Interacción de la Radiación con la materia y Formación de la imagen convencional

Helen Khoury
hjkhoury@gmail.com

Receptores de imagen en radiología dental

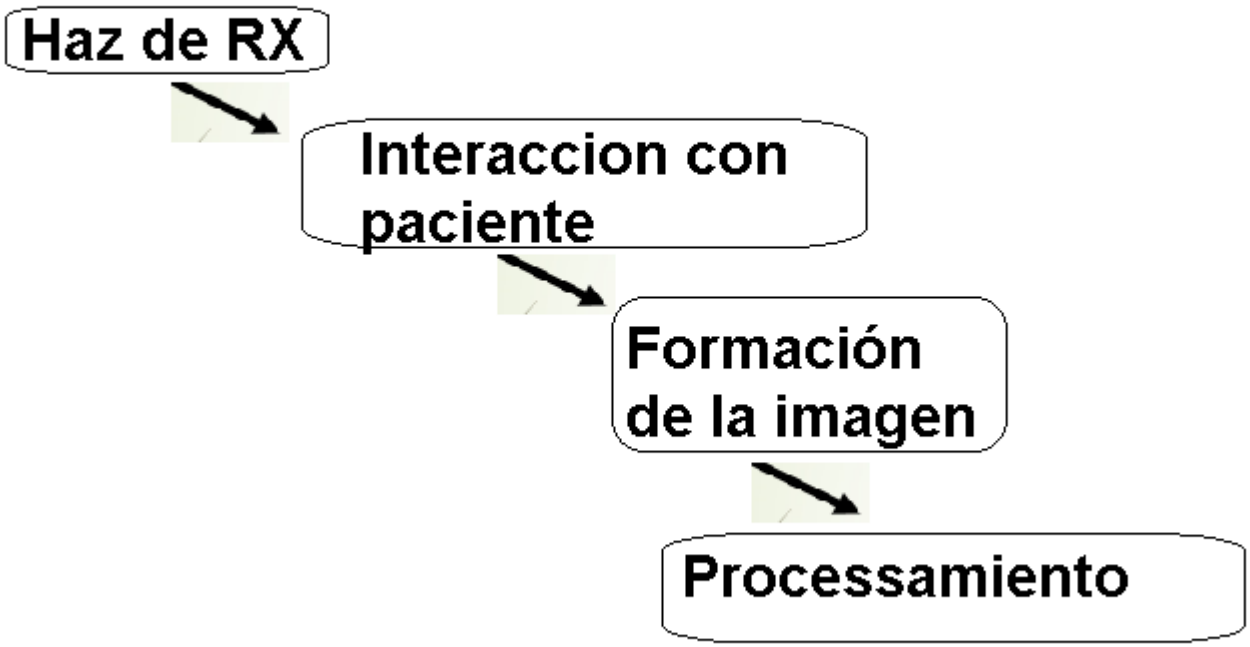
Radiología intraoral

- **Películas pequeñas (2 x 3 ó 3 x 4 cm) en sobres estancos a la luz (sin pantalla)**
- **Sensores digitales intraorales**

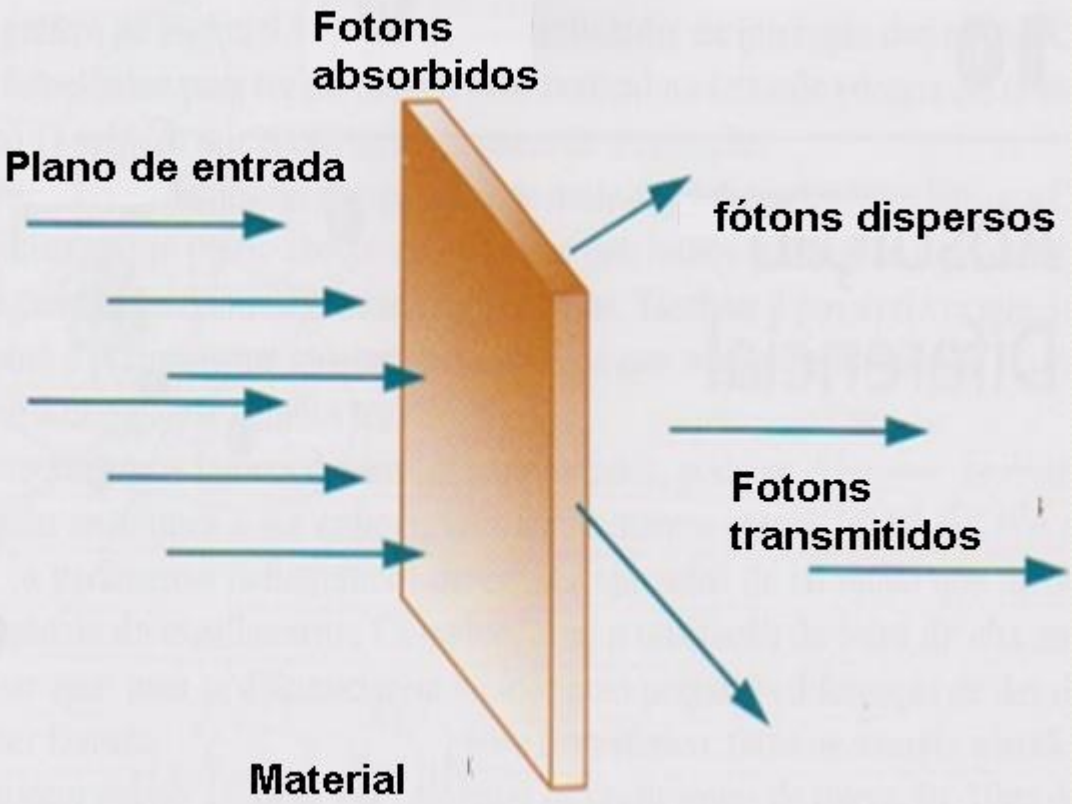
Radiología panorámica y cefalometría

- **Combinación película-pantalla**
- **Sensores digitales**

Formación de la imagen

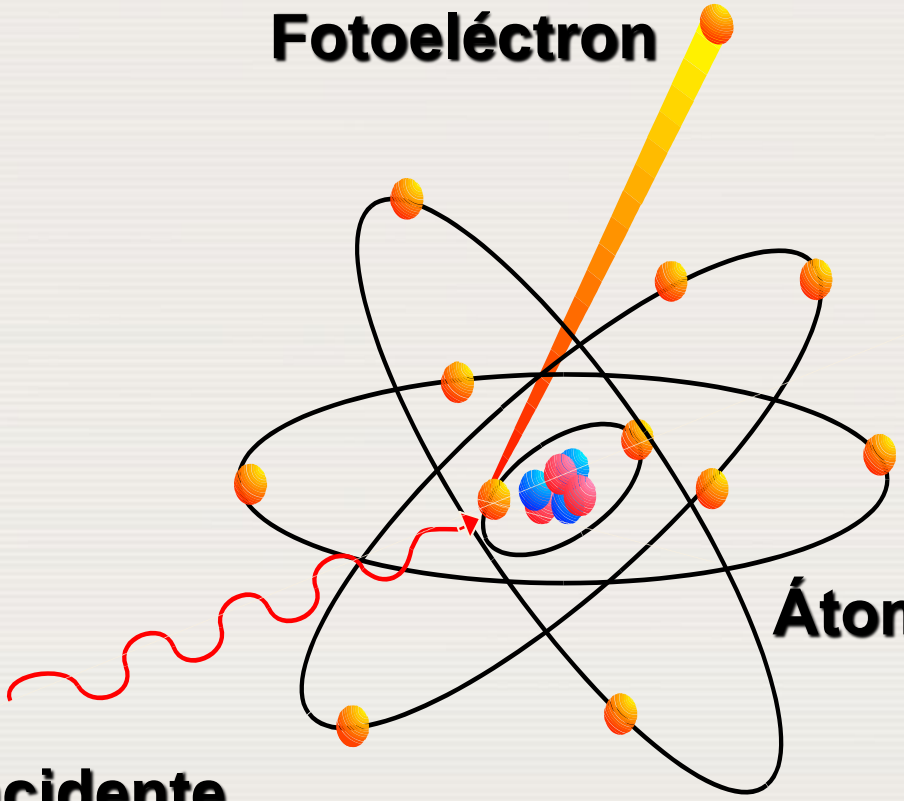


- Radiografía es un proceso de formación de imagen basado en la trasmisión del haz de rayos x por el tejido objetivo



Ley de atenuación
INTERACCION DE LOS RAYOS X CON LA MATERIA
Tipos de interacción
Int. Fotoeléctrico
Int. De Comptom
Producción de Pares
Formación de la imagen radiológica

EFECTO FOTOELÉCTRICO



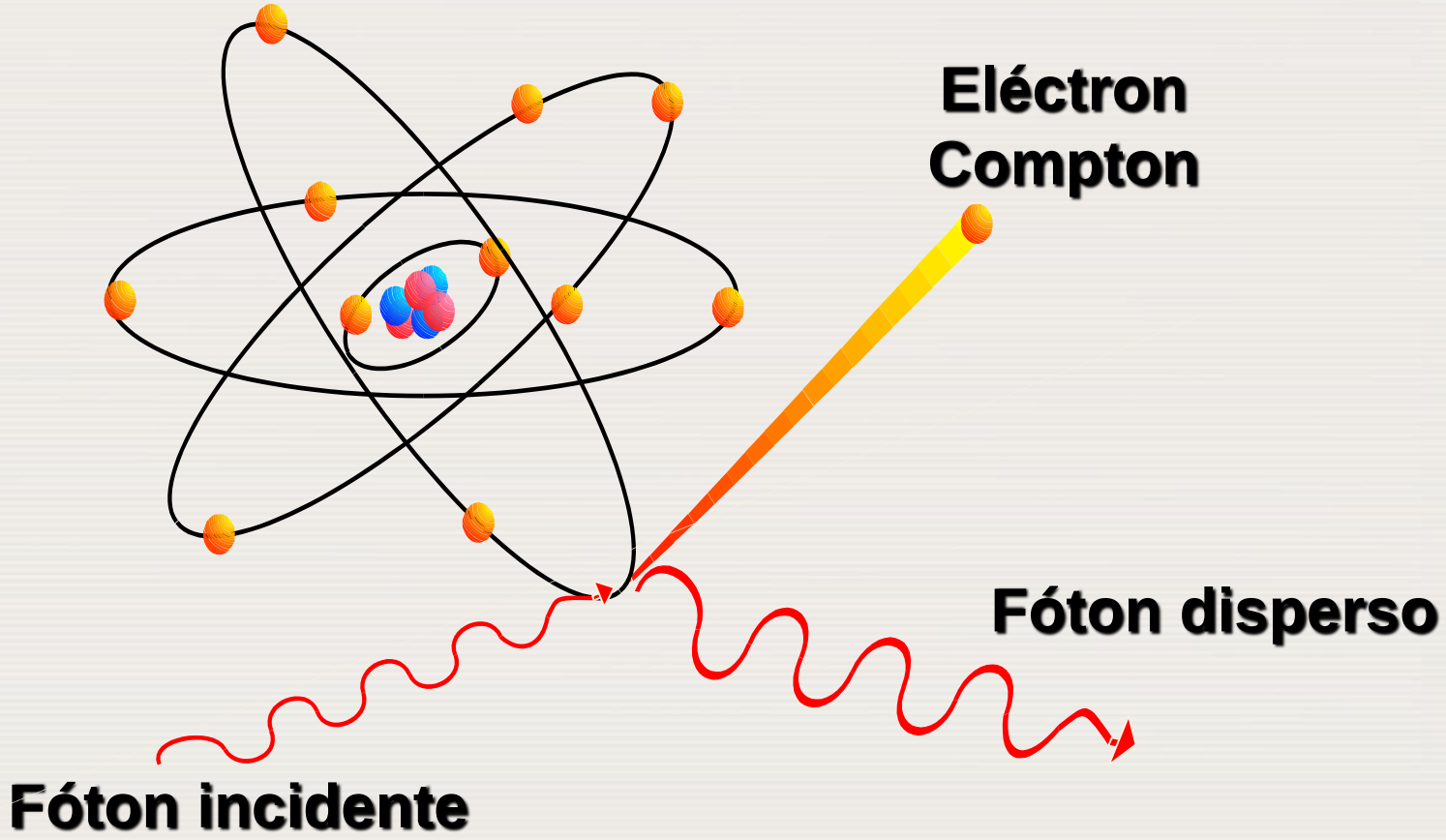
$E_c = h\nu - E_b$

La interacción fotoeléctrica es dominante a bajas energías, <100 keV, en tejidos biológicos.

La probabilidad de que se produzca una interacción fotoeléctrica **μ(IF)** :

- ↓ cuando la energía de los fotones ↑ (aproximadamente como $1/E^3$).
- ↑ cuando Z del blanco ↑ (proporcionalmente a Z^n) ($n > 3$).
- Es proporcional a la densidad del medio

EFECTO COMPTON



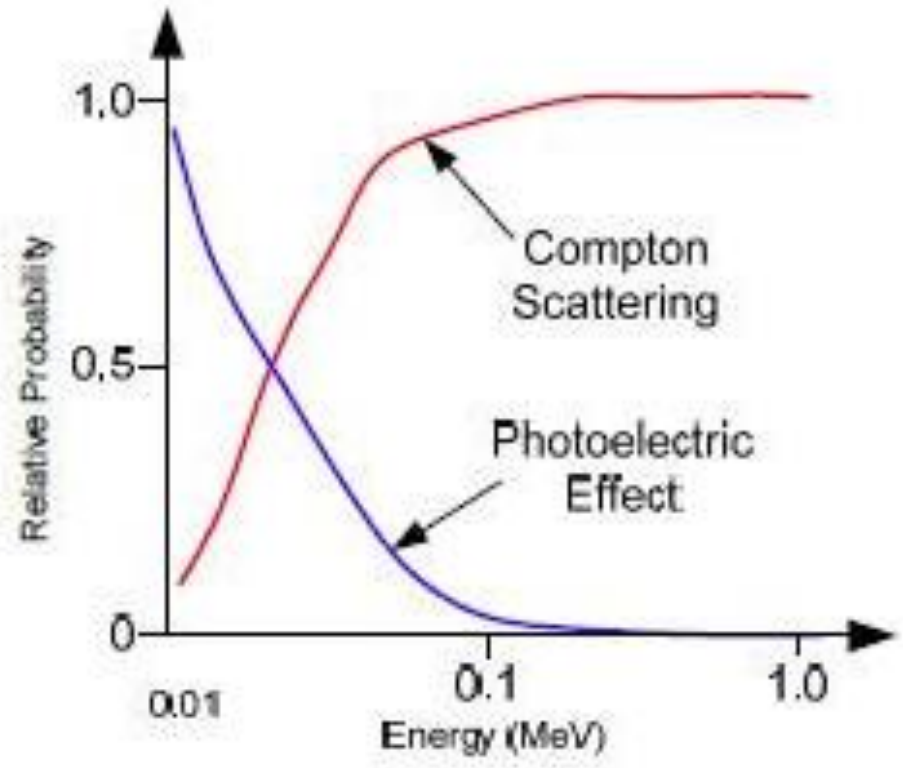
La interacción Compton es dominante a energías ϵ(100, 1000) keV, en tejidos biológicos

La probabilidad de que se produzca una interacción Compton **μ(IC)** :

► ↓ cuando la energía de los fotones ↑ (aproximadamente como 1/E).
► ≈ cuando Z del blanco ↑.
► Es proporcional a la densidad atómica del medio (ρ)

Coeficiente de atenuación total

El **coeficiente de atenuación total μ** de un medio, para fotones de energía dada, es la **suma de los coeficientes** de atenuación fotoeléctrica, Compton y de creación de pares.



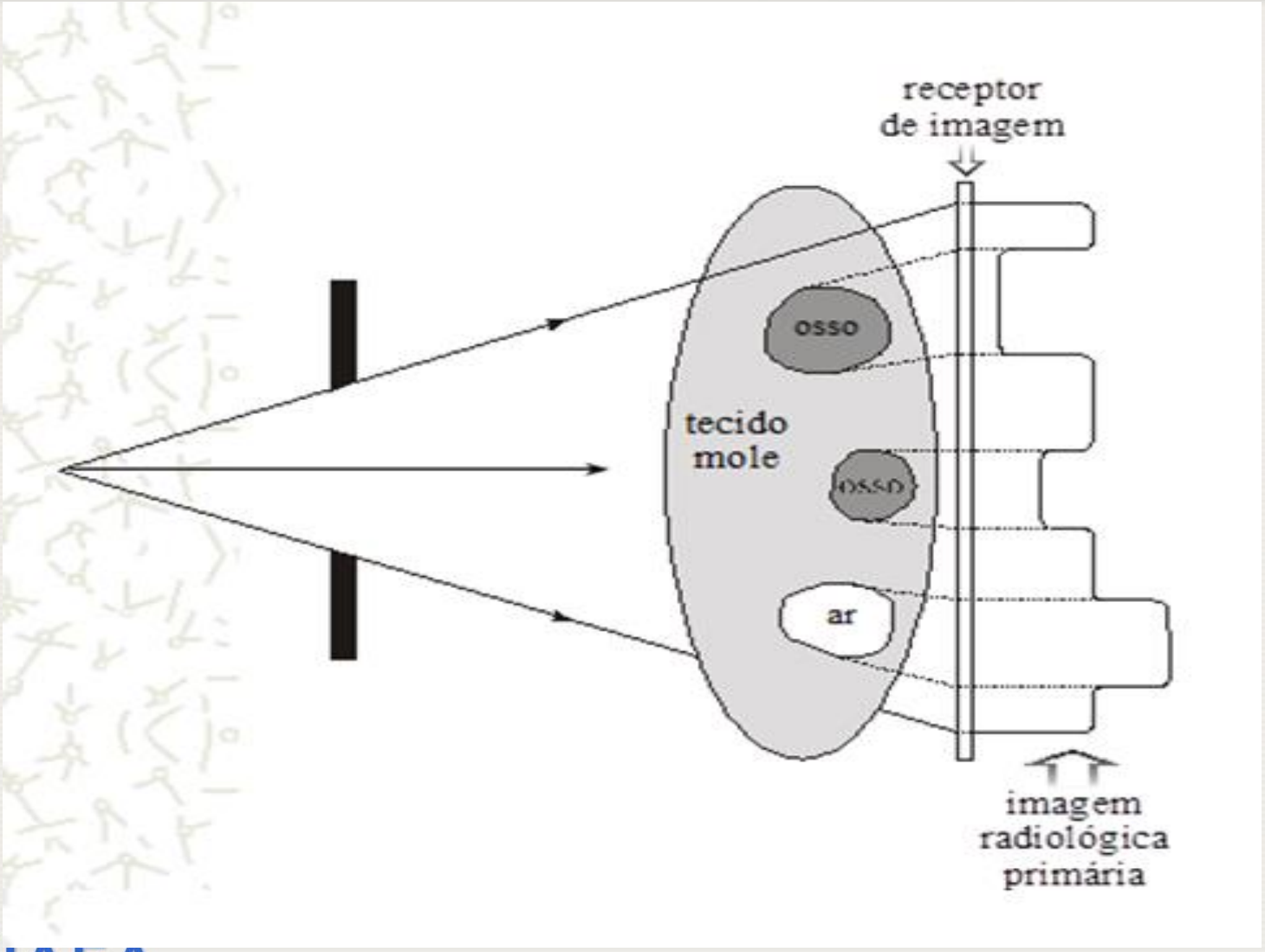
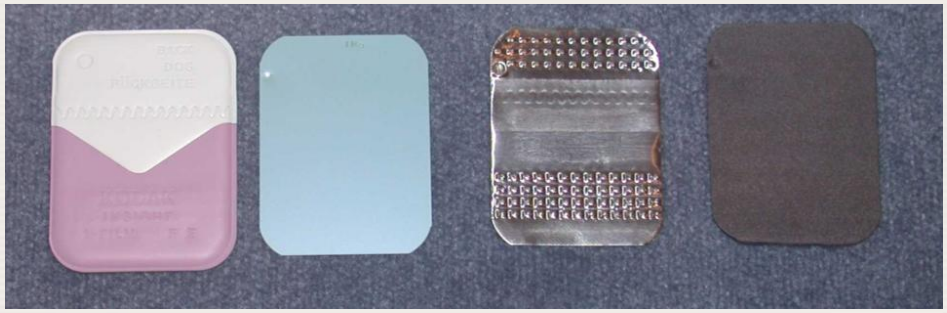

receptor
de imagem
osso
tecido
mole
osso
ar
imagem
radiológica
primária

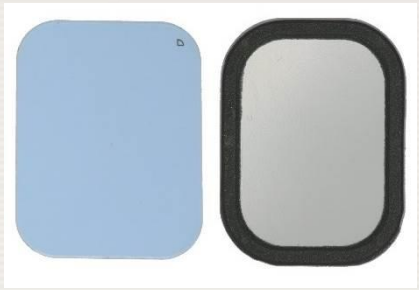
Imagen radiografica

- Los Rayos X interactúan con el hueso, son absorbidos – imagen clara

- El tecido mole o aire poca absorción de los rayos X – imagen oscura

Receptors de imagen en Radiologia intraoral





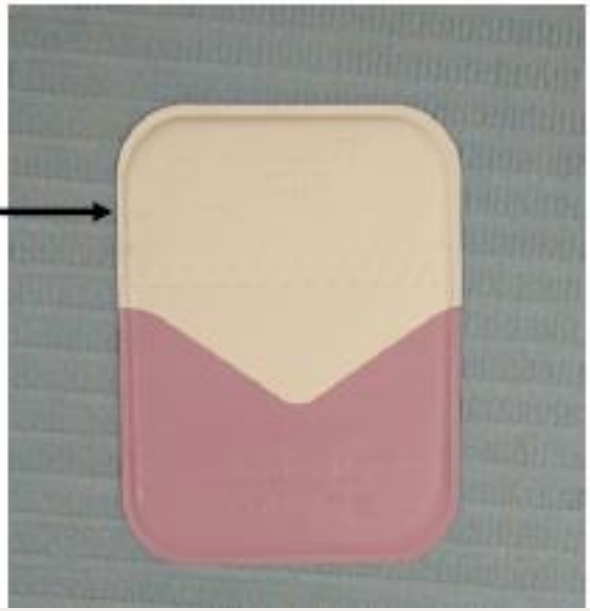
K. Horner (top left) R. Schulze (others)

- analógico (pelicula)
- Digital
  - Placas de fosforo (PSP o CR)
  - Rigido (CCD, CMOS)

Pelicula Intra Oral

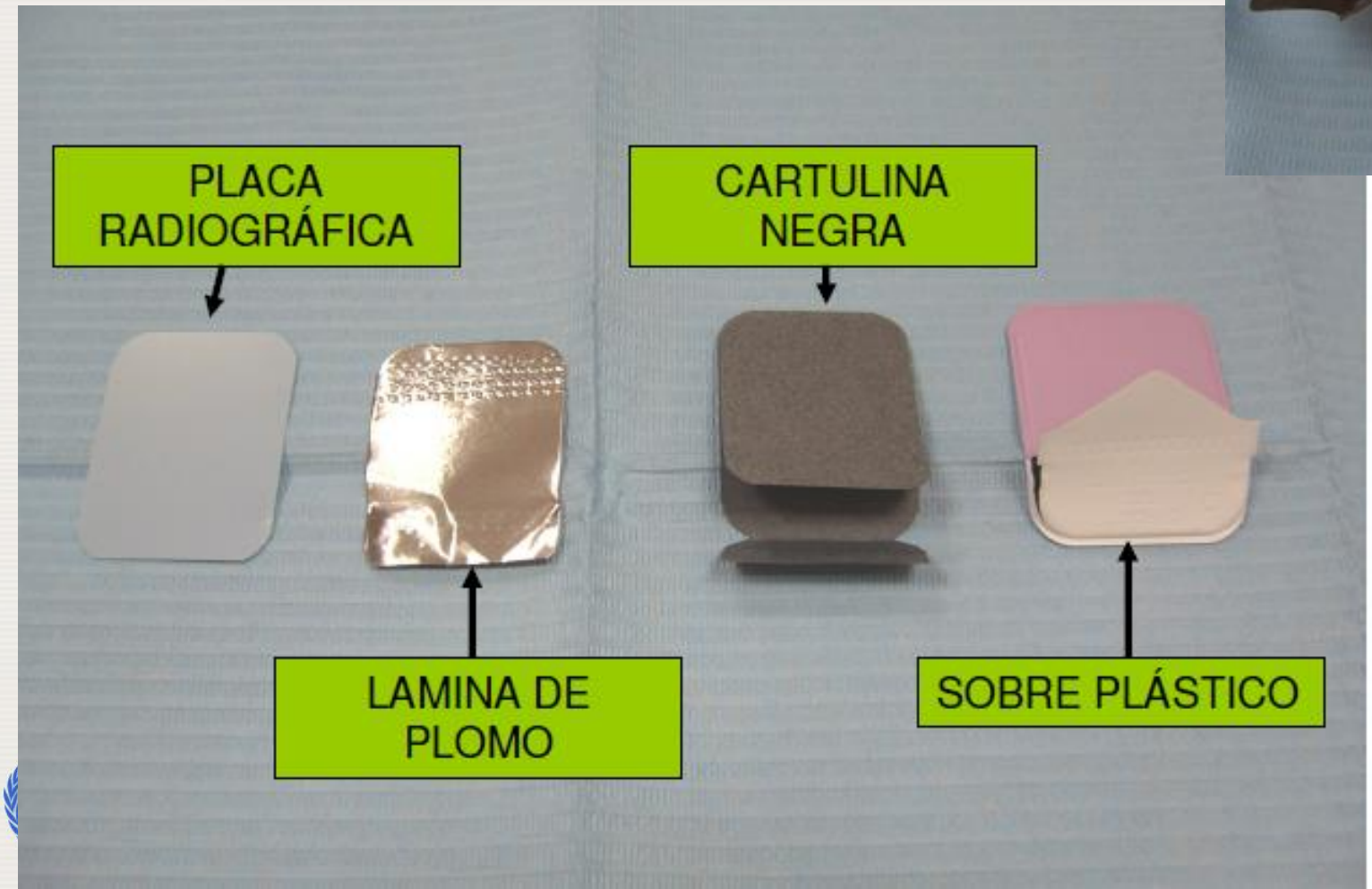
Oclusal

Periapical

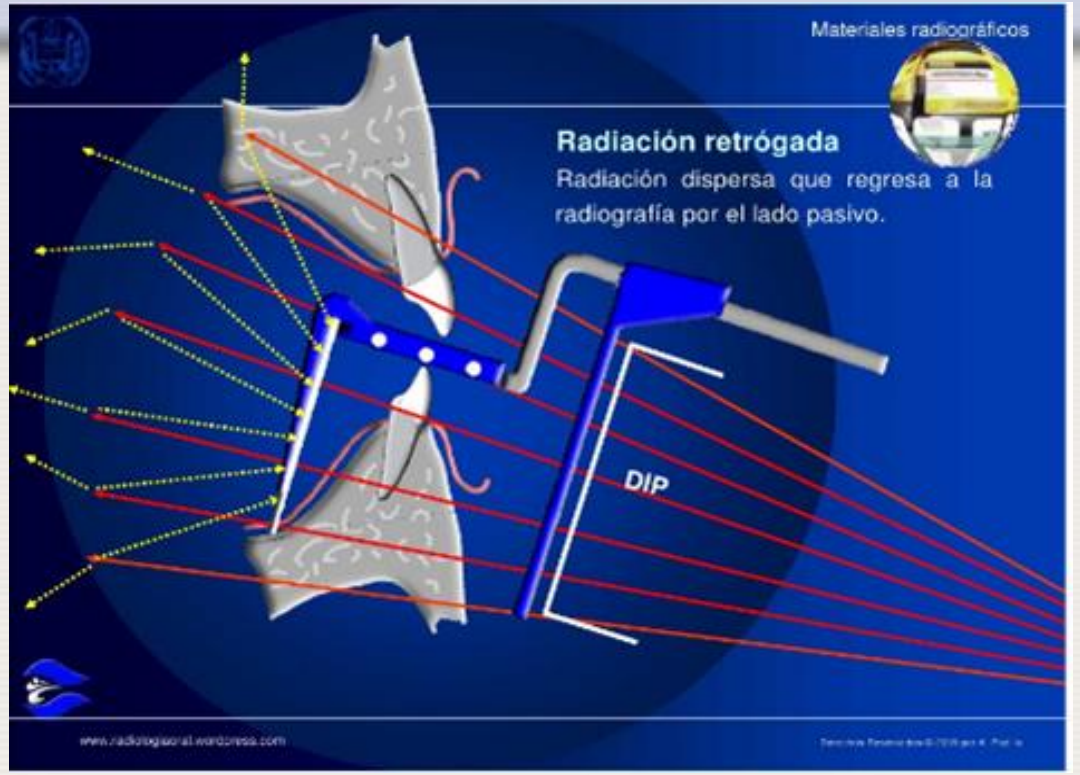


Partes de las películas (Intraorales)
Punto identificador
Papel negro
Película radiográfica
Lámina de plomo
Cubierta
2 Películas radiográficas
Película radiográfica

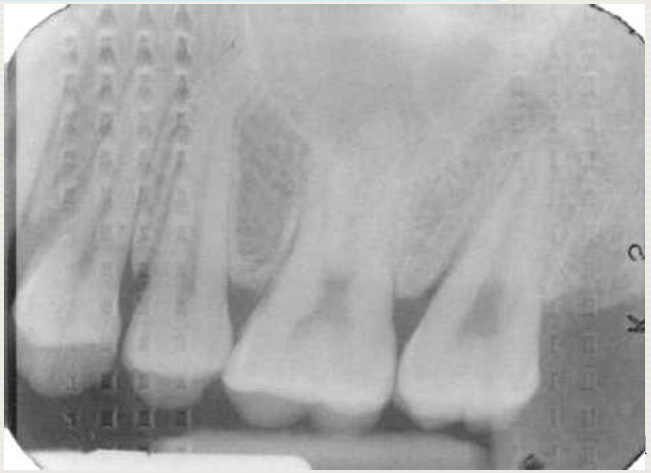
Radiologia Intra Oral

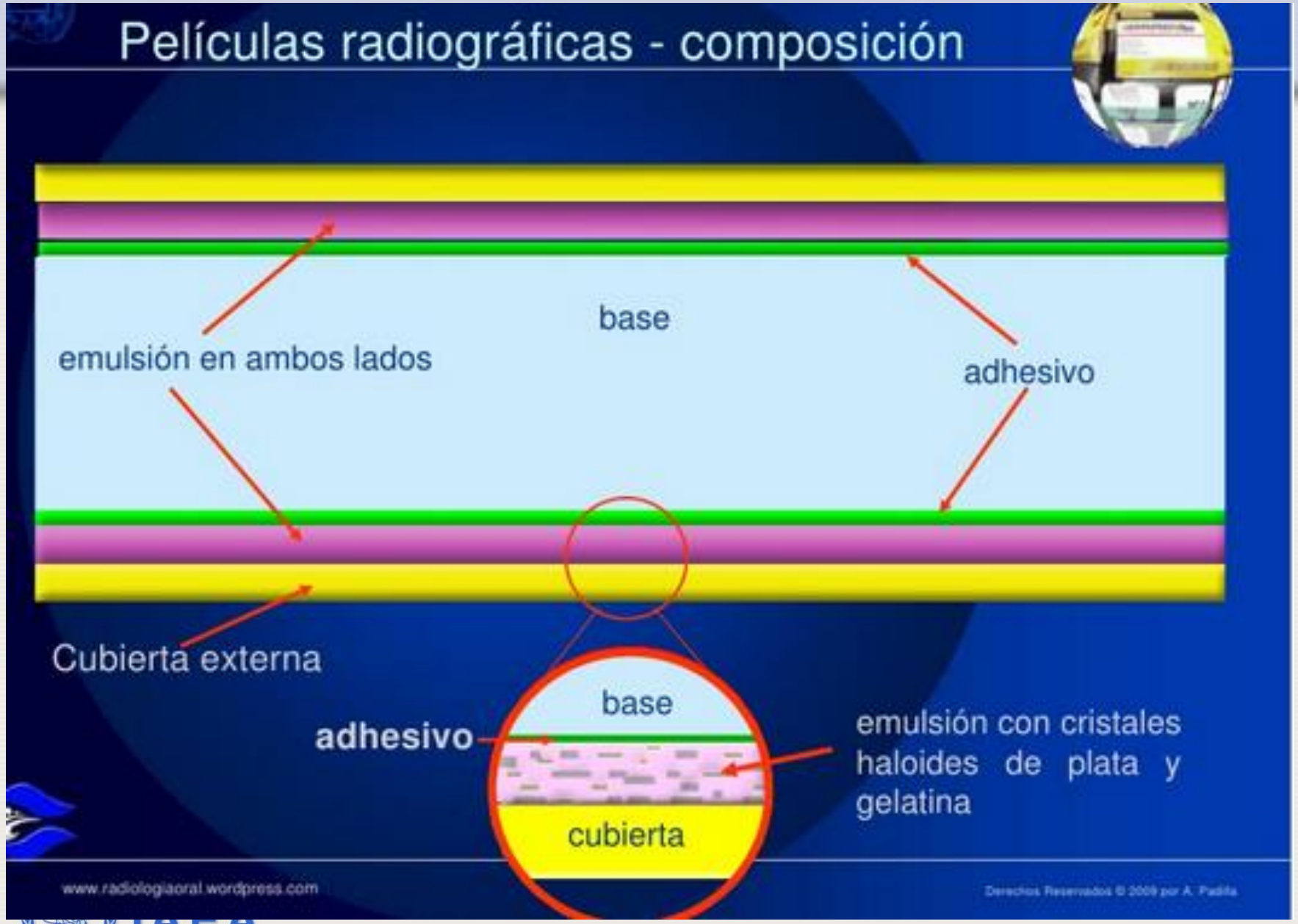


Necesidades del plomo

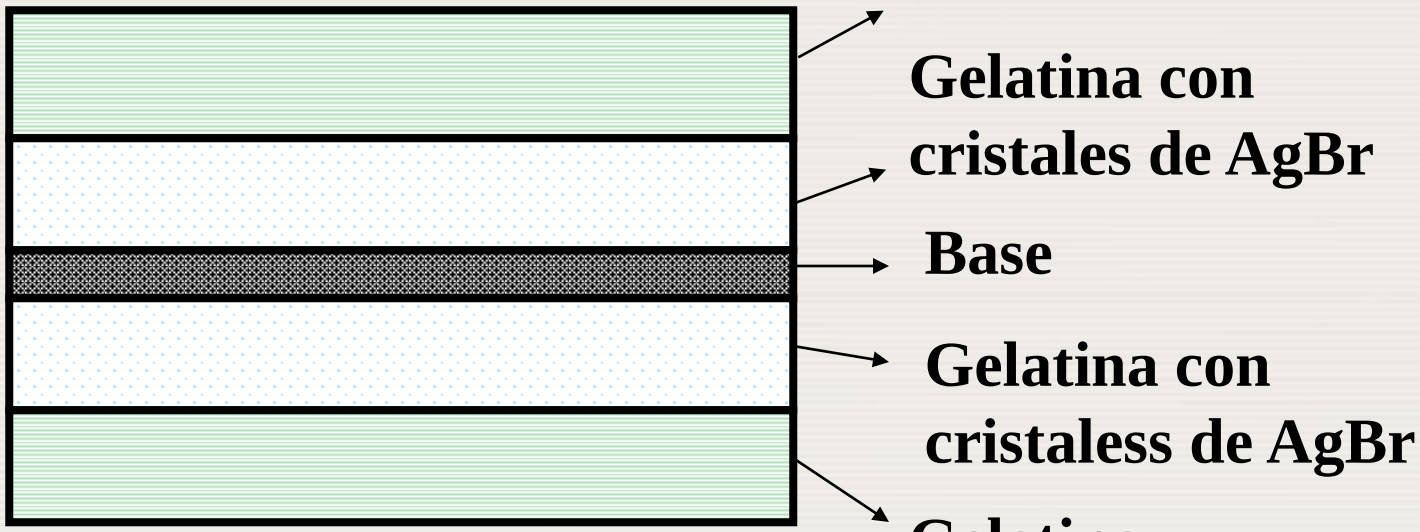


- Lamina de plomo:
  - Reduce radiación retro dispersa
  - Reduce dose paciente
  - tiene un patron que se aparece en la imagen indica que la pelicula está al reeves




Películas radiográficas - composición
base
emulsión en ambos lados
adhesivo
Cubierta externa
base
adhesivo
emulsión con cristales haloides de plata y gelatina
cubierta
www.radiologiaoral.wordpress.com

Pelicula Radiográfica



PELÍCULARADIOGRÁFICA

Consta de 2 partes:

Base Flexible :La base actúa como soporte de la emulsión fotográfica y su objetivo es proporcionar una estructura rígida sobre la que va a estar depositada la emulsión.

EMULSIÓN Es el material con el que interactúan los rayos X y especialmente la luz de las pantallas intensificadoras. Está formada por una mezcla homogénea de gelatina y de cristales de halogenuros de plata. .

La GelatinaEs un coloide proteico en el que se van a dispersarlos cristales de los haluros de plata siendo su función principal servir de soporte físico para el depósito de los cristales de haluros de plata

Los Haluros de Plata son el ingrediente activo de la emulsión.

- Tienen un alto Z
- Son planos y trigonales
- La disposición de los átomos dentro de los cristales es cúbica.

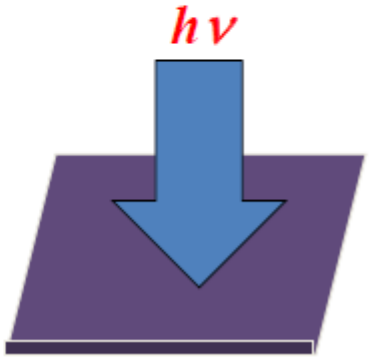
Formación de la imágen

- Primera Parte: Exposición de la pelicula com formación de imágen latente

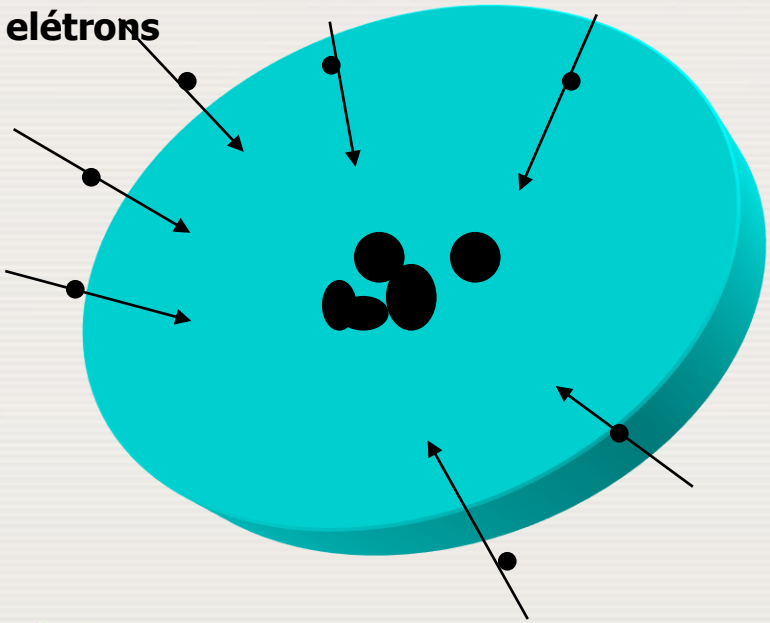
1. Exposición-activación

- Radiación incidente ($h\nu$) crea imagen latente (invisible) por reacción química.
- La energía causa disociación del AgBr liberando un electrón:

$$AgBr \xrightarrow{h\nu} Ag^{+} + Br^{0} + e^{-}$$



- Segunda Parte: Processamiento de la imágen final.

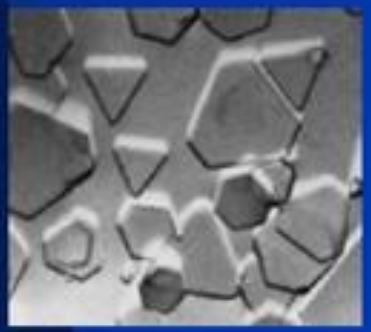


Revelador Químico

Películas radiográficas - composición

Cristales Tabulares (planos) con las películas de velocidad F (Insight)

Tabulares



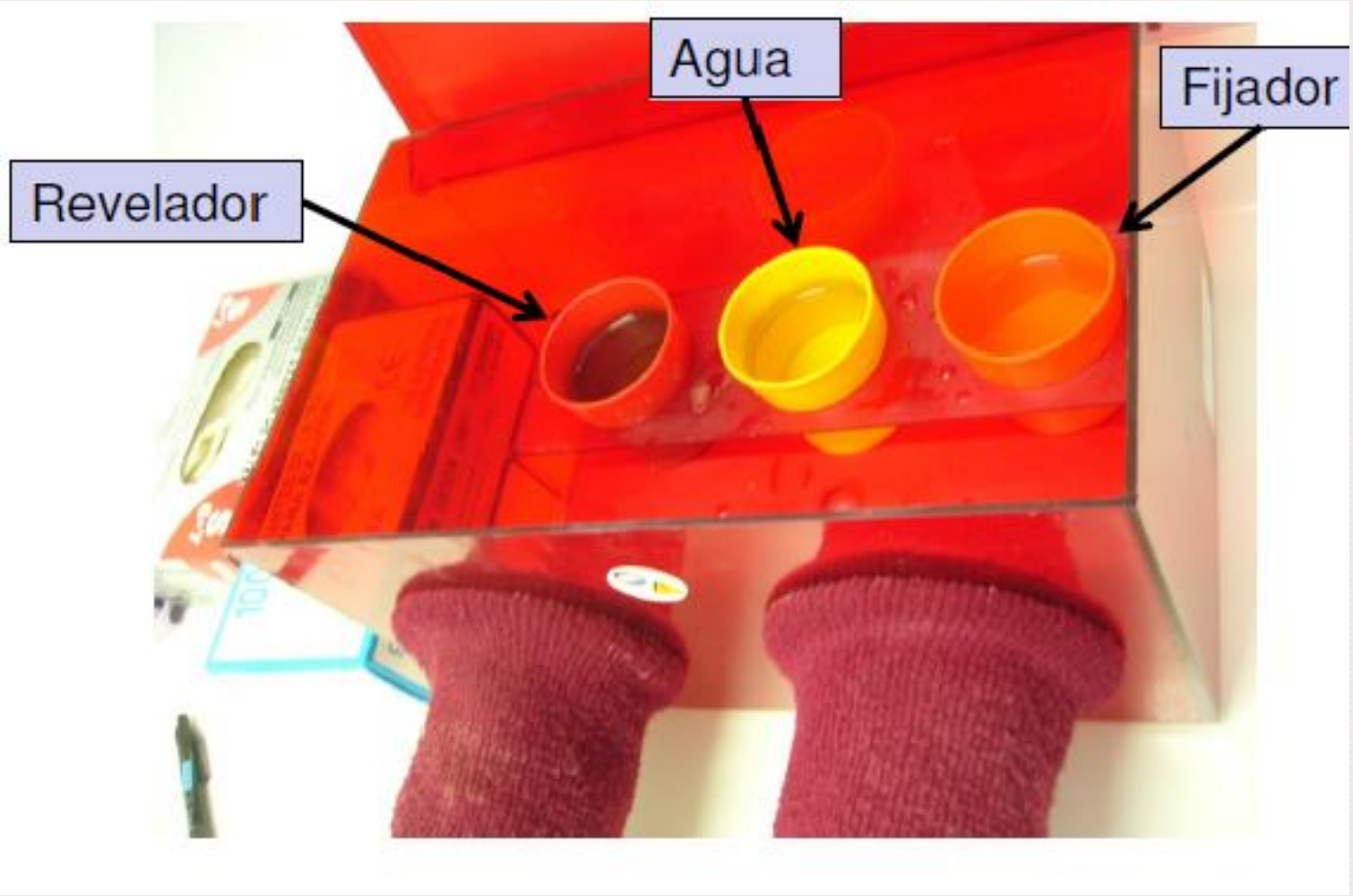
Cristales Globulares (redondeados) con las películas de velocidad D (Ultraspeed)

Globulares

Sistema de Processamento – FILMES / QUÍMICOS

Cámara de revelación manual adecuada

Sistema de procesamiento manual



Cuidados en el procesado de peliculas

En las reveladoras manuales debe-se utilizar un cronometro
E un termometro

TABLA DE REVELACIÓN

TEMPERATURA	TEMPO
18 1/2 ° C	6 min
20° C	5 min
21° C	4 1/2 min
22° C	3 min
24 1/2° C	2 1/2 min
26 1/2° C	2 min
* ENXÁGUE 15,5 - 29,6°C por 30 s	
* FIXAÇÃO 15,5 - 29,5°C por 2 - 4 min	
* LAVAGEM 15,5 - 29,5 °C por 10 min	

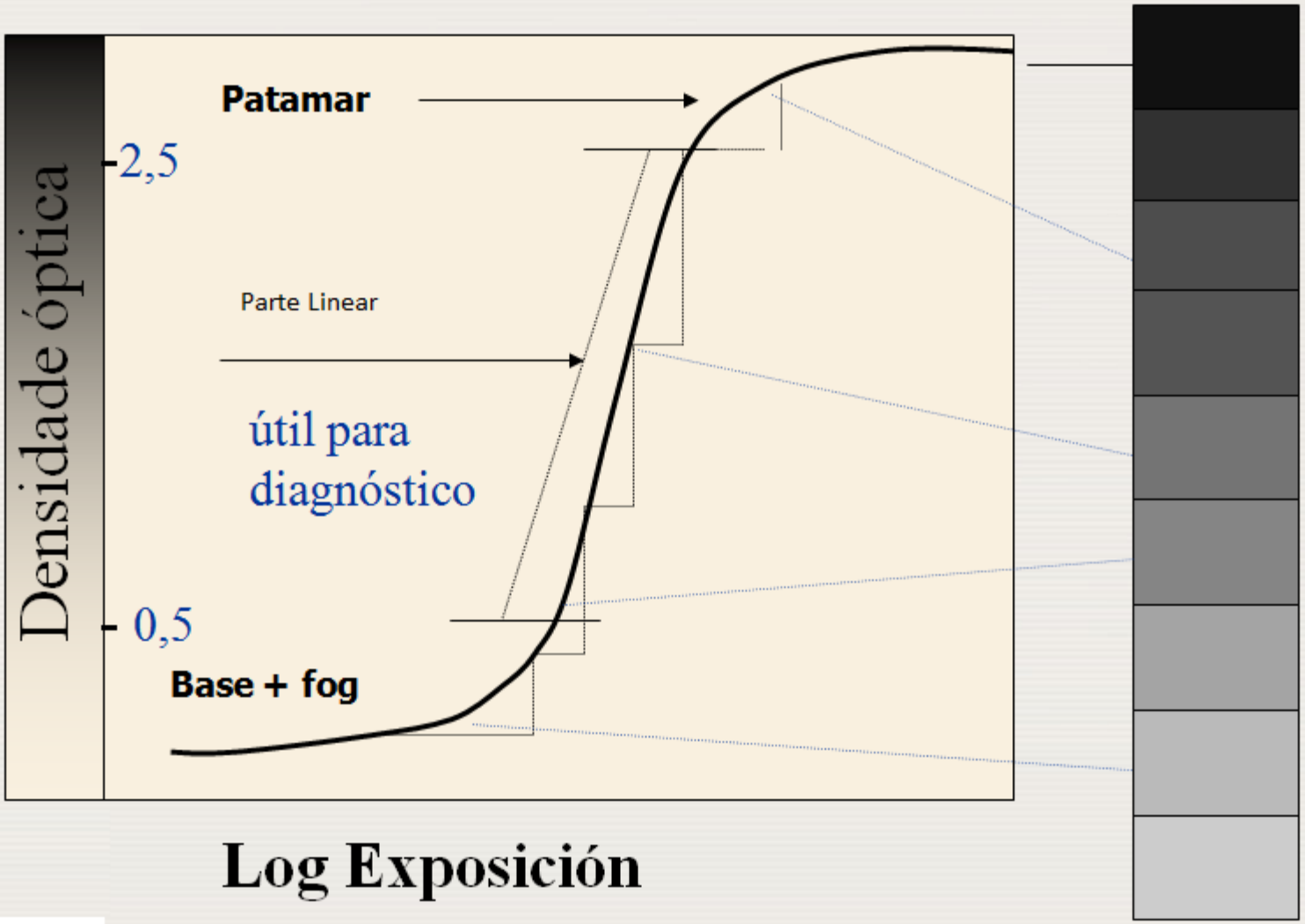
Sistema de Processamento - CÂMARA

Tabla temperatura-tempo para processamiento radiográfico manua

SEQÜÊNCIA (Liquidos)	TEMPERATURA	TEMPOS
Revelador	16ºC 20ºC 25ºC 30ºC	6 a 8 min. 3 a 5 min. 2 a 3 min. 1 a 2 min.
água limpia	20ºC	0,5 min.
Fijador	20ºC 25ºC	3 a 5 min. 2 a 3 min.
Lavado final	20ºC 25ºC	10 min. 5 min.

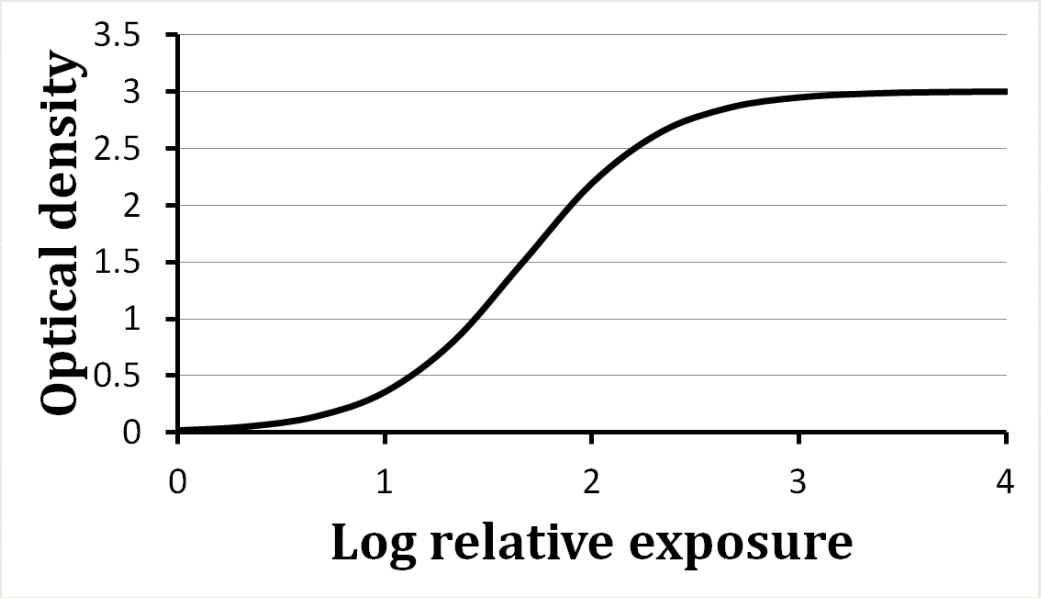
Sistema de Processamento - CÂMARA

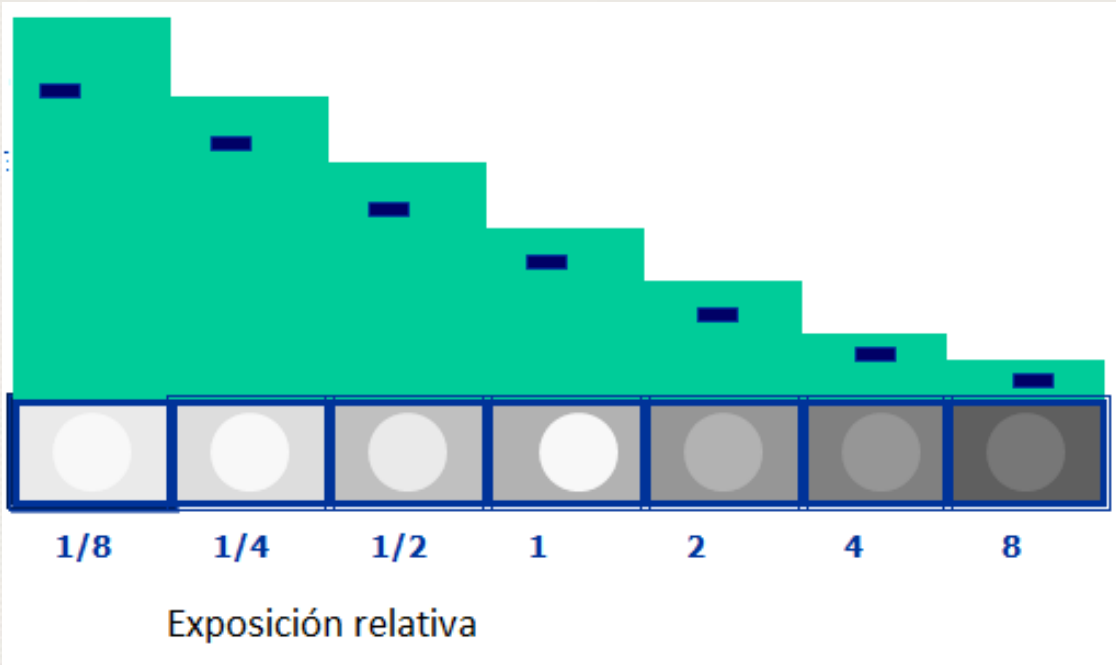
Cámara de revelación manual adecuada

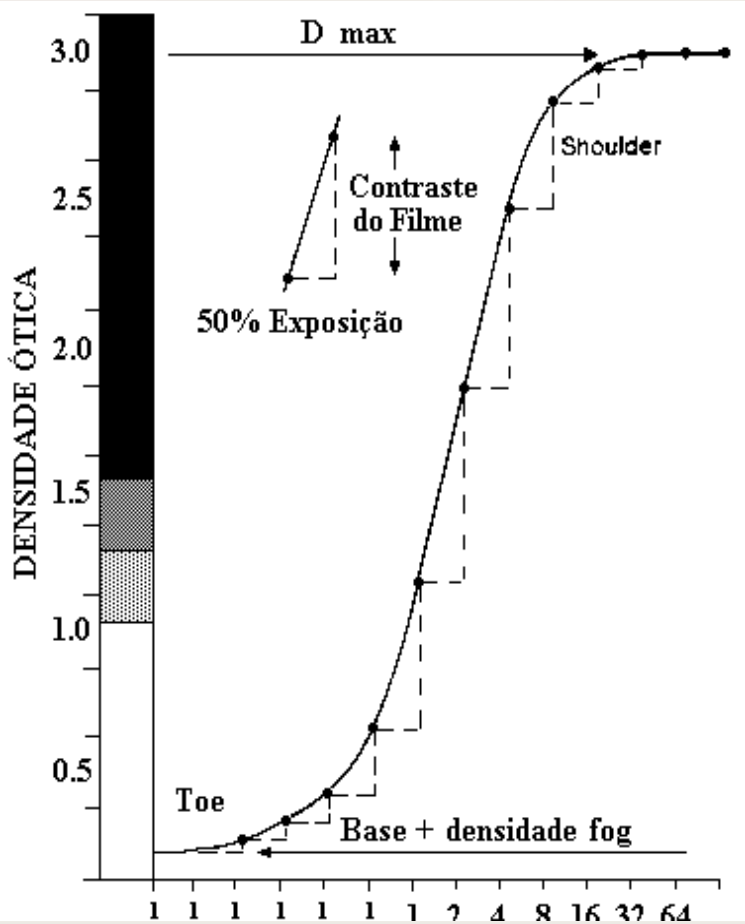

Densidade óptica
Patamar
2,5
Parte Linear
útil para
diagnóstico
0,5
Base + fog
Log Exposición

Caracteristicas de las peliculas radiográficas

- Densidade Radiográfica
  - Densidade Optica(OD)
  - D.O= $\log_{10}$ (rad. incidente/rad. transmitida)
  - Curva caracterisitca: D.O vs. (log of) exposición



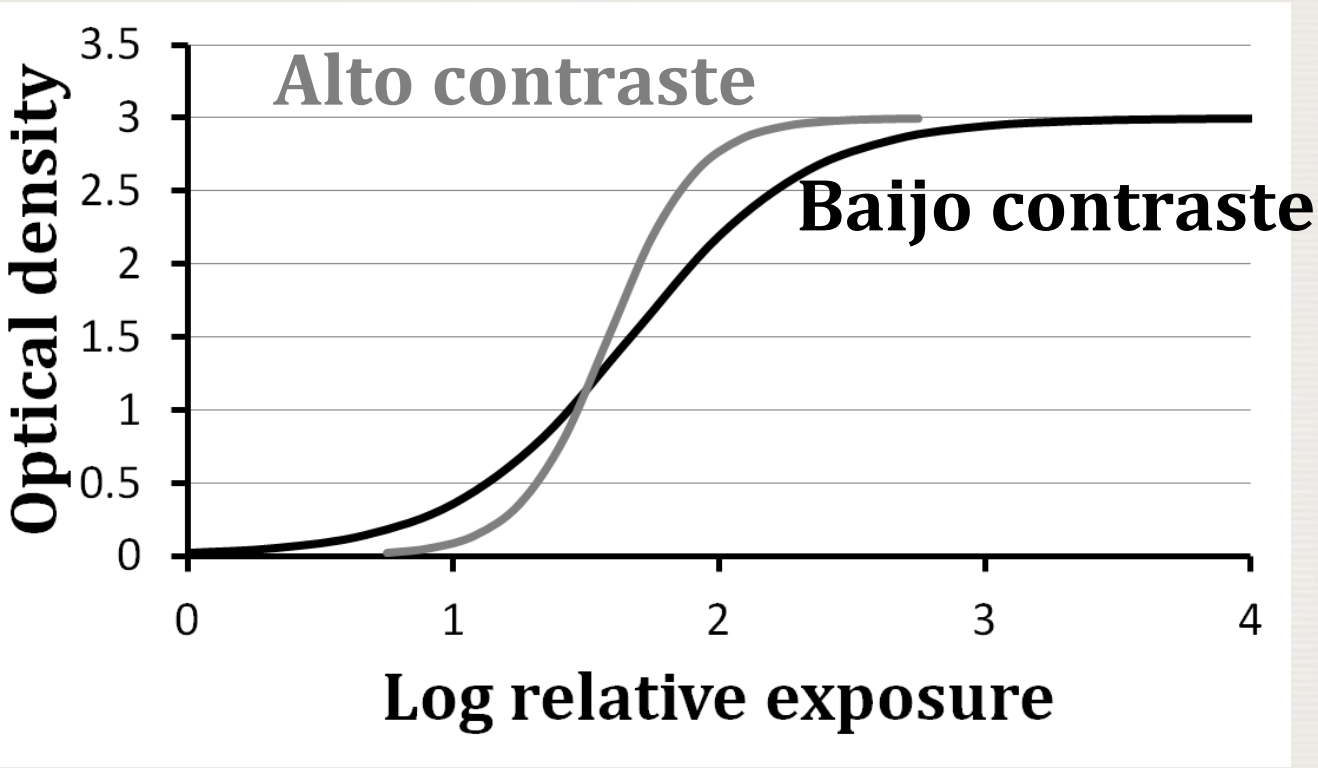




Contraste: es la diferencia de densidades opticas entre dos regiones de la pelicula

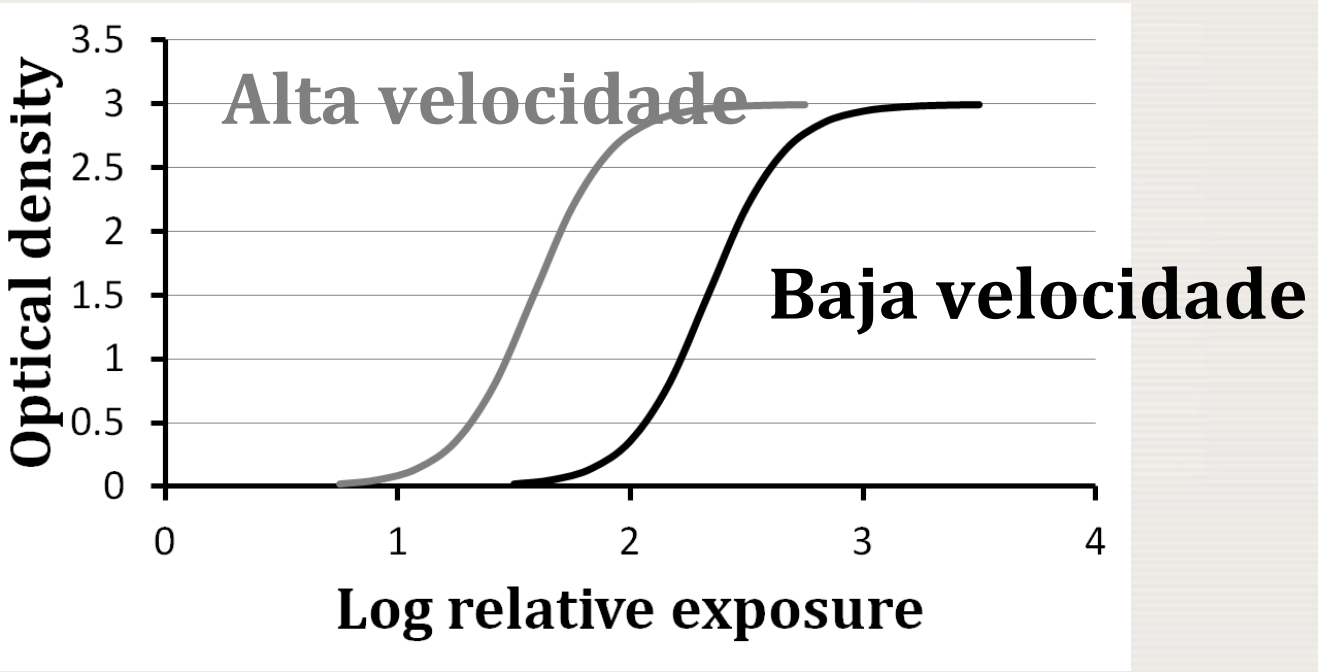
Caracteristicas

- Contraste pelicula (↔ subject contrast)



Velocidad

- Medida de la sensibilidad del sistema. Determinada por la exposición para produzir uma DO de 1,0
  - Tipos:: D, E/F
  - Alta velocidade- peliculas de alta velocidade resultan en menor dosis en el paciente



Velocidad de las películas (Intraorales)

- La velocidad de la película dependerá de los siguientes factores:
  - Tamaño de los cristales haloides de plata.
  - El grosor de la emulsión.
  - La presencia de tintes radiosensibles especiales.

Velocidad de las películas (Intraorales)

D-speed (Ultraspeed)

Técnicamente da una imagen más nítida porque los cristales son pequeños. Cristales Globulares

F-speed (Insight)

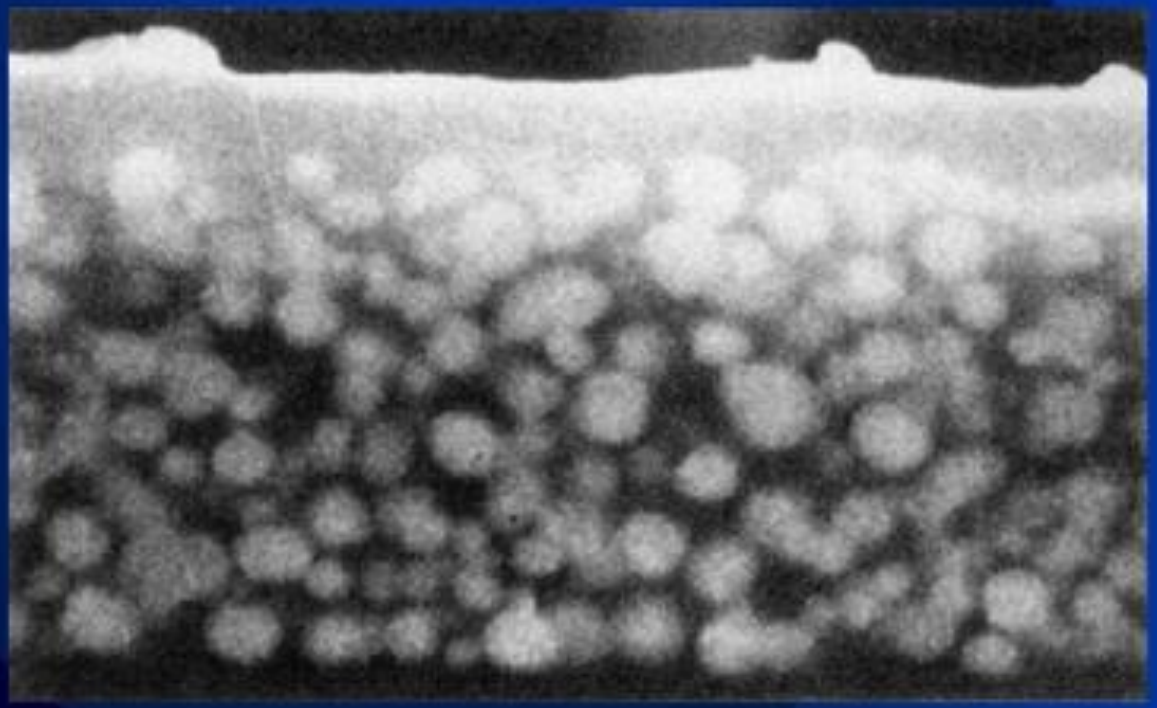
cristales grandes de hialuro de plata

cristales Tabulares

60% menos exposición que las D-speed

Velocidad de las películas (Intraorales)

Micrografía electrónica de una emulsión sin procesar
de película dental Kodak Ultra Speed (5000 × magnificación).
Nota apariencia blanca, granos sin exponer de bromuro de plata.
(Courtesy Eastman Kodak, Rochester, NY.)



Almacenaje de las películas

- Almacenar entre 50º – 70º F (refrigerada).
  Las altas temperaturas pueden producir películas nebulosas.
- Las cajas abiertas de películas necesitan mantenerse en un área con poca luz (cuarto de revelado) y fresca.
- Se deben utilizar las películas antes del tiempo de vencimiento y así evitar las aparición de películas nebulosas.
- No almacenar las películas en el cuarto donde se realizan las tomas radiográficas.

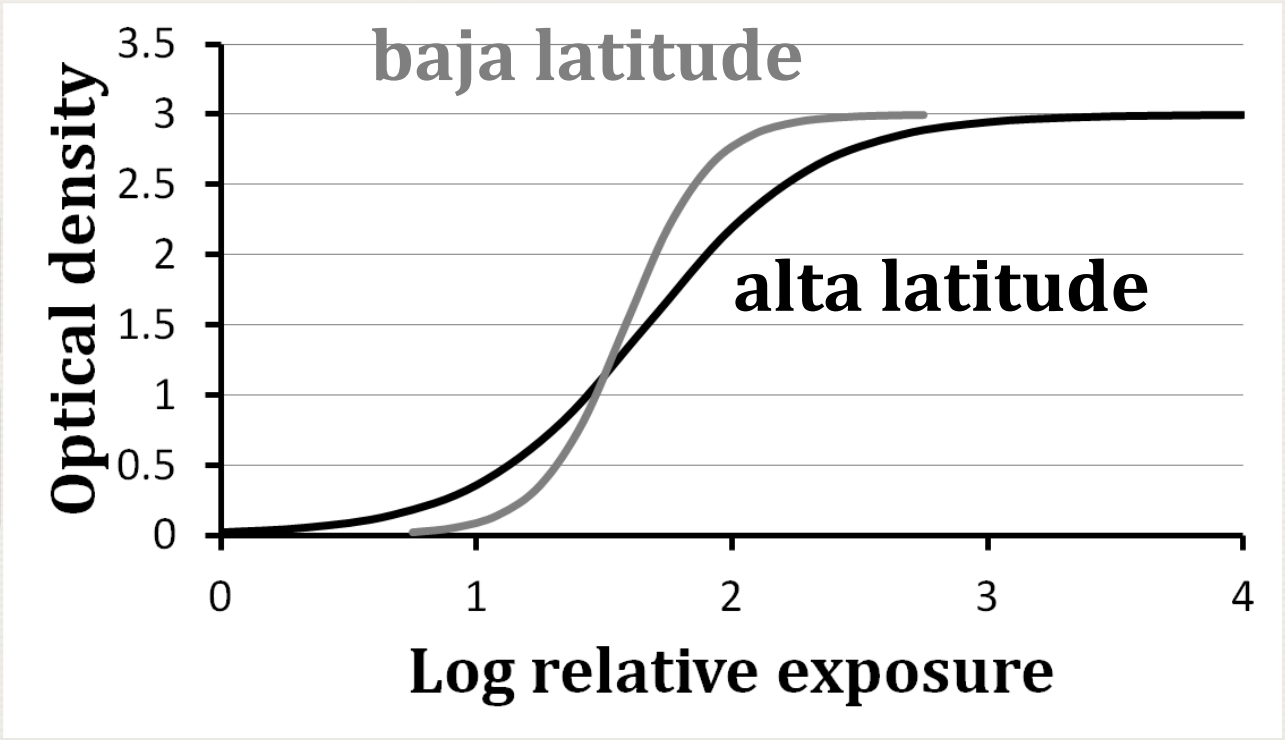
PROCESADO DE PELICULAS

*La imagen latente es invisible crea la imagen visible gracias al procesado que provoca que los iones de plata en el cristal de haluro de plata que han sido expuestos a la luz se conviertan en granos microscópicos de plata.

*El procesado es tan importante para conseguir una radiografía de calidad como el posicionamiento y la técnica.

Caracteristicas de las peliculas

- latitude
  - Intervalo util para lasimágenes, inversamente relacionado con contraste



- **PARÁMETROS QUE AFECTAN LA IMAGEN Y DOSIS EN PACIENTE DE RADIOLOGIA INTRAORAL**

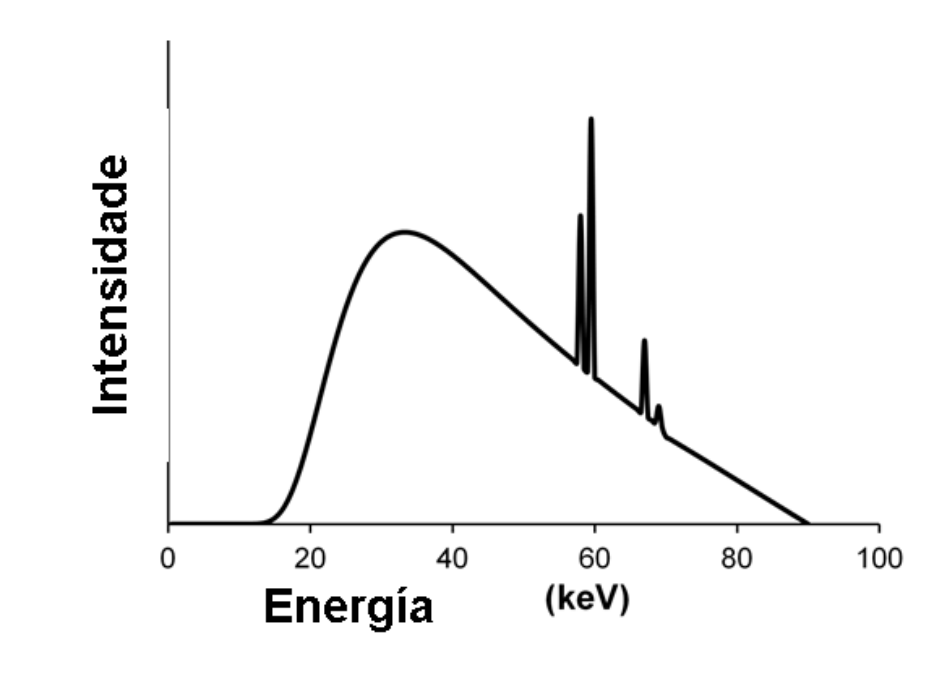
Varios parámetros de exposición están asociados con el tubo de rayos X.

- Energía del haz (kV, filtración)
- Corriente de tubo (mA)
- Tiempo (s) de exposición
- Factores geométricos (tamaño del haz, distancia fuente-piel, ...)

Por lo general, tanto la calidad de imagen como la dosis de radiación se ven afectados por estos parámetros, y su selección adecuada es un aspecto crucial de la optimización de la dosis

Efecto Kilovoltaje

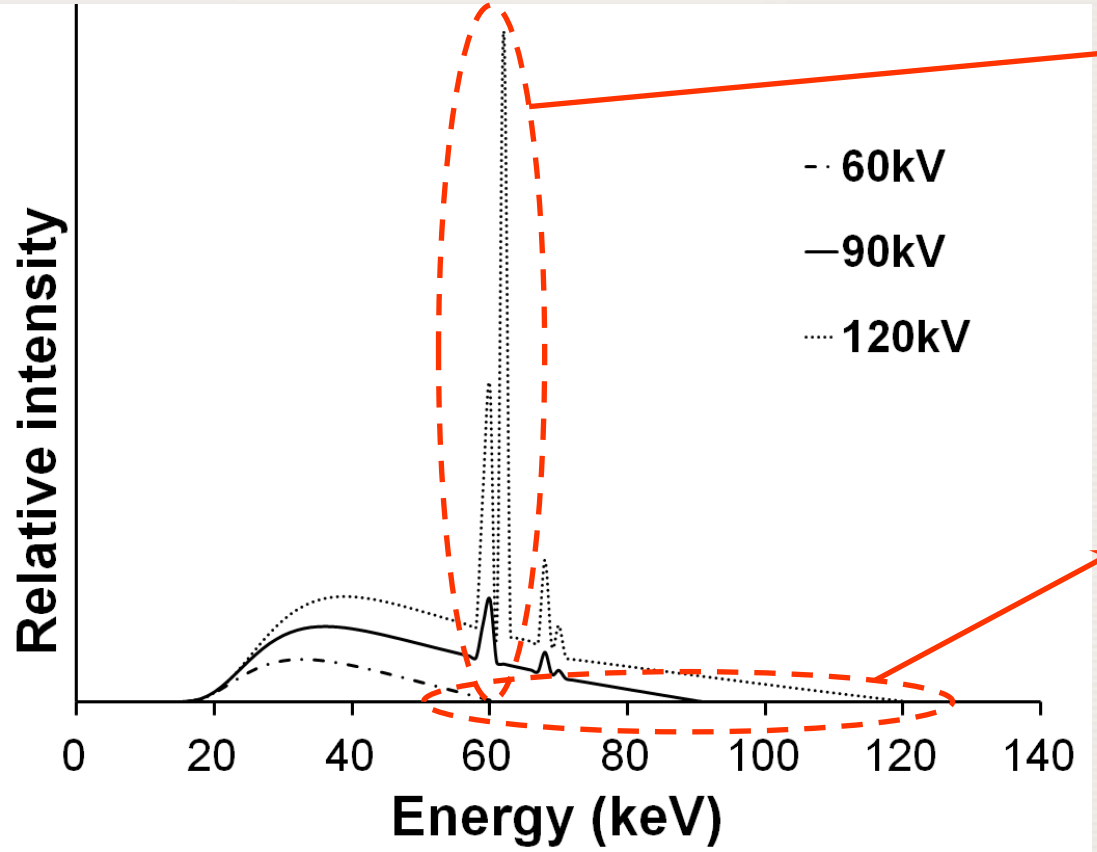
- El kilovoltaje afecta a la energía media de los fotones del haz (más energéticos, mayor penetración).



Espectro típico de rayos X

Parametro de Exposición: kV

- kV ↑ → energía X ray ↑ (energía promédia y máxima) .
  X ray flux ↑

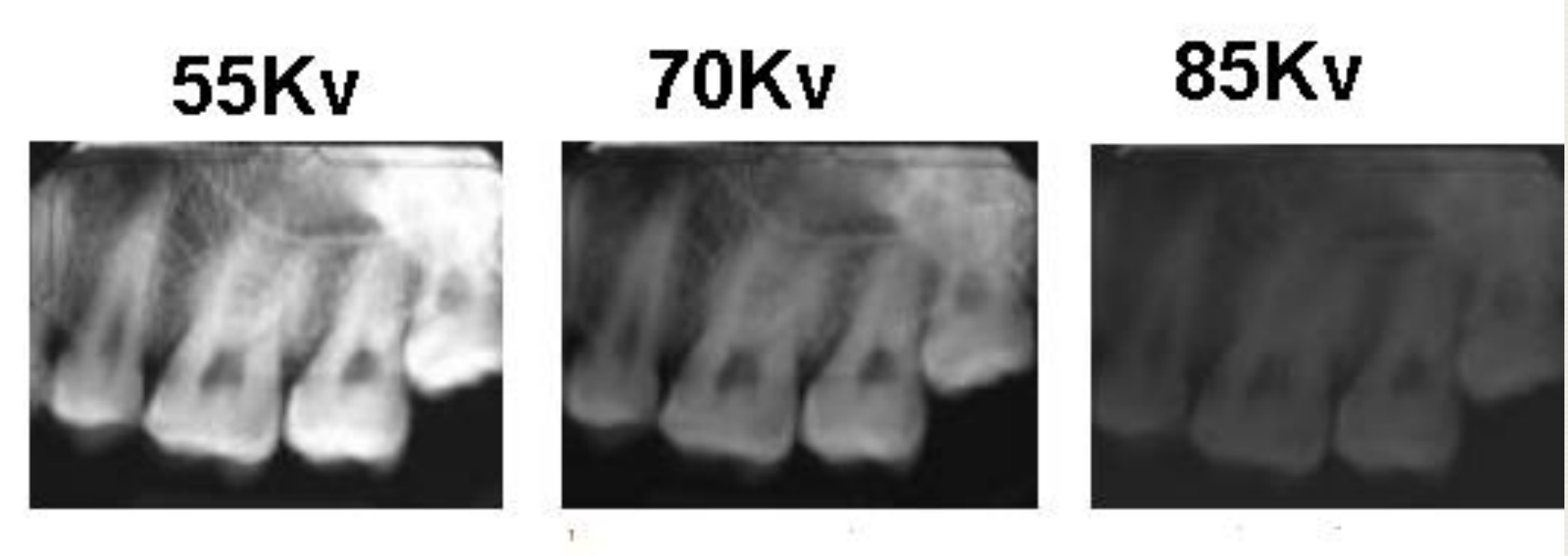


Radiación característica – no es afectada por el kV. Depende del material del anode m

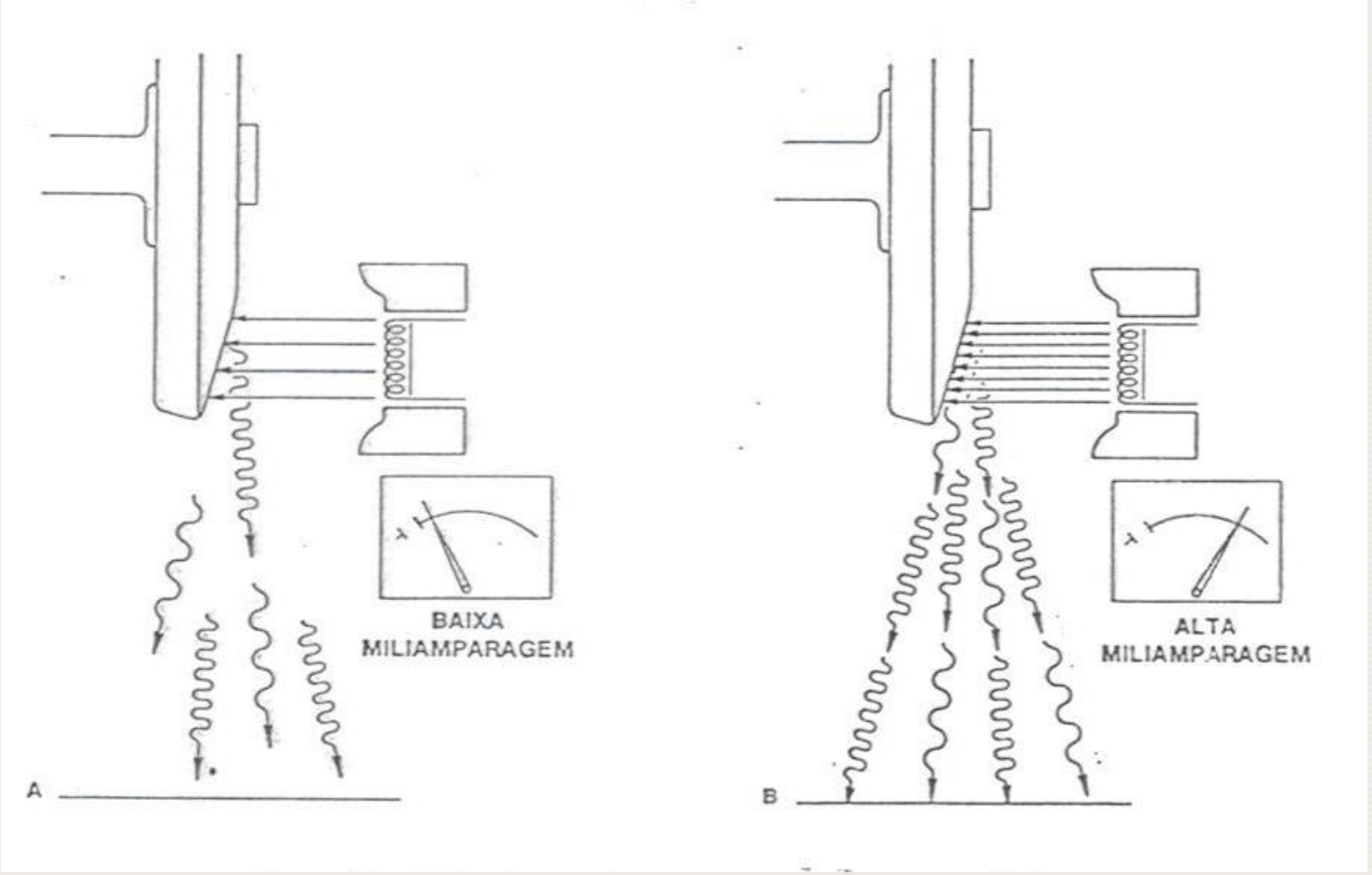
Max. energia (en keV) = Voltaje del Tubo (en kV)

Parametros que afectan la imagen

Tension de operación.



Corriente del tubo x tiempo- mAs



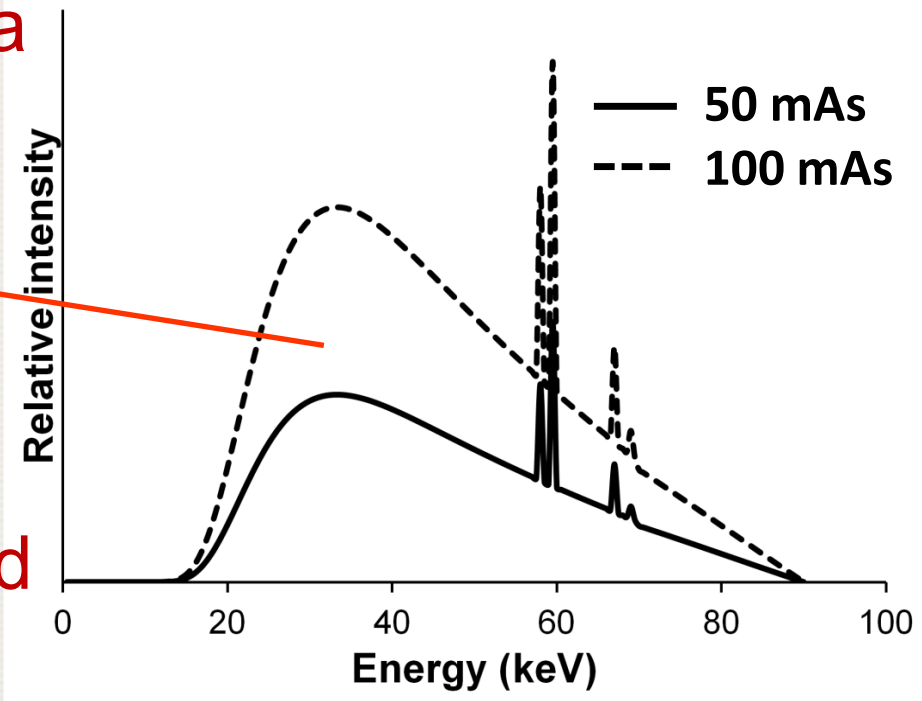
Parametro de Exposición: mAs

- Curriente del tubo (mA) * tempo de exposición(s) = mAs
  (e.j. 5 mA, 10 s → 50 mAs)
- mAs ↑ → intensidad de X ray ↑ (i.e. nr. of X rays)

mAs no afecta la energía media o máximas.

Afecta la intensidad (o flujo) de la radiación

Variación de la intensidad es linear con mAs



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)

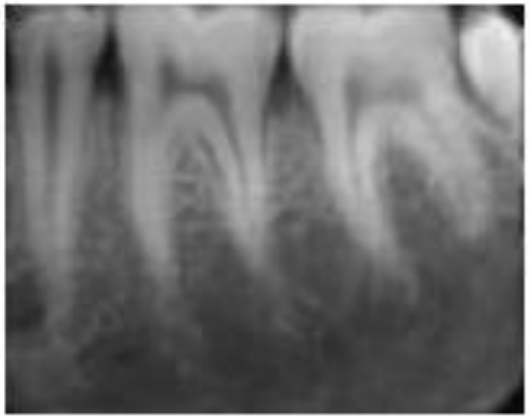
Efecto de mAs em la imagen

Corriente : 10mA

Exposición 0,25s

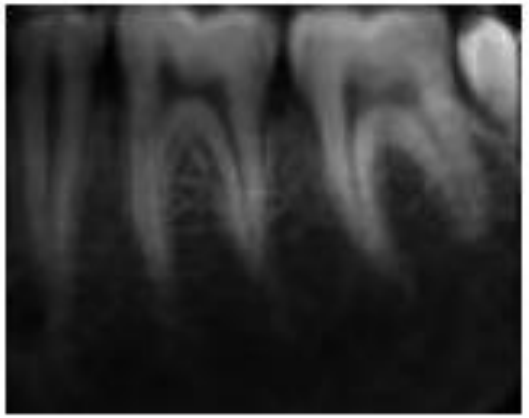
2,5mAs

Exposición 0.5s



5,0mAs

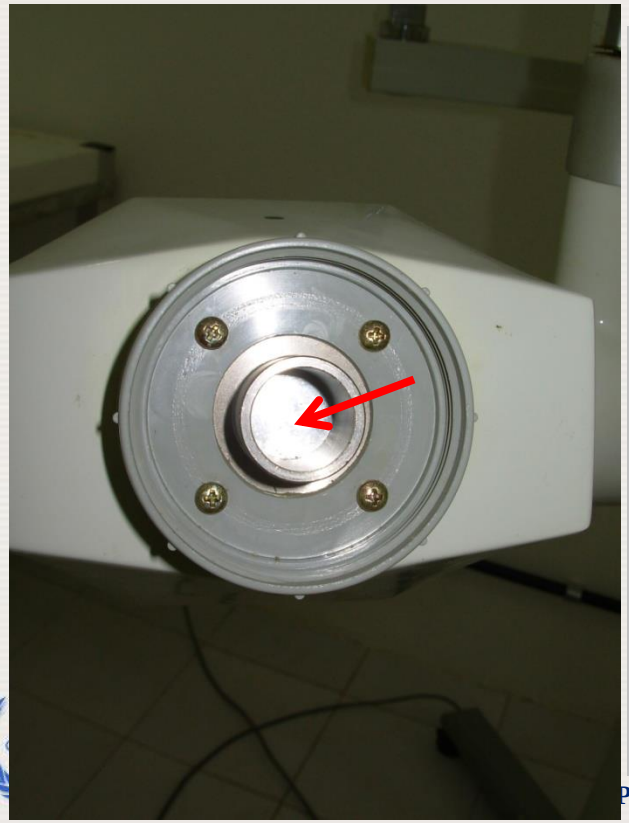
Exposición 1,0 s

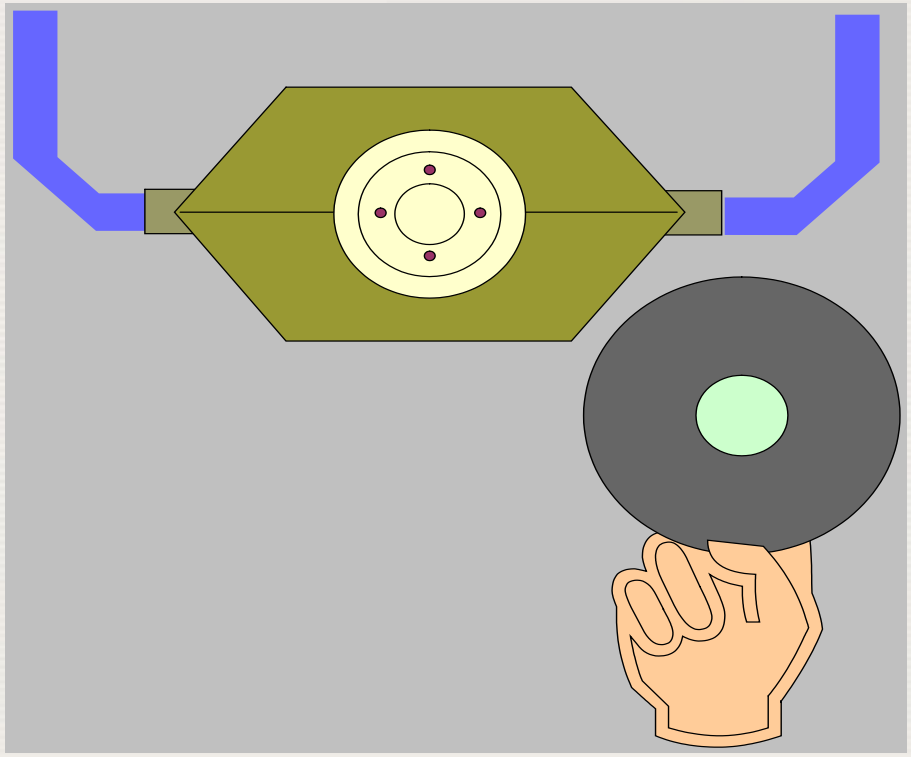


10mAs

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

Filtración inherente = vidrio del tubo

Filtración añadida – lámina de Al

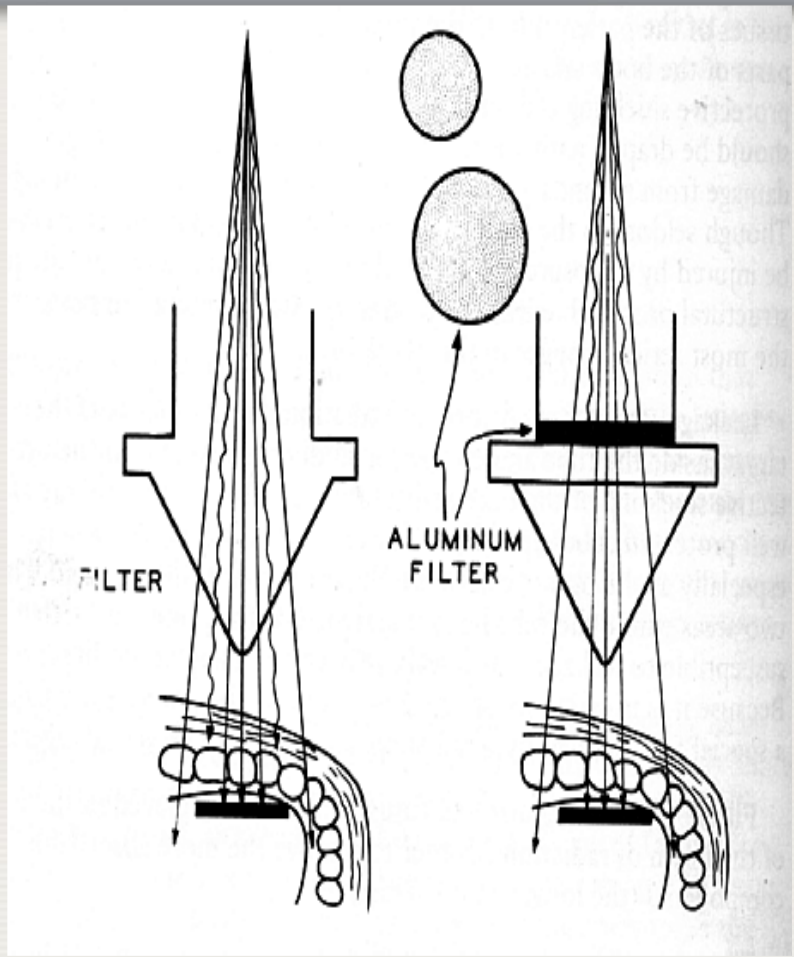
Efecto de la Filtración

- **Filtración**

Atenúa los fotones de baja energía

Aumenta la energía media del haz

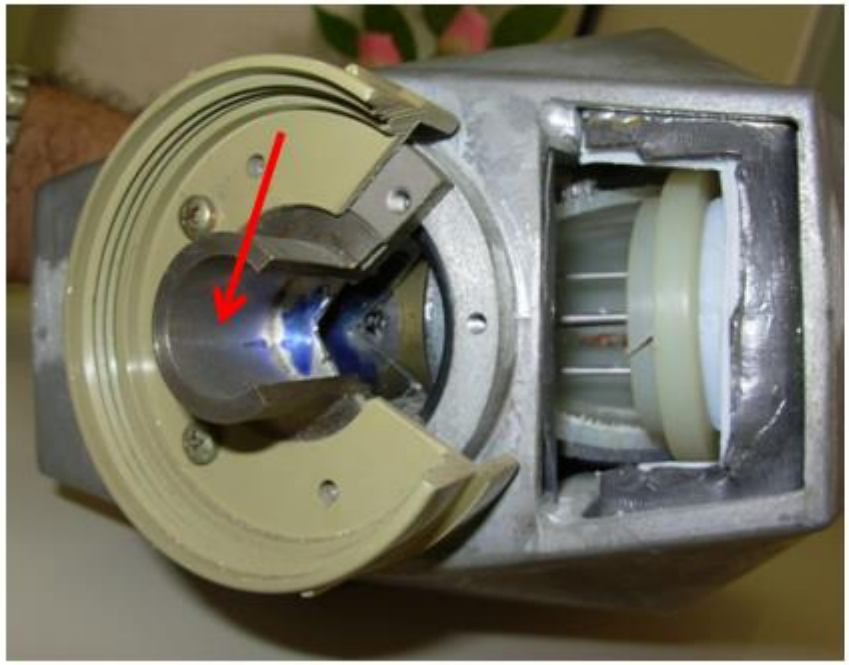
Disminuye la dosis piel del paciente



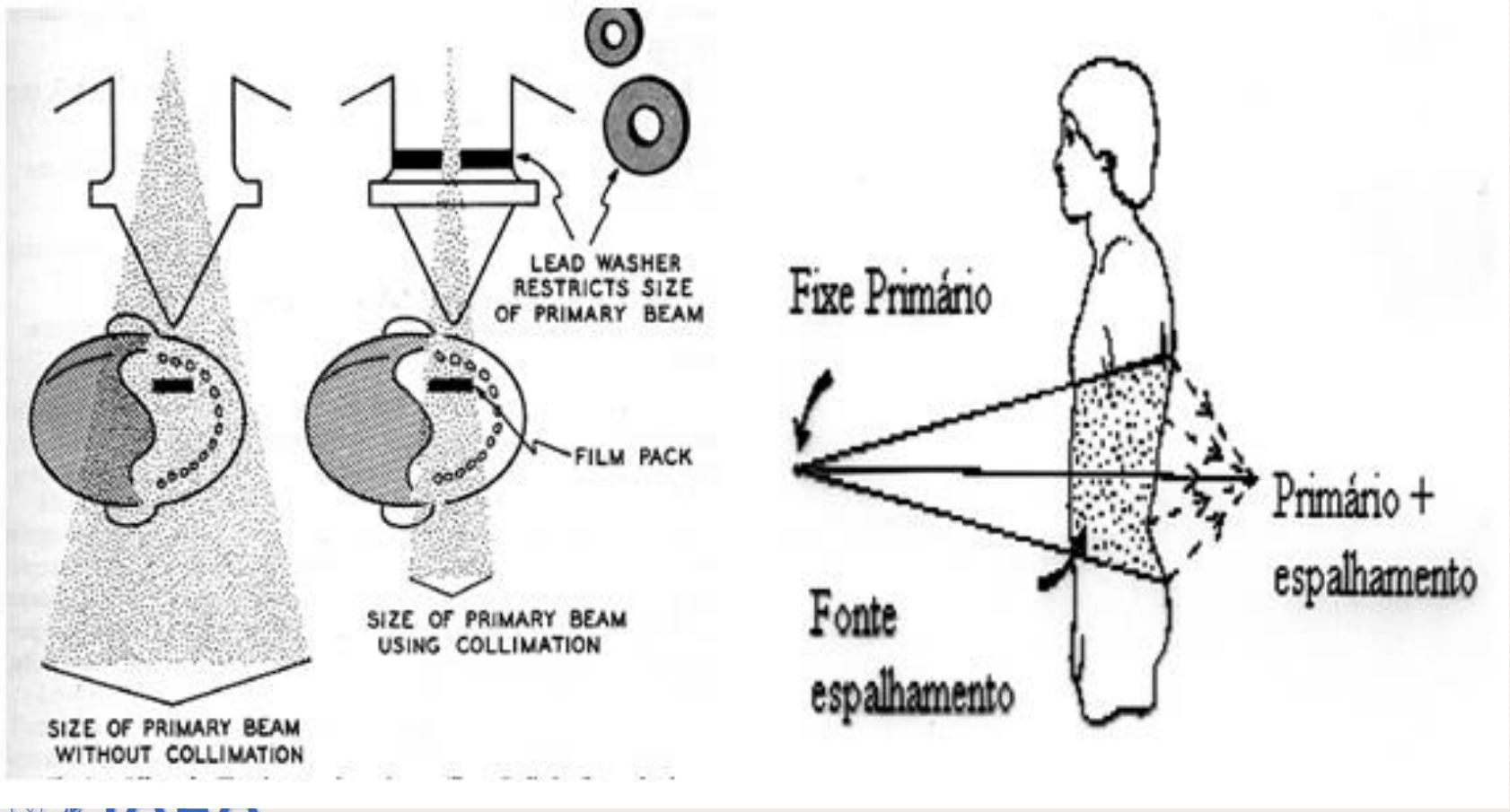
- Existen recomendaciones para trabajar con una filtración total mínima en función del kilovoltaje utilizado
- 1,5 mm de Al para valores menores de 70 Kvp
- 2,5 mm de Al para valores superiores a 70 Kvp

Colimación

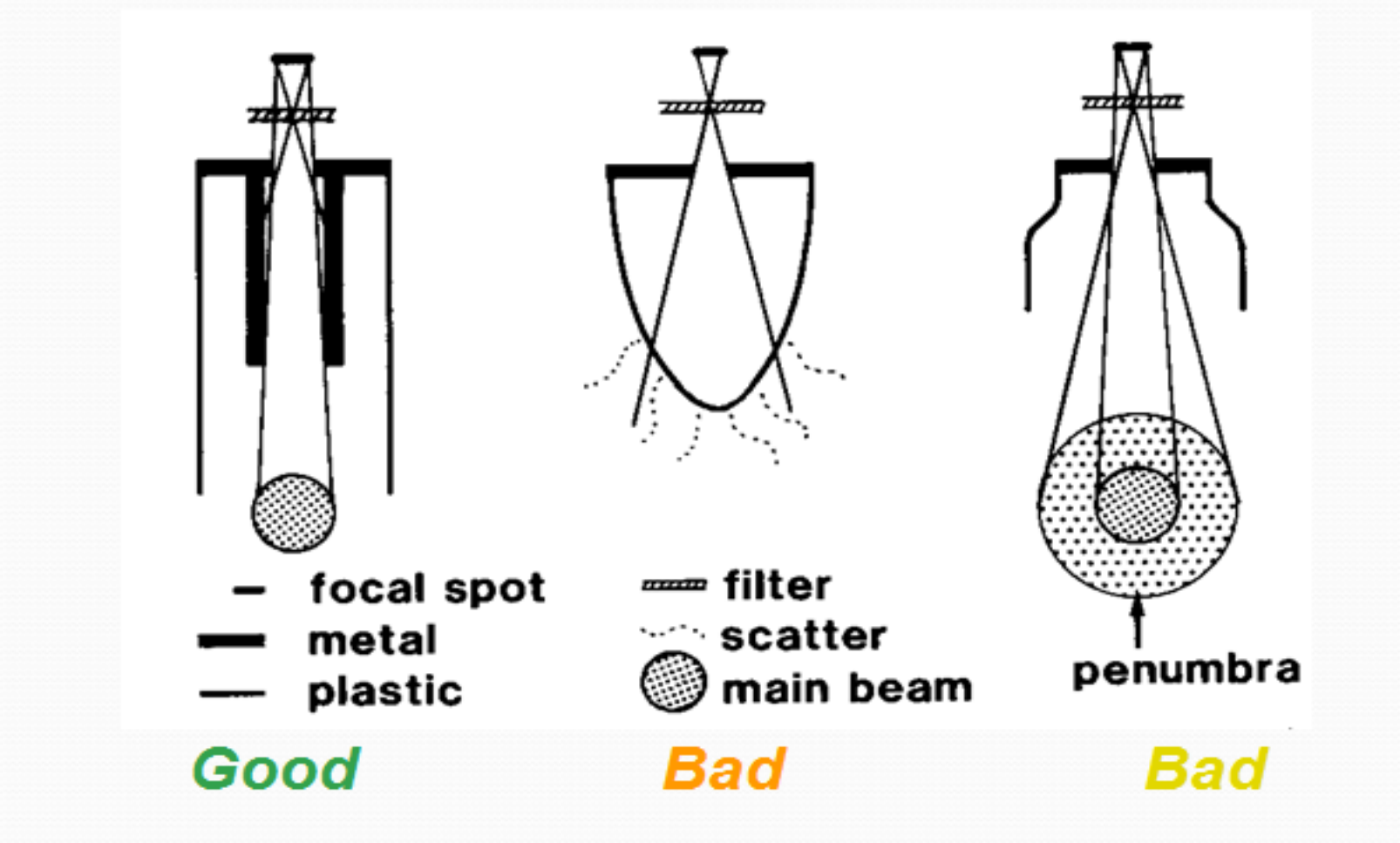
Colimación



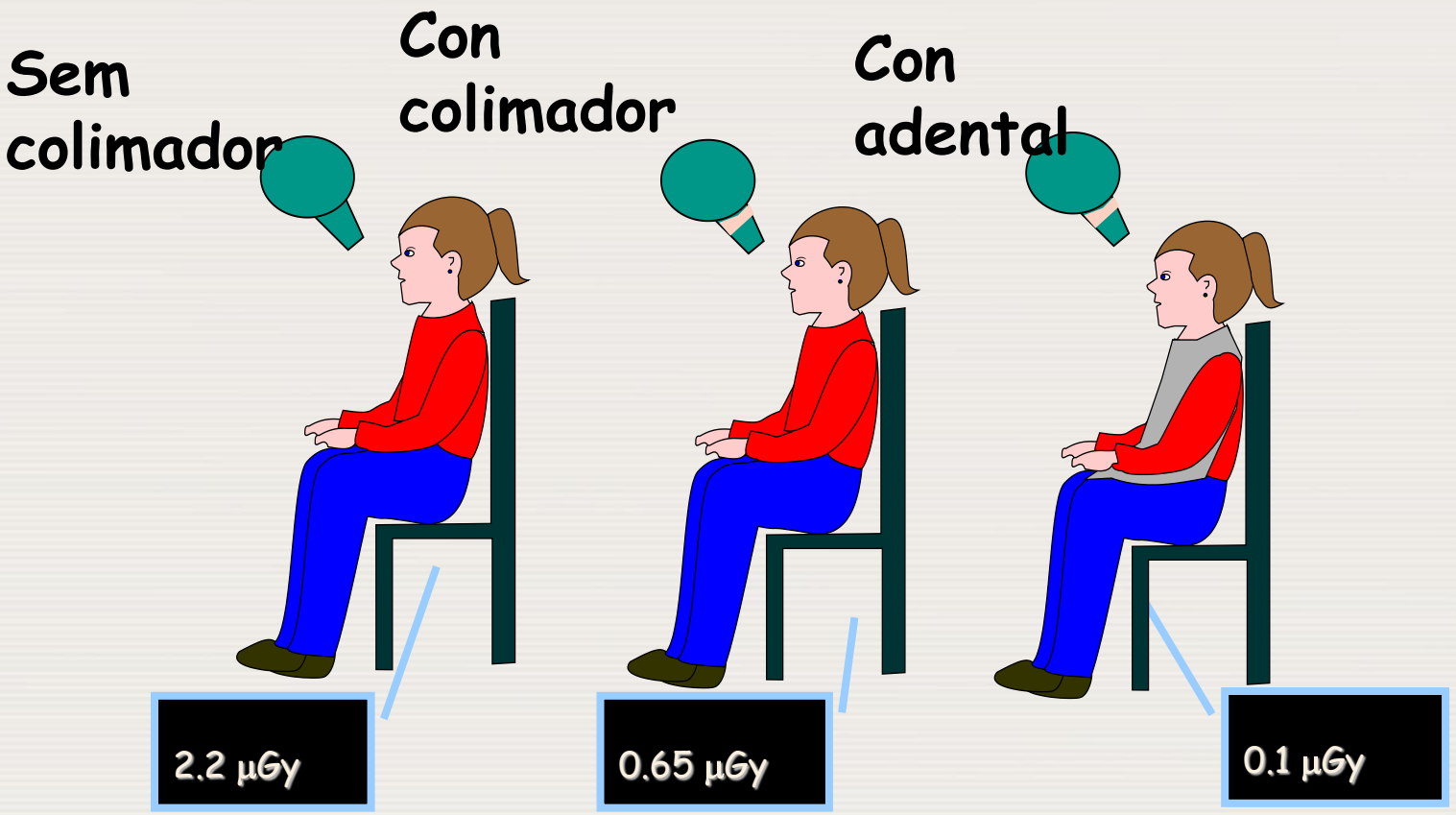
- **Colimación**


LEAD WASHER
RESTRICTS SIZE
OF PRIMARY BEAM
FILM PACK
SIZE OF PRIMARY BEAM
USING COLLIMATION
SIZE OF PRIMARY BEAM
WITHOUT COLLIMATION
Fixe Primário
Primário +
espalhamento
Fonte
espalhamento

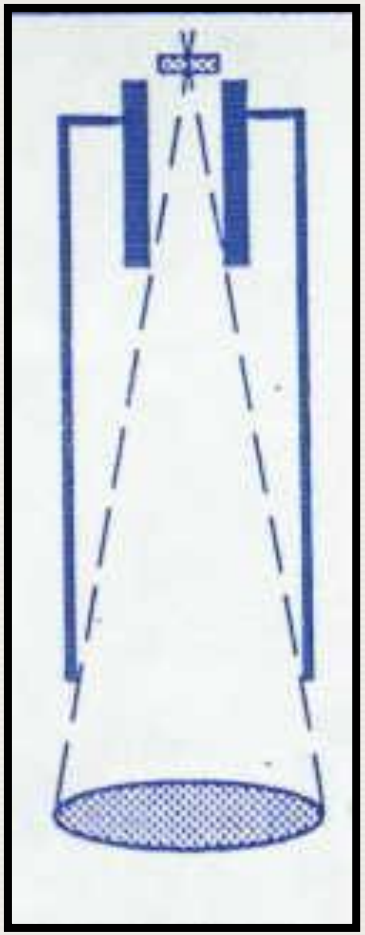
Helen Khoury 2012



DOSIS EN LAS GÔNODAS EN RAYOS-X DENTAL



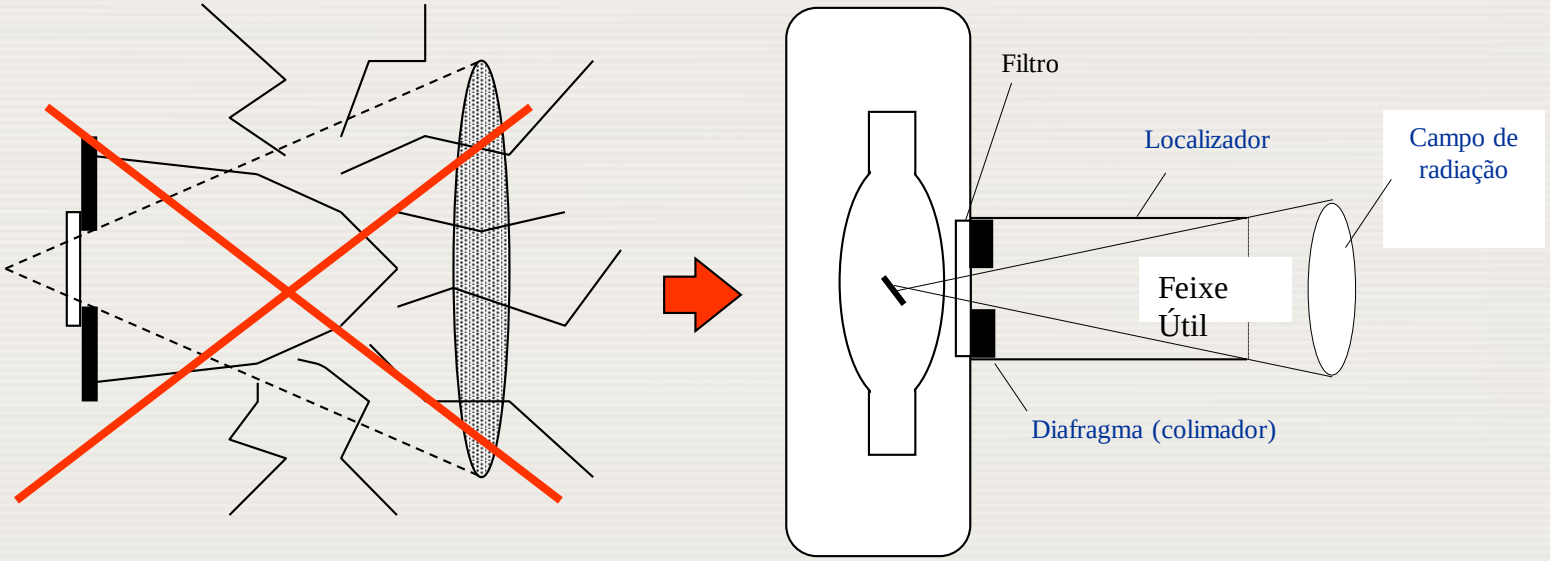
Tubo localizador



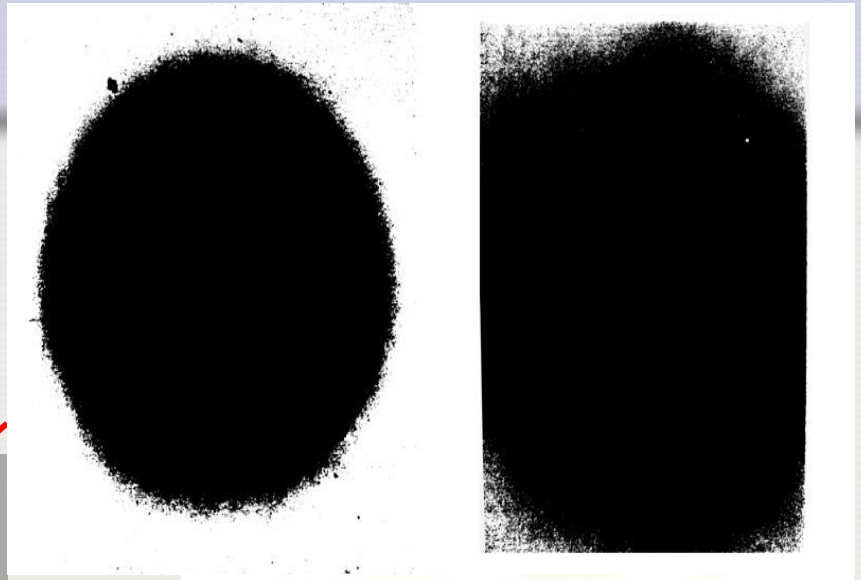
TENSÃO DE OPERAÇÃO (kV)	DISTÂNCIA MÍNIMA DO PONTO FOCAL À PELE DO PACIENTE (cm)
kVp < 60	18
60 < kVp < 70	20
kVp > 70	24

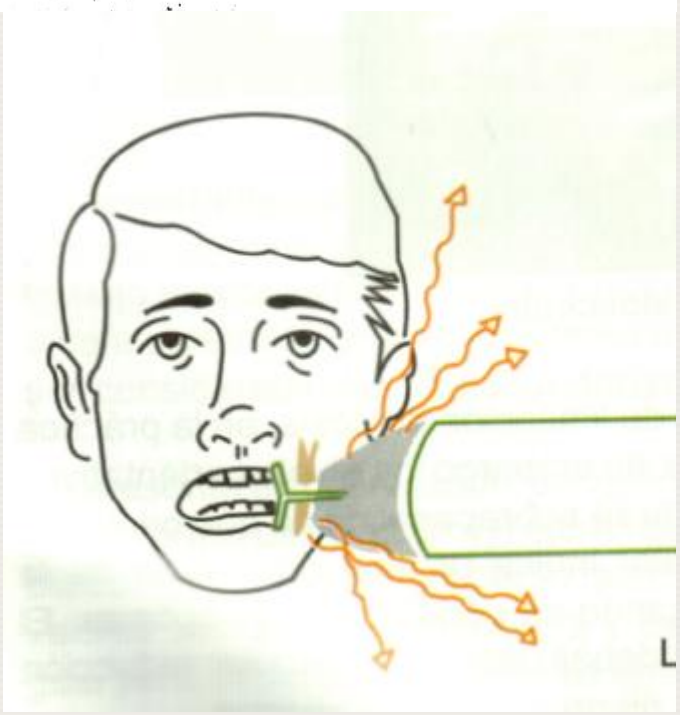
Distância foco-pele

Equipos para radiografias intra-orais debem possuir un localizador de extremidad abierta para posicionar el haz y limitar la distância foco-pele

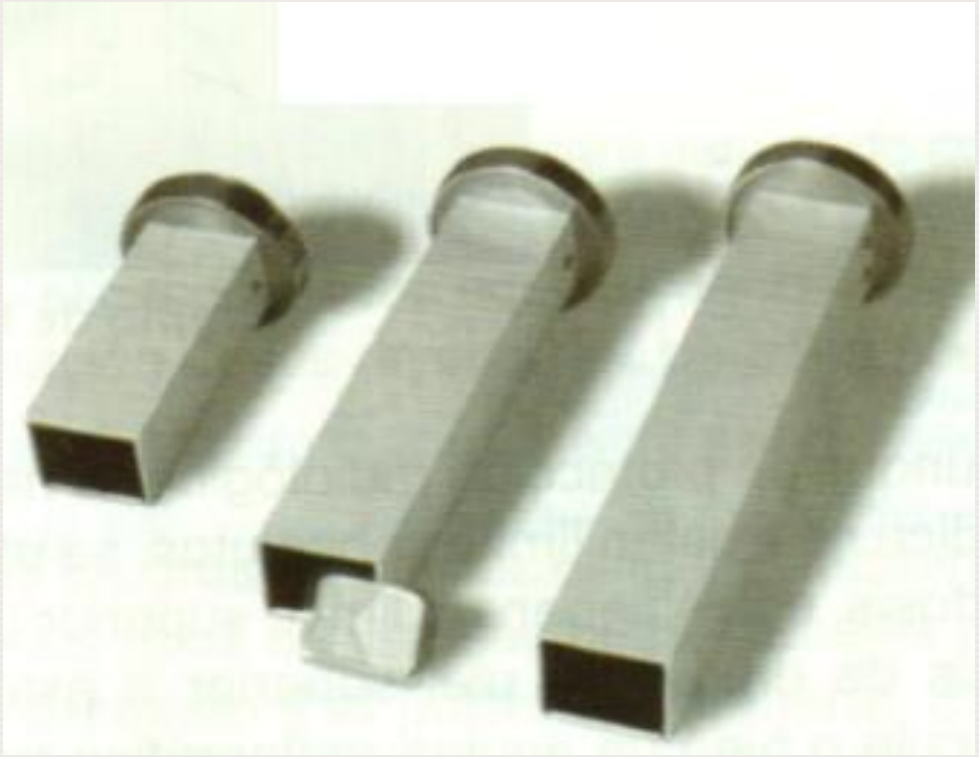


Distância foco-pele





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- Requesitos 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

Tipos de errores de imagen

- Error/causa: Imágenes claras pueden ocurrir por :
- Baja exposición, tiempo de procesamiento incorrecto o soluciones químicas vencidas

Errores en imagen intraoral

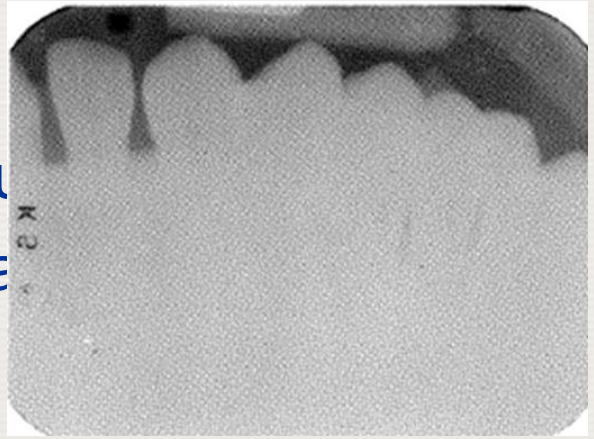
- Las seguientes causas poden producer errores en la imagen radiográfica intraoral:
  - Processamiento de la pelicula
  - Sobre o sub exposición
  - Artefactos en el receptor
  - Posicionamiento incorrecto del tubo de rayos x o de la pelicula
  - Otros

Errores en la imagen

- Pelicula muy clara

1. Processamiento
   - Processamiento inadecuado (baja temperature o tiempo)
   - Reactivo quimico contaminado o oxidado
   - Fijación excesiva

2. Sub-exposicion
   - kV, mA e/o tiempo de exposición mu
   - Distancia Fuente receptor muy larga



- Error/causa- Radiografias amarillas con puntos oscuros (de revelador), y claros (de fijador), entrada de luz

Error en la imagen

- Pelicula muy Oscura:

1. Error de procesamiento
   - Temperatura o tiempo de revelado muy altos
   - Concentración del químico revelador demasiado alta
   - Exposición a la luz (cualquier tipo de IOR)
   - Almacenamiento inadecuado (por ejemplo, sin blindaje, temperatura demasiado alta)

2. **Error en Exposición**
   - kV, mA y / o tiempo de exposición demasiado altos
   - Distancia fuente-receptor demasiado corta

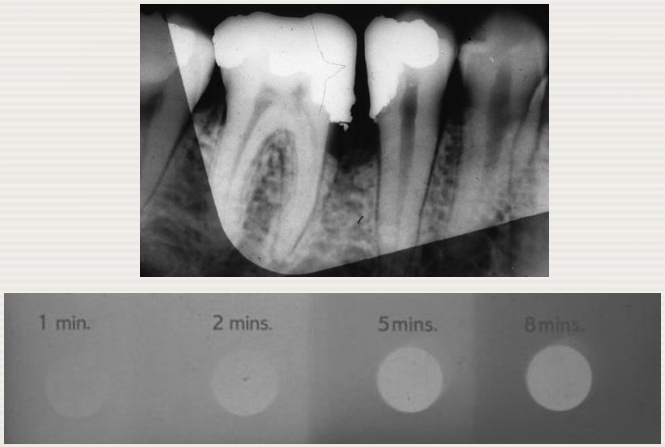
Errores en Imagen

- Bajo contraste de la imagen:
- Puede ser causado tanto por subdesarrollo como por exceso de -exposición (para este último, especialmente demasiado alto kVp)
- FOG de la película

Error en la Imagen

- Fogging:

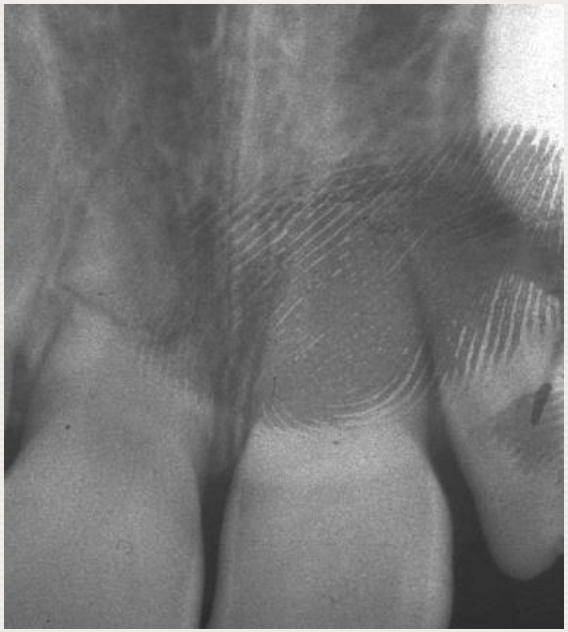
1. Exposición a la luz (incl. inadecuado armazenamiento)
2. Excesso de quimico revelado
3. Solucion contaminada (e.j. revelador ↔ fijador



K. Horner

Errores

- Oscurecimiento local



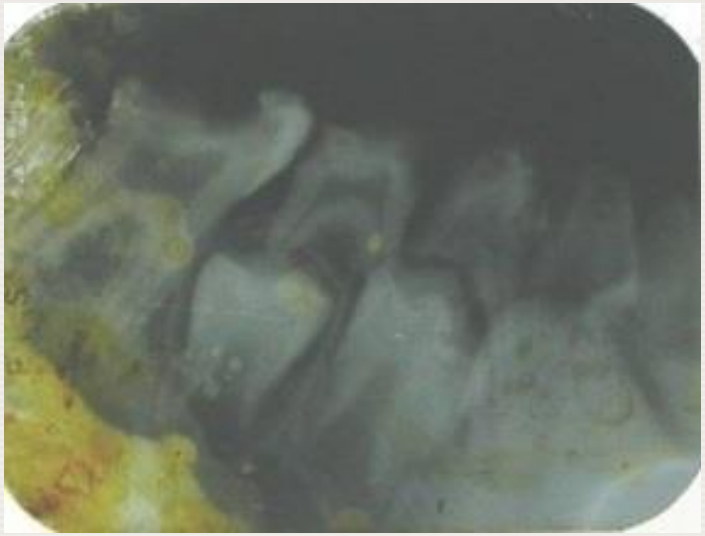
K. Horner

Errores en la imagen

- Brillo local:
- Contaminación con fijador antes del procesamiento
- Contacto con tanque / otra película durante el processamiento
- Flexión excesiva después del processamiento

Errores en la imagen

1. Quimico processador / fijador agotado / contaminado
2. Insuficiente lavado



K. Horner

Sugerencias técnicas para reducir las dosis a los pacientes : Control de calidad del procesado de la película

- Mantener bajo control el tiempo y la temperatura del proceso de revelado
- No usar reactivos químicos oxidados
- No ajustar el tiempo de revelado observando la película

Sugerencias técnicas para reducir las dosis a los pacientes
Primar el uso de películas sensibles

	Clase de sensibilidad D	Clase de sensibilidad E
Resolución espacial	Muy buena	Buena
Dosis típica impartida	unos 0.5 mGy	unos 0.25 mGy
Tiempos de exposición típicos	0.3 - 0.7 s	0.1 - 0.3 s