



# Entrenamiento Básico ISUOG

Principios Físicos del Ultrasonido  
Incluyendo la Seguridad

# Objetivos del aprendizaje

Al final de esta conferencia usted podrá:

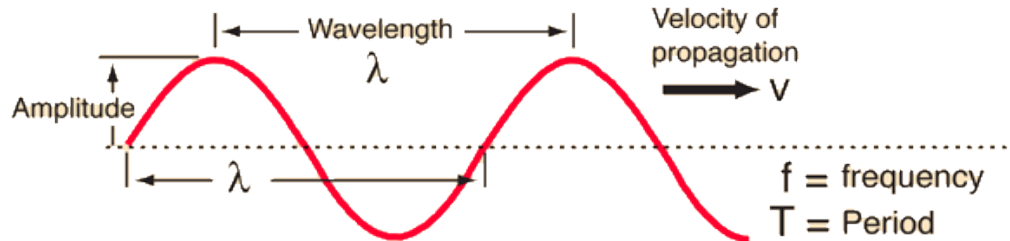
- Explicar como se genera una imagen de ultrasonido
- Describir los diferentes modos de ultrasonido usados para obtener las imágenes
- Describir las normas de seguridad internacionales actuales relacionadas con el índice térmico (IT) y el índice mecánico (IM)

# Preguntas clave

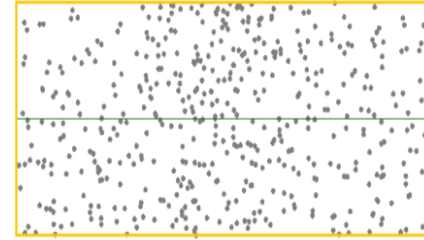
1. ¿Qué es el ultrasonido?
2. ¿Cómo se produce una imagen en tiempo real en modo B?
3. ¿Cómo debe aplicarse el principio ALARA?

# Sonido/ultrasonido

- Onda mecánica longitudinal
- Transmitido a través del medio por desplazamiento local de partículas dentro del medio – compresión & rarefacción
- Frecuencia (Hertz) = ciclos/seg
- Rango audible humano = 20Hz – 20,000Hz (20kHz)
- Ultrasonido = frecuencias por encima del rango audible



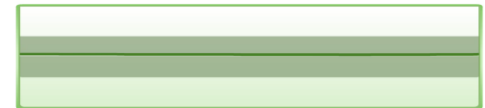
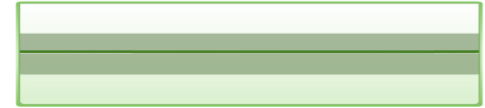
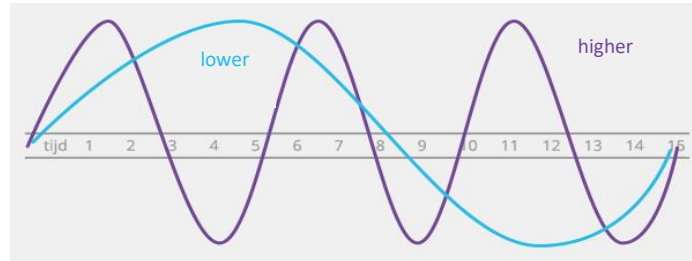
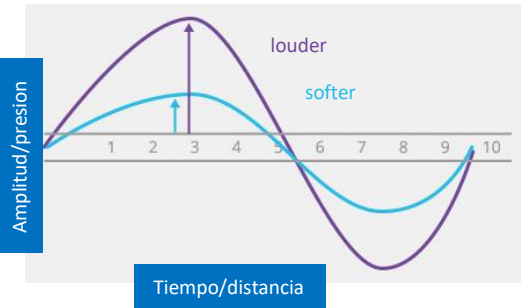
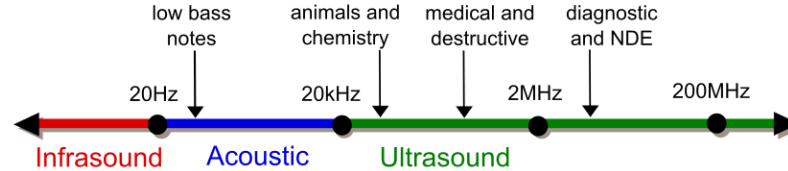
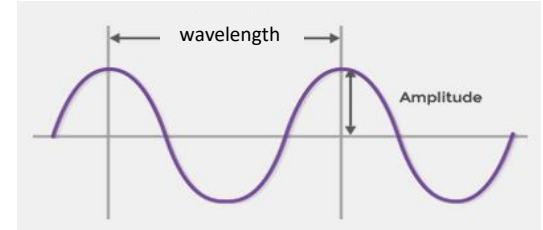
# Sonido



- Onda compresiva
- Gas, líquido o medio sólido
- La velocidad del sonido depende del medio y la temperatura
  - Aire 343 m/s
  - Agua 1482 m/s
  - Hierro 5960 m/s
  - **Promedio en el tejido biológico 1540 m/s**

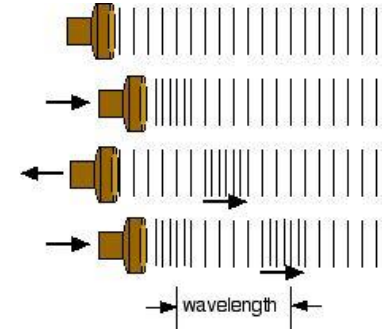
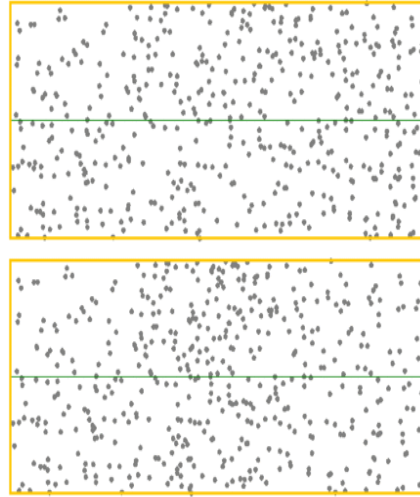
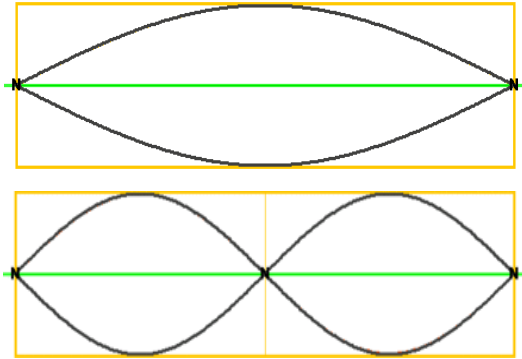
# Física del sonido

- Ultrasonido en uso médico~ 1 – 20 MHz

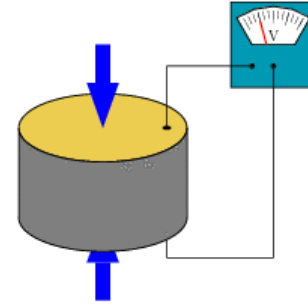
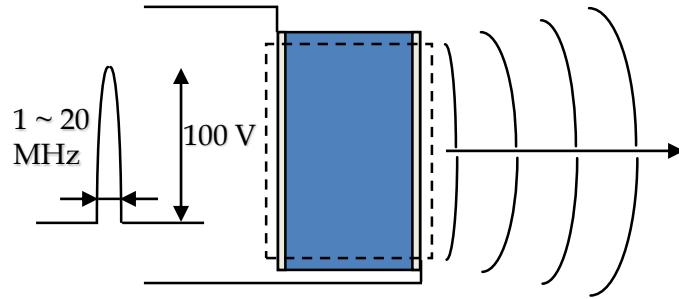


# Del ultrasonido a la imagen

- Efecto Piezoeléctrico— capacidad de generar (transducir) una carga eléctrica en respuesta a la tensión mecánica aplicada, & viceversa
- Cristal Piezoeléctrico - cuarzo, titanato de zirconio, cerámicas modernas

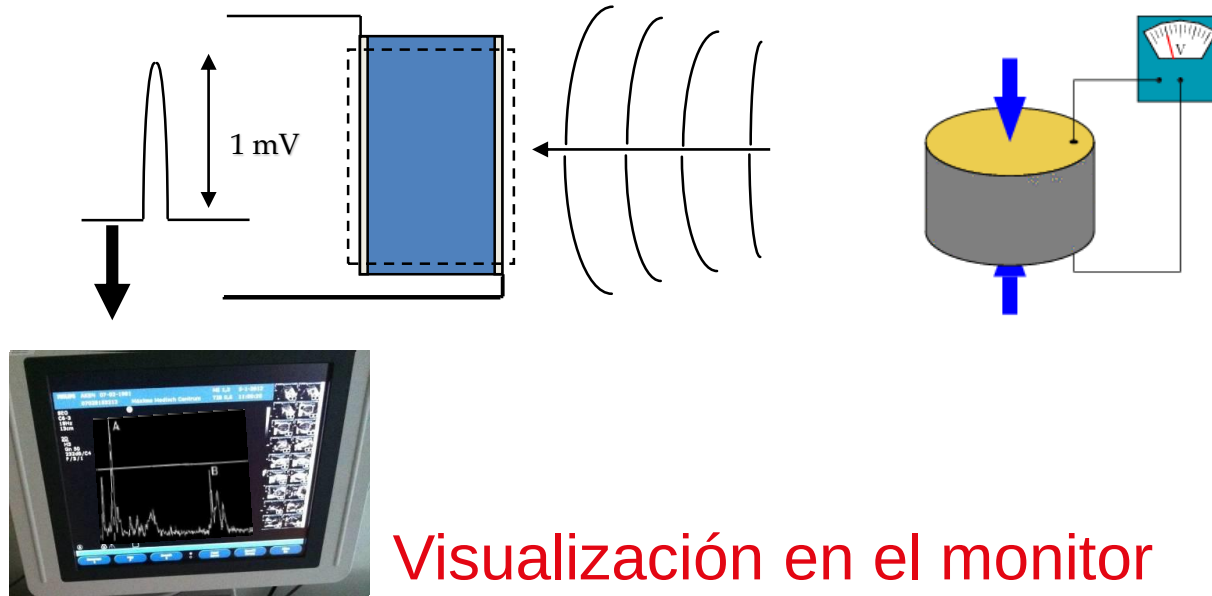


# Transmisión del pulso



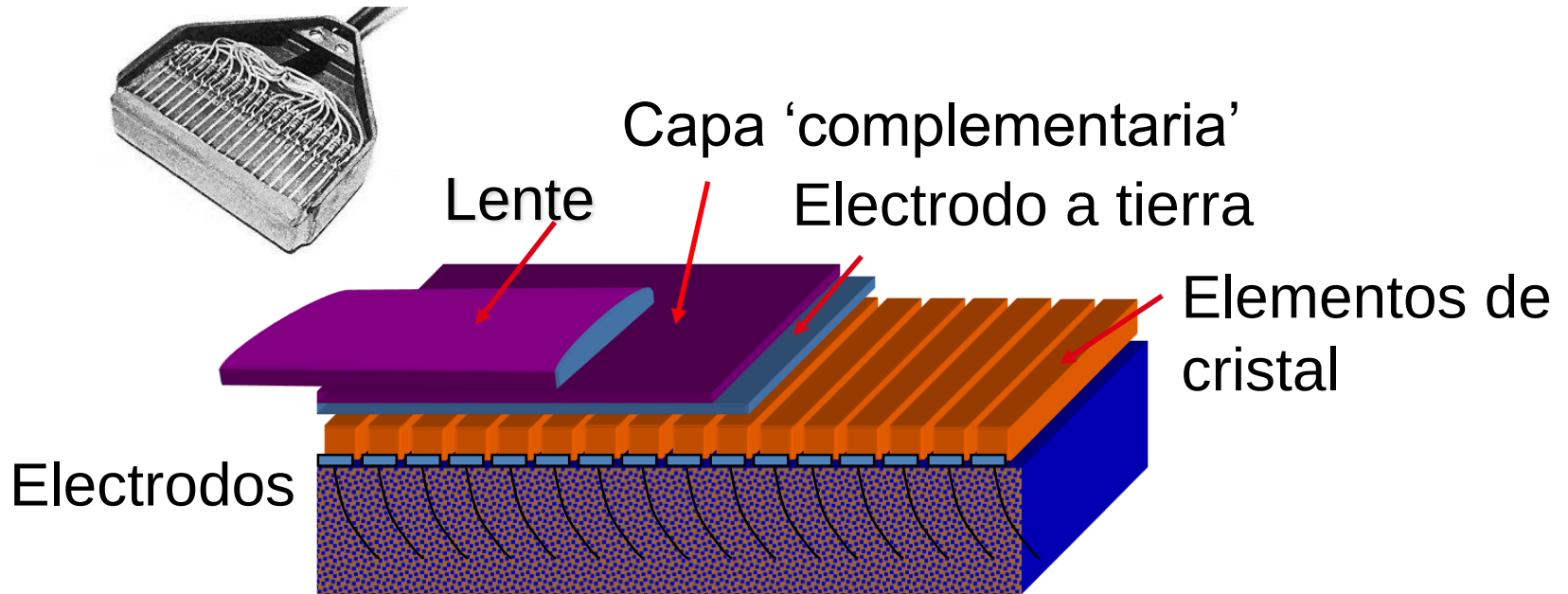
**Modo - A**

# Recepción del pulso

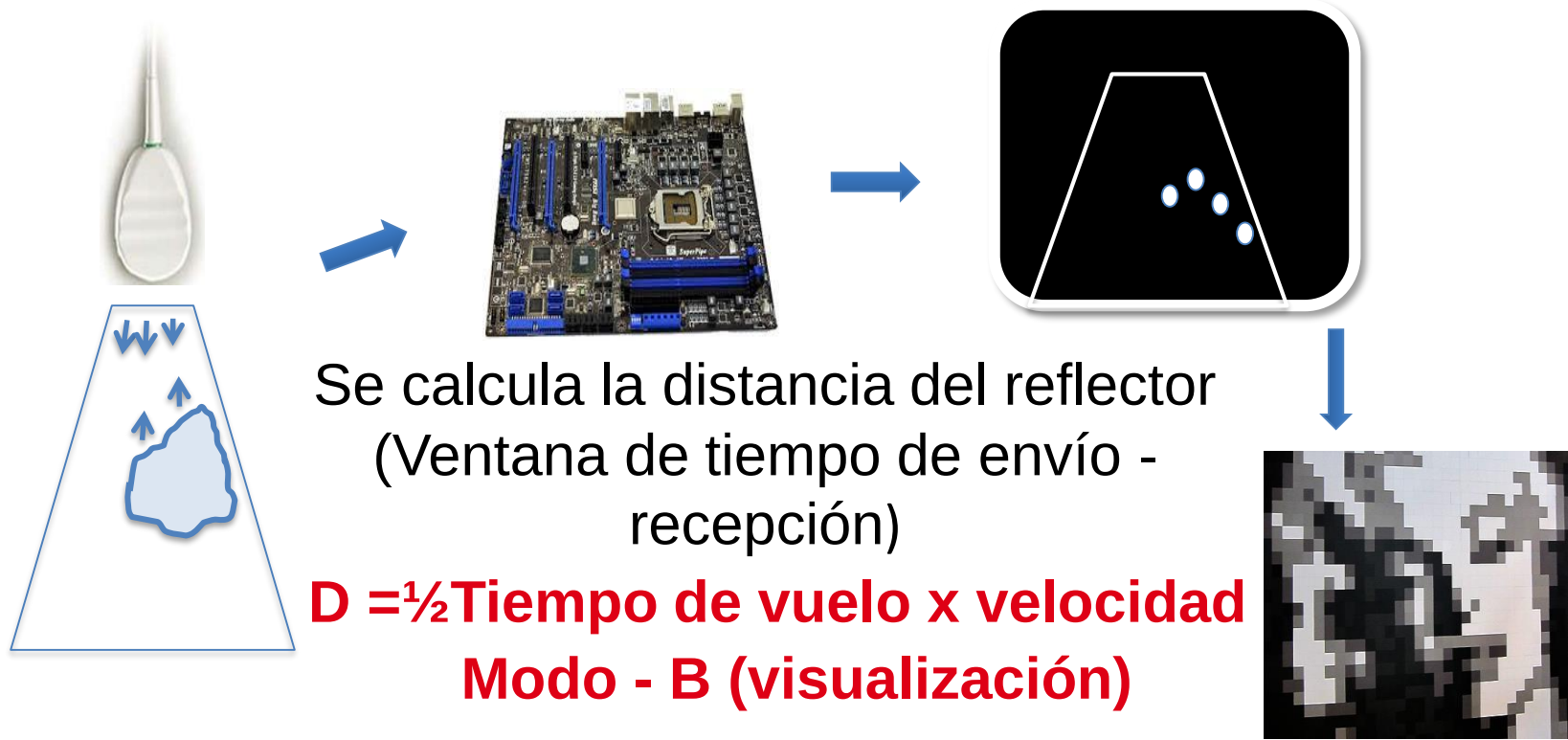


Visualización en el monitor

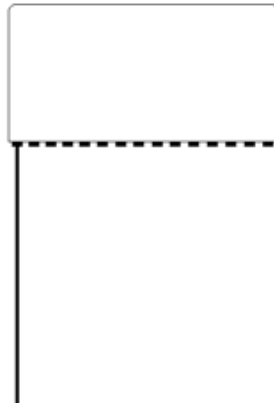
# Transductor de ultrasonido



# Del ultrasonido a la imagen

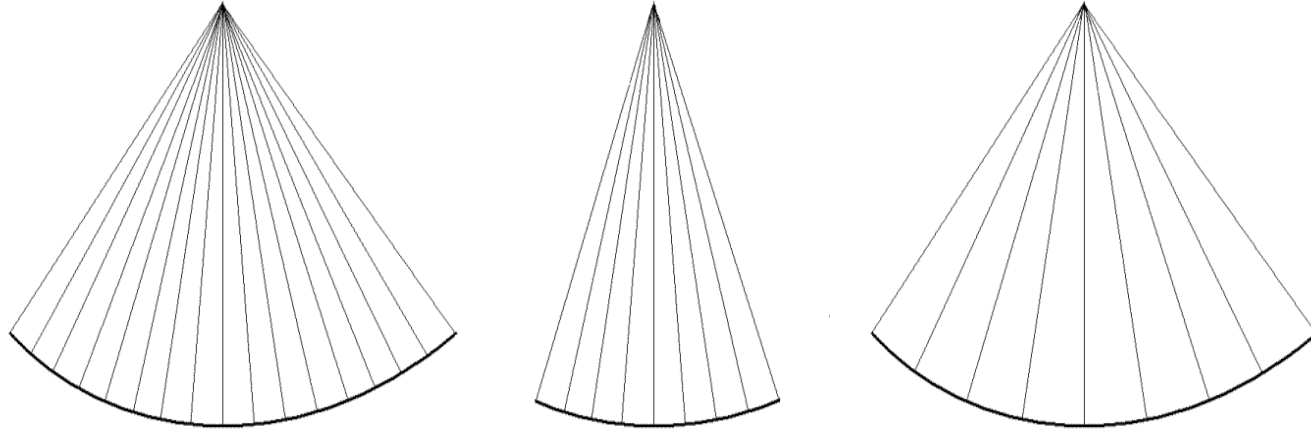


# Del ultrasonido a la imagen



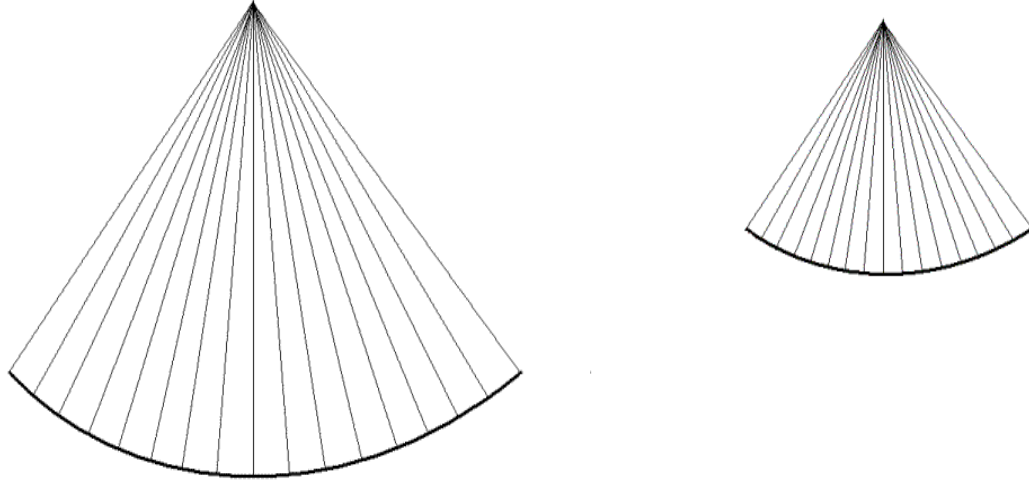
*Stiglen*

# Del ultrasonido a la imagen



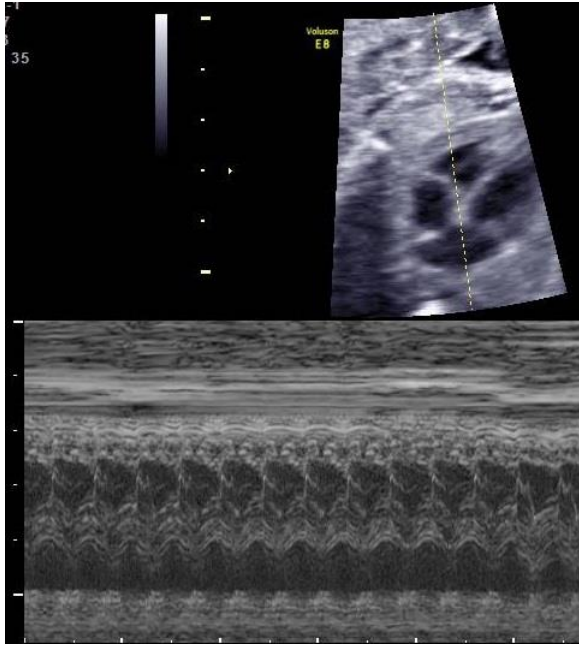
Angulo amplio / la amplitud toma tiempo!  
Gran cantidad de sectores toma tiempo!

# Del ultrasonido a la imagen



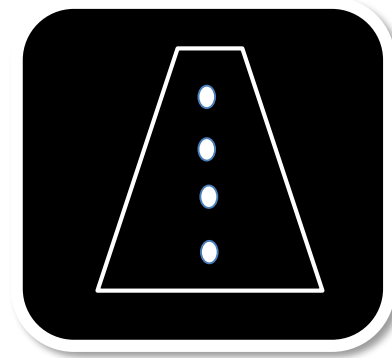
La profundidad toma tiempo!

# Del ultrasonido a la imagen

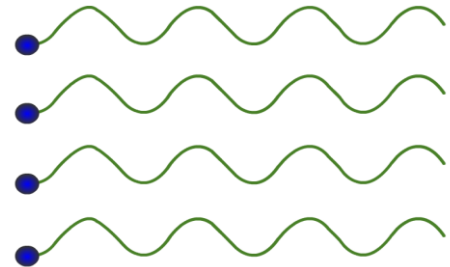


Las variaciones en una sola línea de ecos se registran contra el tiempo

**Modo-M (Movimiento)**



**Time**



# Frecuencia, resolución & penetración



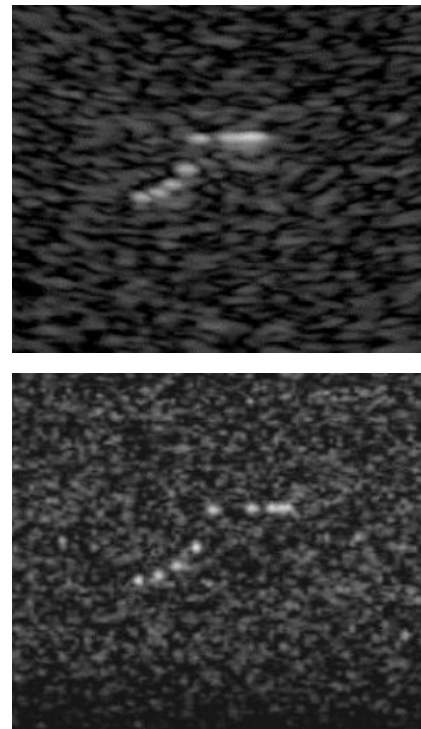
Ambas  
21 semanas!

- Baja frecuencia:
  - Baja resolución
  - Mayor penetración
- Alta frecuencia:
  - Alta resolución
  - Menor penetración

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| 3.5 mHz  | = | 10-20 cm |
| 5.0 mHz  | = | 5-10 cm  |
| 7.5 mHz  | = | 2-5 cm   |
| 10.0 mHz | = | 1-4 cm   |

# Imagen - resolución

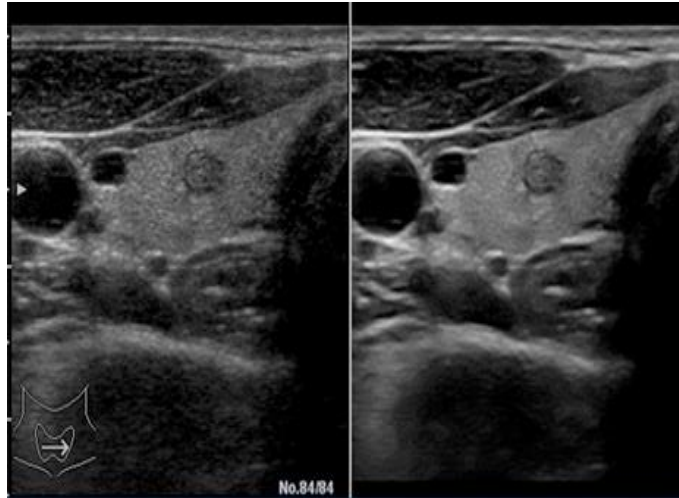
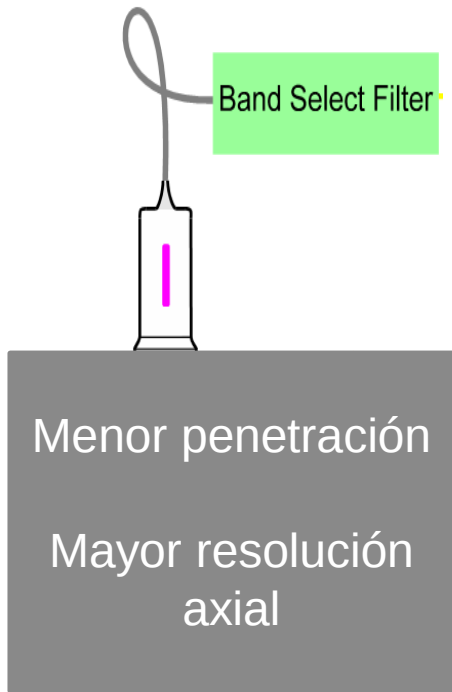
- Resolución lateral
- Resolución axial
- Resolución temporal



# Mejora de la imagen

## Imágenes de armónicos tisulares

- $2f$ ,  $3f$ ,  $4f$  : leyes de la física
- El transductor también puede recibir frecuencias armónicas



# Artefactos



Una imagen de ultrasonido que no coincide con la anatomía actual

# Artefactos

## Pérdida de señal / sombra acústica

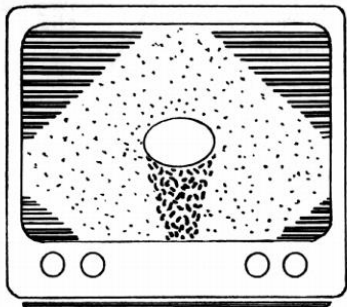


- Área oscura posterior debido al tejido reflector denso
- Más marcado a lo largo del haz de Ultrasonido

Reduce/elimina ajustando el  
ángulo de insonación

# Artefactos

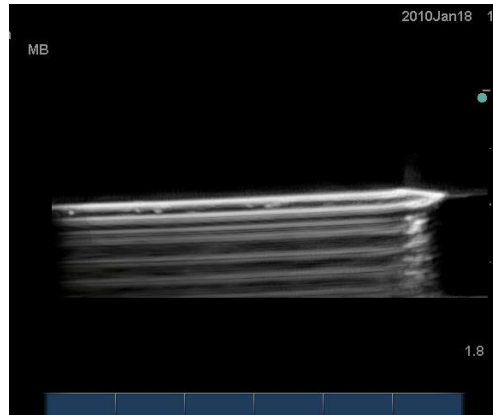
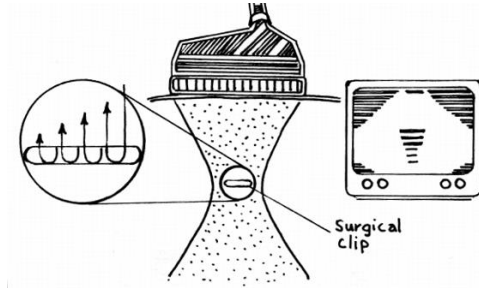
## Realce (refuerzo acústico) posterior/amplificación



- Área de mayor brillo inmediatamente posterior a la estructura quística
- Causado por la falta de atenuación del sonido a través de una estructura con pocas interfaces

Confirmar cambiando el ángulo de insonación

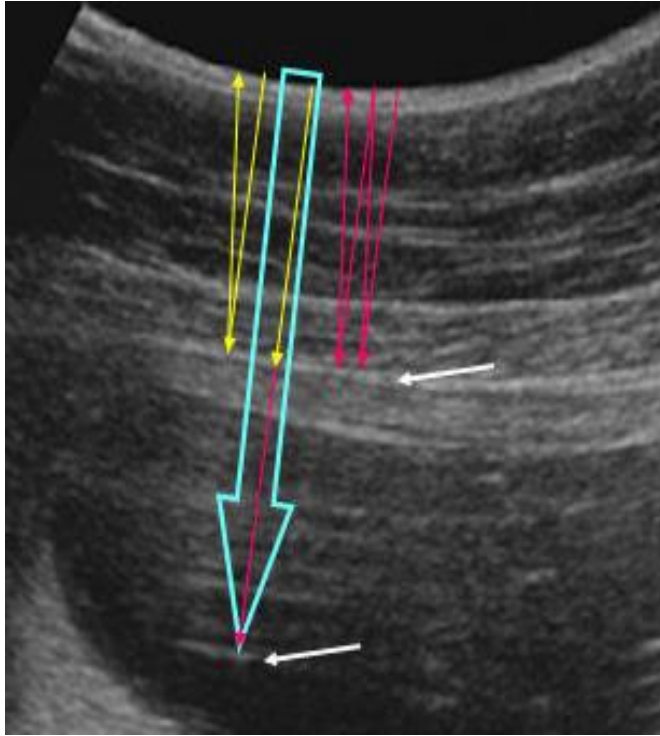
# Artefactos: Reverberación



- Ocurre cuando el haz de ultrasonido encuentra 2 reflectores paralelos fuertes
- Los múltiples ecos paralelos son el resultado de los viajes de ida y vuelta del ultrasonido entre 2 superficies reflectantes

Cambiar el angulo de insonación

# Artefactos: Reverberación

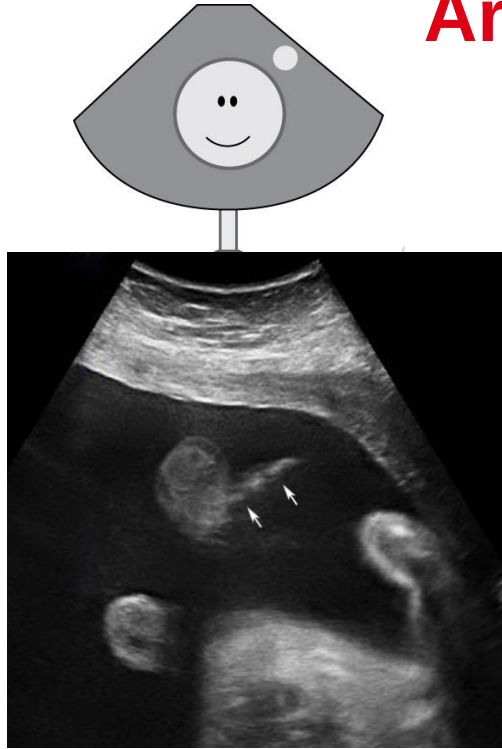


- La interfaz de la superficie del transductor y el tejido subcutáneo proporcionan reflectores paralelos

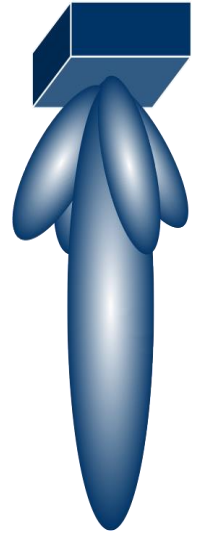
Cambiar el ángulo de insonación

# Artefactos:

## Artefacto del lóbulo lateral

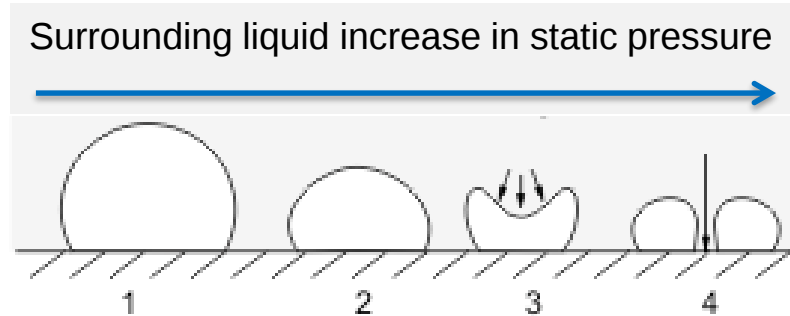


- Resultados del reflector fuerte que se encuentra fuera del haz incidente, pero dentro del lóbulo lateral del haz central
- Los ecos del reflector se muestran como si se originaran dentro del haz central



# Consideraciones de seguridad – efectos biológicos

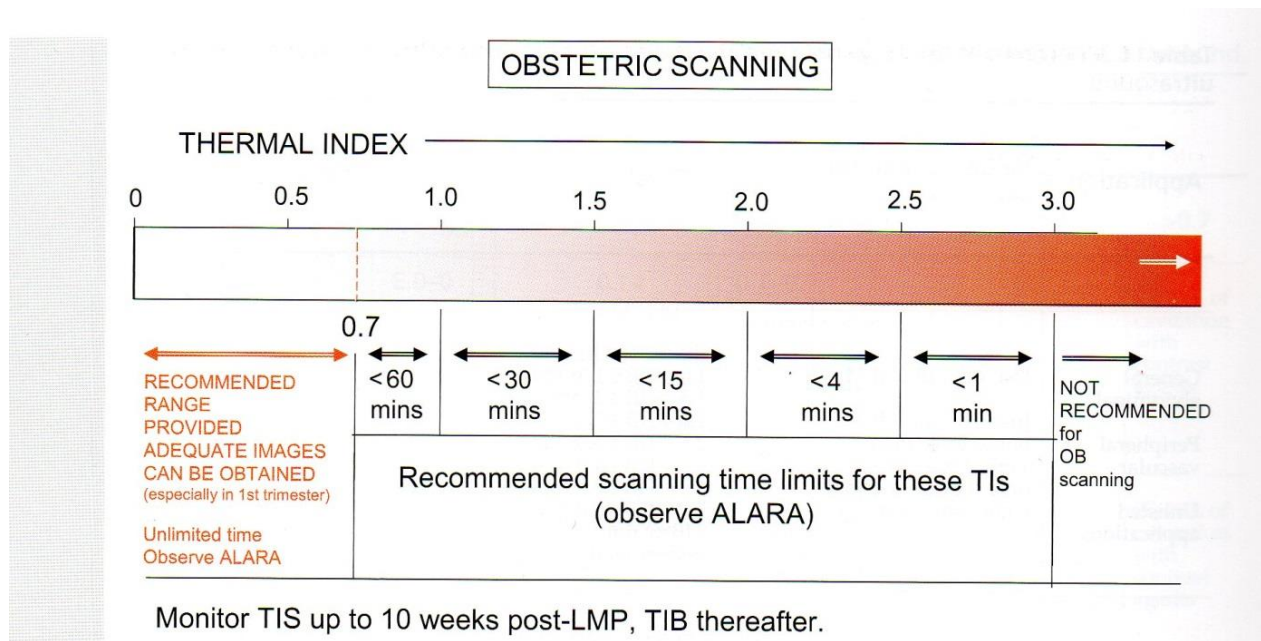
- El aumento del movimiento de las moléculas -> provoca un aumento de la temperatura
- Las burbujas de gas se pueden colapsar (cavitación) -> producen una onda de presión liberada en el tejido circundante



# Consideraciones de seguridad IT, IM & ALARA

- Índice Térmico = IT (<1.0)  
(Poder (Energía) necesario para aumentar la temperatura en 1 °C)
- Índice Mecánico = IM (<1.0)
- Principio ALARA – “as low as reasonably achievable”  
(tan bajo como sea razonablemente posible)

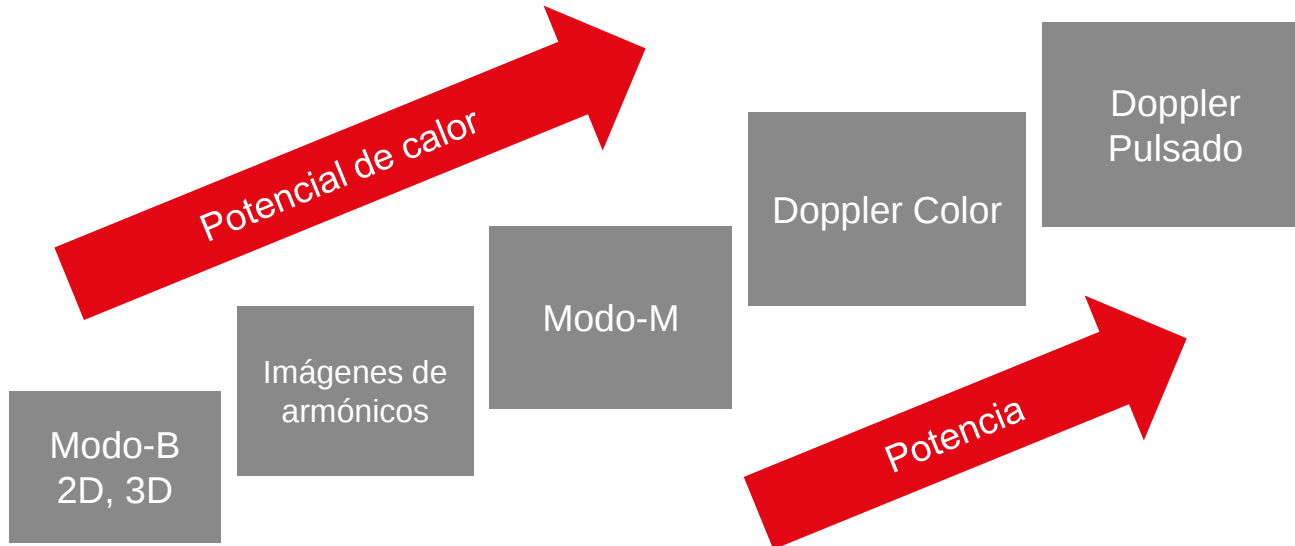
# Tiempos de exploración & IT



The Safe Use of Ultrasound in Medical Diagnosis (3<sup>rd</sup> ed): 2012; The British Institute of Radiology ,154.

# Problemas de seguridad

## Niveles de potencia



# Declaraciones de seguridad

- International Society Ultrasound in Obstetrics & Gynecology (ISUOG)  
<http://www.isuog.org/StandardsAndGuidelines/Statements+and+Guidelines/Safety+Statements/>
- British Medical Ultrasound Society (BMUS)  
[https://www.bmus.org/static/uploads/resources/STATEMENT\\_ON\\_THE\\_SAFE\\_USE\\_AND\\_POTENTIAL\\_HAZARDS\\_OF\\_DIAGNOSTIC\\_ULTRASOUND.pdf](https://www.bmus.org/static/uploads/resources/STATEMENT_ON_THE_SAFE_USE_AND_POTENTIAL_HAZARDS_OF_DIAGNOSTIC_ULTRASOUND.pdf)
- American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM)  
<http://www.aium.org/resources/statements.aspx>

# Puntos clave

1. Entender cómo un haz de ultrasonido produce una imagen
2. Reconocer artefactos y saber cómo evitarlos
3. Comprender los factores importantes para obtener una señal Doppler óptima
4. Estar al tanto de los principios detrás del IT & IM



ISUOG Basic Training por la [ISUOG](#) esta licenciado bajo una [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](#).

Basado de un trabajo en <https://www.isuog.org/education/basic-training.html>.

Los permisos mas allá del alcance de esta licencia pueden estar disponibles en <https://www.isuog.org/>

**ISUOG Basic Training** traducida al español por **Pedro Vargas Torres**;  
revisada por **Jorge E. Tolosa**  
2da Revisión por **Edgardo C. Pianigiani**