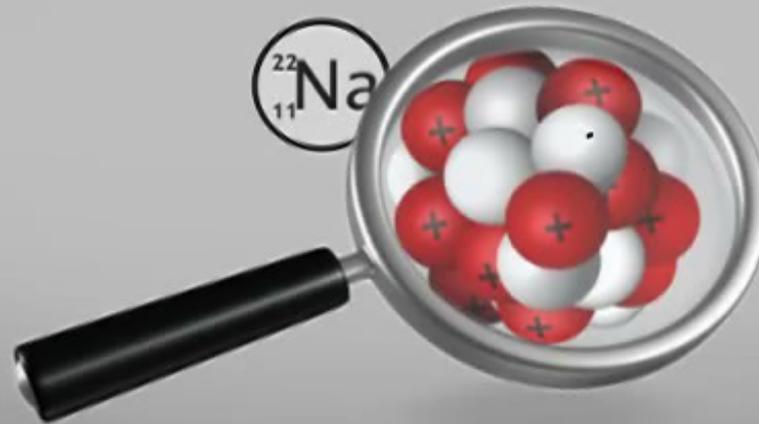
Aquellas radiaciones que posean la energía suficiente como para ionizar un átomo o molécula son llamadas *radiaciones ionizantes*.

Estas son de gran importancia ya que pueden generar efectos indeseados sobre la salud.

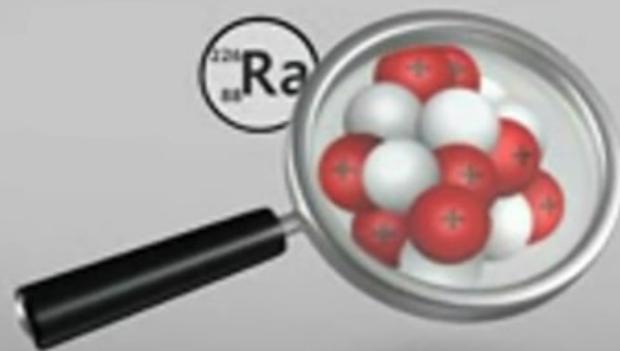
RADIACIÓN GAMA (γ)



RADIACIÓN BETA (β^+)



RADIACIÓN ALFA (α)



Rayos X

Descubiertos por Röntgen en 1895. Primer Premio Nobel de Física, 1901.

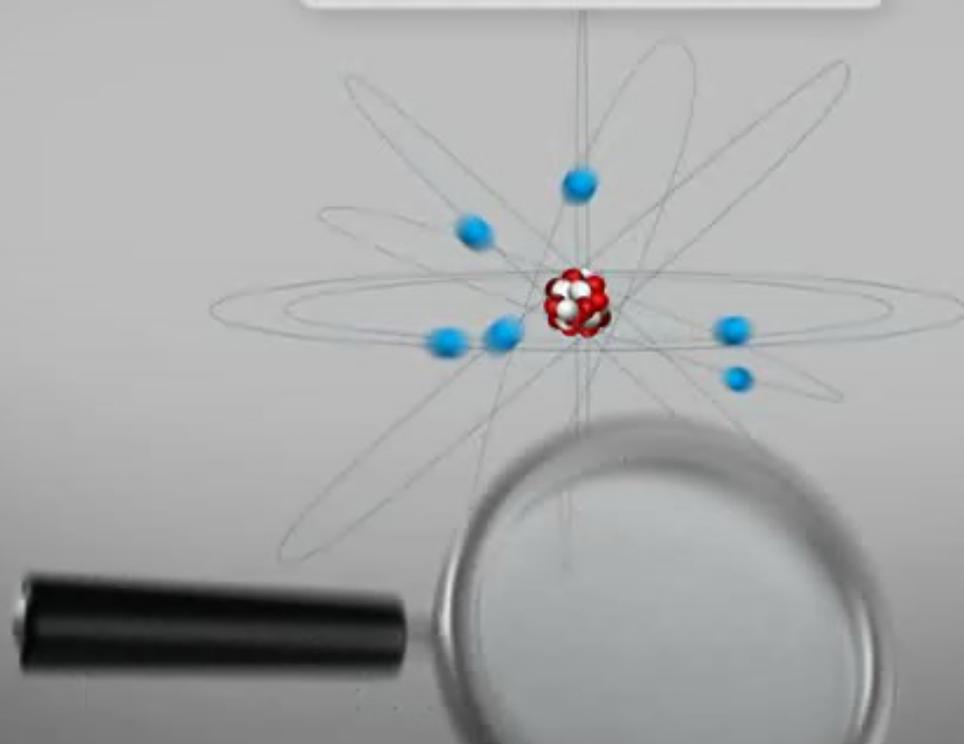
Hay 2 clases:

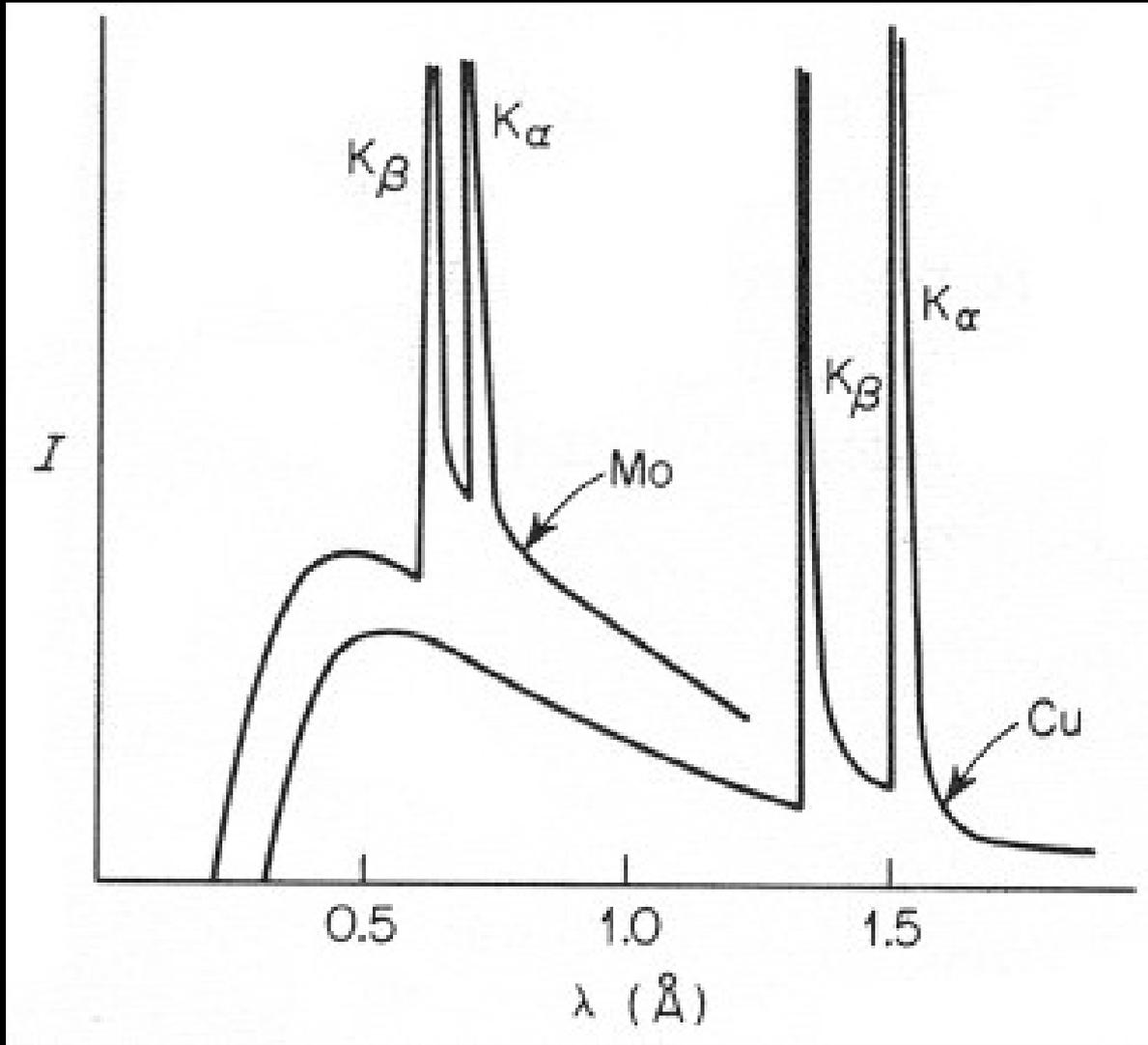
Característicos

De frenado (bremsstrahlung)



CARACTERÍSTICOS





¿Dónde están presentes?

Rayos cósmicos

Radiación del espacio:

protones, partículas alfa

Interaccionan con la atmósfera y al nivel del mar:

muones,
neutrones,
electrones,
fotones.



- Alimentos que ingerimos
- Agua
- Aire que respiramos
- Paredes de los recintos que habitamos
- Nuestro propio organismo

Fuentes naturales	Porcentaje de la radiación anual
Radiación cósmica	14%
Radiación terrestre	18%
Radiación interna	11%
Radón	43%
Total	86%

Fuentes artificiales	Porcentaje de la radiación anual
Médicas	14%
Ensayos nucleares	0,2%
Chernobyl	0,07%
Centrales nucleares	0,01%
Total	~14%

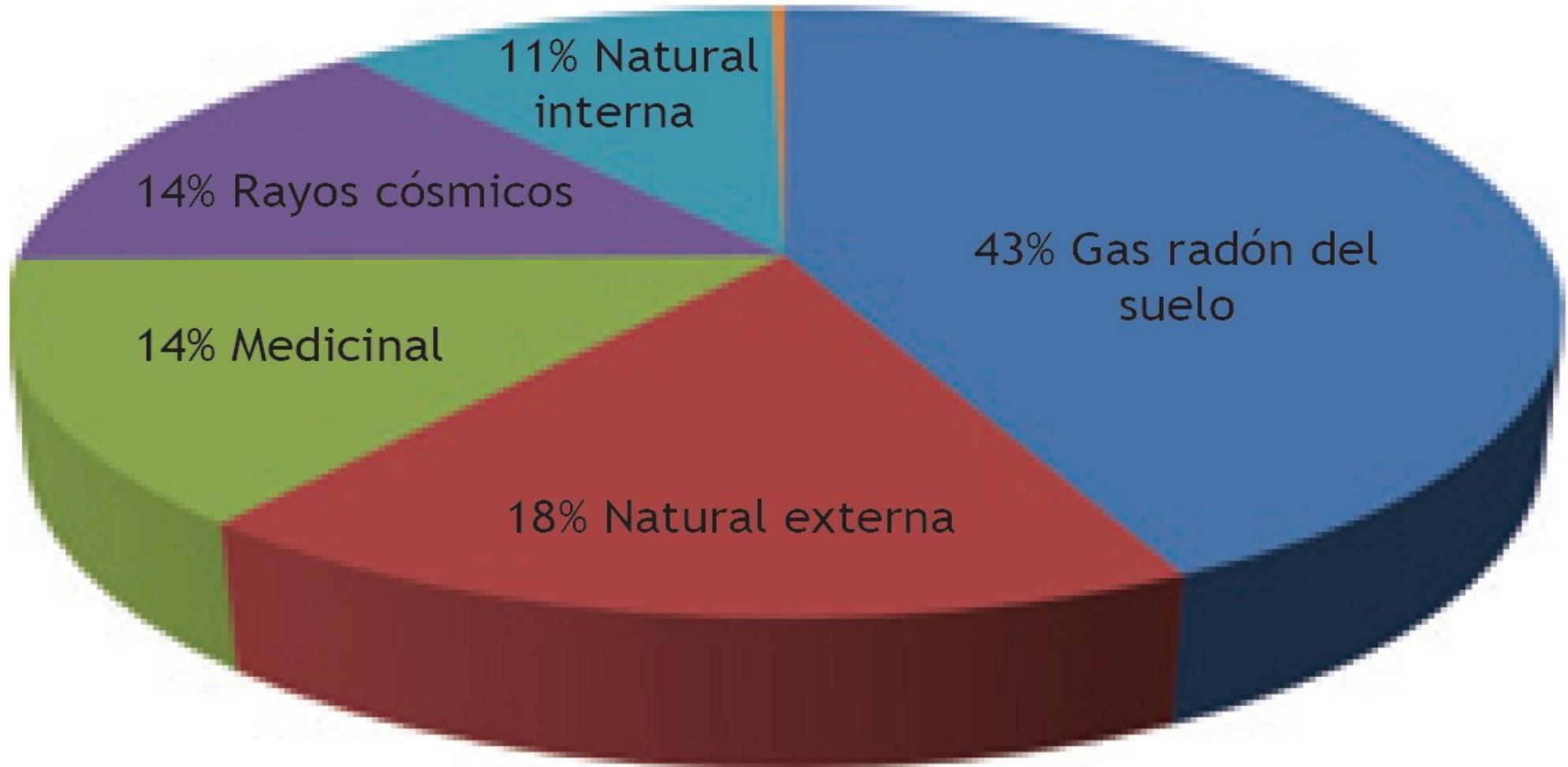
Dosis absorbida: es la cantidad de energía que deposita la radiación por unidad de masa irradiada. Se mide en grays ($\text{Gy} = \text{J/Kg}$)

Dosis equivalente: es la que se obtiene multiplicando la dosis absorbida por un factor que hace referencia al tipo de radiación. Se mide en sievert (Sv).

Dosis efectiva: es la que se obtiene multiplicando la dosis equivalente por un factor que hace referencia al órgano que fue radiado. También se mide en sievert (Sv).

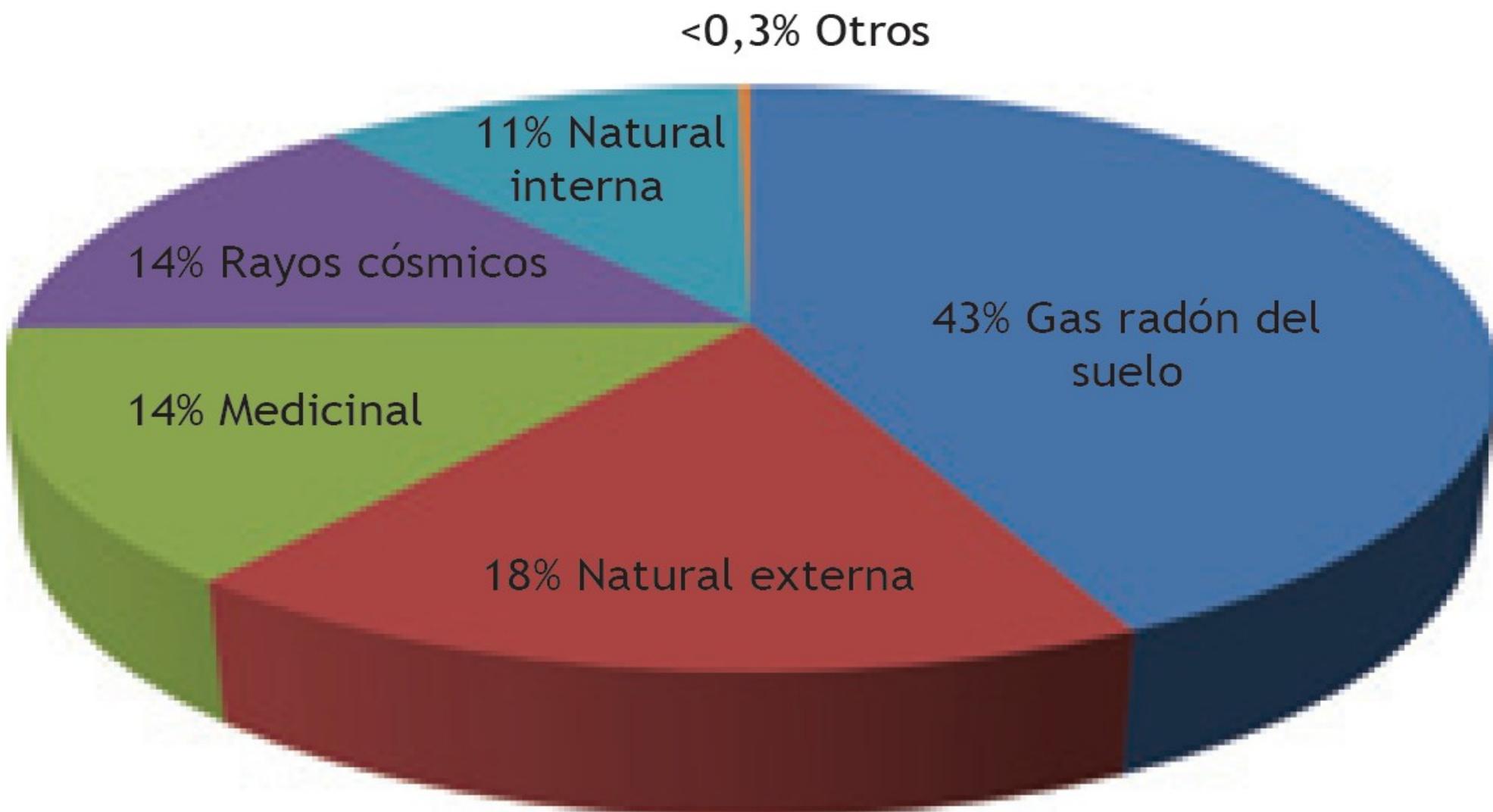
DOSIS ANUAL DE RADIACIÓN

<0,3% Otros



DOSIS ANUAL DE RADIACIÓN

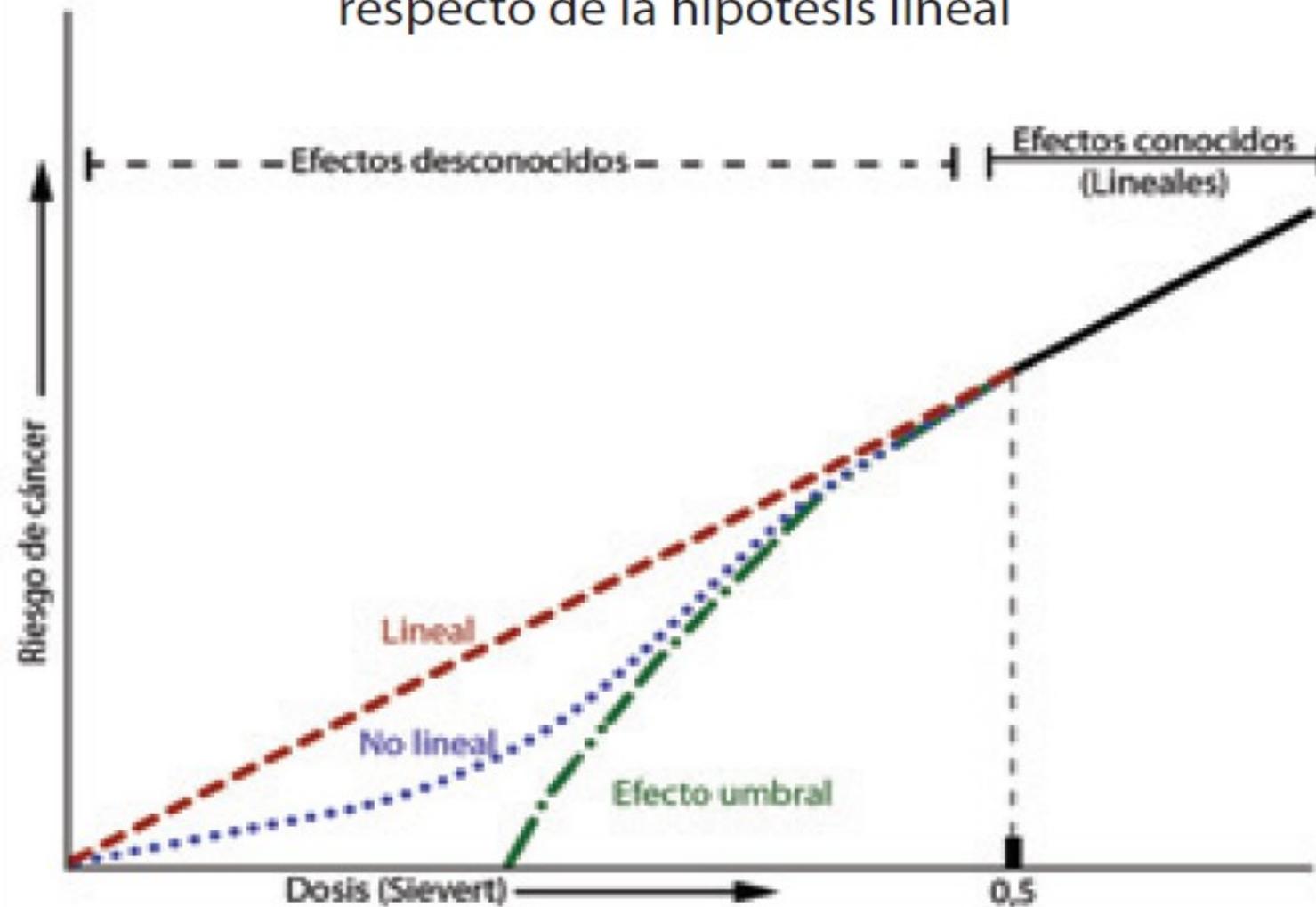
3 mili-Sievert



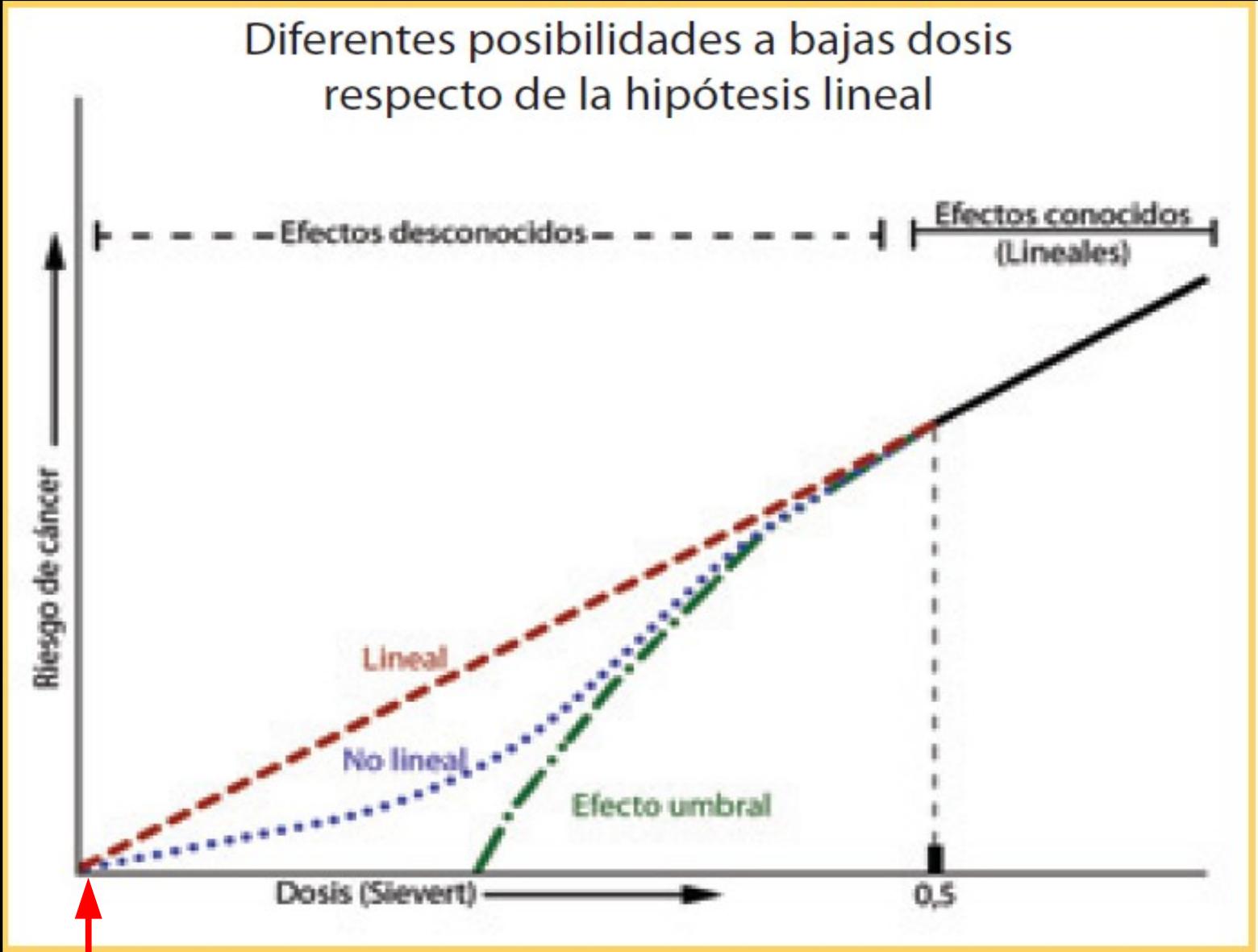
Dosis máximas de diferentes estudios y comparación con la dosis anual de radiación

Estudio	Dosis en Sv	Porcentaje de la dosis anual
Placa dental	0,0001	4%
Placa de tórax	0,0001	4%
Mamografía	0,001	36%
Tomografía de cabeza	0,005	180%
Tomografía de tórax	0,01	360%
Cateterismo cardíaco	0,05	1800%

Diferentes posibilidades a bajas dosis respecto de la hipótesis lineal



Diferentes posibilidades a bajas dosis respecto de la hipótesis lineal



DOSIS PROMEDIO ANUAL

Propiedades

UNA DOSIS DE

1000 (!!) VECES

LA DOSIS PROMEDIO ANUAL

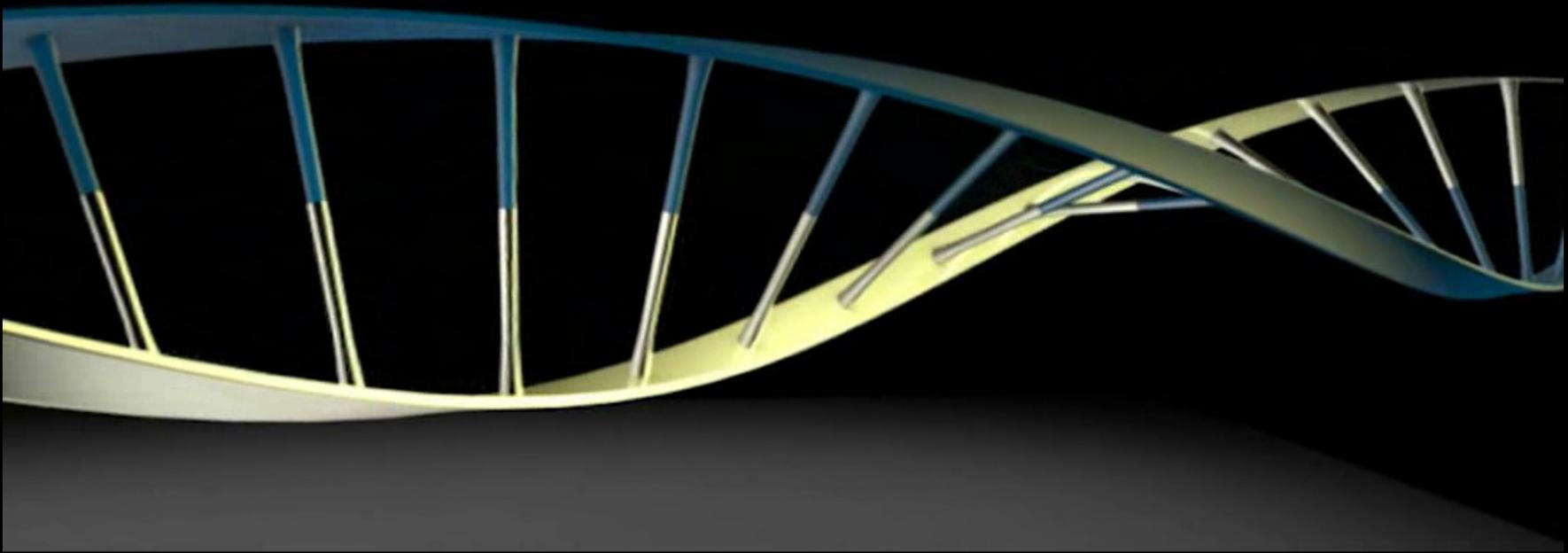
CAUSA EN CORTO PLAZO

EL FALLECIMIENTO EN EL

50% DE LOS CASOS (Id50)

EFECTOS BIOLÓGICOS

deterministas
estocásticos

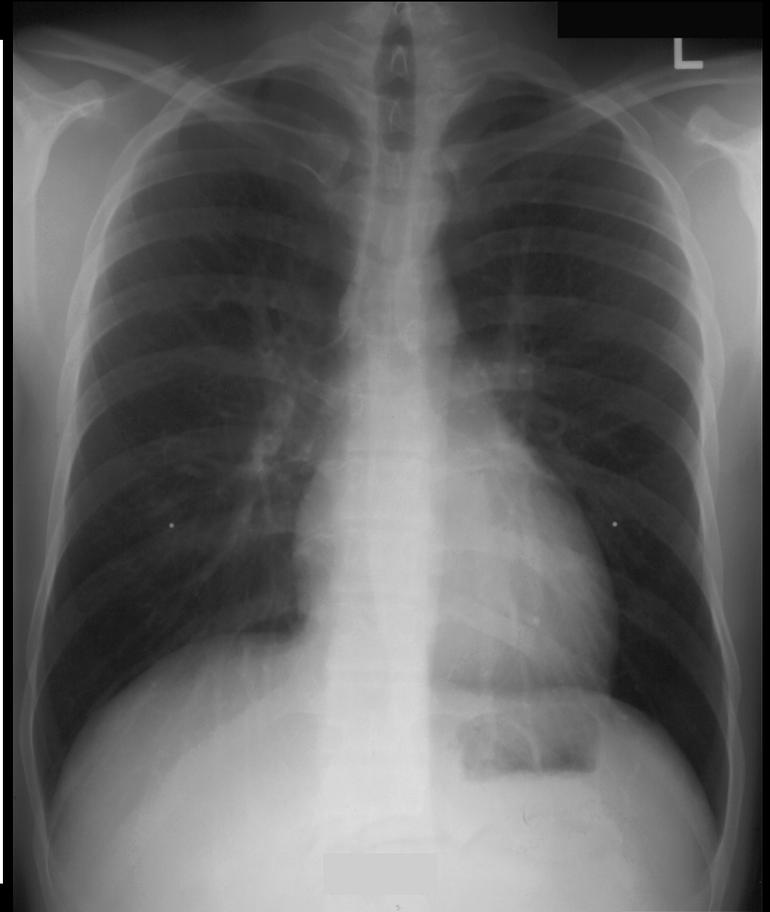


Propiedades

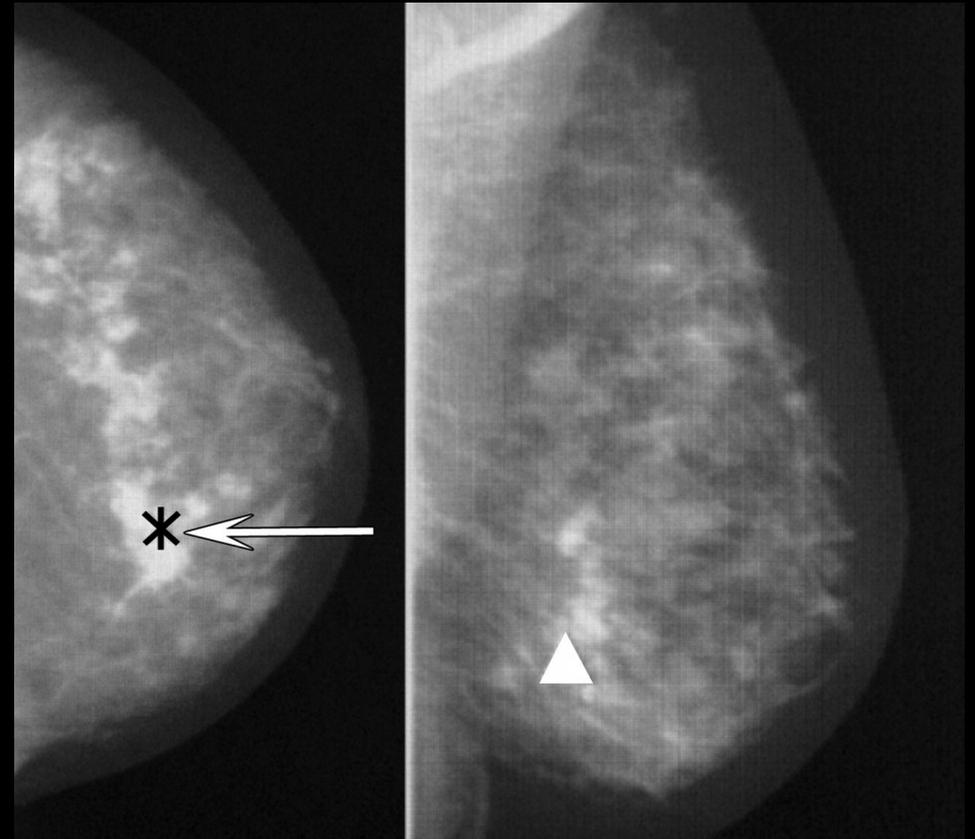
PENETRACIÓN EN MATERIALES

Medicina Diagnóstico

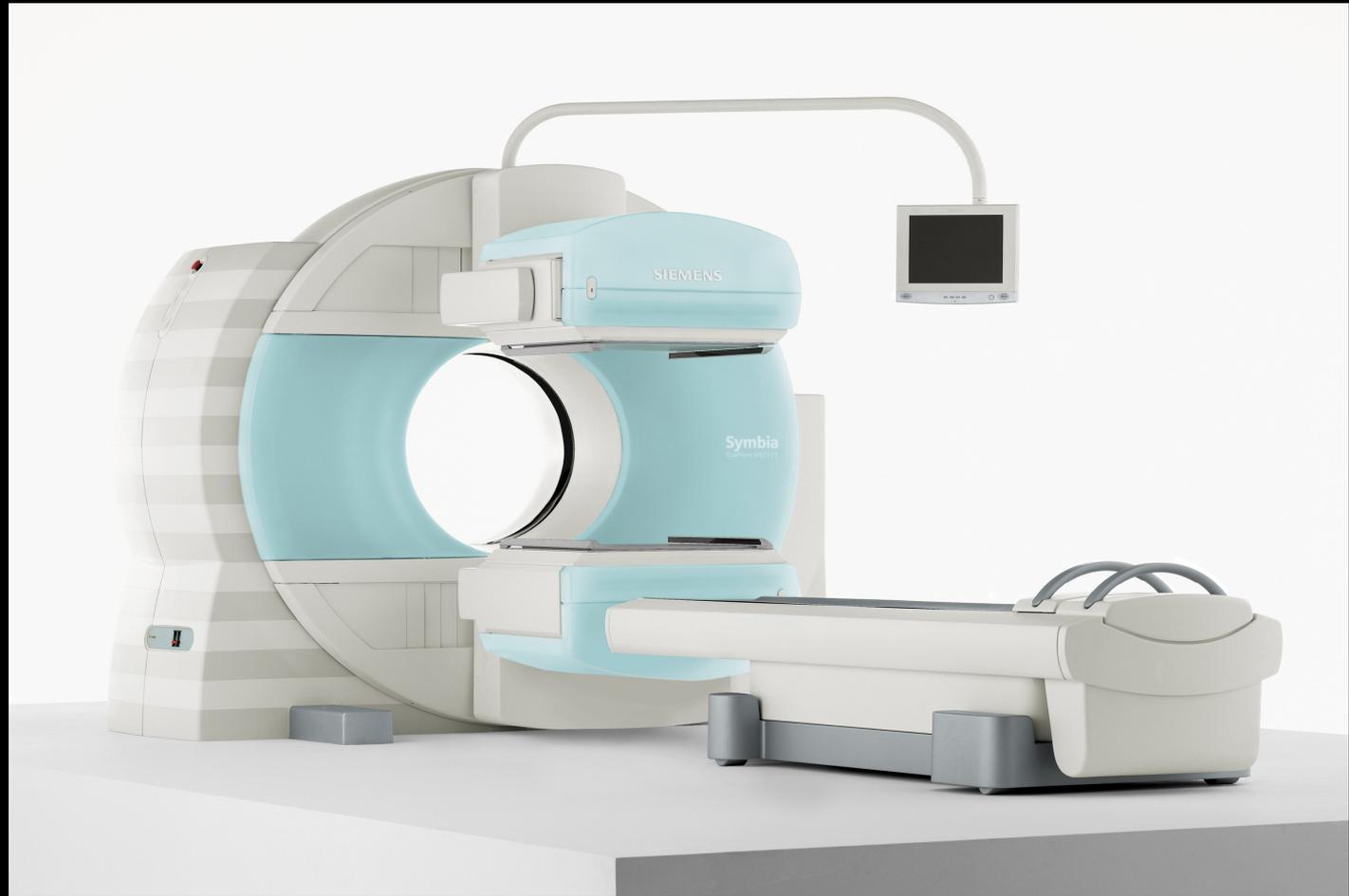
RX



Mamografía



Tomografía



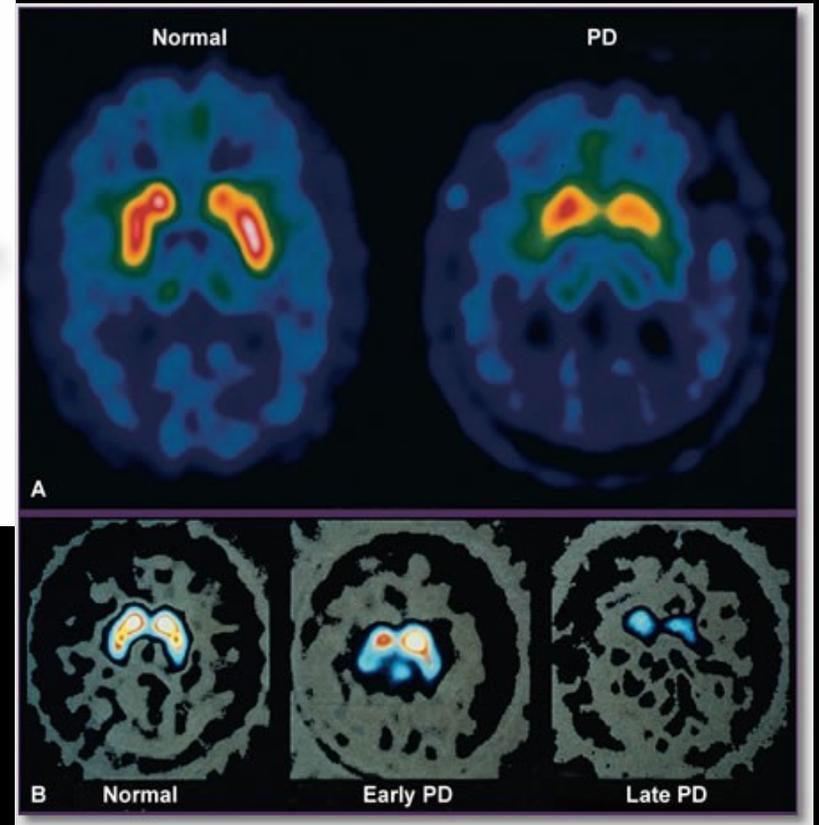


MEDICINA NUCLEAR

Gamma Cámara



PET



PET

MEDICINA

LAS RADIACIONES,
QUE PUEDEN SER RESPONSABLES
DE INDUCIR CÁNCER SON, A LA VEZ,
UNA DE LAS PRINCIPALES
HERRAMIENTAS PARA COMBATIRLO

MEDICINA TRATAMIENTO

MEDICINA NUCLEAR

RADIOTERAPIA

MEDICINA

BOMBAS DE COBALTO

ACELERADORES DE ELECTRONES

ACELERADORES DE IONES PESADOS

RADIOTERAPIA



Oncólogo

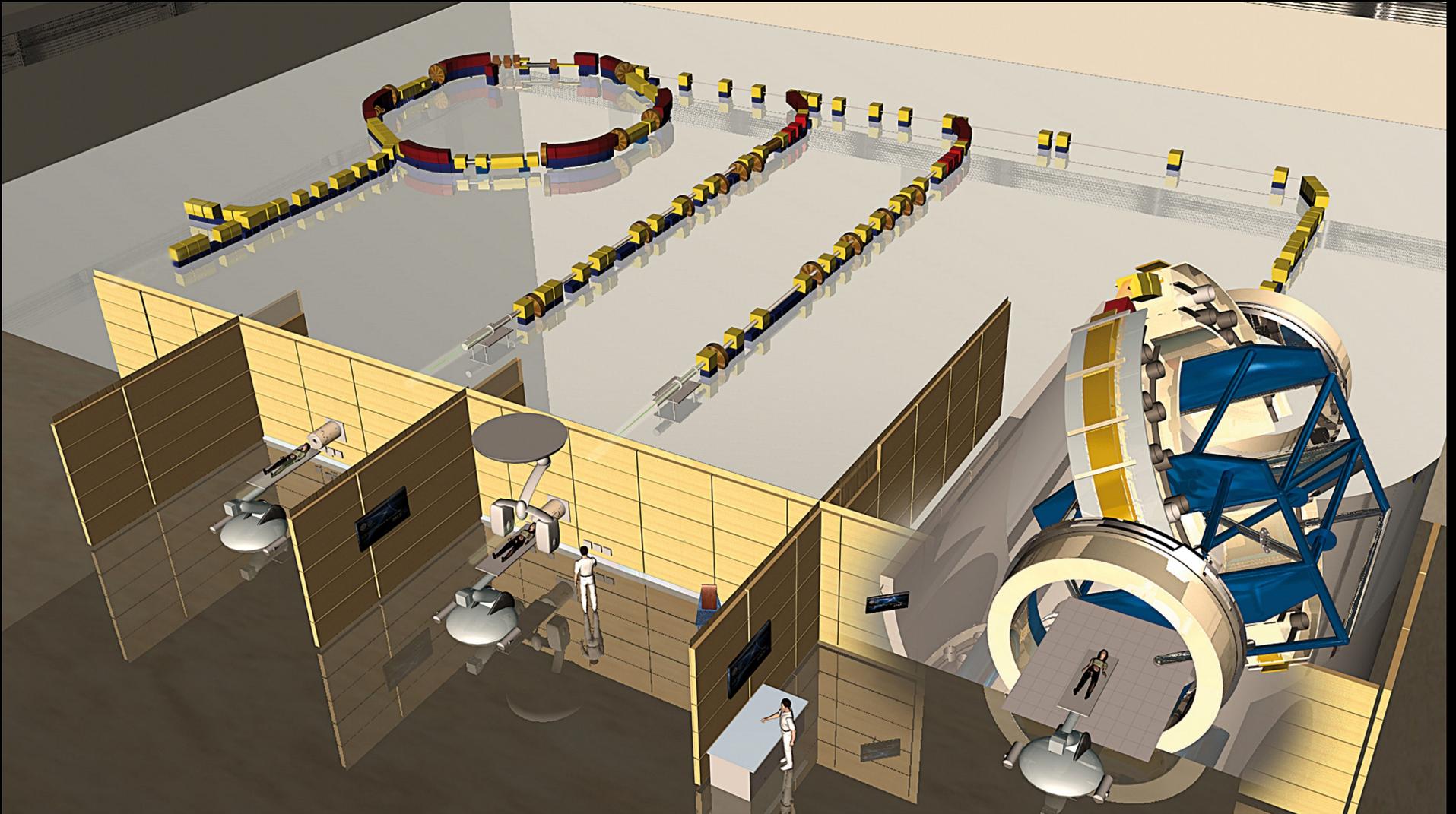
Radioterapeuta

Físico médico

Dosimetrista

Técnico en radioterapia

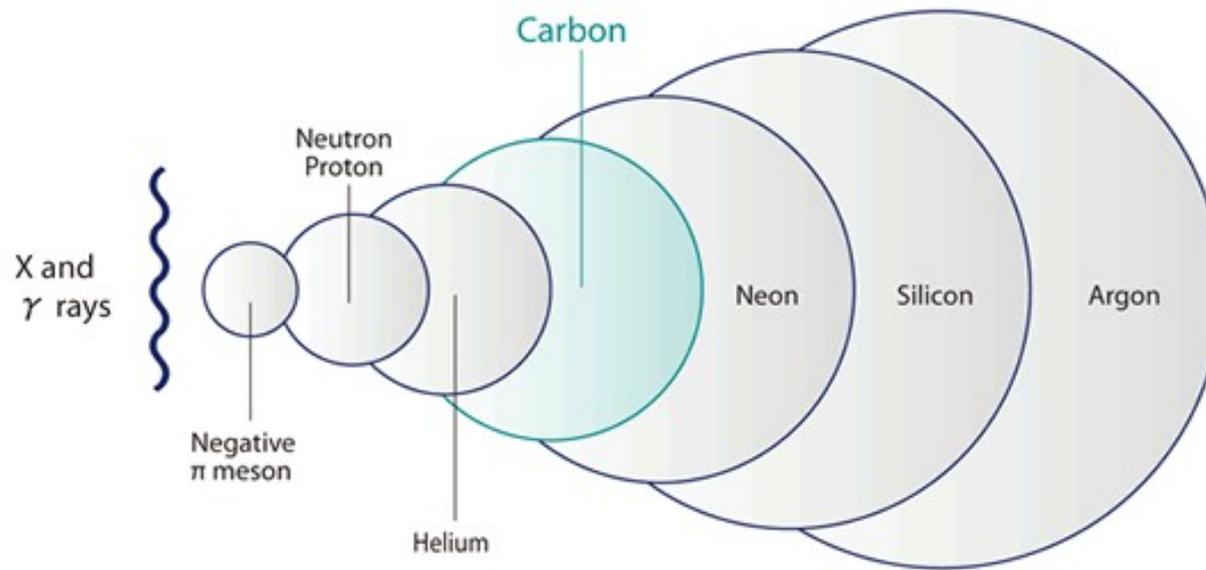
TERAPIAS CON IONES PESADOS



TERAPIAS CON IONES PESADOS

■ Particle size

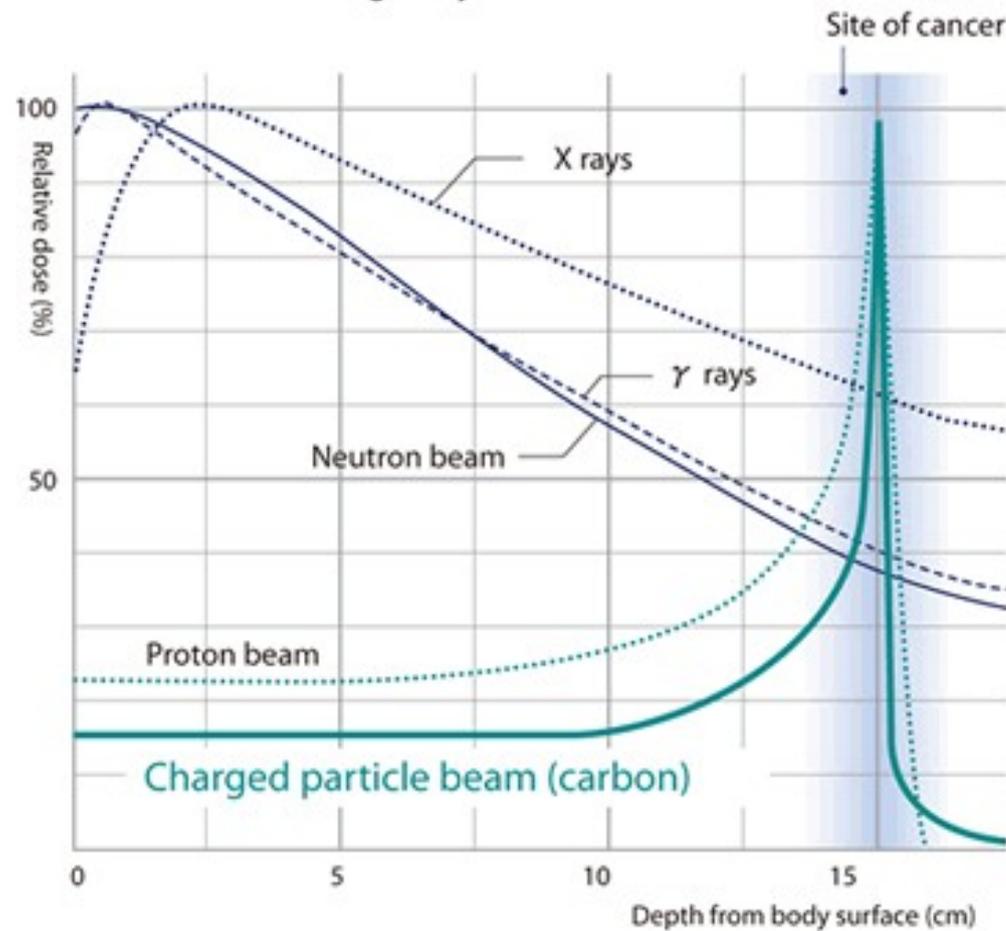
X rays and γ rays are types of electromagnetic waves. Proton beams, fast neutron beams, and beams of charged particles (e.g. carbon, neon, argon) are called particle beams.



TERAPIAS CON IONES PESADOS

<Fig. 2>

Distribution of depth versus dose for various types of radiation in the living body



TERAPIAS CON IONES PESADOS

Location	Country	Beam Type	Beam Energy	Beam Configuration	Year	Patients	Start Date
Houston UFPTI, Jacksonville	FL.,USA	p	230	3 gantry, 1 horiz.	2006	2679	Dec-10
NCC, Ilsan	South Korea	p	230	2 gantry, 1 horiz.	2007	648	Dec-10
RPTC, Munich	Germany	p**	250	4 gantry, 1 horiz.	2009	446	Dec-10
ProCure PTC, Oklahoma City	OK.,USA	p	230	1 gantry, 1 horiz, 2 horiz/60 deg.	2009	21	Dec-09
HIT, Heidelberg	Germany	p**	250	2 horiz.	2009	treatment started	Nov-09
HIT, Heidelberg	Germany	C-ion**	430/u	2 horiz.	2009	treatment started	Nov-09
UPenn, Philadelphia	PA.,USA	p	230	4 gantry, 1 horiz.	2010	150	Dec-10
GHMC, Gunma	Japan	C-ion	400/u	3 horiz., vertical	2010	treatment started	Mar-10
IMPCAS, Lanzhou	China	C-ion	400/u	1 horiz.	2006	126	Dec-10
CDH Proton Center, Warrenville	IL.,USA	p	230	1 gantry, 1 horiz, 2 horiz/60 deg.	2010	treatment started	Oct-10
IFJ PAN, Krakow	Poland	p	60	1 horiz.	2011	9	Apr-11

¿Es necesario tomar precauciones a la hora de exponerse a la radiación?

Sí. Es necesario tomar precauciones y utilizarlas correctamente, siguiendo los protocolos y en forma supervisada .

Para ello existe la ICRP (**Comisión Internacional de Protección Radiológica**) que es una organización científica no gubernamental que publica recomendaciones de protección frente a las radiaciones ionizantes.

Radioprotección: es la disciplina que establece las recomendaciones que se deben tomar al estar expuesto las radiaciones ionizantes.

La radiación alfa y la radiación beta son poco penetrantes. Son una fuente importante de irradiación interna y los modelos de dosimetría interna son los que permiten estudiar su diseminación dentro del organismo.

La radiación gamma es muy penetrante. Por este motivo que es necesario tomar medidas para disminuir la cantidad de radiación recibida hasta los límites que son aceptables.

Principios básicos de radioprotección:

- Justificación de la práctica.
- Optimización de la protección.
- Aplicación de los límites de dosis individuales.

¿Cómo se puede disminuir la dosis recibida?

(ALARA: **As Low As Reasonably Achievable**)

Disminuyendo el tiempo de exposición.

Aumentando la distancia al emisor.

Manteniendo los equipos debidamente calibrados

Interponiendo blindajes.

Para entender las
RADIACIONES

Energía Nuclear
Medicina
Industria

<http://radiaciones.fisica.edu.uy>

