

Protección Radiológica en Radiología Dental

**San José- Costa Rica
24 a 28 de 2018**

**Helen Khoury
hjkhoury@Gmail.com**



- **Conceptos Generales de protección Radiológica**

Conceptos Generales

Para hacer un diagnóstico por imagen es necesario alguna forma de energía y algún medio de detección

Esta energía debe ser capaz de penetrar los tejidos (o objetos) y producir una imagen

¿Qué es la radiación?

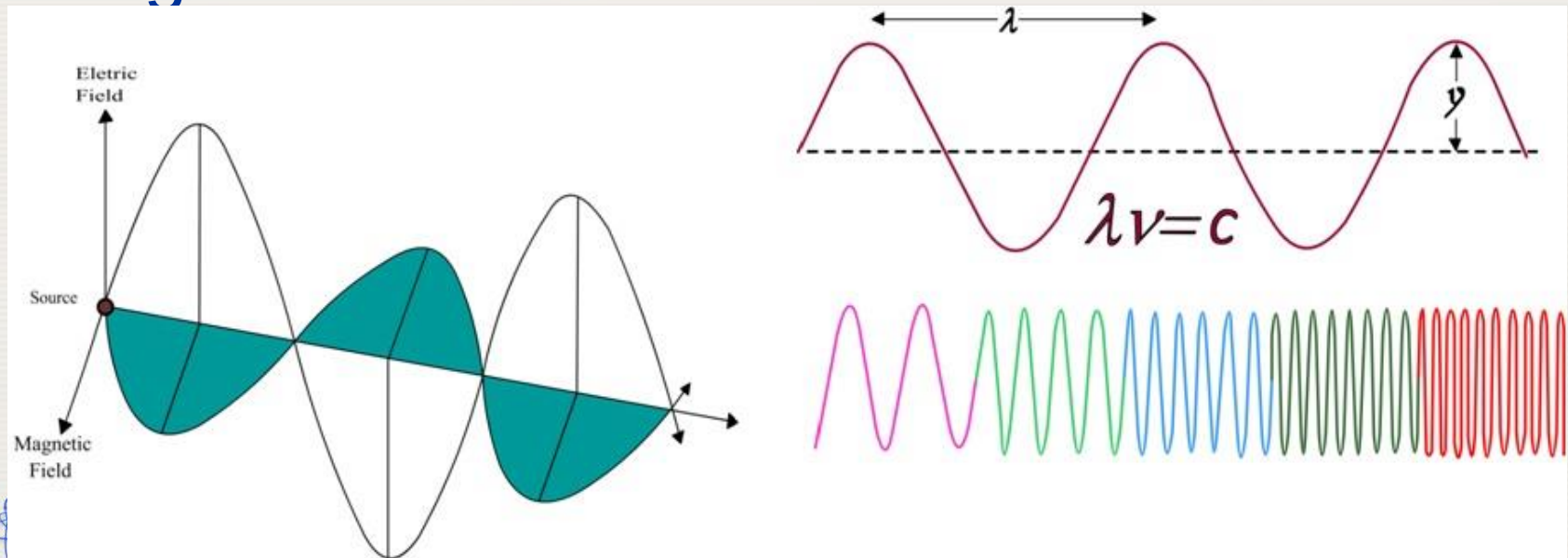
La radiación es la transmisión de energía por el espacio.

Esta energía nos llega a través de ondas electromagnéticas



¿Qué es la radiación?

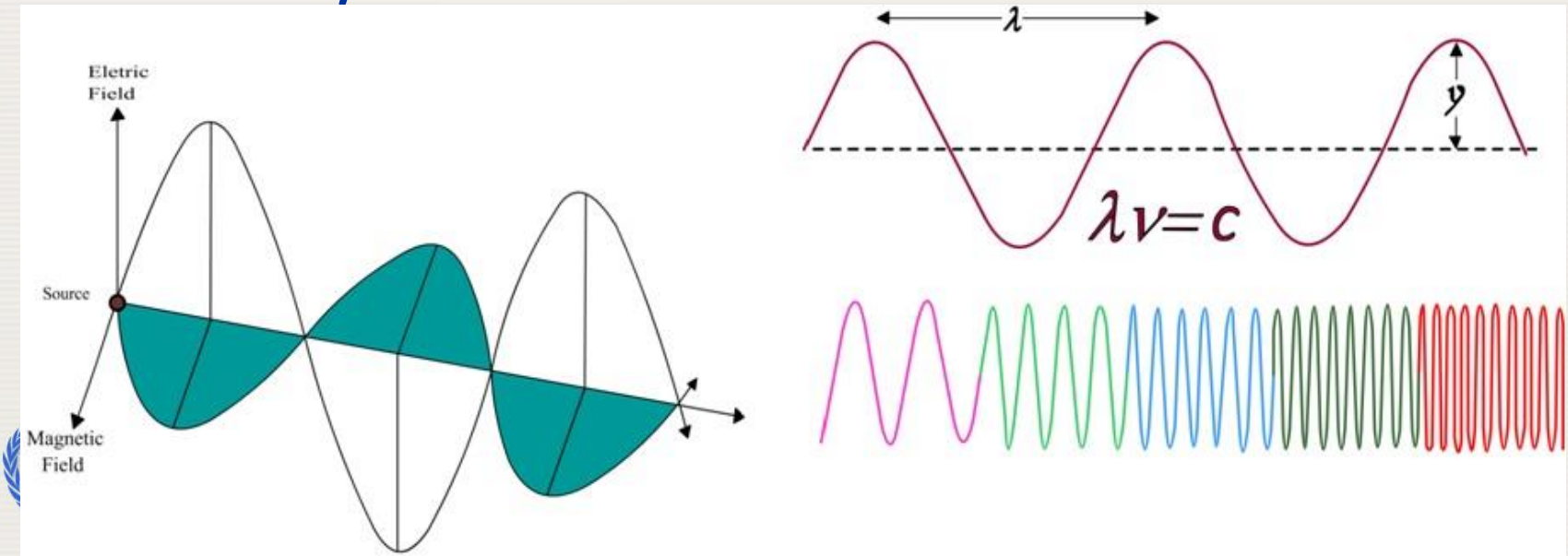
- La **radiación electromagnética** es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.



¿Qué parámetros definen una onda?

- LONGITUD DE ONDA (λ)

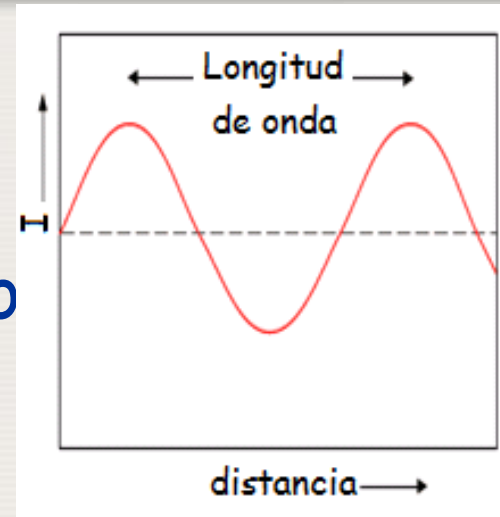
Es la distancia entre dos puntos cuyo estado de movimiento es idéntico, como por ejemplo crestas o valles adyacentes



¿Qué parámetros definen una onda?

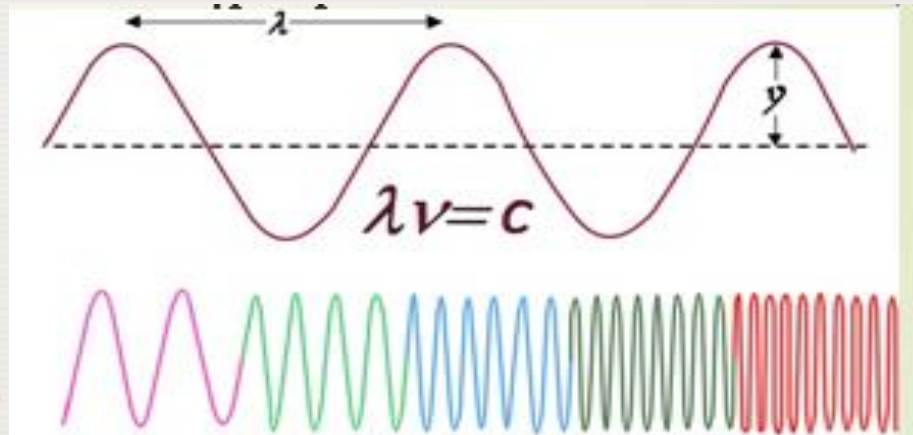
AMPLITUD (A)

Es el valor máximo que adquiere una variable en un fenómeno oscilatorio

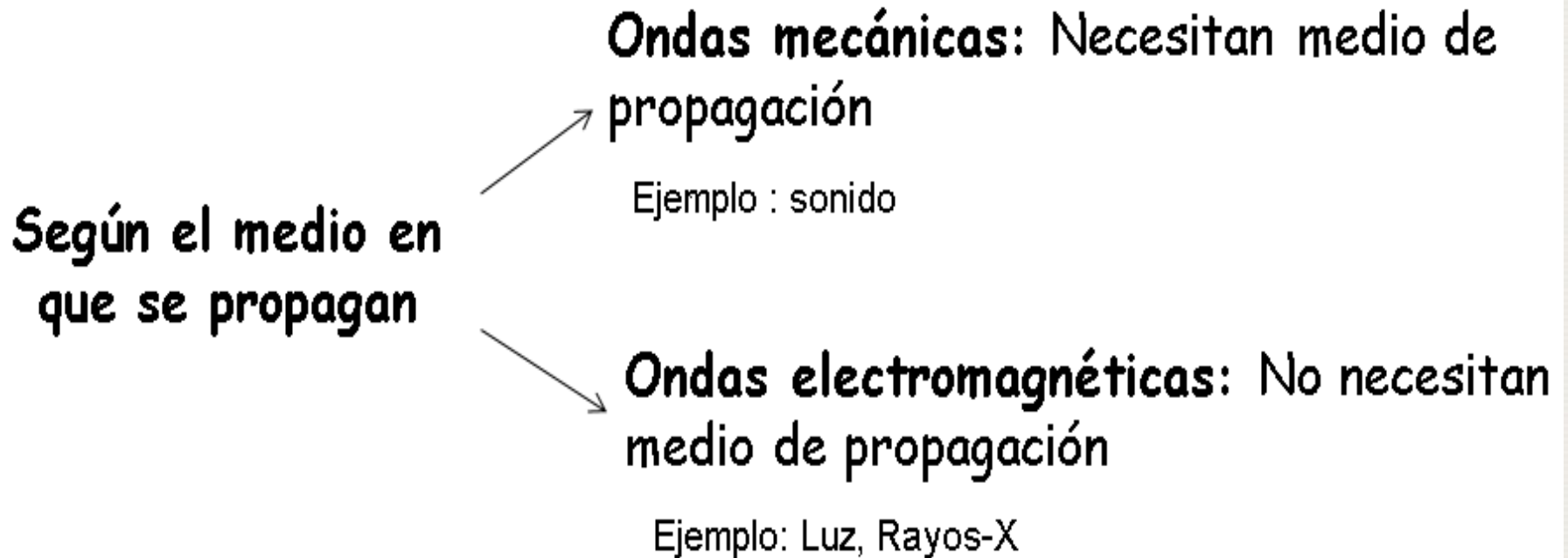


FRECUENCIA (ν)

Número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en una unidad de tiempo

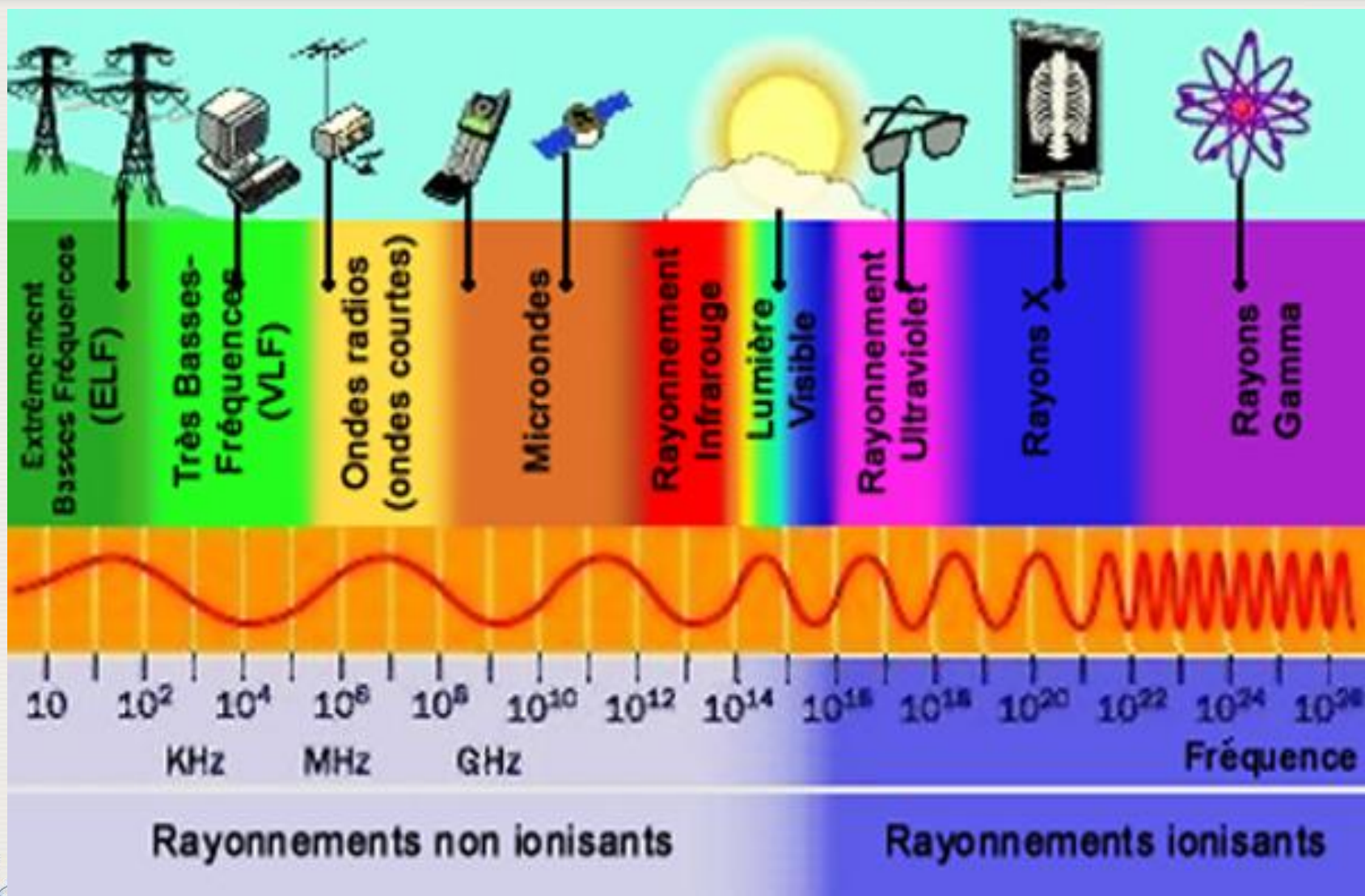


¿Cómo se clasifican las ondas?



Radiaciones electromagnéticas

- Son una forma de propagación de energía a través del espacio sin necesidad de un medio material.
- Abarcan un espectro muy amplio de tipo de onda, desde las microondas hasta los rayos X y γ , pasando por la luz visible.



Tipos de Radiación electromagnética

- Ionizante
- No Ionizante



Simbolos de radiación ionizante y no ionizante

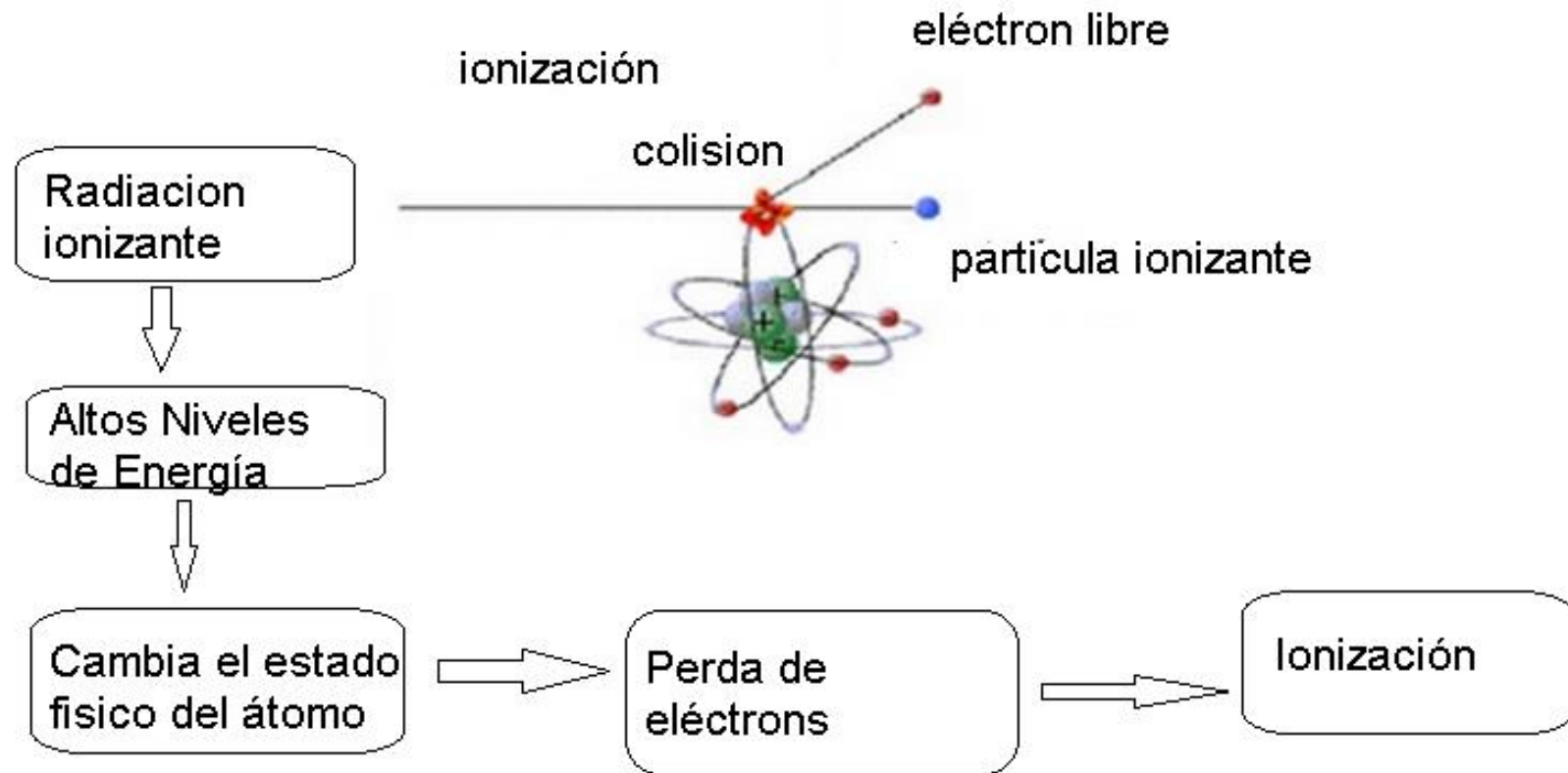
Fonte: <http://pt.slideshare.net/wallace298/trabalho-radiacao>

Radiaciones No Ionizantes

- Baja energía
- Pueden romper las moléculas y las conexiones químicas
- Ejemplo: láser, microondas, ultravioleta

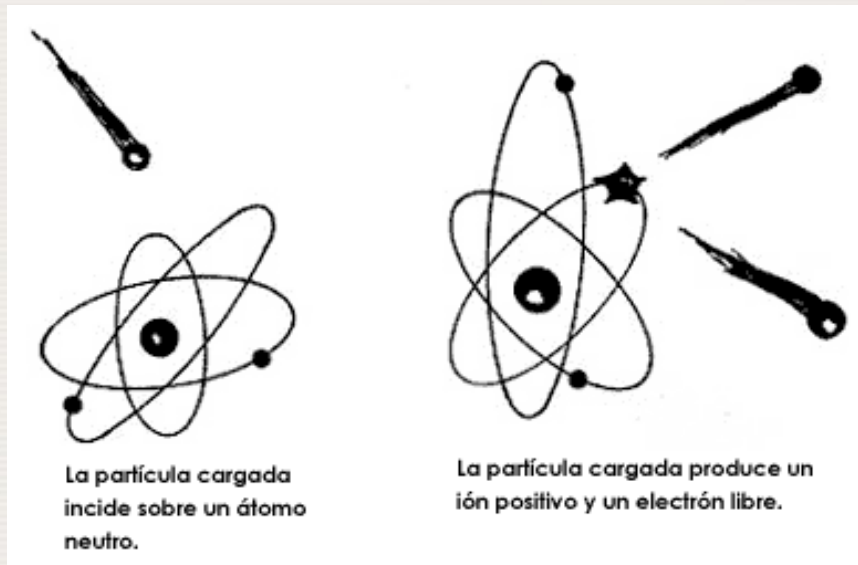


Radiaciones ionizantes



Ionización

Ionización: proceso que resulta de remover un electrón de un átomo o molécula eléctricamente neutro. El resultado es la creación de un par de iones: un electrón (negativo) y un átomo o molécula positiva.



Energía de Ionización

Es la energía requerida para remover el electrón mas débilmente unido de un átomo neutro en estado gaseoso

Propiedades de los Rayos x

- Son invisibles y no se pueden detectar con ninguno de los sentidos humanos
- No tienen masa
- No tienen carga
- Viajan a la velocidad de la luz
- Interactúan con los materiales que penetran y **causan ionización**, pudiendo producir cambios biológicos en las células vivas



- ¿Qué son los Rayos X?
- ¿Cómo se produce la imagen?
- ¿Tienen riesgo de hacer radiografía?

¿Por qué la protección radiológica en odontología?

Hay una variedad de equipos radiográficos en odontología:

Rx intraoral, panorámica, cefalométrica, CBCT

Posible exposición a la radiación de varias personas: paciente, dentista, otros y trabajadores .

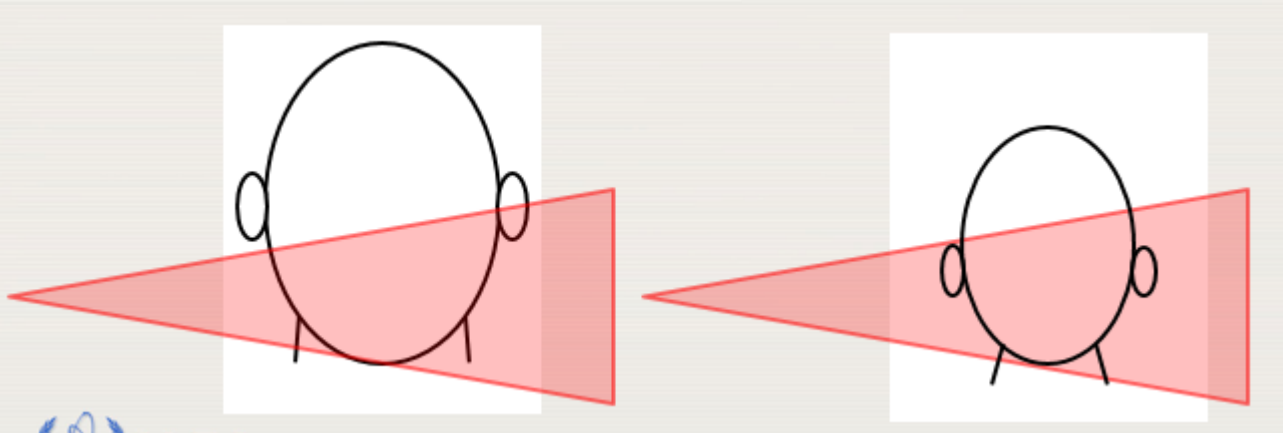
¿Por qué la protección radiológica en odontología?

- Alta frecuencia de radiografías dentales realizadas en todo el mundo:
estimación conservadora > 1.5 billones / año
(EC 2014, Farris & Spelic 2015)
- Un porcentaje relativamente **alto de radiografías pediátricas** en odontología, p. para: Evaluación de Caries y Planificación de ortodoncia

¿Por qué la protección radiológica en odontología?

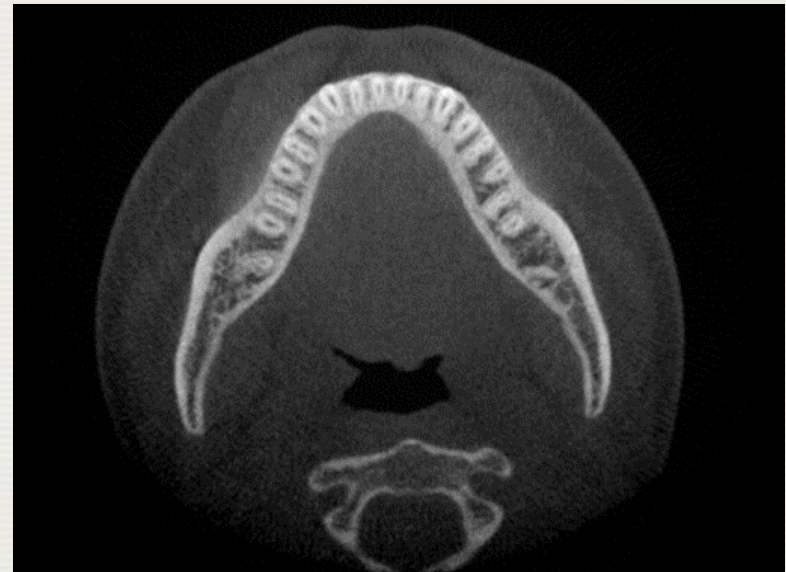
Se necesita cuidado adicional cuando se expone a los niños al radiación porque los niños son más sensibles a los efectos inducidos por la radiación que los adultos

La dosis para los niños puede ser más alta que para adultos



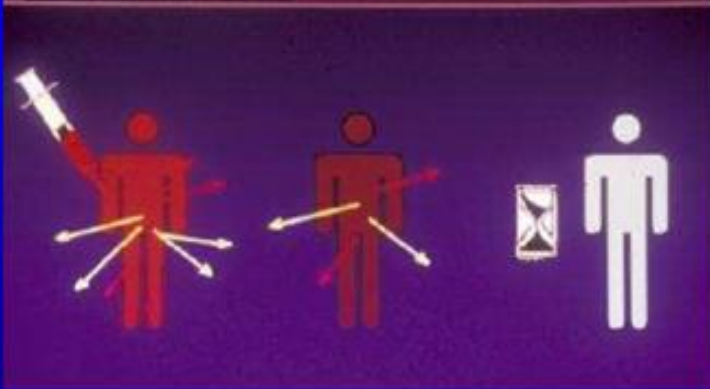
¿Por qué la protección radiológica en odontología?

El uso de **CBCT** en la práctica dental hay aumentado y representa mayor dosis de radiación del paciente que la radiografía 2D y la radiografía panorámica



RIESGOS DE LA RADIACIÓN

Contaminación



▲ Externa

▲ Interna

Vías de Contaminación

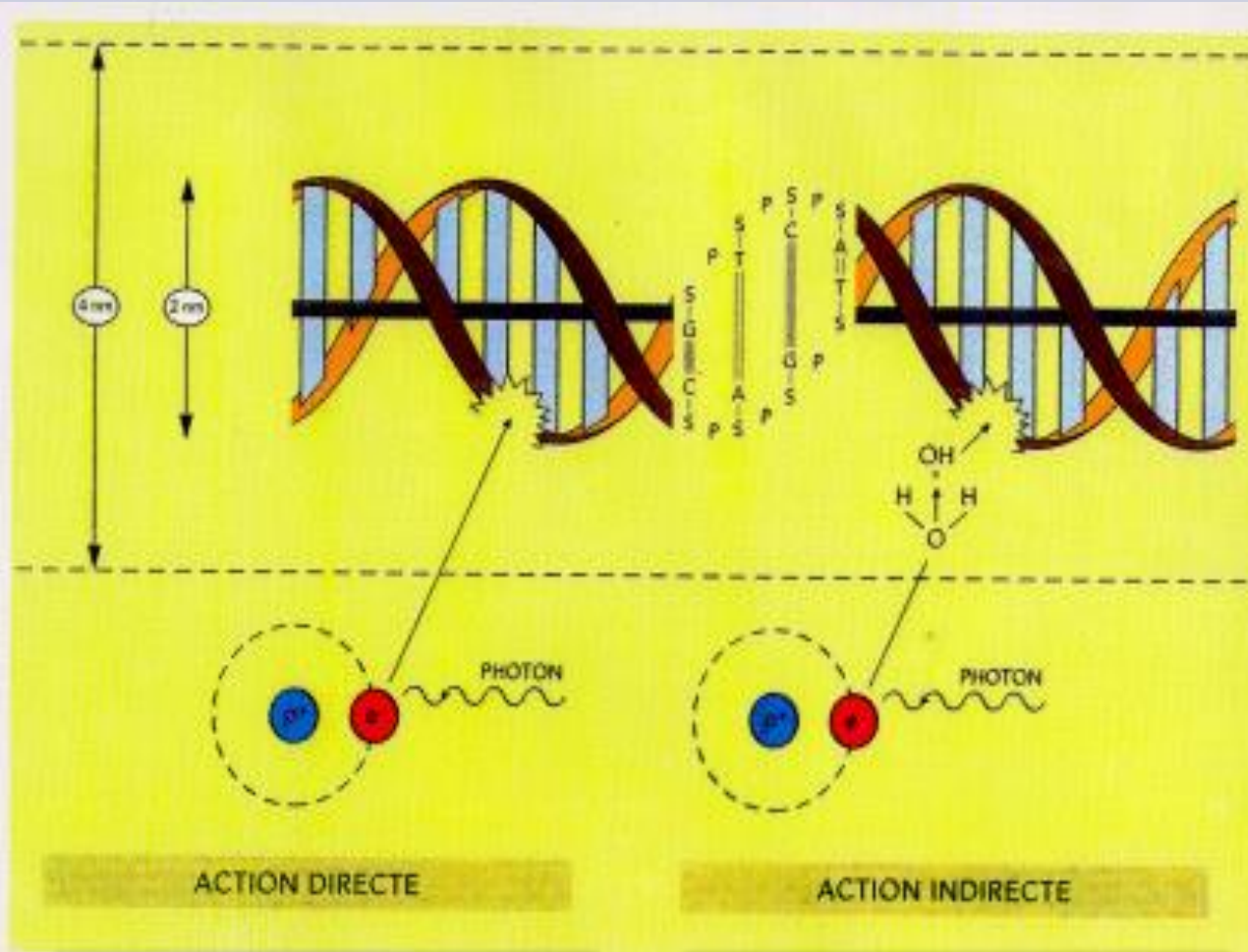
- Absorción
- Inhalación
- Consumo

Irradiación



2

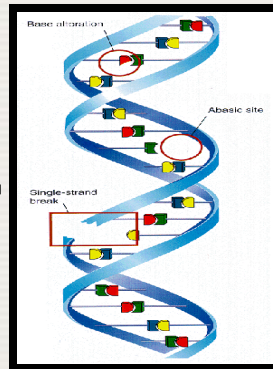
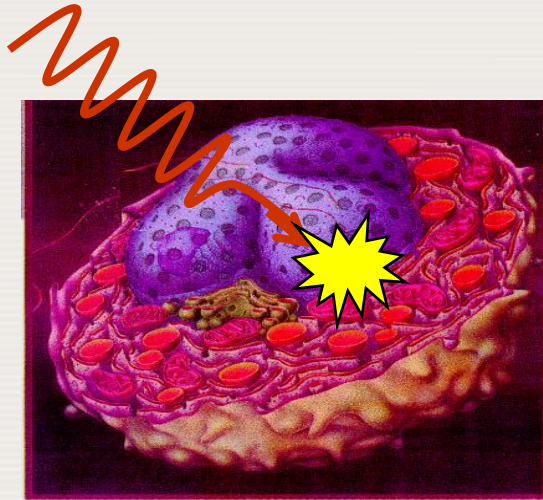
Interacción de la radiación con ADN



ACCION DIRECTA

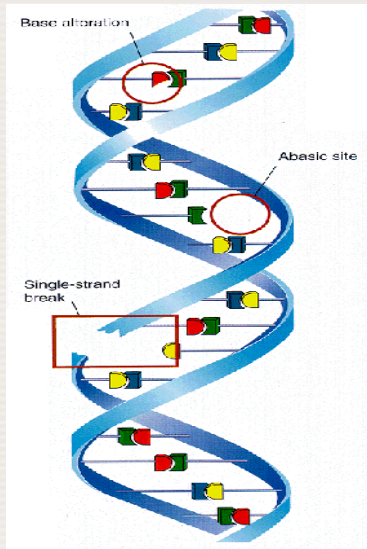
ACCION INDIRECTA

Exposición de la célula



La radiación
incide en el
núcleo celular

Sucesos luego de la exposición celular



Mutación ADN



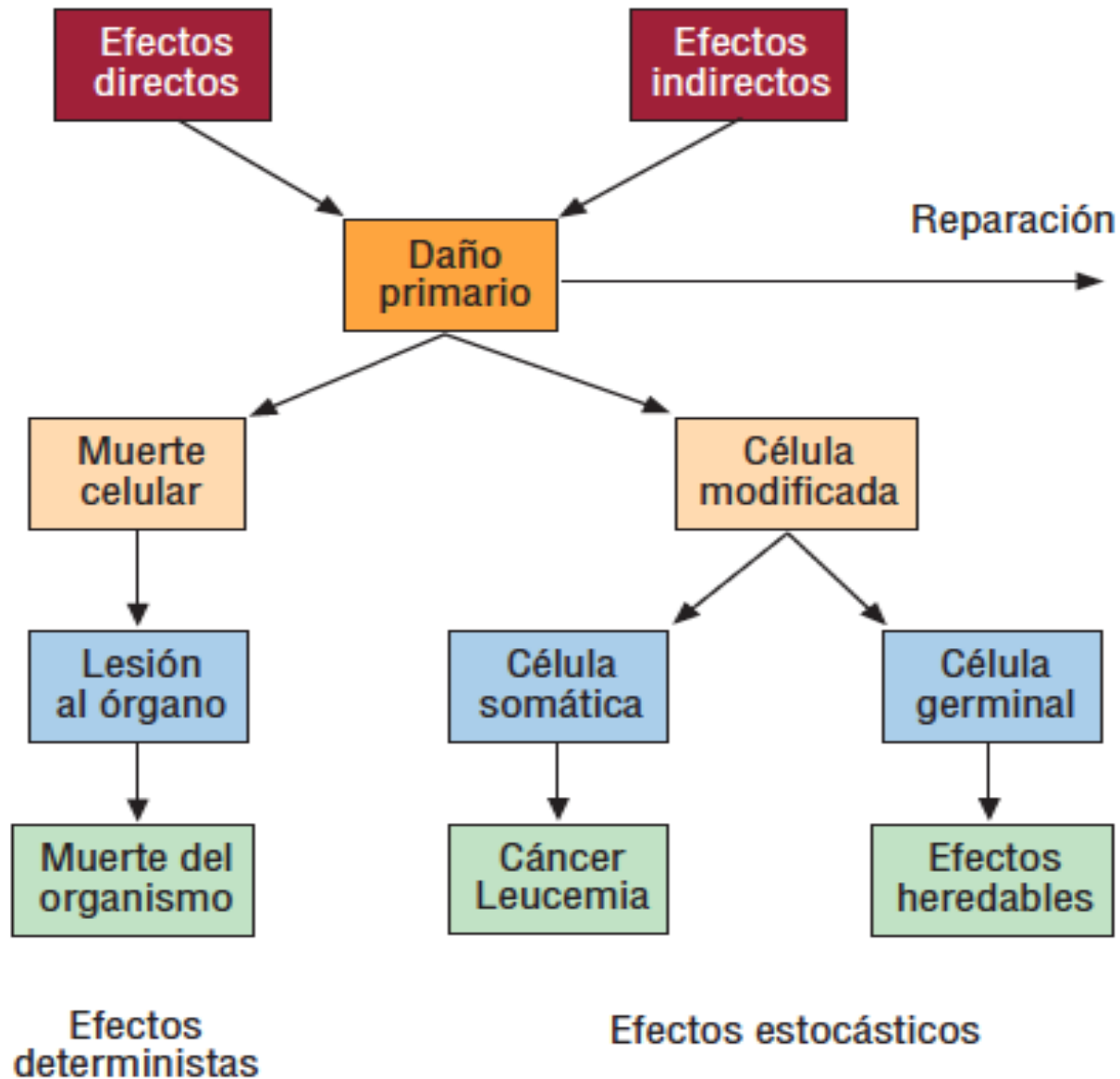
Célula viable



Célula no viable



Cáncer?



Efectos biológicos

A nivel celular

- Efectos dependen del ciclo mitótico
- Modificación: si reparación de ADN falla

Factores *calidad de radiación
 *fraccionamiento de D
 *tasa de D

Efectos biológicos

A nivel sistémico

Determinísticos

Estocásticos

Efectos de la radiación en humanos



Efectos de la Radiación Ionizante

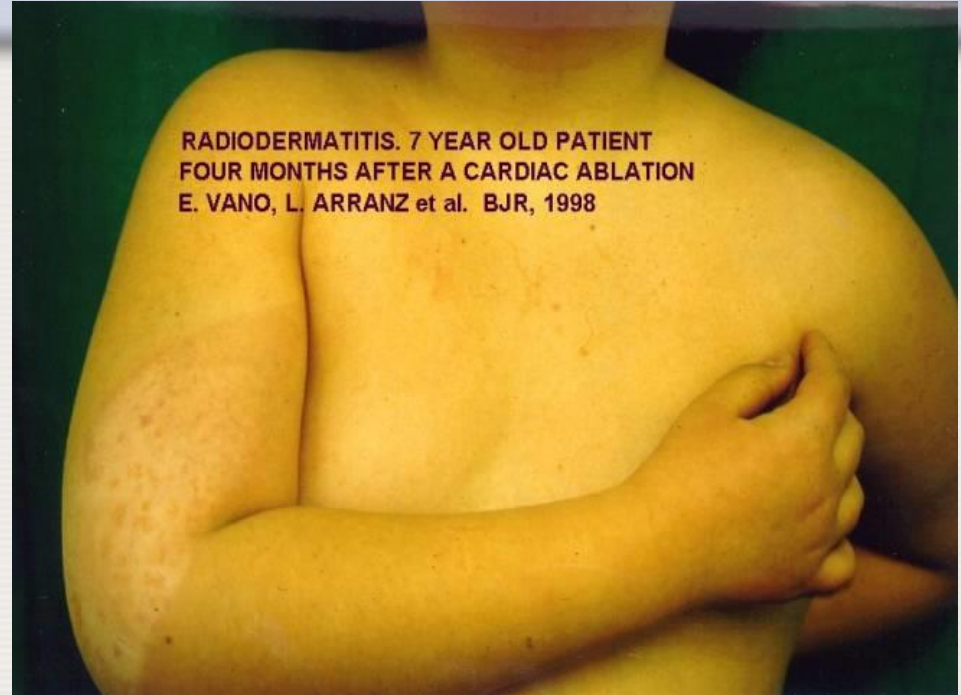
- **Deterministas**

- Daño directo al tejido debido a la muerte celular
- Desequilibrio entre tasas de pérdida y sustitución celular
- Observables en período de días hasta varias semanas
- La severidad del daño depende de la dosis
- Existe un nivel de umbral

Ejemplos: lesiones de la piel, depilación, anomalías congénitas, formación de cataratas



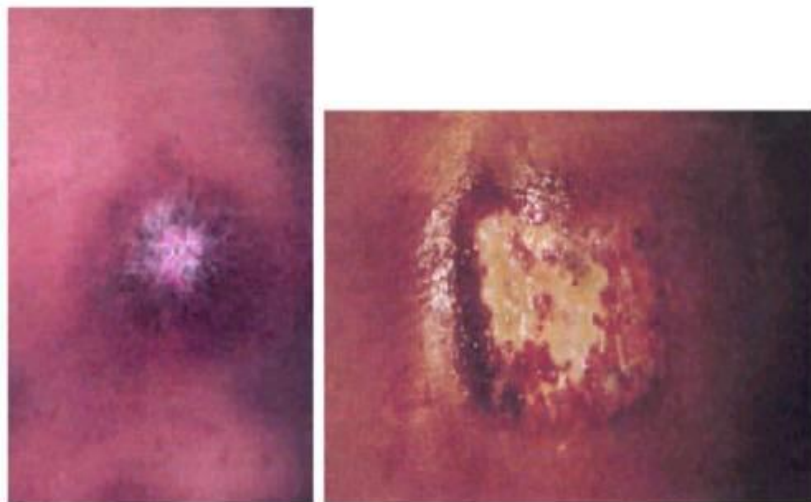
Efectos Determinísticos



**RADIODERMATITIS. 7 YEAR OLD PATIENT
FOUR MONTHS AFTER A CARDIAC ABLATION
E. VANO, L. ARRANZ et al. BJR, 1998**



**1 = POSTERIOR SUBCAPSULAR OPACITY
2 = PARANUCLEAR DOT OPACITIES
Vano E et al. ; B Jr Radiol 1998; 71:728-733**



• Efectos Estocásticos

- El daño es producido en célula
- somática o germinativa.
 - Son mutaciones puntuales o alteraciones cromosómicas.
 - La probabilidad de ocurrencia es función de la dosis
 - No existe umbral

GRAVEDAD NO DEPENDE DE DOSIS

FRECUENCIA ES FUNCION DE D y D/t

Ejemplos: cáncer radioinducido, trastornos hereditarios

Efectos Biológicos

- b) Tiempo de correnencia
 - Inmediatos
 - Tardios
- C) Nivel de danos
 - Somáticos
 - Genéticos
- Classificación com base a:
 - a)DOSE ABSORVIDA
 - Estocásticos
 - Deterministicos

Por tanto, necesitamos protegernos.

ES NECESARIO CONOCER EL
FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS
EMISORES DE RADIACIÓN

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE RAYOS X DENTAL

Tipos de equipos

- **Unidades “intraorales”**
 - Tubo dental estándar
 - Usa un receptor de imagen intraoral

Unidades Extra-Oral

- Panorámico (OPG)
- Cefalométrico (cef.)
- CT- Con Beam

Equipos de rayos X dentales intraorales



Equipos de Rayos-X Dental Intra Oral

APARATO DE RAYOS X

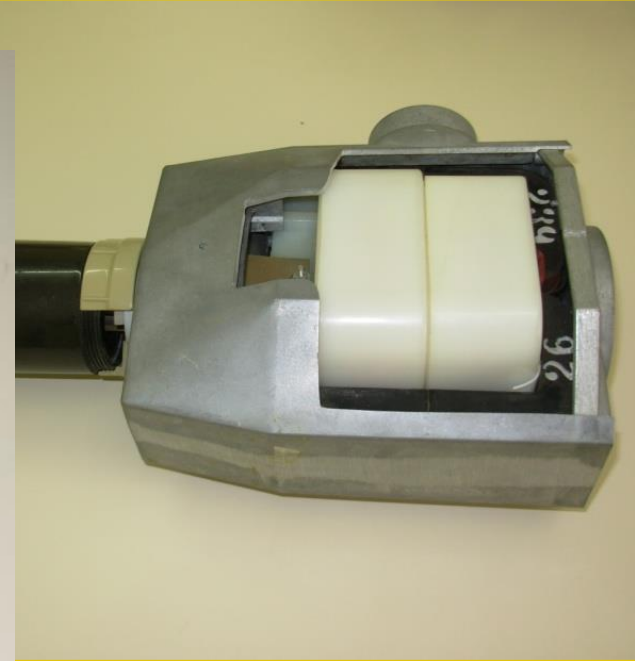


Los tres componente principales de los equipos de rayos X son:

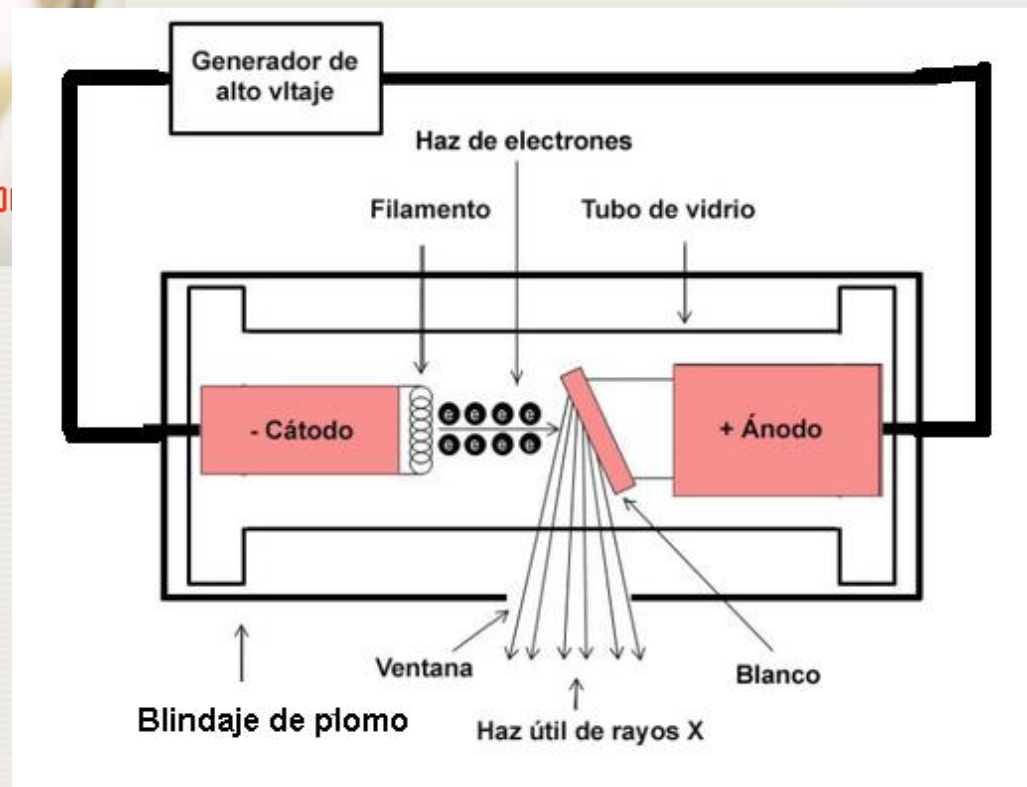
- 1- Tubo de rayos-X
- 2-Generador de alta voltage
- 3- Panel de control

Cabezote de equipo de rayos-X

Feixe
R-X



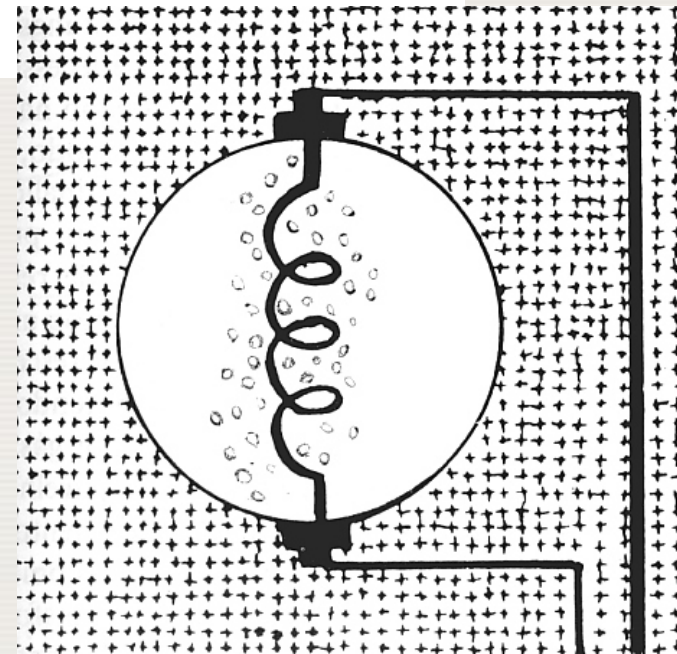
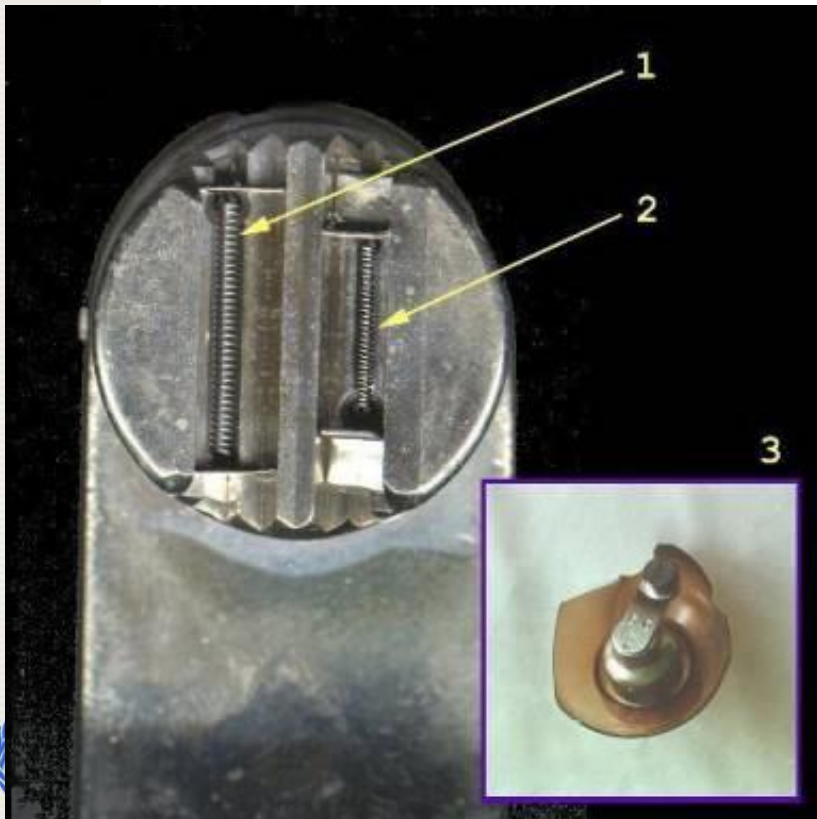
Tubo de Rayos-X



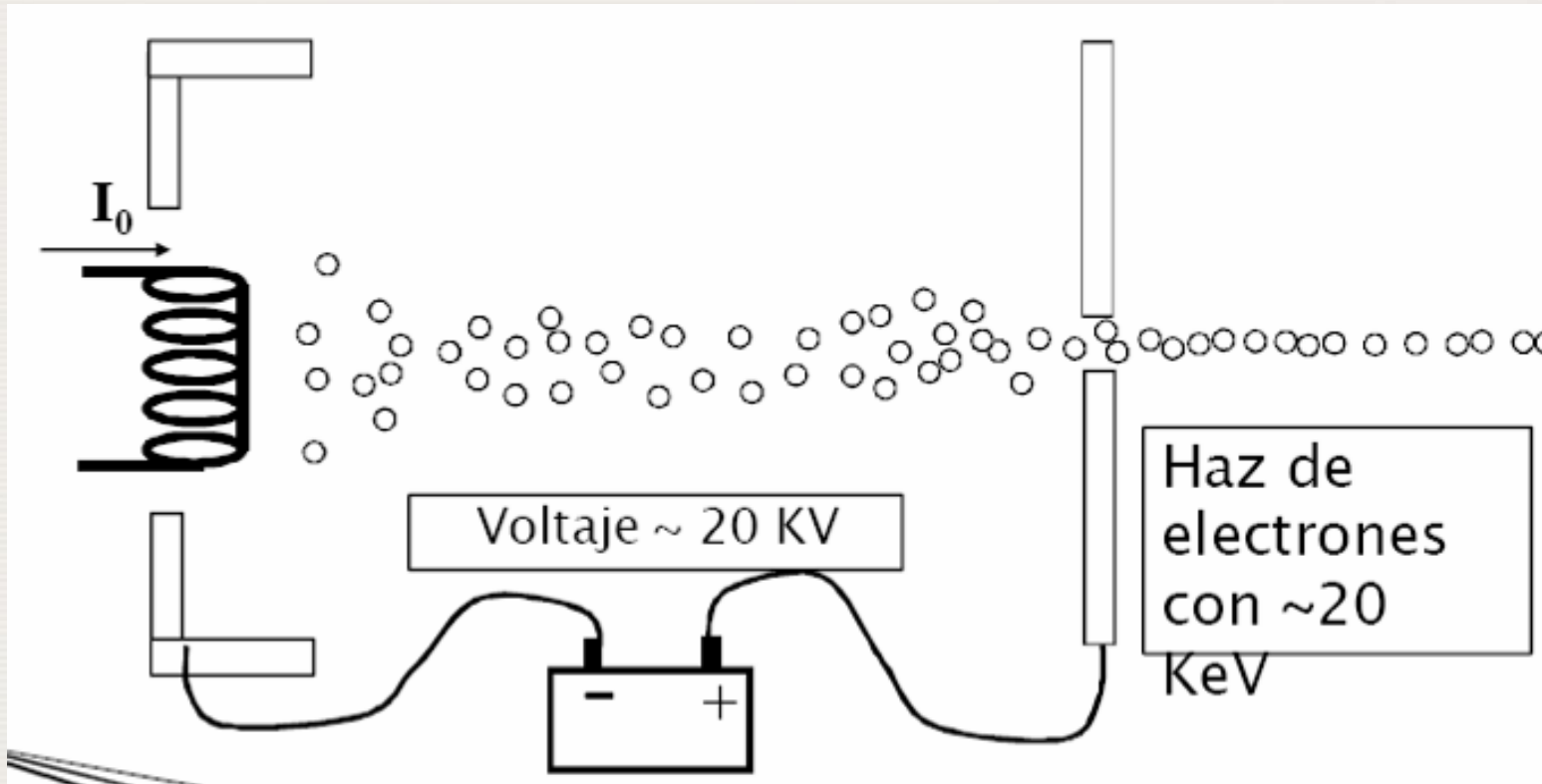
Cátodo

Contiene un filamento de tungsteno, en forma de espiral.

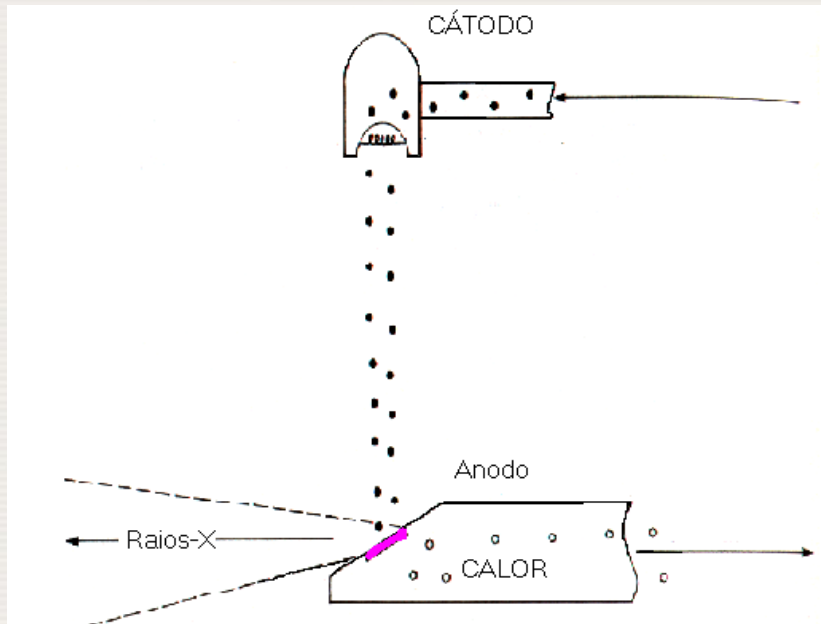
Este filamento al ser calentado actúa como una fuente de electrones, que dirige estos mismos hacia la dirección deseada.



El Filamento se calienta y electrons son liberados



Ánodo



- - Es la componente del tubo de rayos X en el cual se producen los rayos-x
- El ánodo funciona como el soporte del blanco

Funciones del ánodo:

- ✓ Producir rayos-x
- ✓ Dispar el calor creado durante el proceso



IAEA

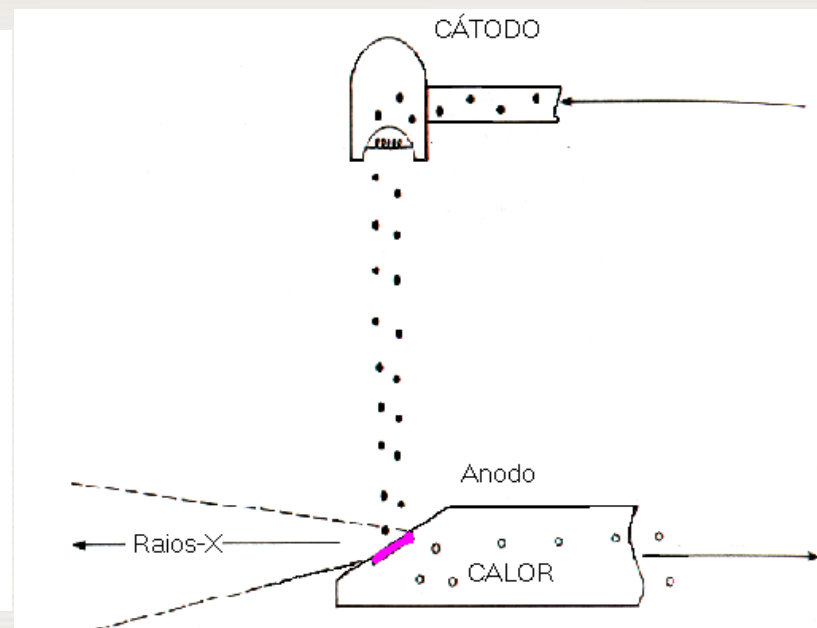
HJKhoury- 2018

Protección Radiológica en Radiología Dental

- **ÁNODO**

Es de cobre por ser buen conductor de calor.
Va desde un extremo hasta el centro.

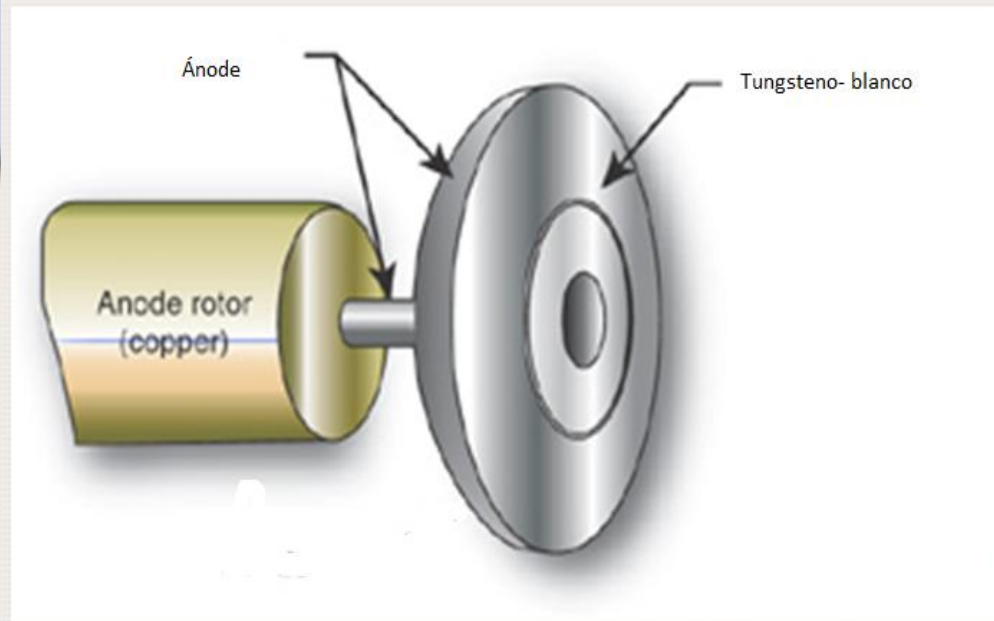
Hacia el centro se encuentra un bloque
tungsteno (El blanco → es donde chocan los
electrones, llamado punto focal)



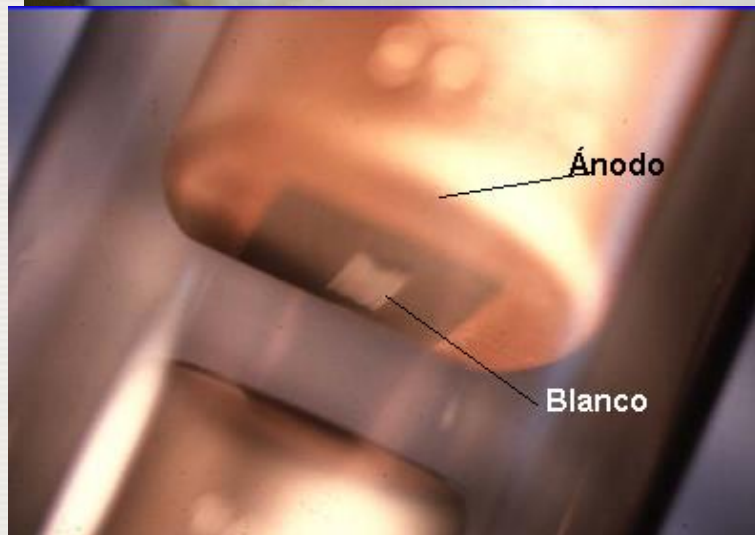
Hay dos tipos de ánodo:

- El fijo
- El rotatorio

Tipos de Ánodo



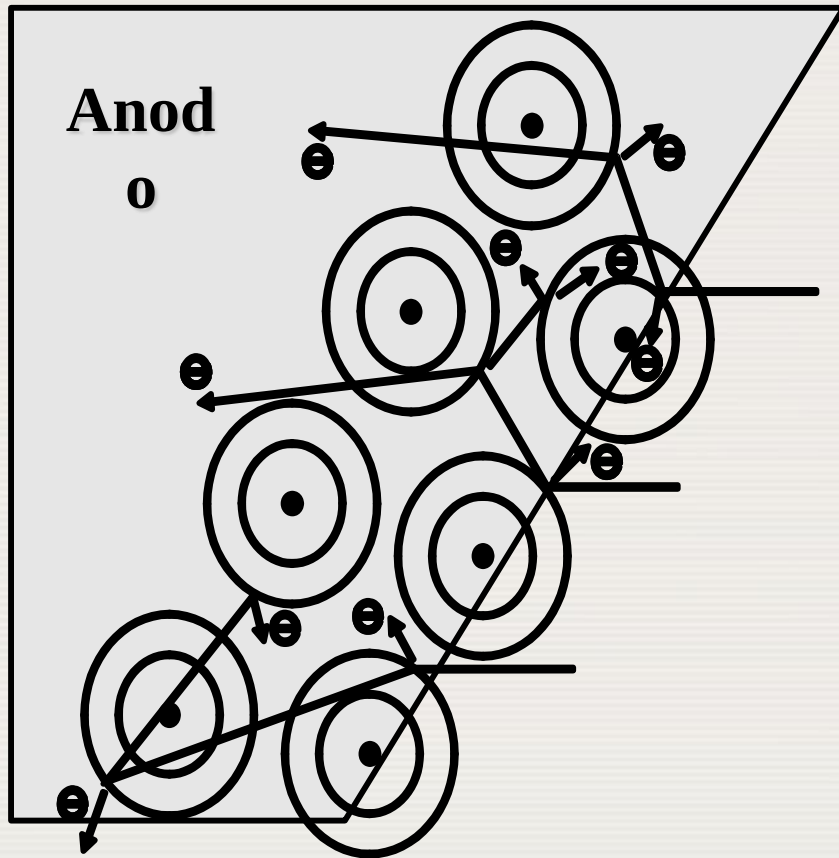
Ánodo rotatorio



Blanco

- La radiación se produce sobre una superficie muy pequeña llamada blanco o foco
- Material: Tungsteno
 - número atómico alto
 - punto de fusión – 3370 °C

Blanco

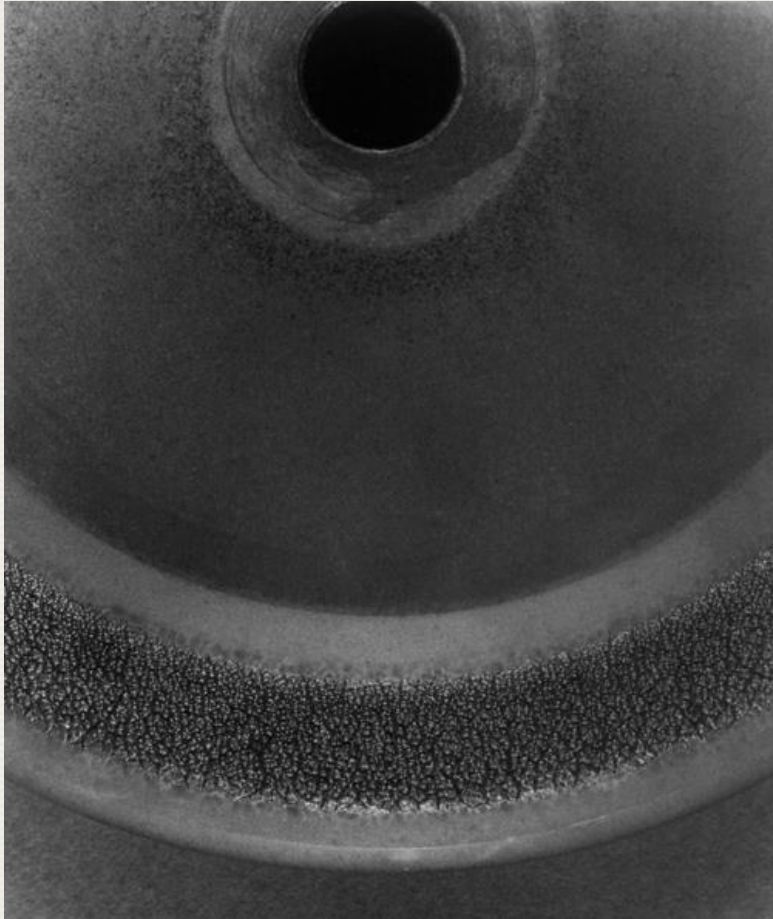


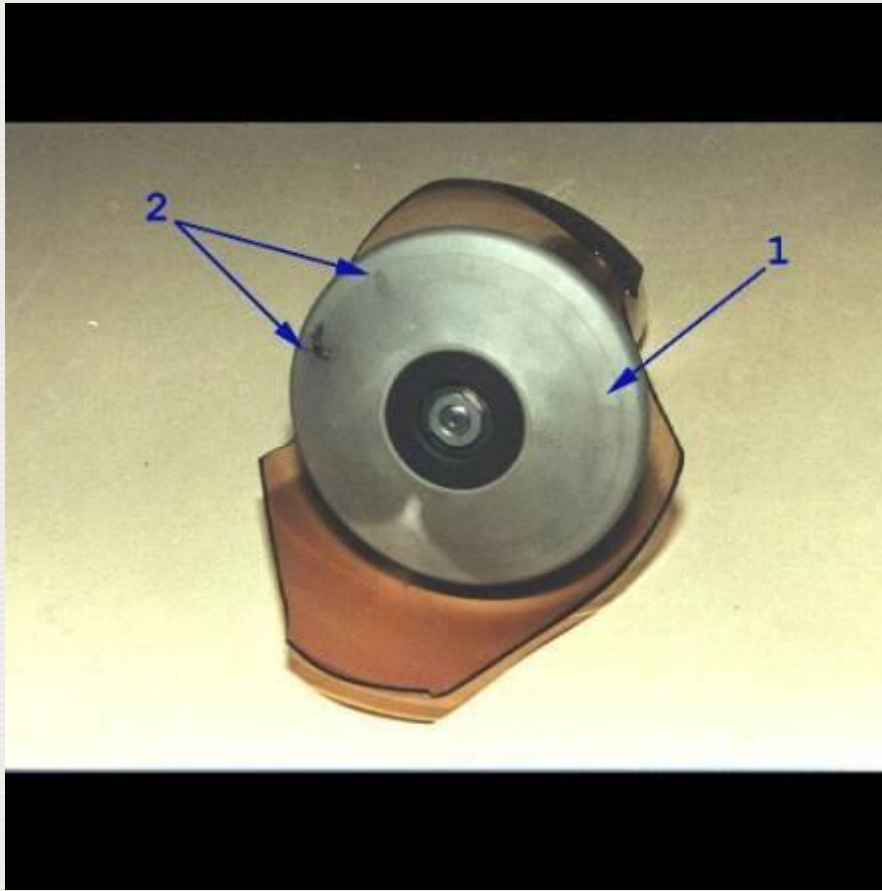
- Es el área del ánodo donde ocurre el impacto directo de los electrones
- Los electrones interactúan con el blanco y transfieren energía (cinética) a los átomos del blanco generando calor y rayos X

Como se producen los Rayos-X

- La interacción de los electrones con los átomos de tungsteno producen los rayos X.
- Menos de 1% de la energía de los electrones se transforma en rayos-X, y el 99% restante se transforma en calor

Efecto del calor en el ánodo

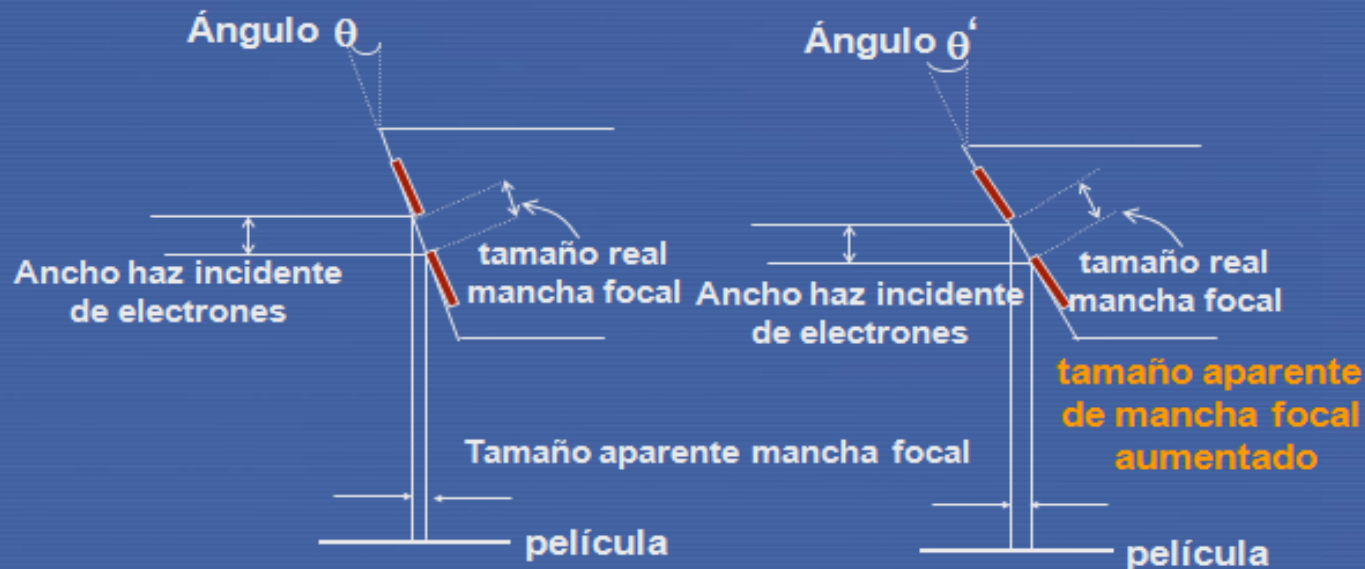




- La resolución de la imagen requiere una mancha focal pequeña
- La disipación térmica requiere una mancha grande

Este conflicto se resuelve
inclinando la superficie del
blanco

Ángulo anódico (II)



**A MENOR ÁNGULO,
MEJOR RESOLUCIÓN**

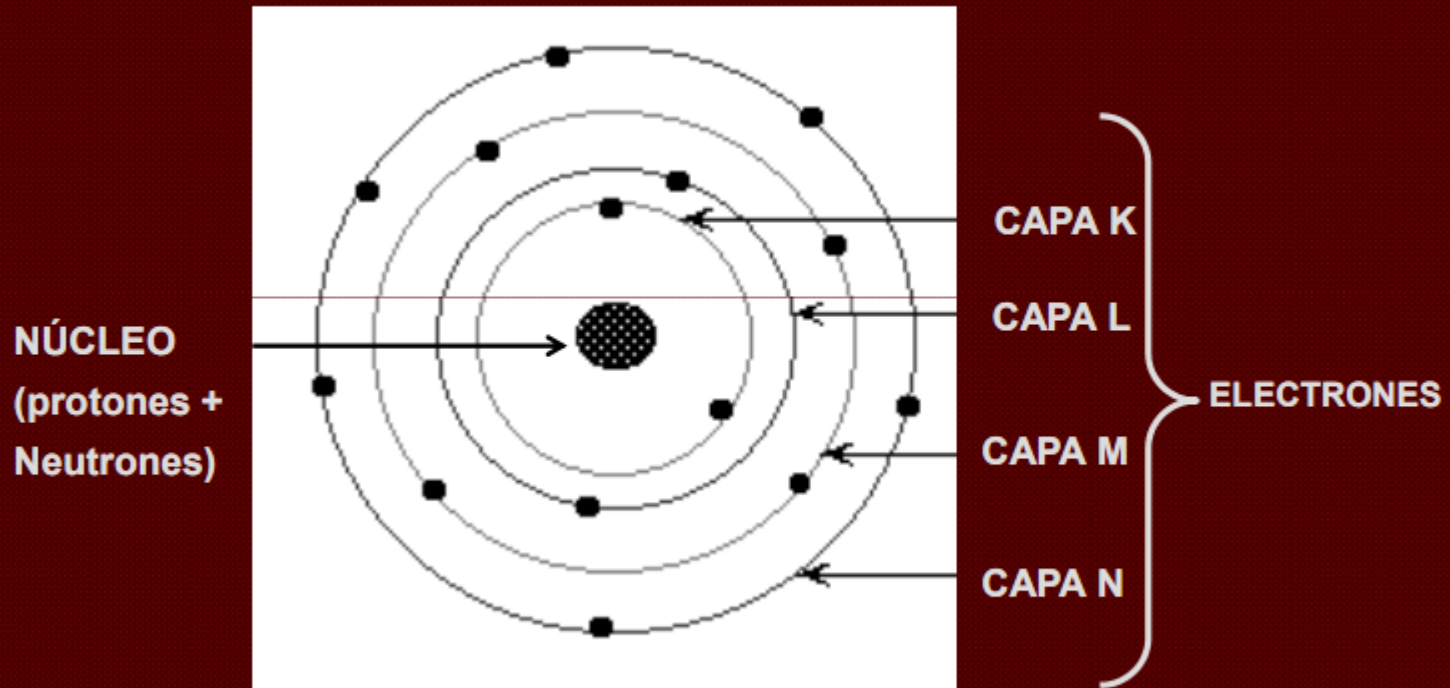
Producción de rayos-X

RAYOS X CARACTERÍSTICOS

**RAYOS X POR FRENADO DE
ELECTRONES O de (BREMSSTRAHLUNG)**

Producción de Rayos-X

EL ÁTOMO

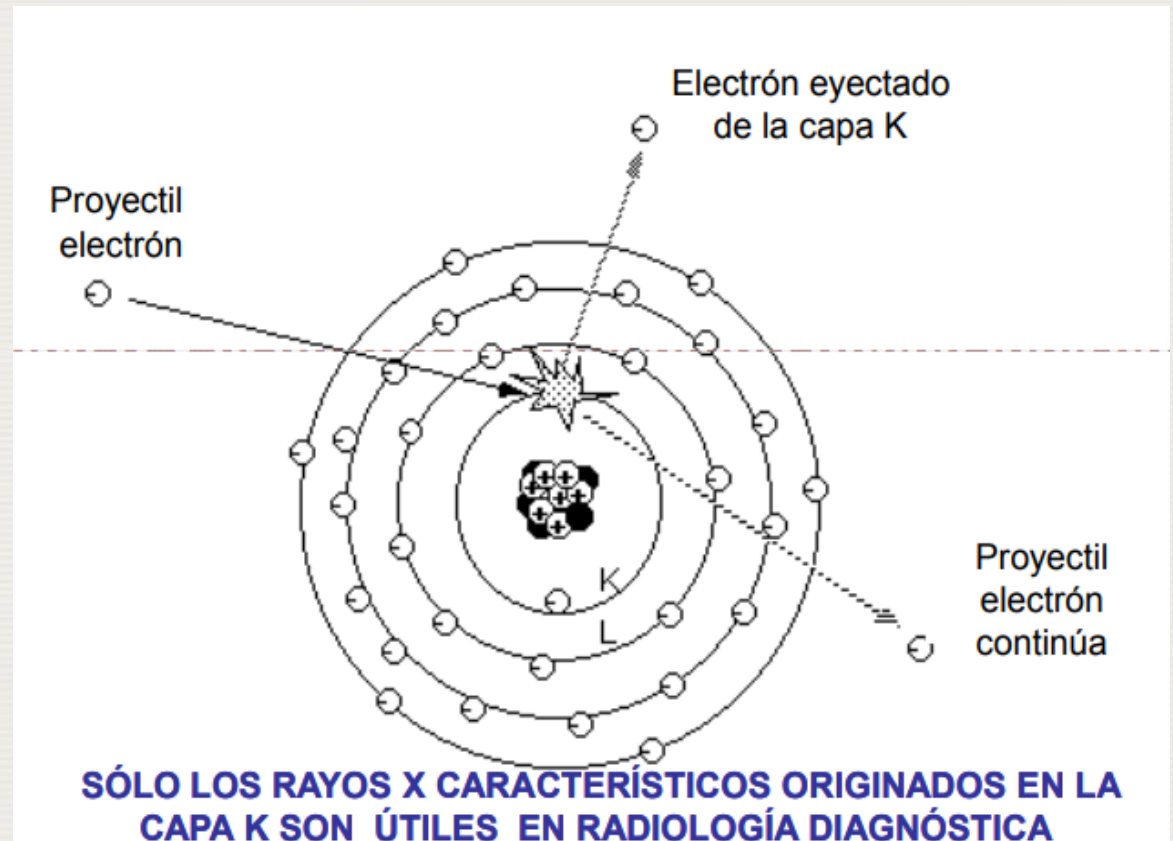


MODELO ATÓMICO DE BOHR (COMO EL SISTEMA SOLAR)

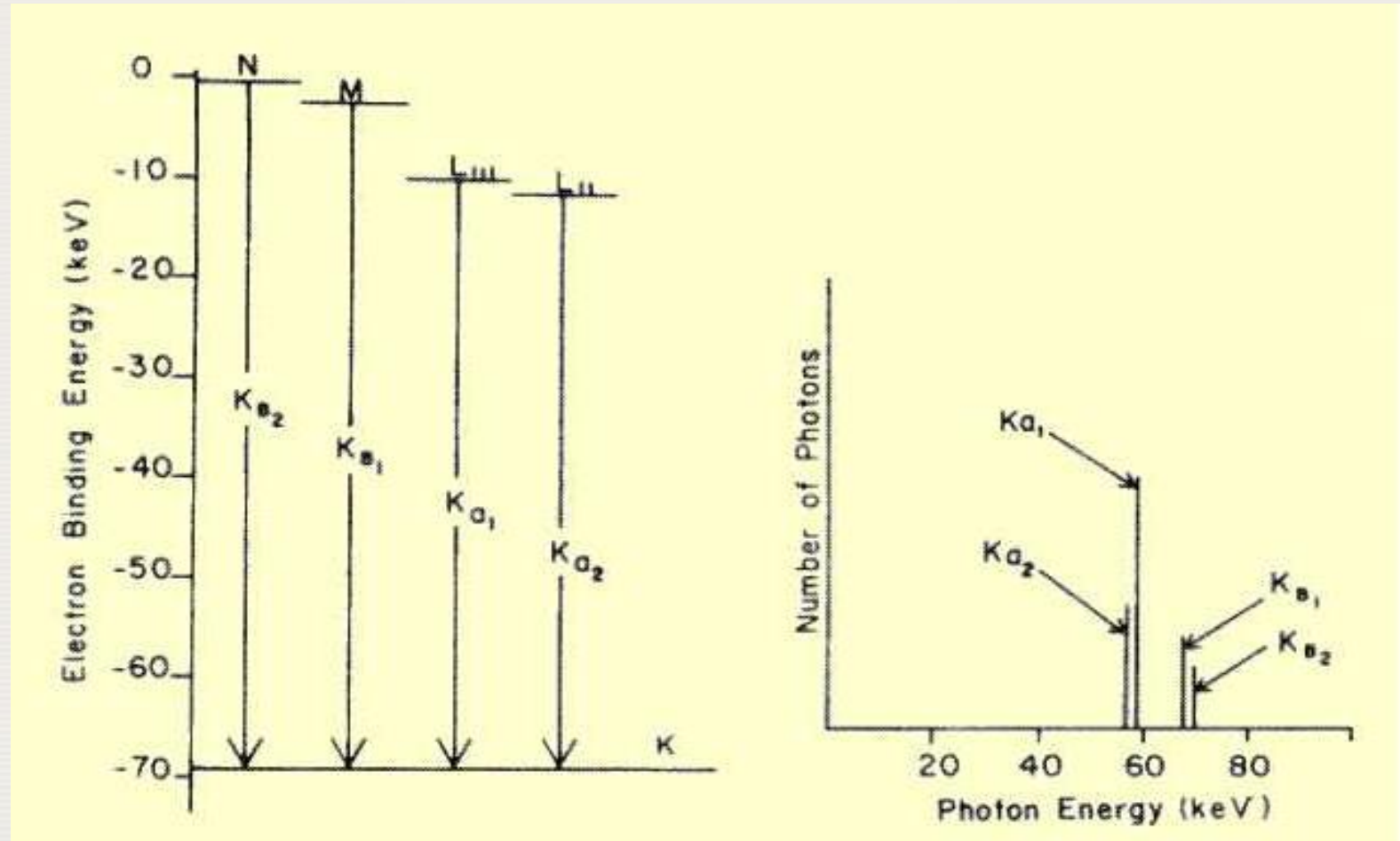
RAYOS X CARACTERÍSTICOS

Se originan en la desexcitación de electrones orbitales de las capas más internas. Tienen valores cuantificados de energía, que dependen de la especie química.

Cuando un electrón de alta energía transfiere energía para un electrón de una capa profunda del átomo, sacándolo de su orbita.



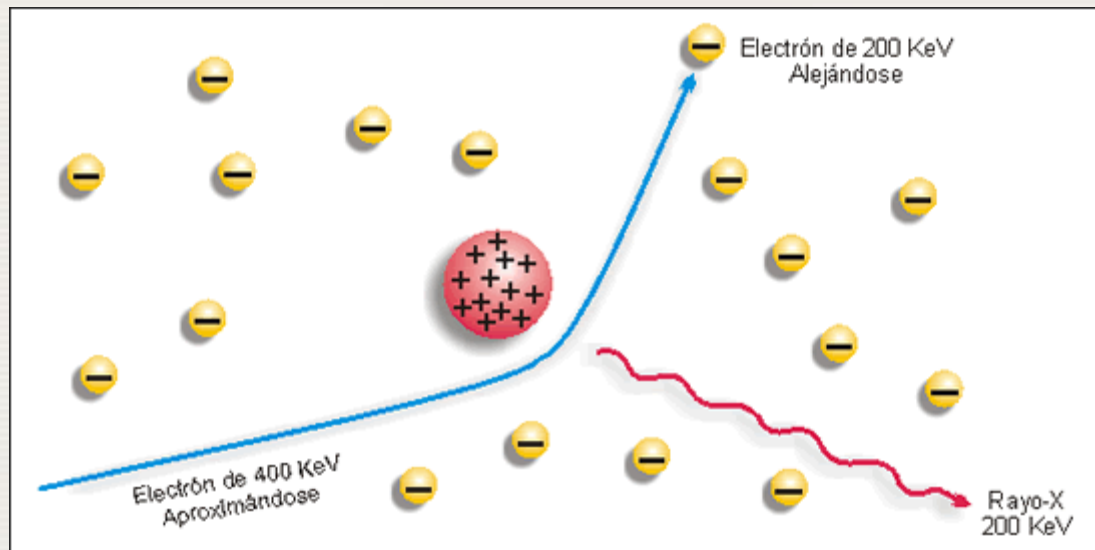
Espectro - Radiación característica



RAYOS X DE FRENADO

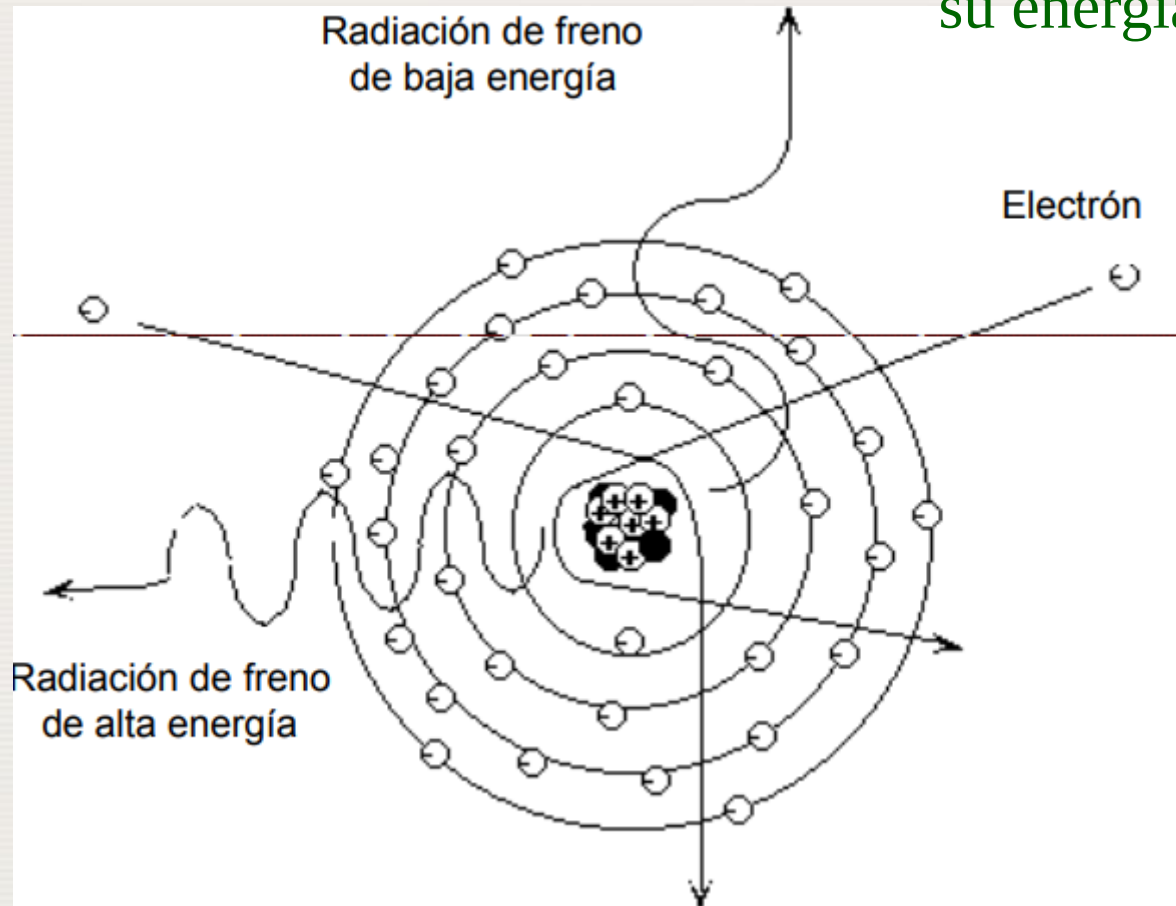
Se originan al interactuar electrones muy veloces con los núcleos atómicos de la materia.

La energía de los fotones emitidos tiene valores comprendidos entre 0 y la energía cinética original del electrón, predominando los de menor energía.



Radiación de Freamento

El electrón de alta energía se acerca del núcleo y sufre una reducción en su energía cinética.



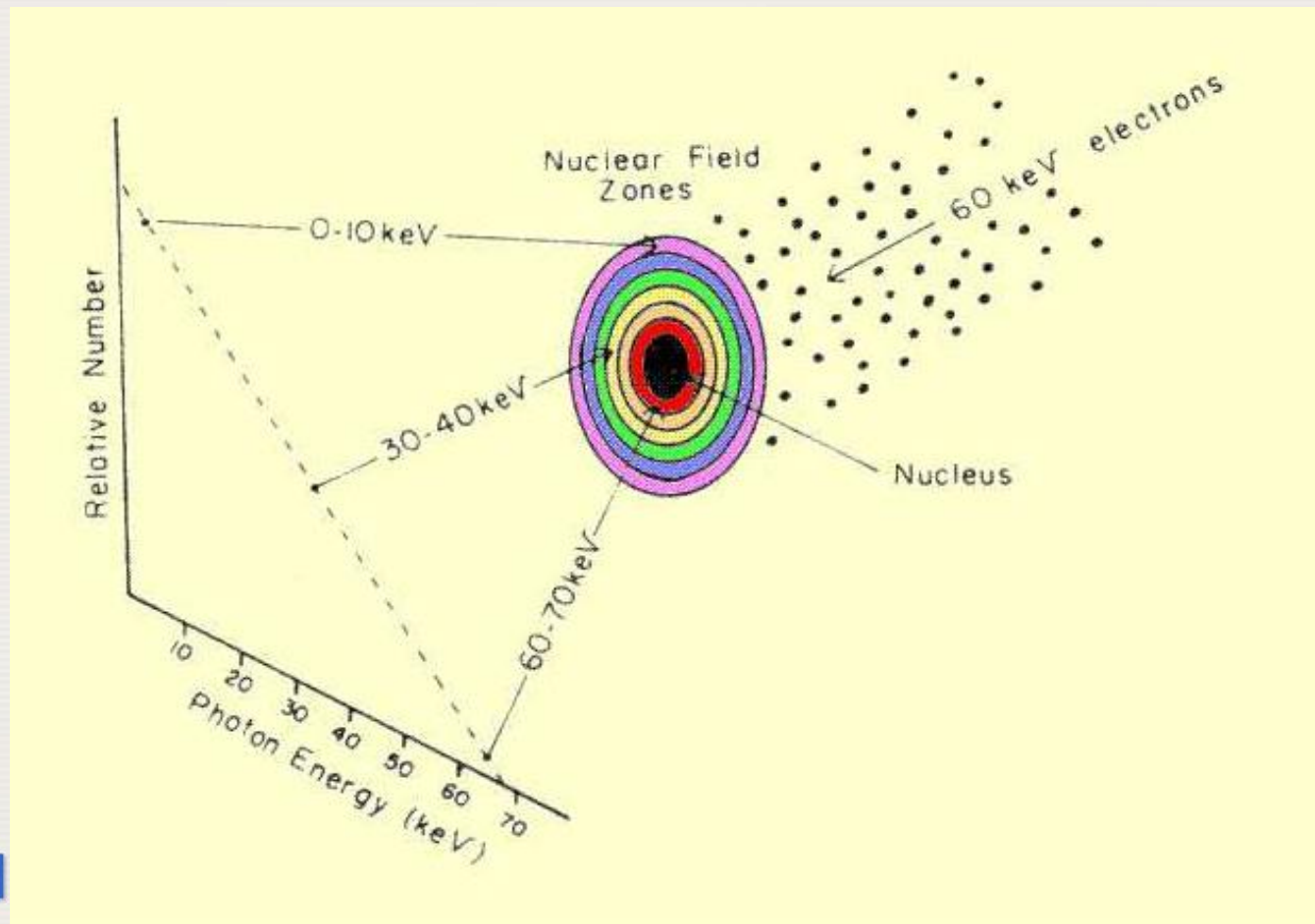
Esta diferencia de energía cinética es irradiada por el electrón, produciendo un rayo-X de frenado o Bremsstrahlung

Radiación de Frenado

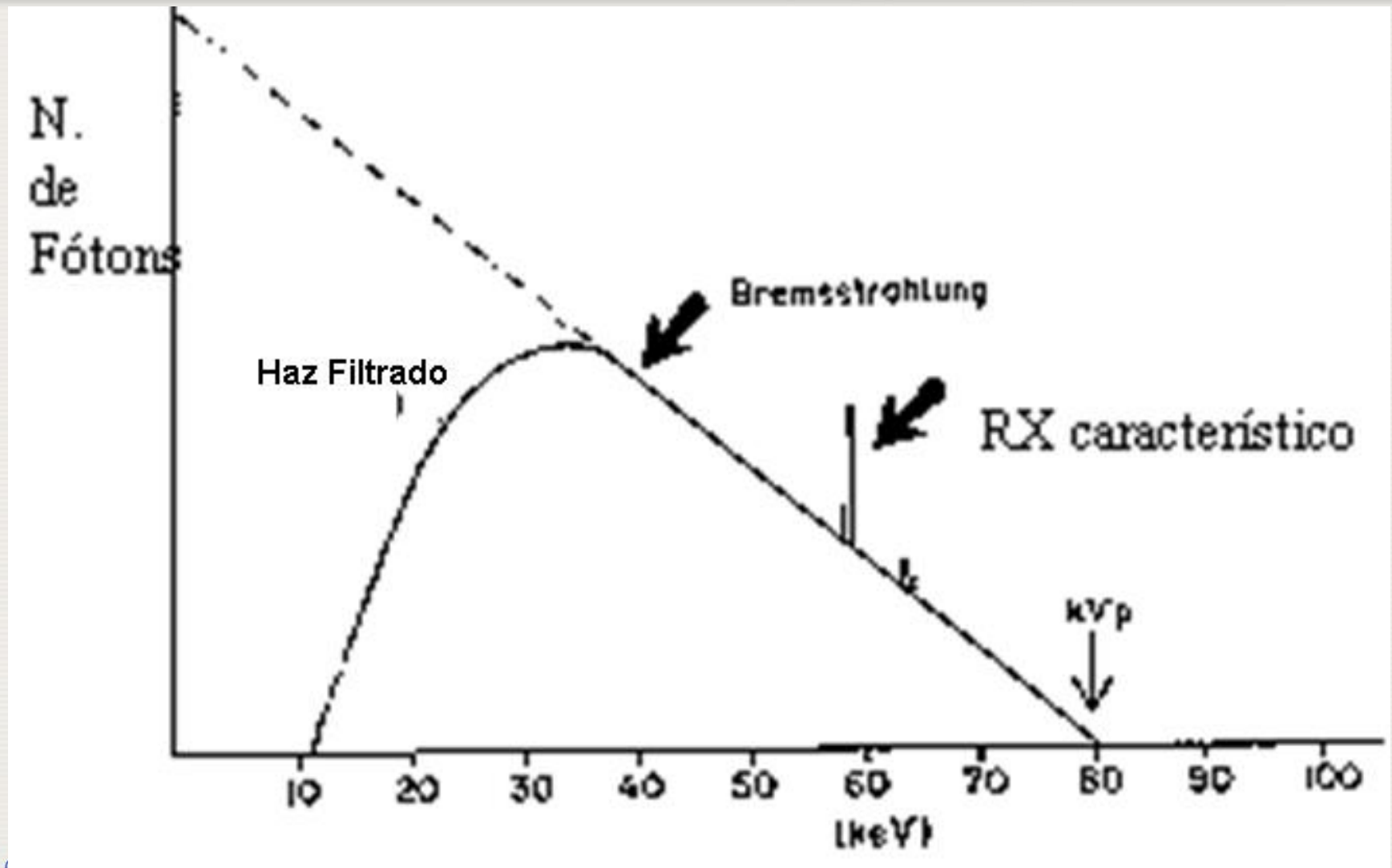
- La energía máxima de los fotones de rayos X son determinados por la diferencia de voltaje entre ánodo y cátodo
- La variación de voltaje altera el espectro de Bremsstrahlung

Espectro de la Radicion Caracteristica

- Espectro continuo



Espectro de rayos-X



PROPORCIÓN

Si el kilovoltaje (Kv) es de 70:

15% radiación característica

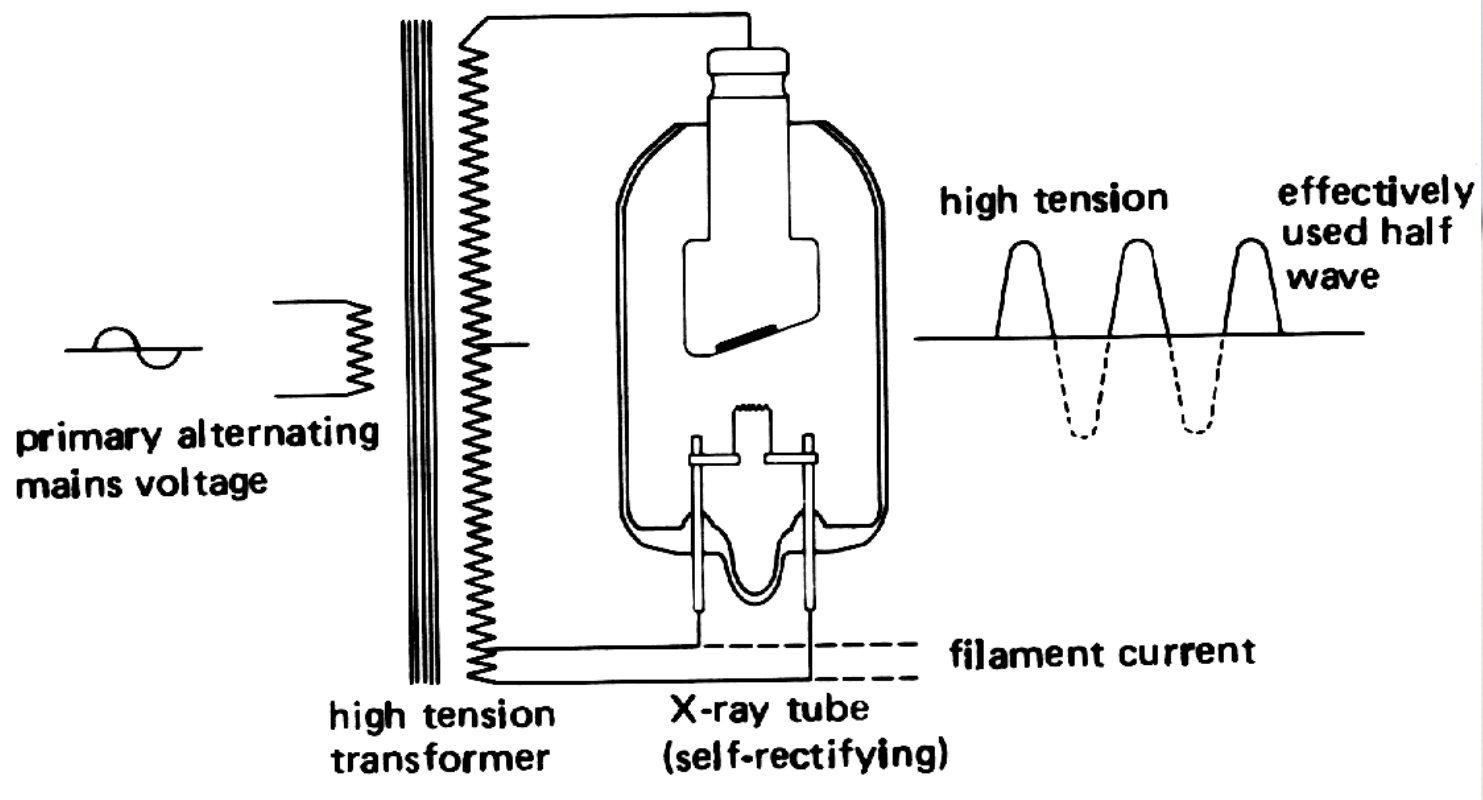
85% rayos X generales (frenamiento o bremsstrahlung)

Panel de controle

Panel de control

- Botón de encendido y luces indicadoras
- Botón de exposición o timer
- Selectores de tiempo, kV y mA
- Conectado a la corriente eléctrica

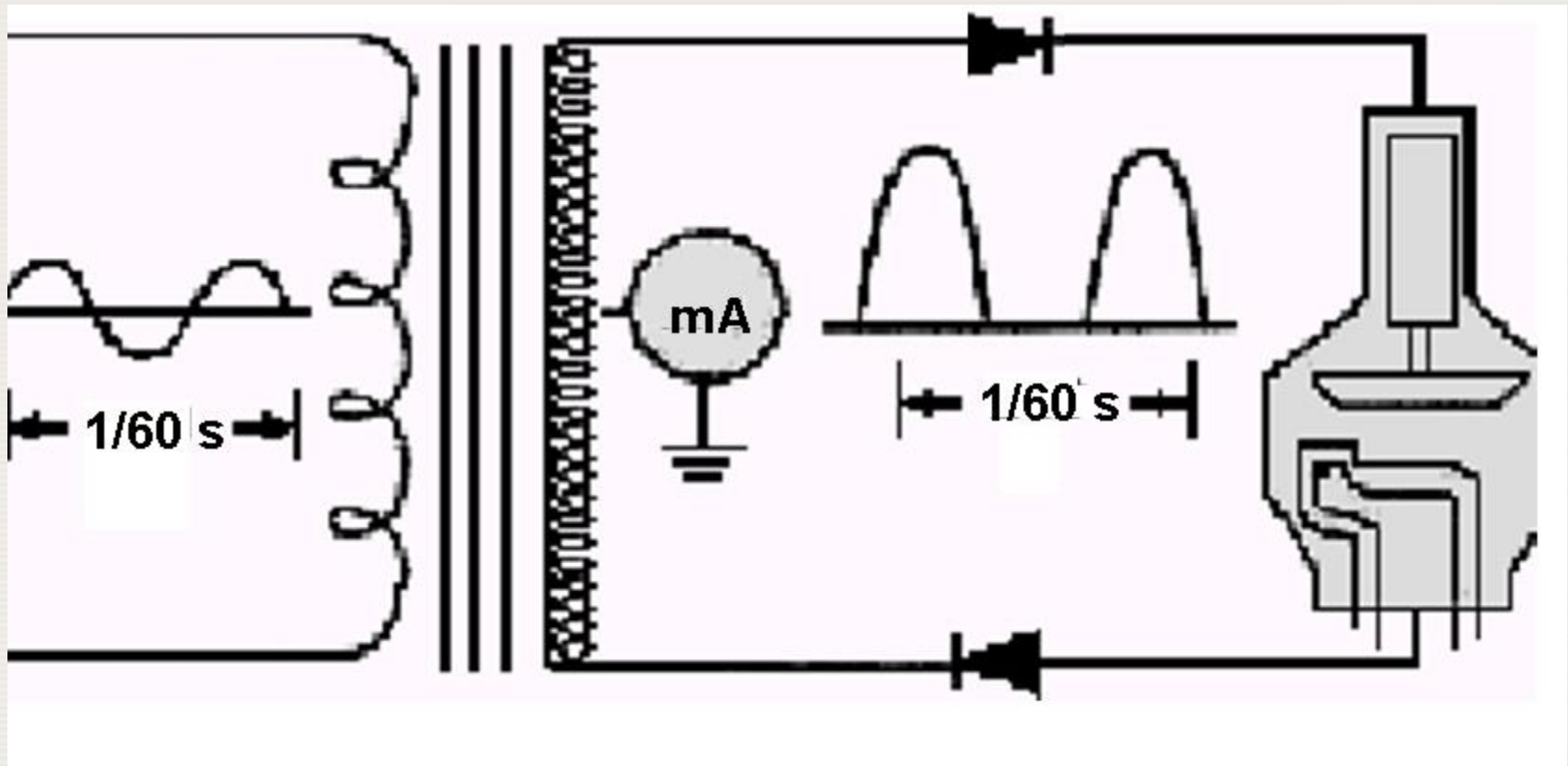




- Los tubos de rayos X se alimentan a partir de la red convencional de energía eléctrica (110 o 220 voltios de corriente alterna)
- y a través de un transformador incrementan esta tensión hasta el valor deseado, pero conservando obviamente la misma variación en función del tiempo.

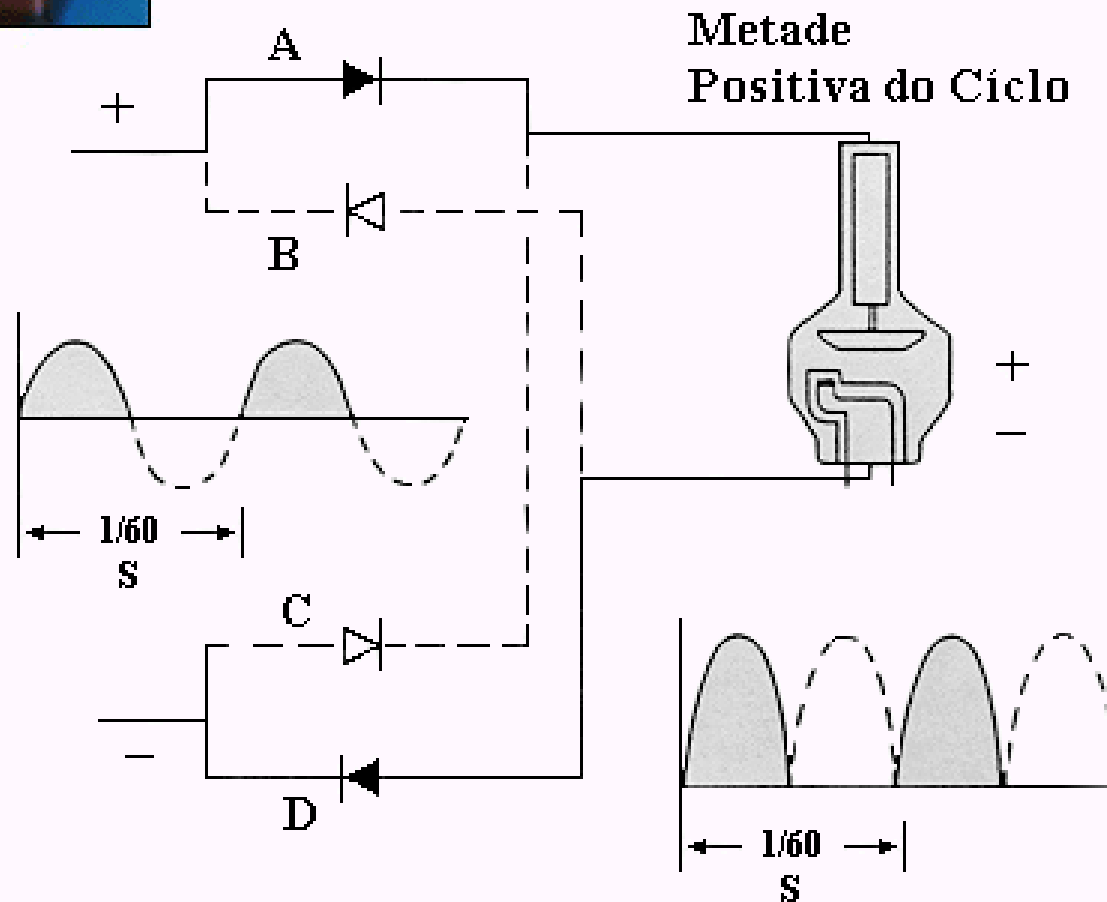
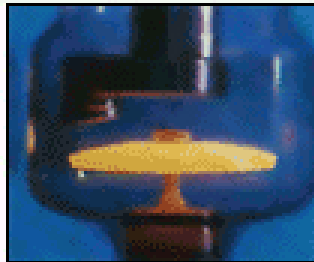
- Dado que el tubo de rayos X precisa para acelerar los electrones un potencial continuo, se procede a una "rectificación" de la corriente (eliminación de la parte negativa del potencial).
- Existen distintas posibilidades de rectificación.

Retificación de Meia-onda

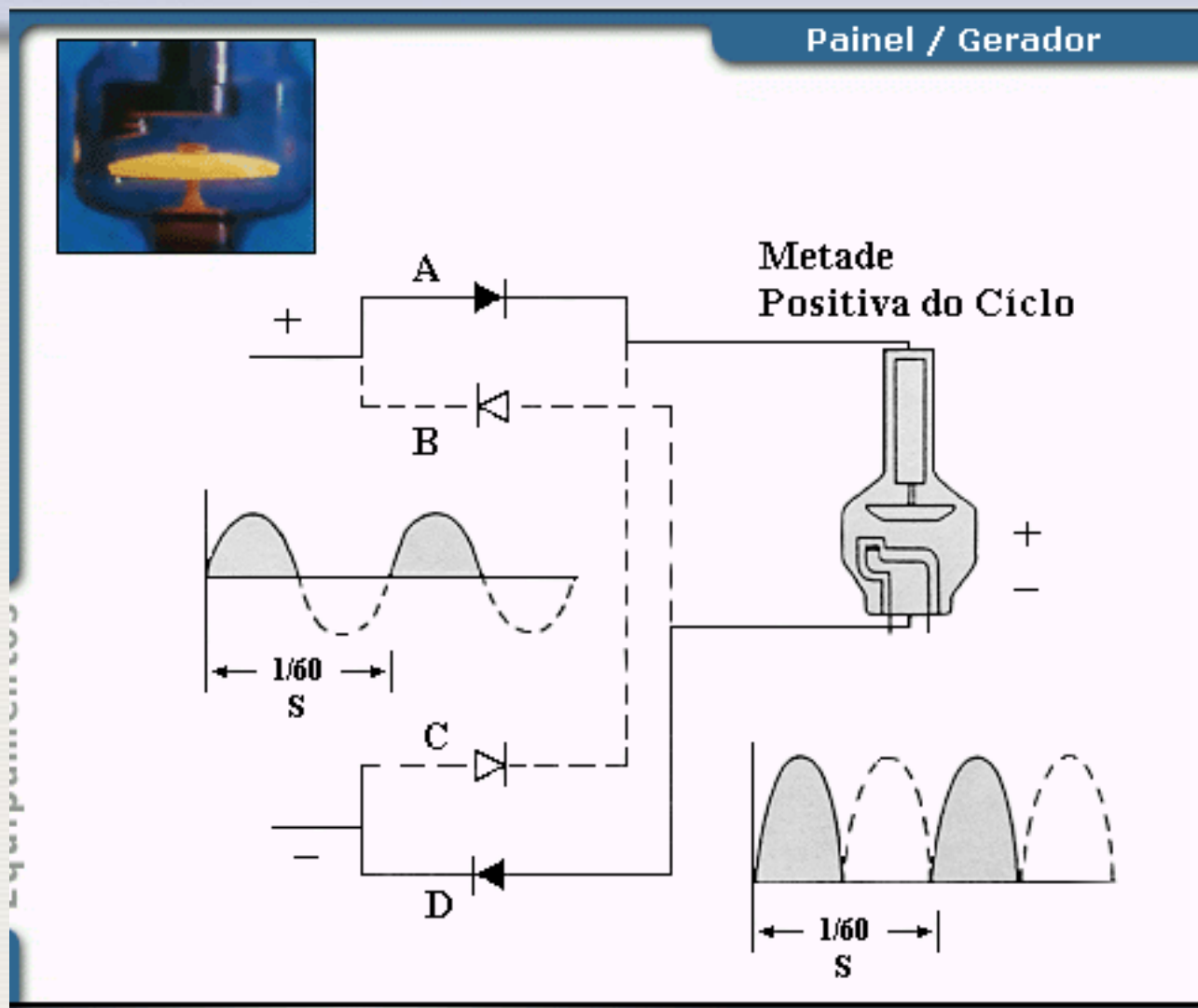


Retificação de onda completa

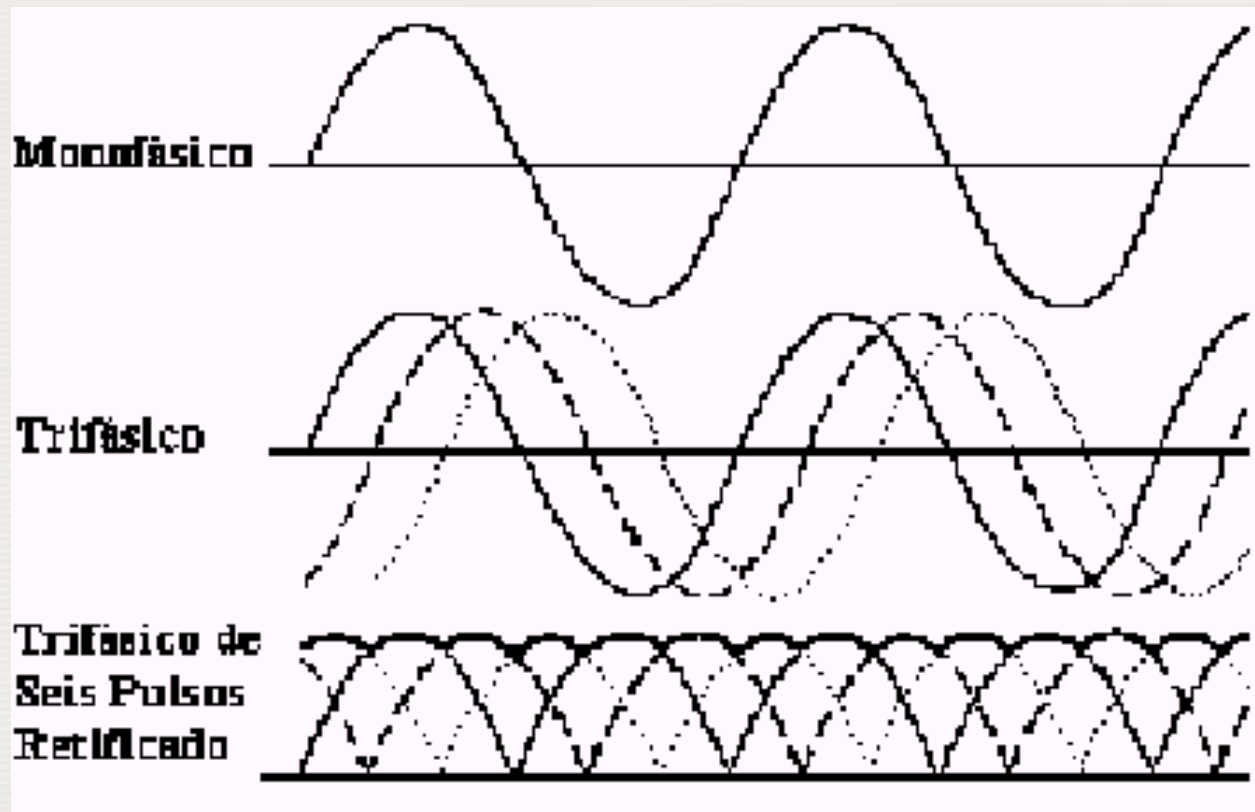
Painel / Gerador



H
J
K
h
o
u
r
y
-
2
0
1
8



H
J
K
h
o
u
r
y
-
2
0
1
8



CALIDAD E INTENSIDAD DE LOS RAYOS X

- La **intensidad** o **cantidad** de rayos X depende de la cantidad de electrones que chocan contra el ánodo en la unidad de tiempo. Depende de la **temperatura** del filamento (cátodo). Se regula con el miliamperaje (**mA**).
- El poder de **penetración** o **calidad** de los rayos X depende de la energía cinética (velocidad) con que los electrones chocan contra el ánodo. Se regula variando la diferencia de potencial entre cátodo- ánodo con el kilovoltaje (**Kv**)

- El kilovoltaje afecta a la energía media de los fotones del haz (más energéticos, mayor penetración).

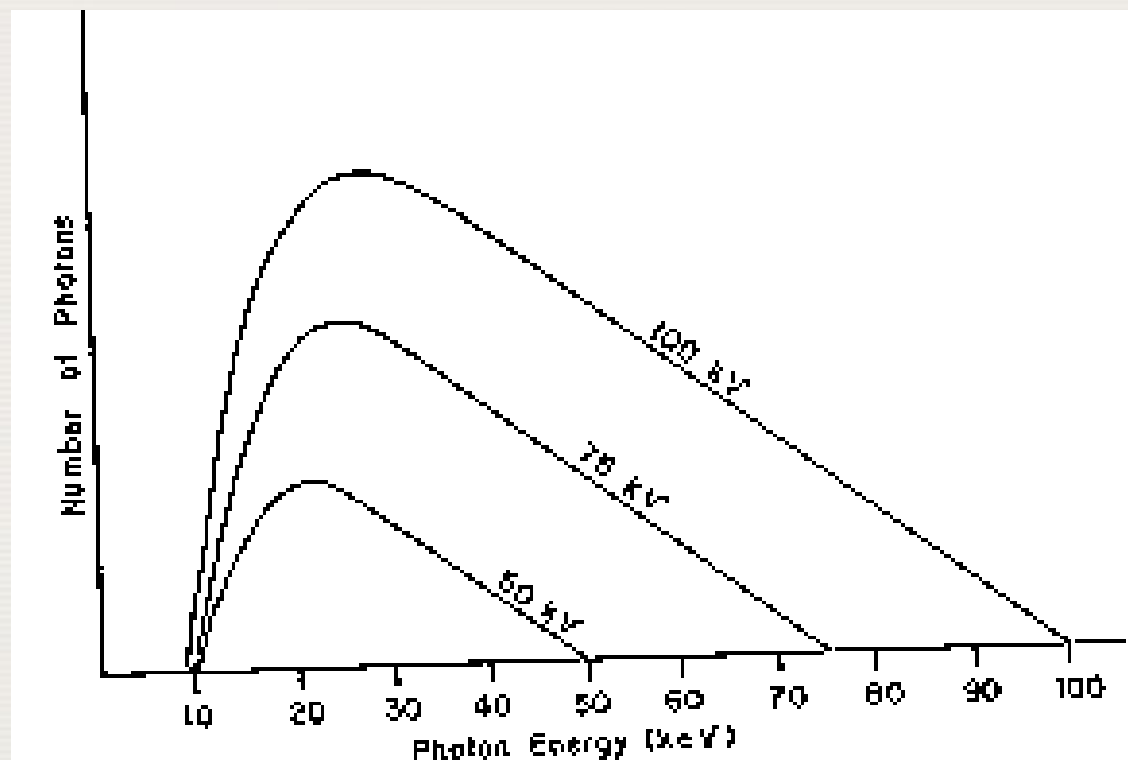
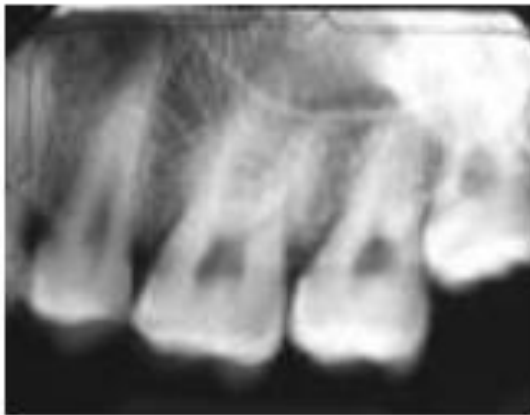


Fig 7-5 Comparison of Photon Energy Spectra Produced at Different kV_p Values

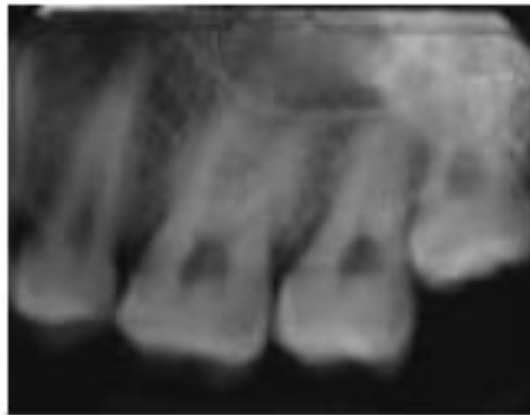
Parametros que afectan la imagen

Tension de operación.

55Kv



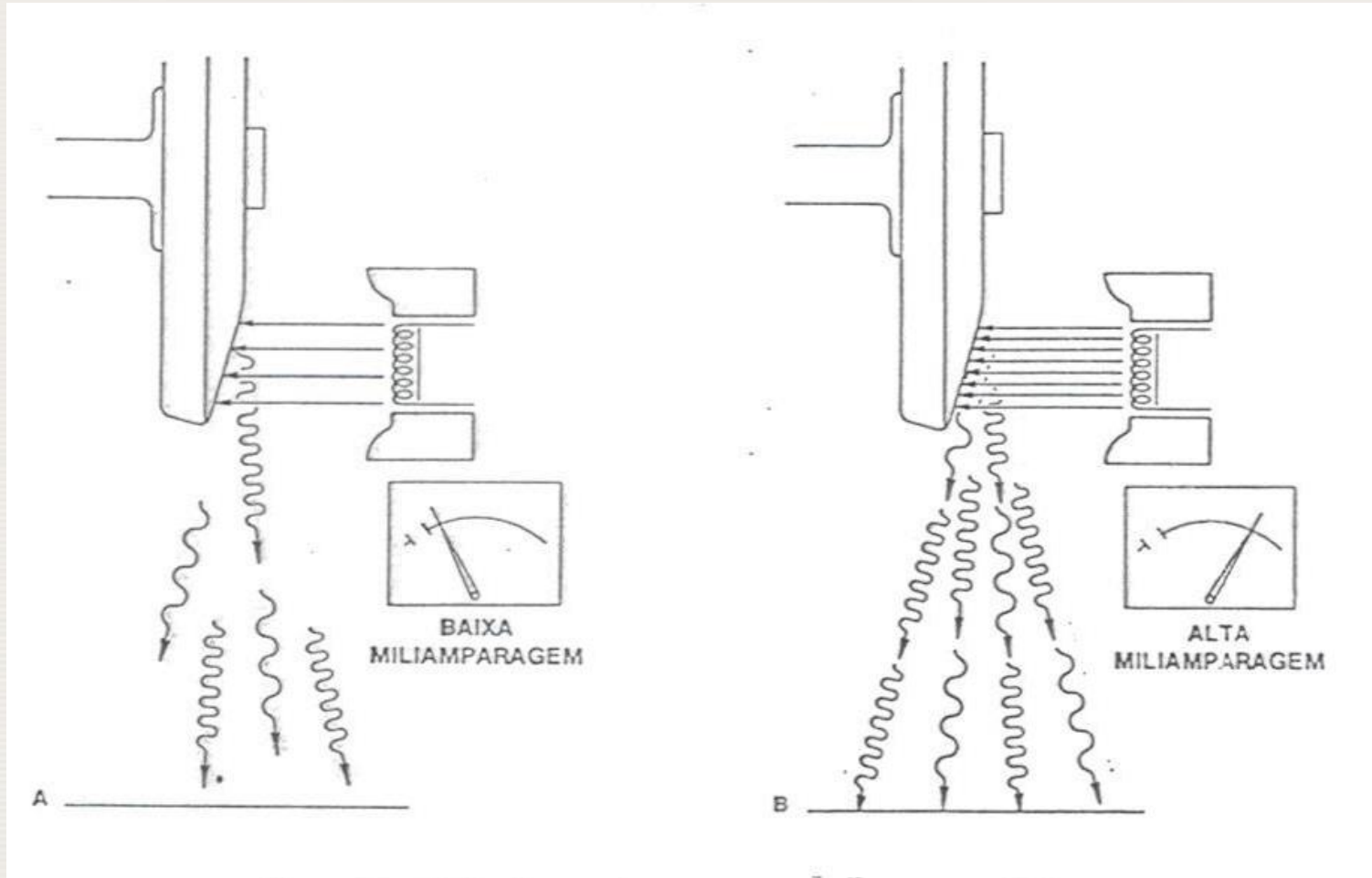
70Kv



85Kv



Corriente del tubo x tiempo- mAs



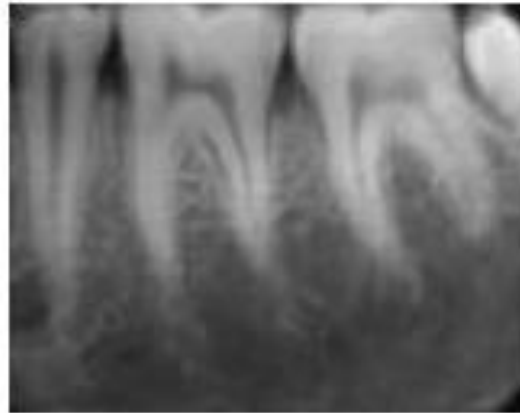
Corriente : 10mA

Exposición 0,25s



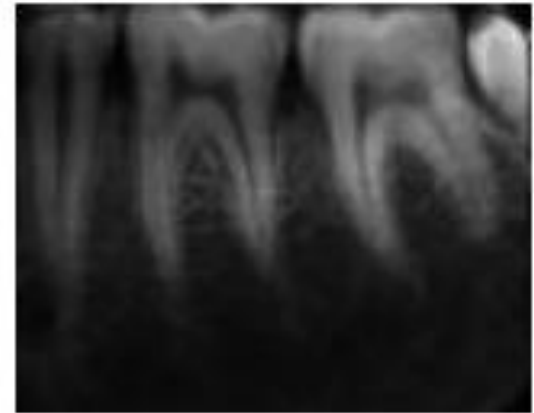
2,5mAs

Exposición 0.5s



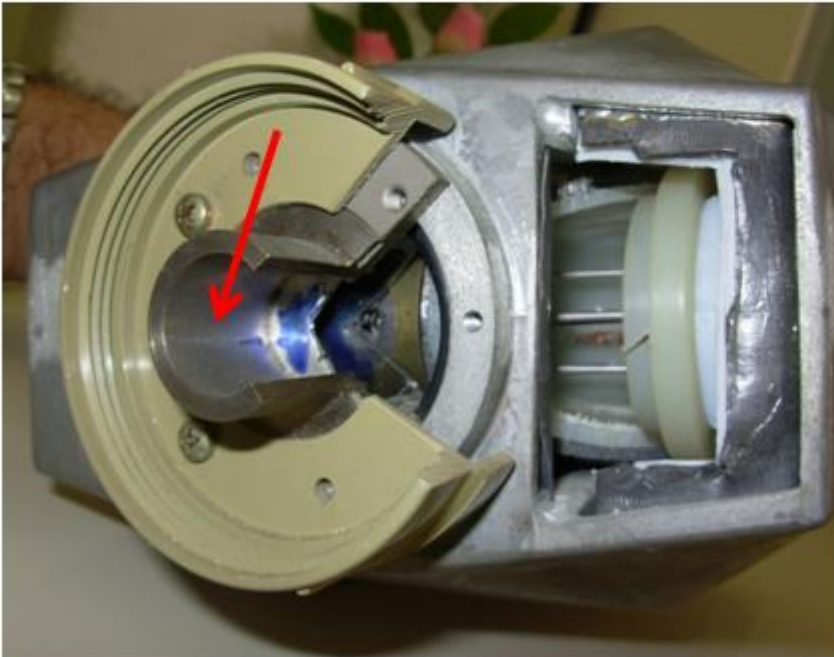
5,0mAs

Exposición 1,0 s

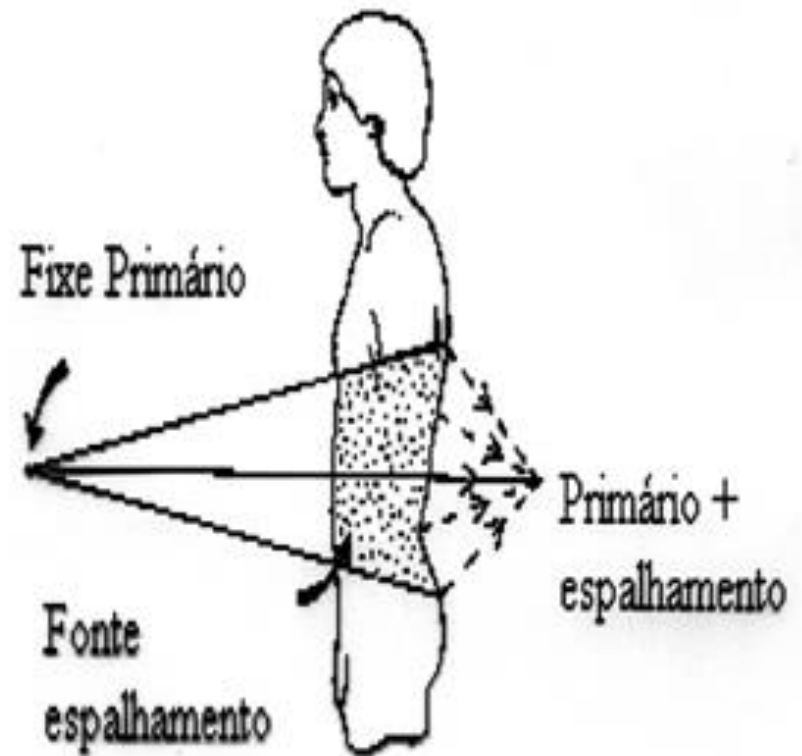
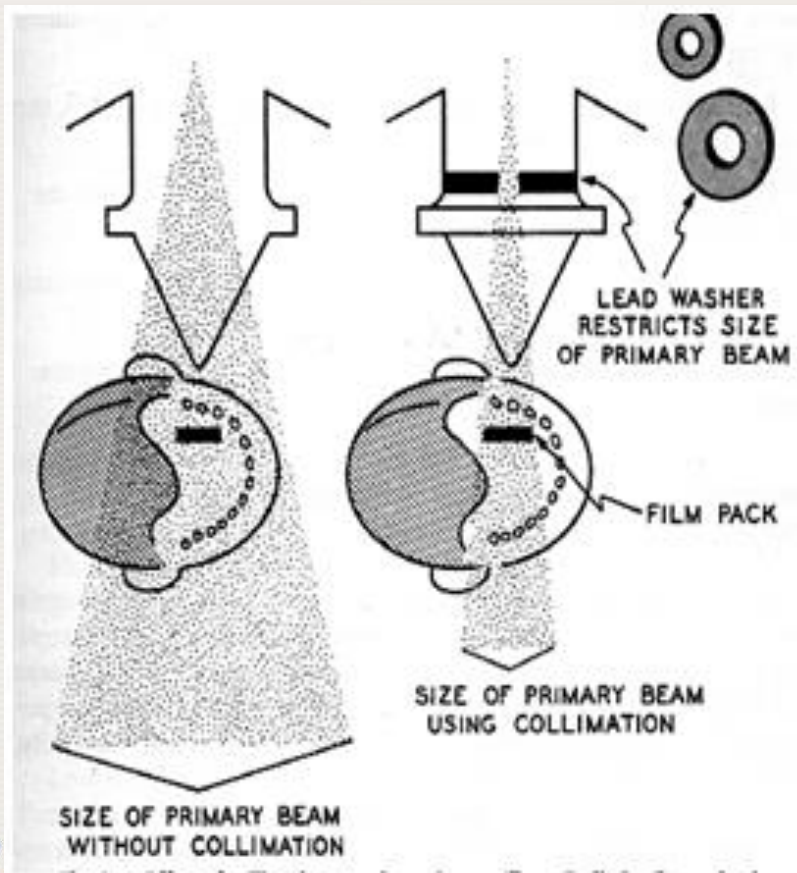


10mAs

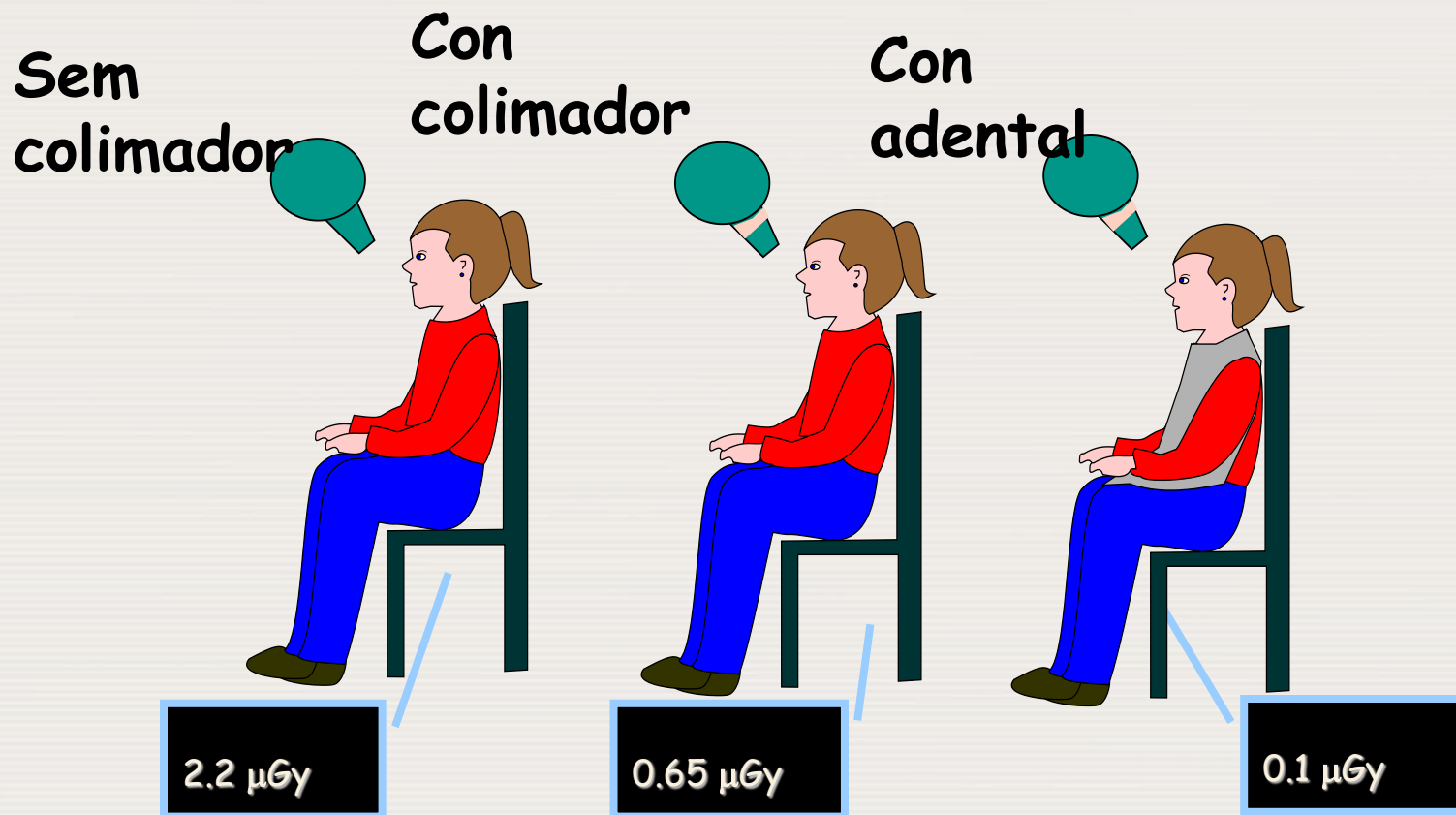
Colimación



- **Colimación**

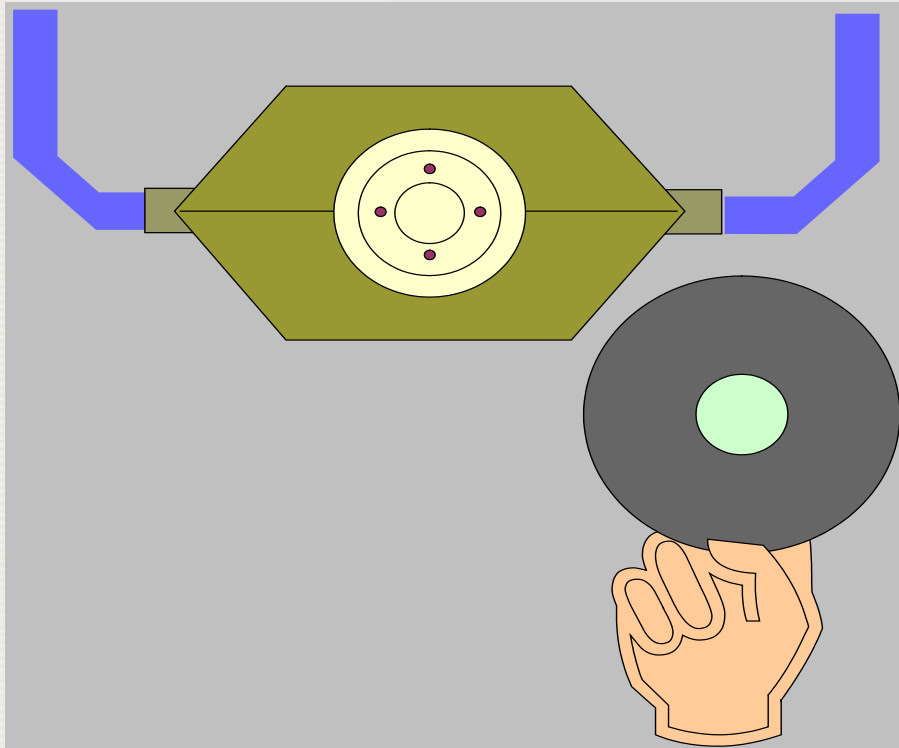
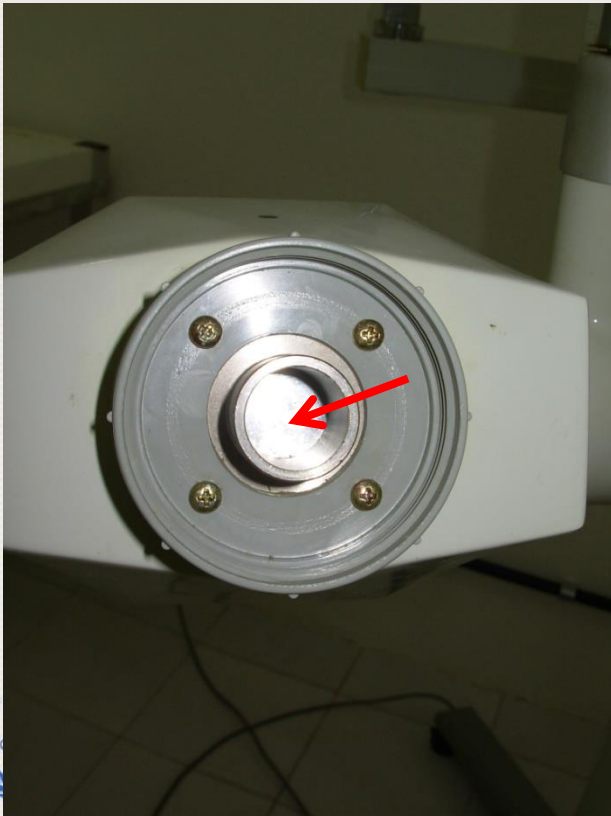


DOSIS EN LAS GÔNODAS EN RAYOS-X DENTAL



FILTRACIÓN

- Los filtros son materiales que se interponen en la trayectoria del haz de rayos X y absorben los fotones poco energéticos.



Filtración Total= Filtración inherente + Añadida

Filtro adicional



Filtración inherente = vidrio del tubo

Filtración añadida – lámina de Al

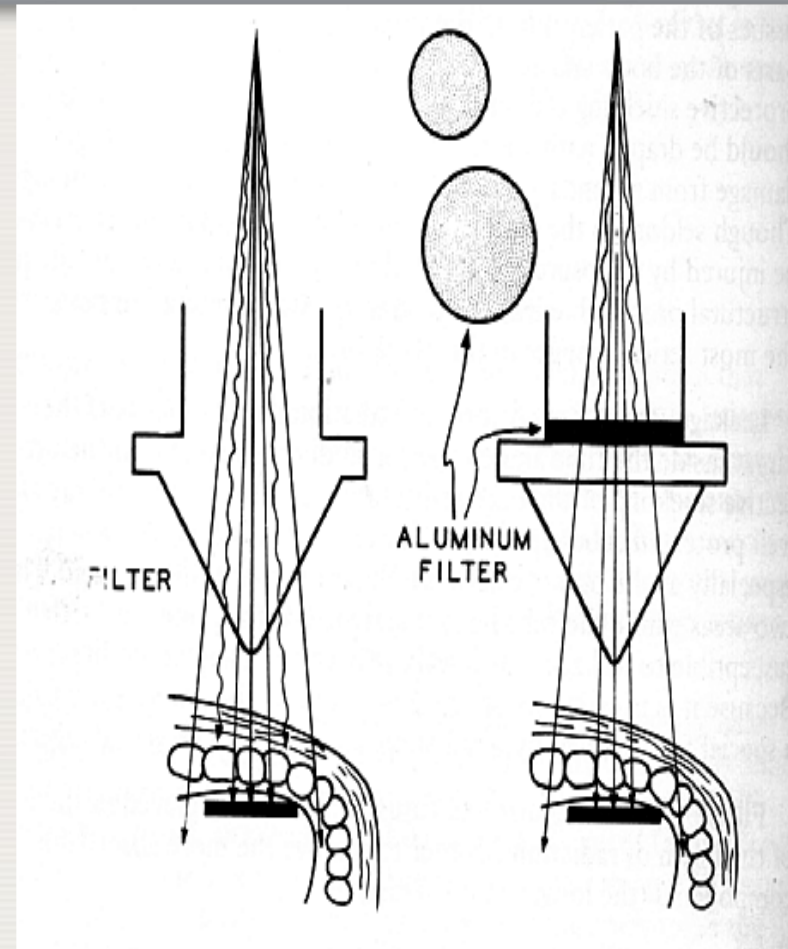
Efecto de la Filtración

- Filtración**

Atenúa los fotones de baja energía

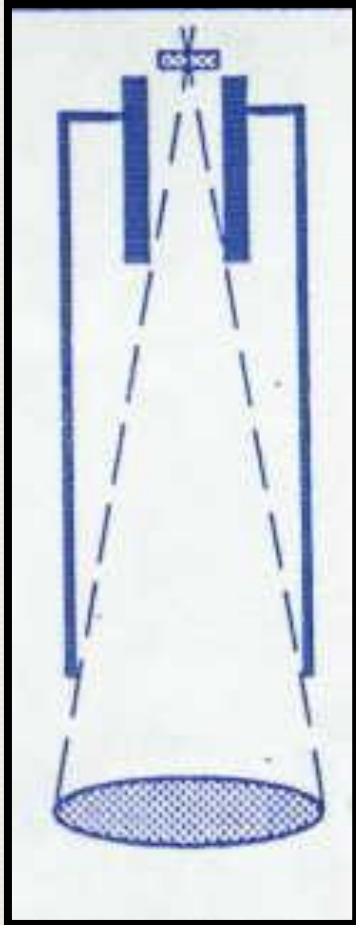
Aumenta la energía media del haz

Disminuye la dosis piel del paciente



- Existen recomendaciones para trabajar con una filtración total mínima en función del kilovoltaje utilizado
- 1,5 mm de Al para valores menores de 70 Kvp
- 2,5 mm de Al para valores superiores a 70 Kvp

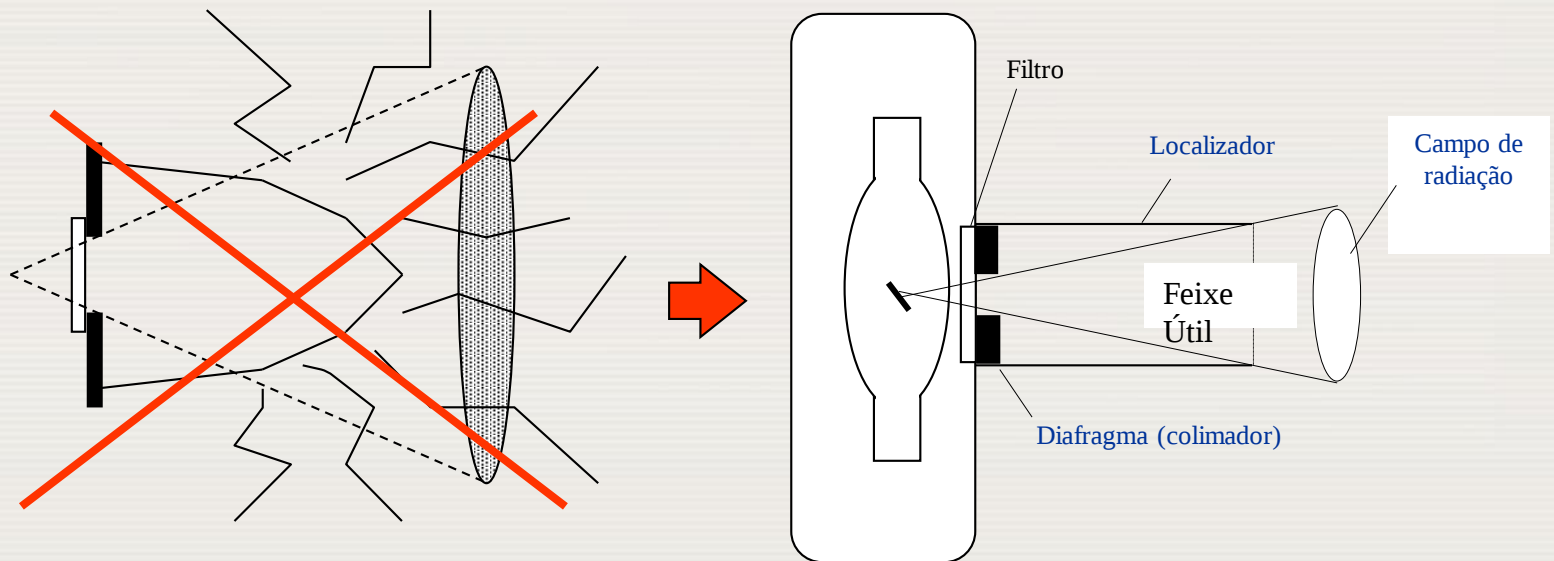
Tubo localizador



TENSÃO DE OPERAÇÃO (kV)	DISTÂNCIA MÍNIMA DO PONTO FOCAL À PELE DO PACIENTE (cm)
kVp < 60	18
60 < kVp < 70	20
kVp > 70	24

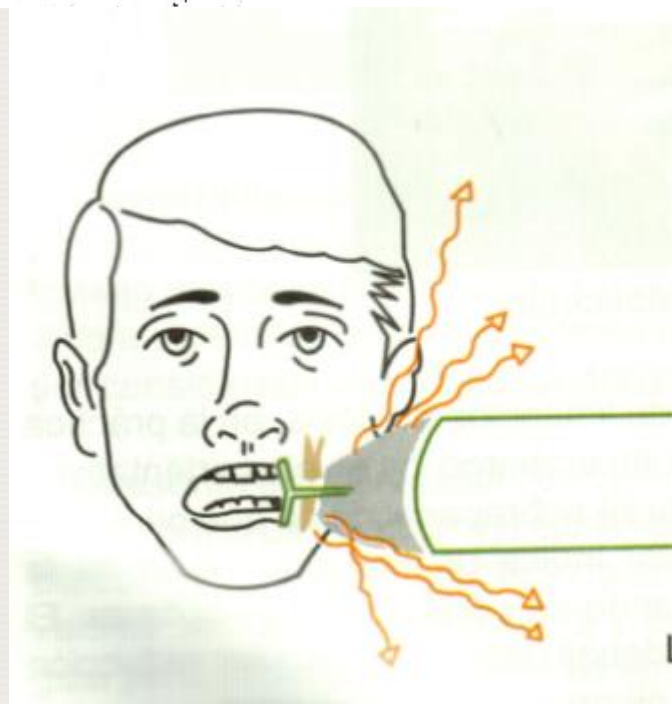
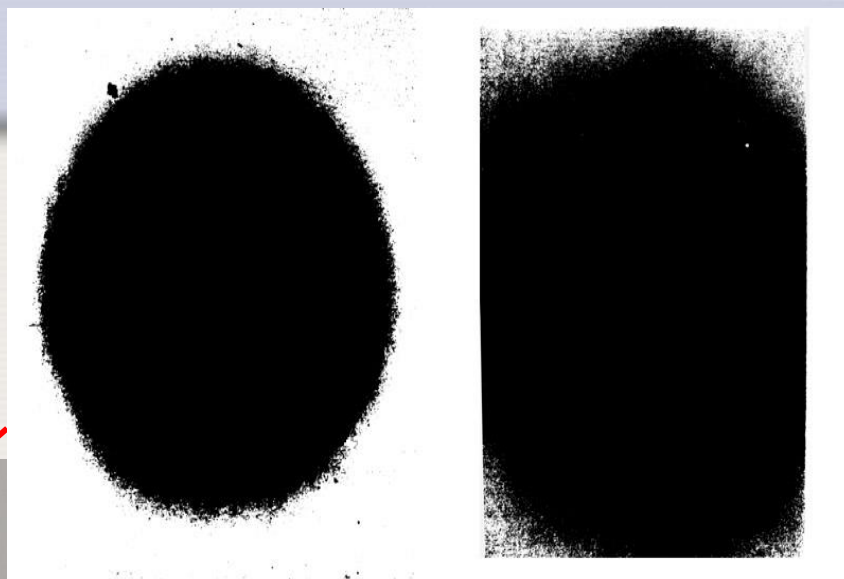
Distância foco-pele

Equipos para radiografias intra-orais devem possuir um localizador de extremidade aberta para posicionar el haz y limitar la distância foco-pele

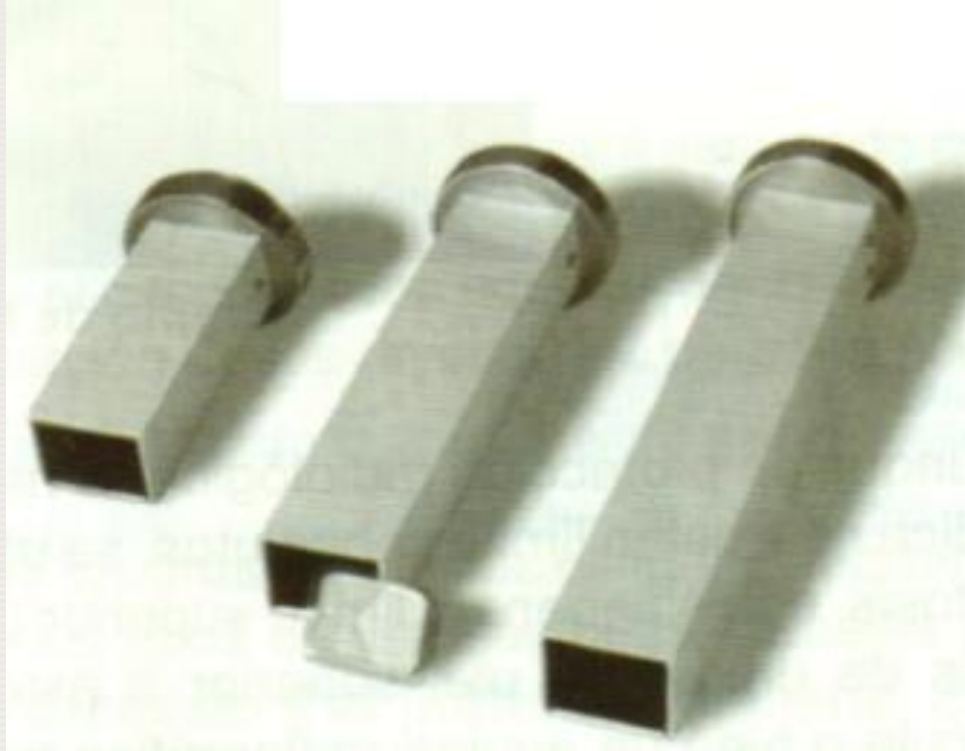


Distância foco-pele





Cones localizadores



Distancia foco-piel

La longitud del localizador debe ser tal que la distancia foco-piel esté de acuerdo con la tabla abajo :

Tensión de operacion (kV)	Distancia mínima del foco al piel (cm)
kVp < 60	18
60 < kVp < 70	20
kVp > 70	24



Resumo- Requisitos del equipo dental intraoral

- El valor de la tension del tubo de rayos-X debe ser por el minimo 60kV
- La filtración total del equipo debe ser por lo minimo de 1,5mm de AL para equipos até 70kV y de 2,5mmAl para equipos con valor de tension mayor de 70kV
- El máximo valor del diametro del campo de radiación en la salida del cone localizador es de 6cm
- Recomenda-se cone localizador retangular

- Preguntas?

