



☰ Título

# ESPECIALIZACIÓN EN ULTRASONOGRAFÍA ENDOSCÓPICA AVANZADA

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

Directores: A. Albillos Martínez y E. Vázquez Sequeiros  
Secretario Científico: JR. Foruny Olcina

☰ Dirección

# REQUERIMIENTOS ECOENDOSCOPISTA GASTROENTERÓLOGO



## ENDOSCOPIA

Conocimientos y habilidades técnicas (mínimo: 500 exploraciones diagnósticas y 100 terapéuticas)

## ECOGRAFÍA

Conocimientos

- . Anatómicos y de composición espacial
- . Destreza y experiencia en ecografía
- . Semiología ecográfica
- . Técnicos: Bases físicas de la ecografía

**NODO TEORIA 1b: Bases teóricas de la USE, requisitos, organización, indicaciones y técnica de examen.**

# **BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE**

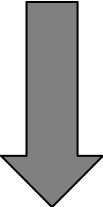
Mercedes Pérez Carreras  
Hospital Universitario “12 de Octubre”  
Madrid

19 de Noviembre de 2021

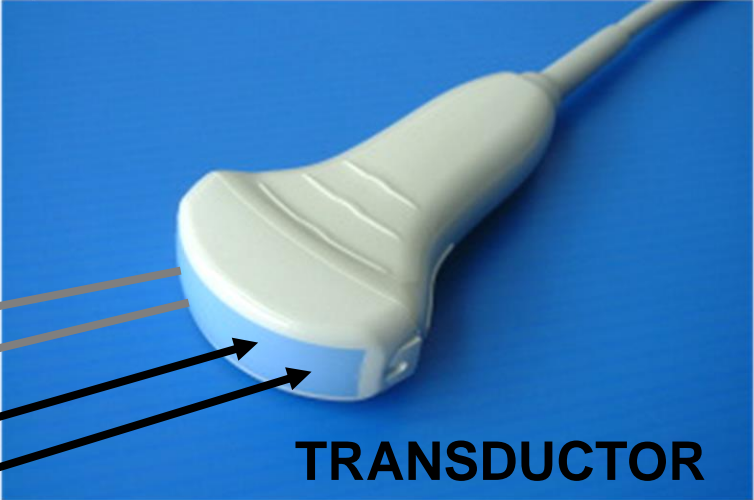
# **BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE**

- **Sonido y propiedades**
- **Cómo se transmite el sonido**
- **Artefactos**
- **Imágenes de calidad y ajustes**
- **Fuentes del sonido**
- **Modos de imagen y semiología**
- **Dópler**
- **Otras herramientas**

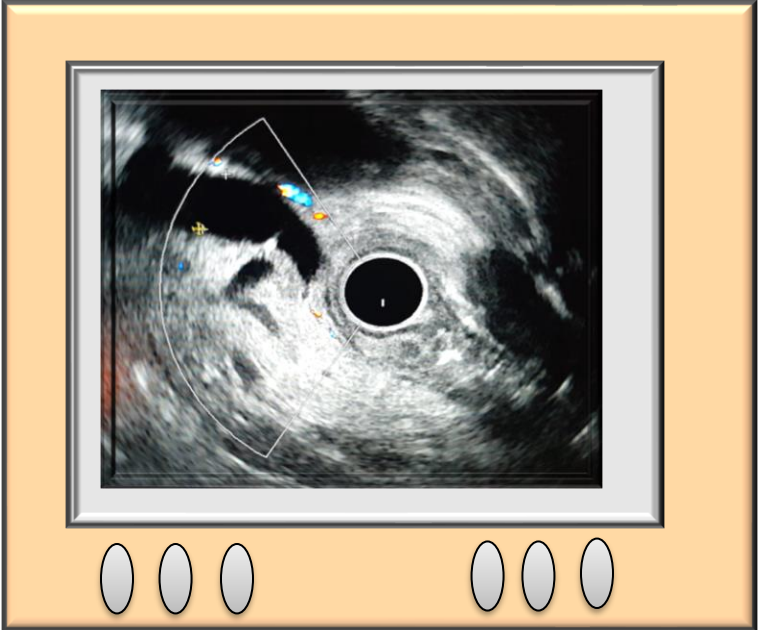
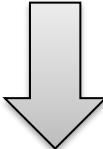
**ULTRASONIDOS**



**TEJIDO**



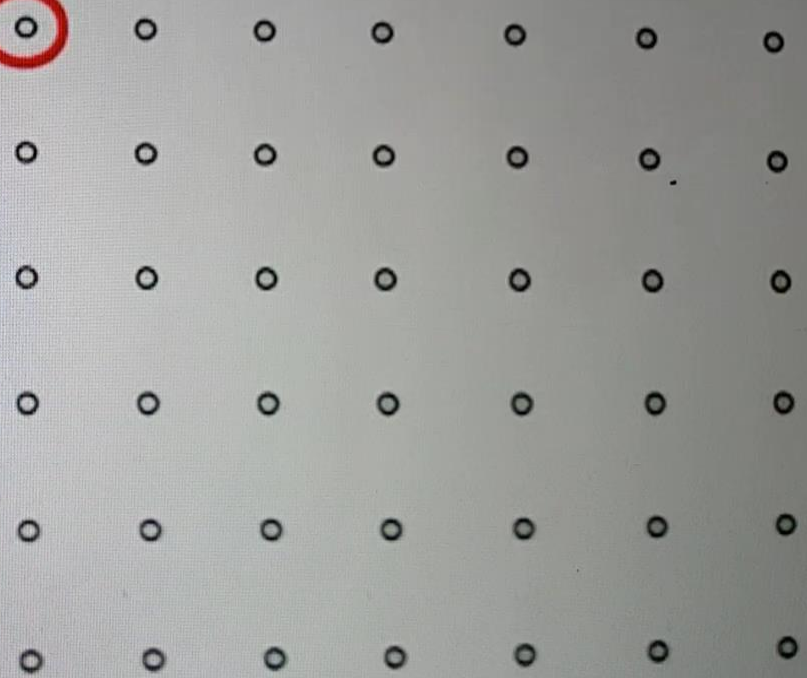
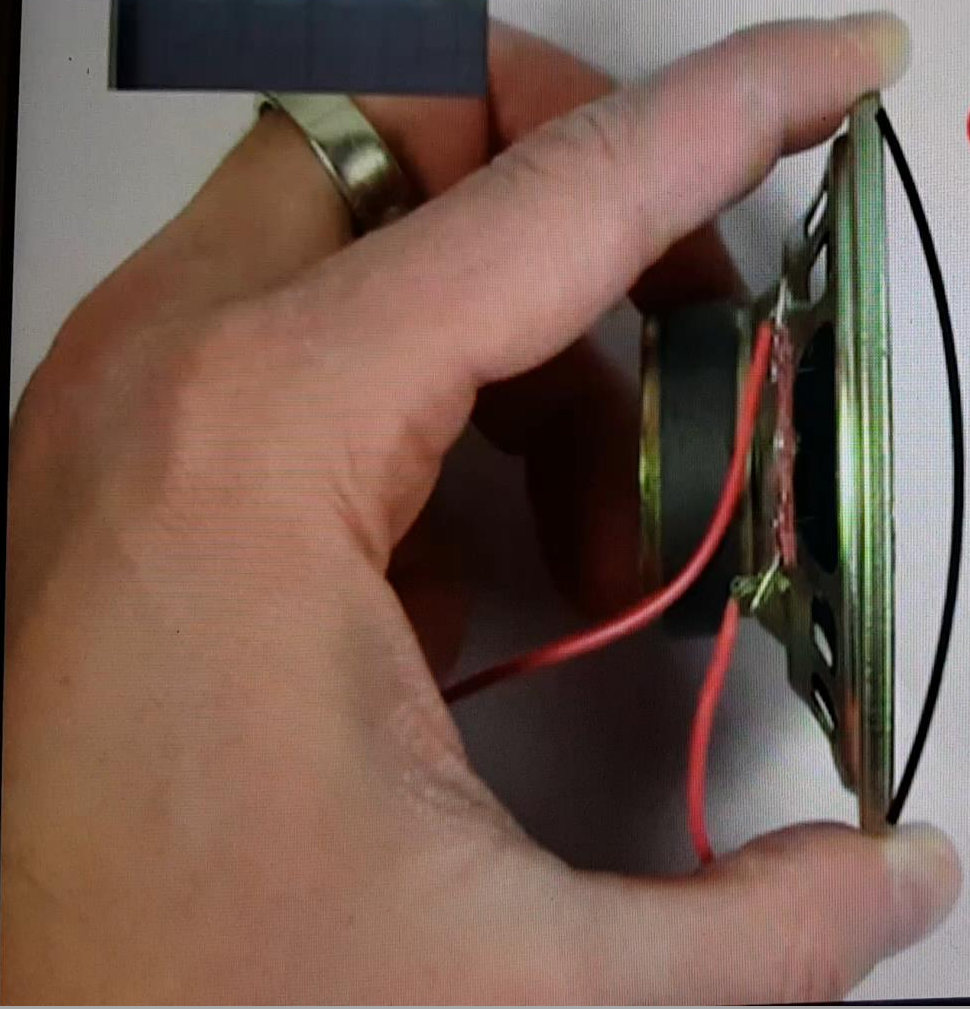
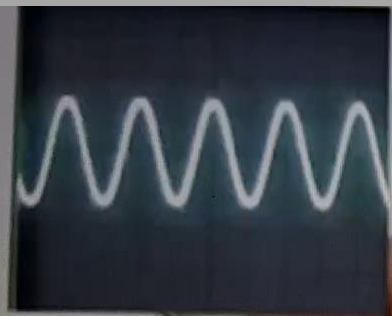
**TRANSDUCTOR**



# SONIDO: DEFINICIÓN

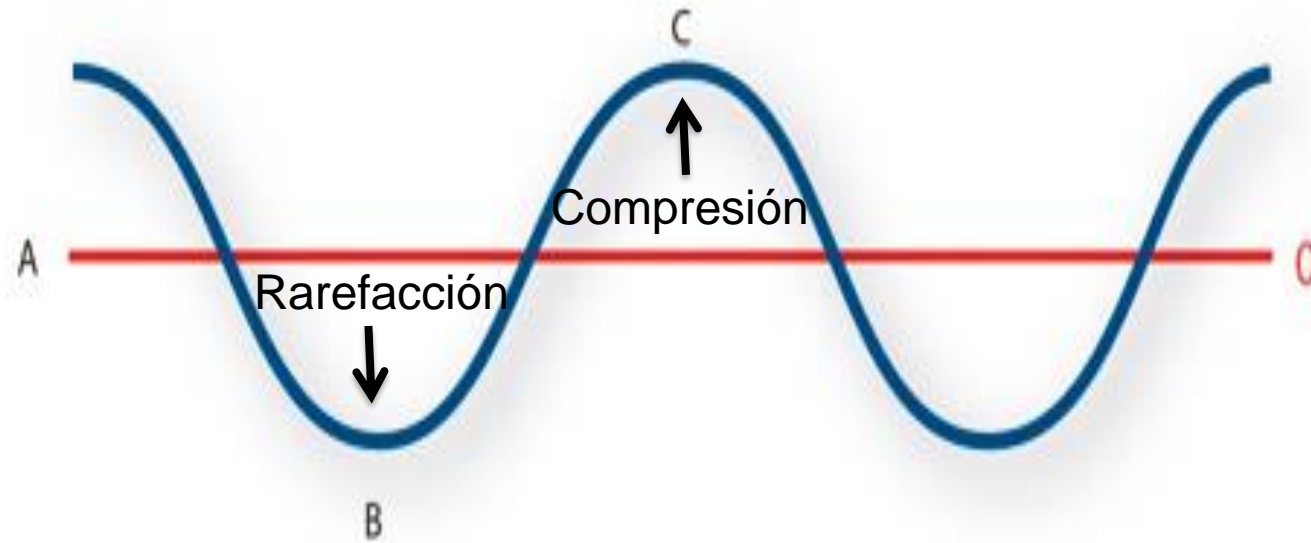


- Vibración mecánica que se transmite mediante variaciones de presión en un determinado medio
- La energía mecánica se difunde en forma de ondas
- El sonido no se transmite en el vacío. Lo hace a través de un medio líquido, sólido o gaseoso



# PROPIEDADES DEL SONIDO

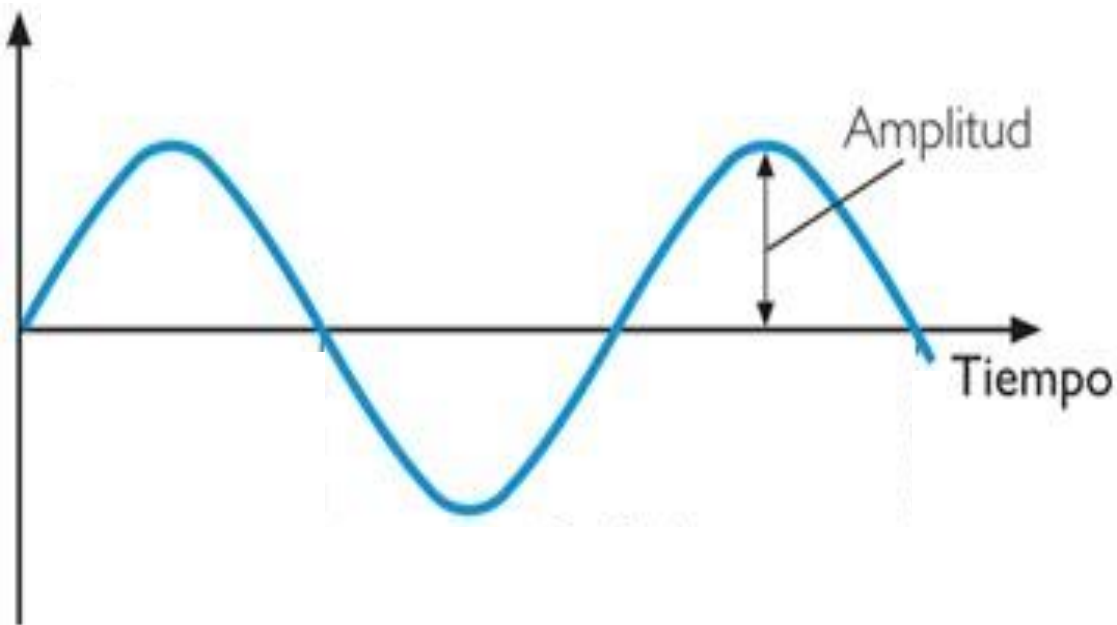
## Presión acústica (pascales)





# PROPIEDADES DEL SONIDO

## Amplitud



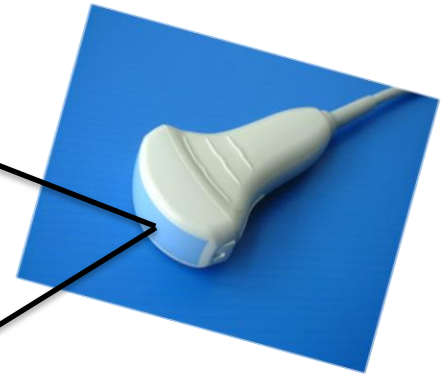
# PROPIEDADES DEL SONIDO

## Amplitud

**Sonido intenso**

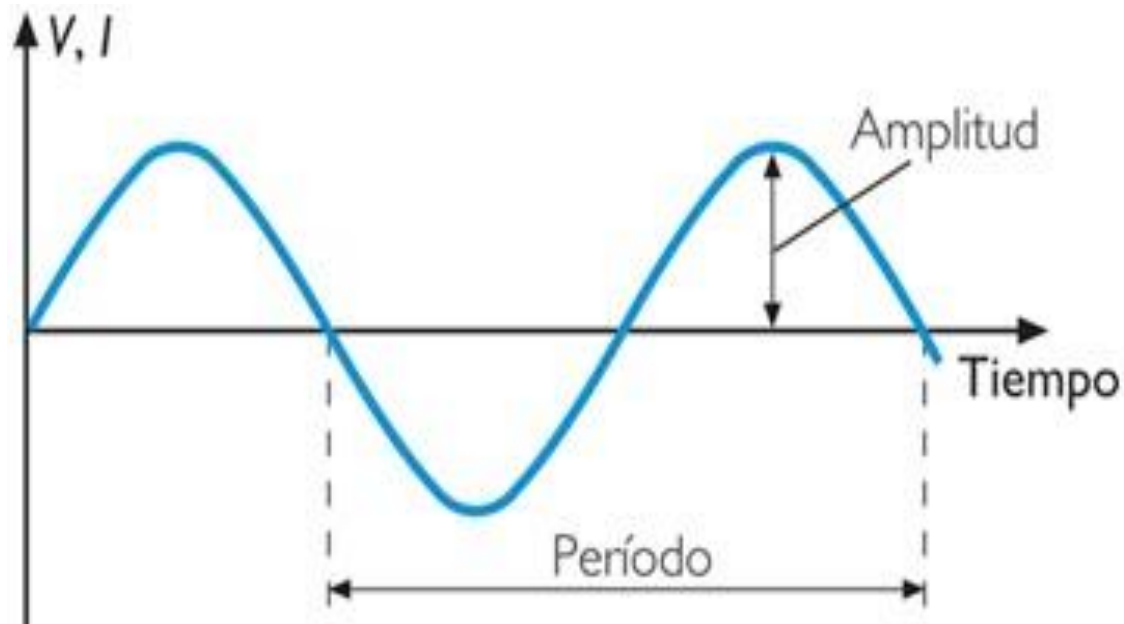


**Sonido débil**



# PROPIEDADES DEL SONIDO

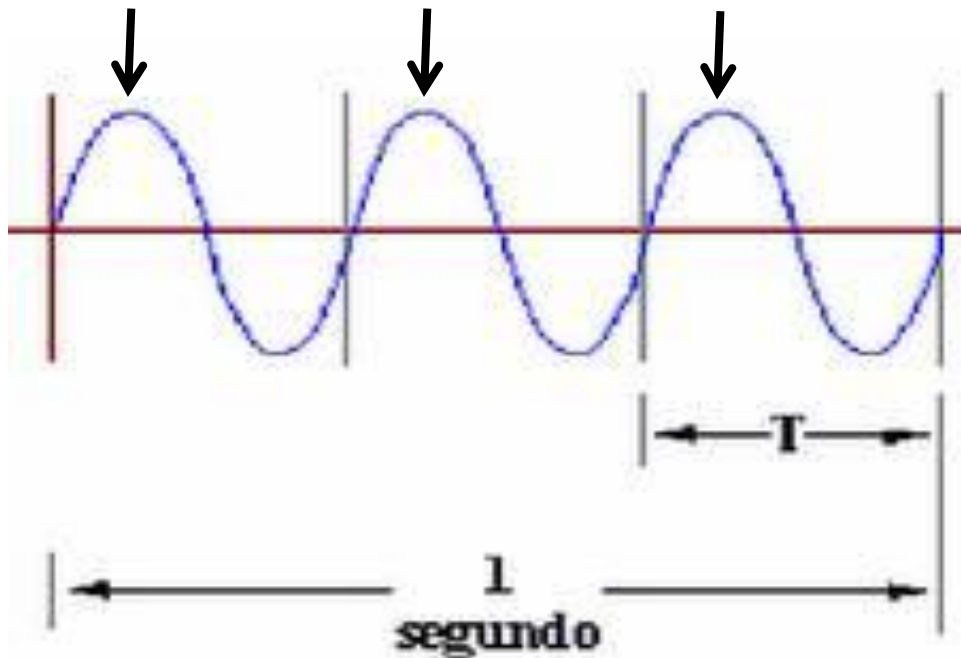
## Periodo



# PROPIEDADES DEL SONIDO

## Frecuencia

**Frecuencia: número de oscilaciones completas por segundo**  
**Se mide en Hertzios (Hz)**



**1 Hz = 1 ciclo/segundo**

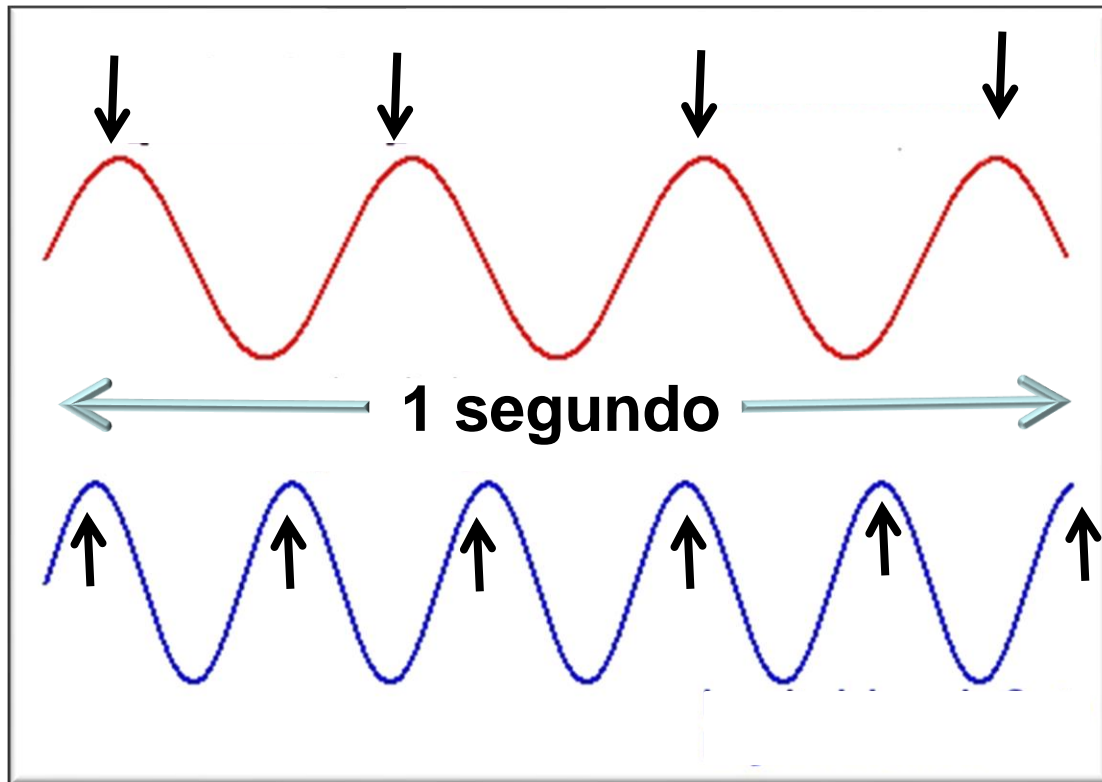
**3 ciclos/segundo = 3 Hertzios**

**Frecuencia= 3 Hz**

# PROPIEDADES DEL SONIDO

## Frecuencia

**Frecuencia: número de oscilaciones completas por segundo**  
**Se mide en Hertzios (Hz)**



1 Hz = 1 ciclo/segundo

F = 4 Hz

FUENTE

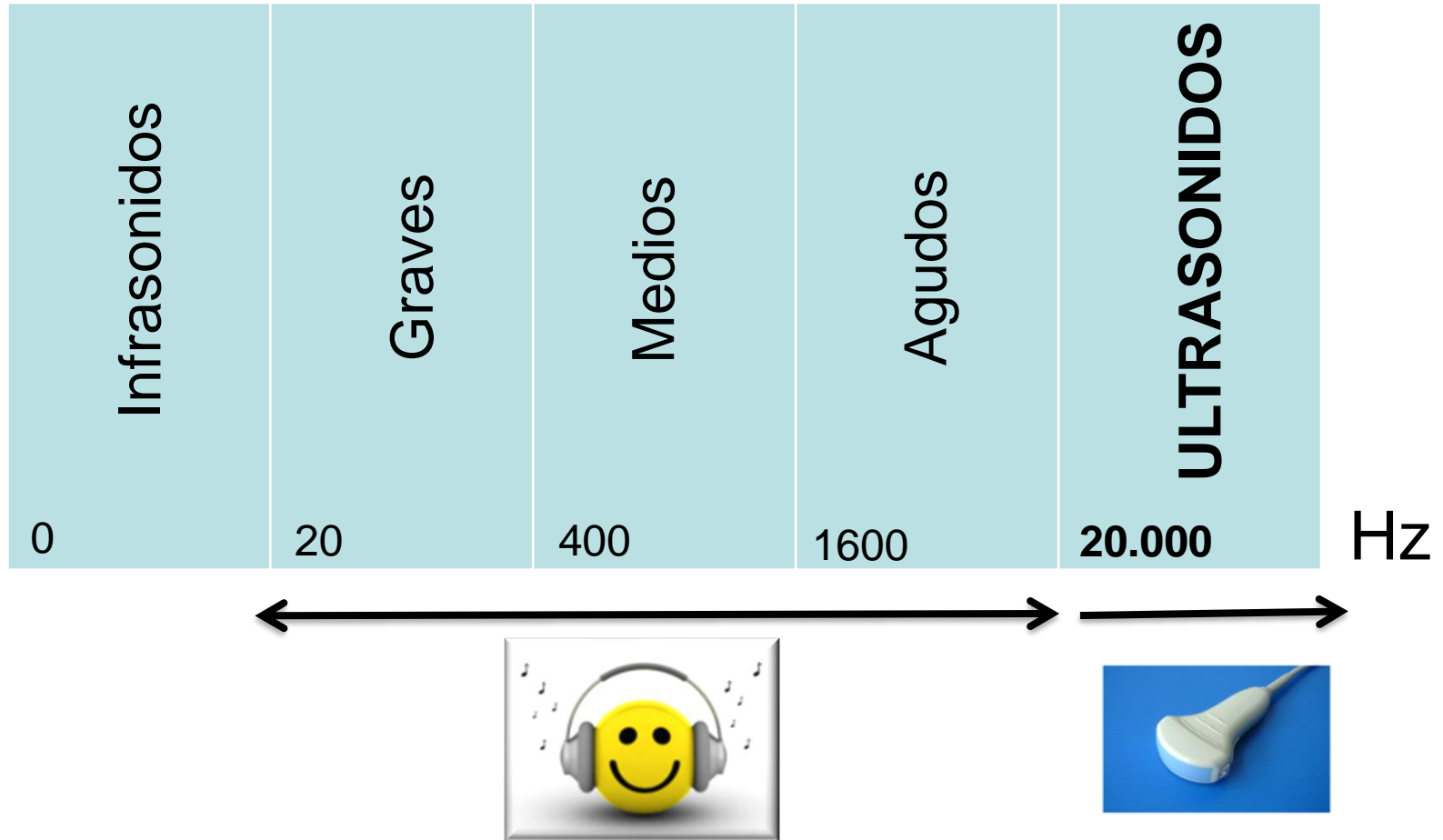
F = 6 Hz

MEDIO



# PROPIEDADES DEL SONIDO

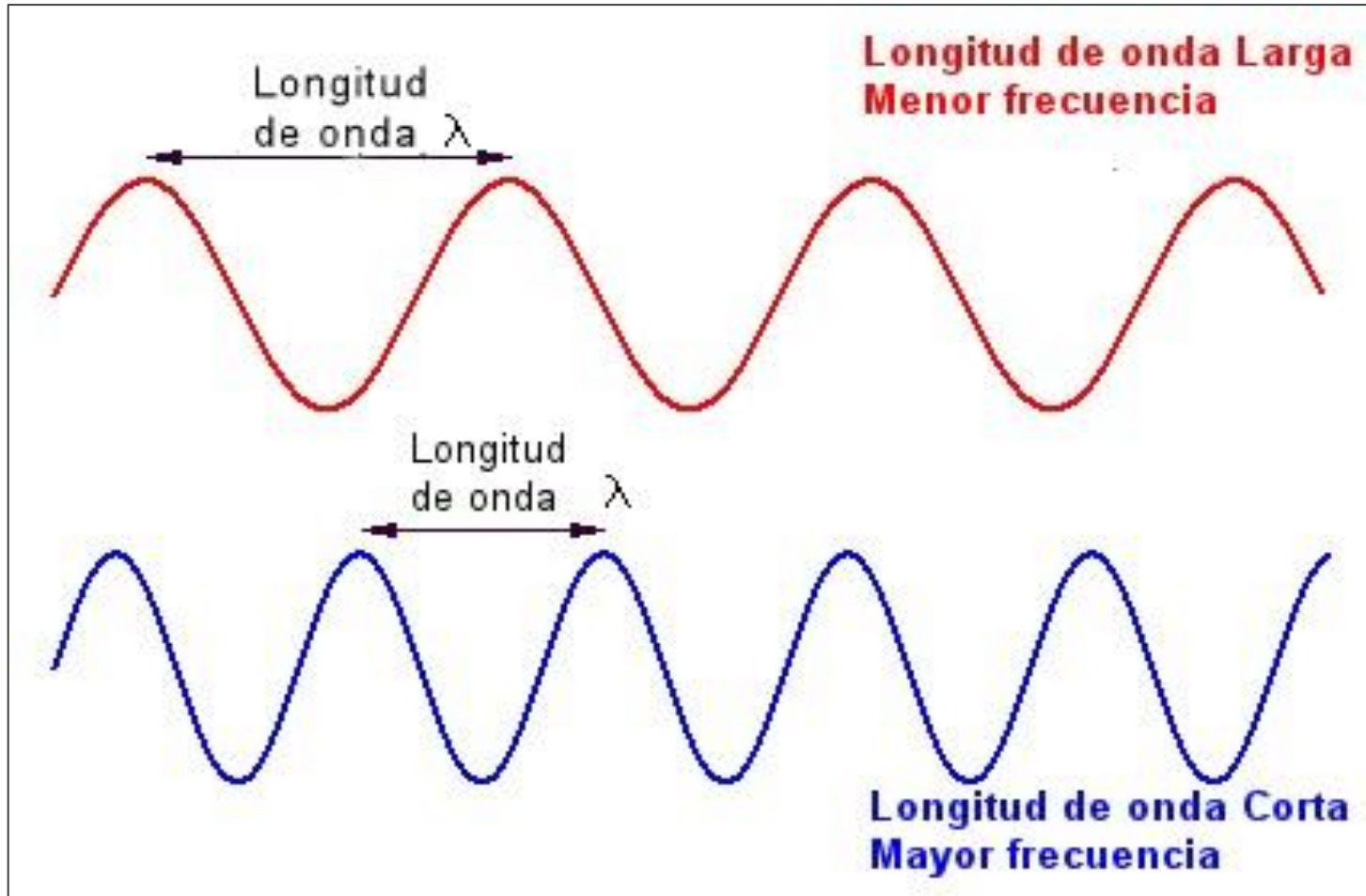
## Frecuencia



Los transductores generan vibraciones con frecuencias de 2 y 15 millones (mega) de herzios (MHz)

# PROPIEDADES DEL SONIDO

## Longitud de onda ( $\lambda$ )



$$\lambda = v / f$$

# BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE

- Sonido y propiedades
- **Cómo se transmite el sonido**
- Artefactos
- Imágenes de calidad y ajustes
- Fuentes del sonido
- Modos de imagen y semiología
- Dópler
- Otras herramientas

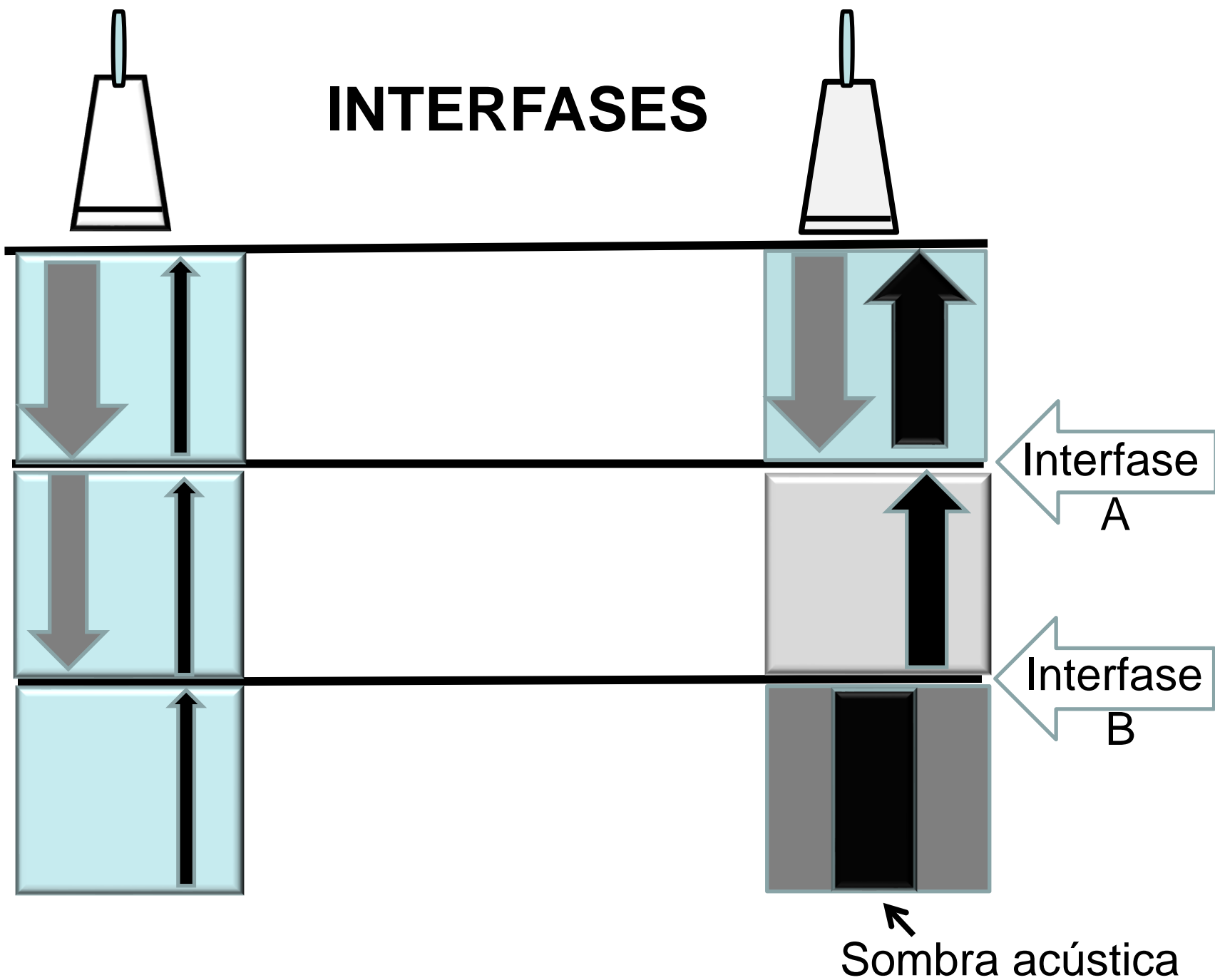


# **TRANSMISIÓN DEL SONIDO:**

**1. Características de los medios**

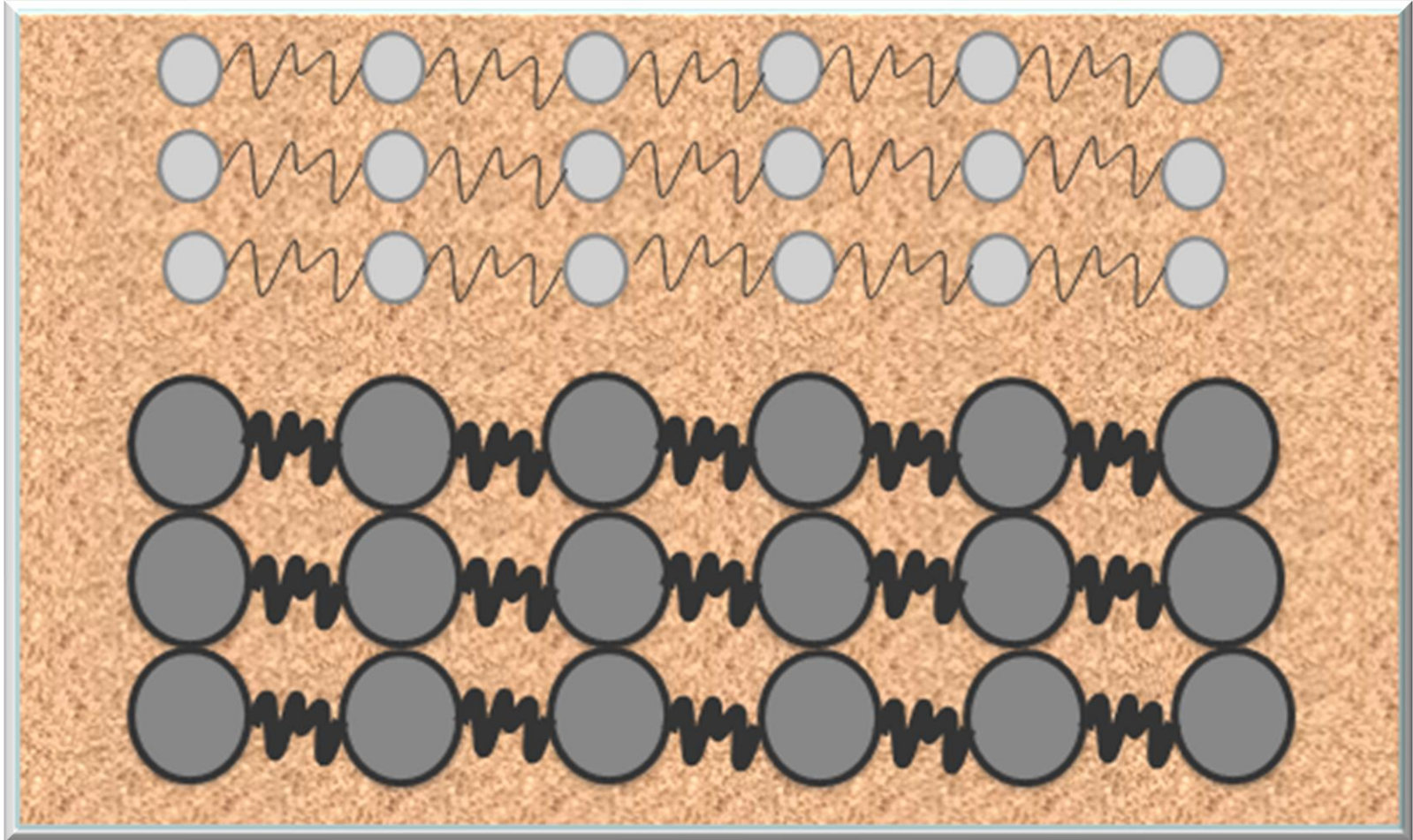
**2. Cómo incide la onda US**

# INTERFASES



# CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO

## VELOCIDAD



$$\text{Velocidad} = \text{Rigidez (Z)} / \text{densidad}$$

# CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO

## IMPEDANCIA ACÚSTICA

### VALORES DE IMPEDANCIA EN DISTINTOS MEDIOS

MEDIO	IMPEDANCIA (kg/m <sup>2</sup> /s)
<b>AIRE</b>	<b>430</b>
AGUA	1,48 x10 <sup>6</sup>
RIÑÓN	1,64 x 10 <sup>6</sup>
GRASA	1,33 x10 <sup>6</sup>
HIGADO	1,66 x 10 <sup>6</sup>
SANGRE	67 X 10 <sup>6</sup>
<b>HUESO</b>	<b>6,47 x 10<sup>6</sup></b>

Resistencia que ofrece el medio para ser comprimido por la vibración del sonido

# CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO

## VELOCIDAD DEL SONIDO EN DISTINTOS MEDIOS

**Distancia recorrida por la onda por unidad de tiempo**

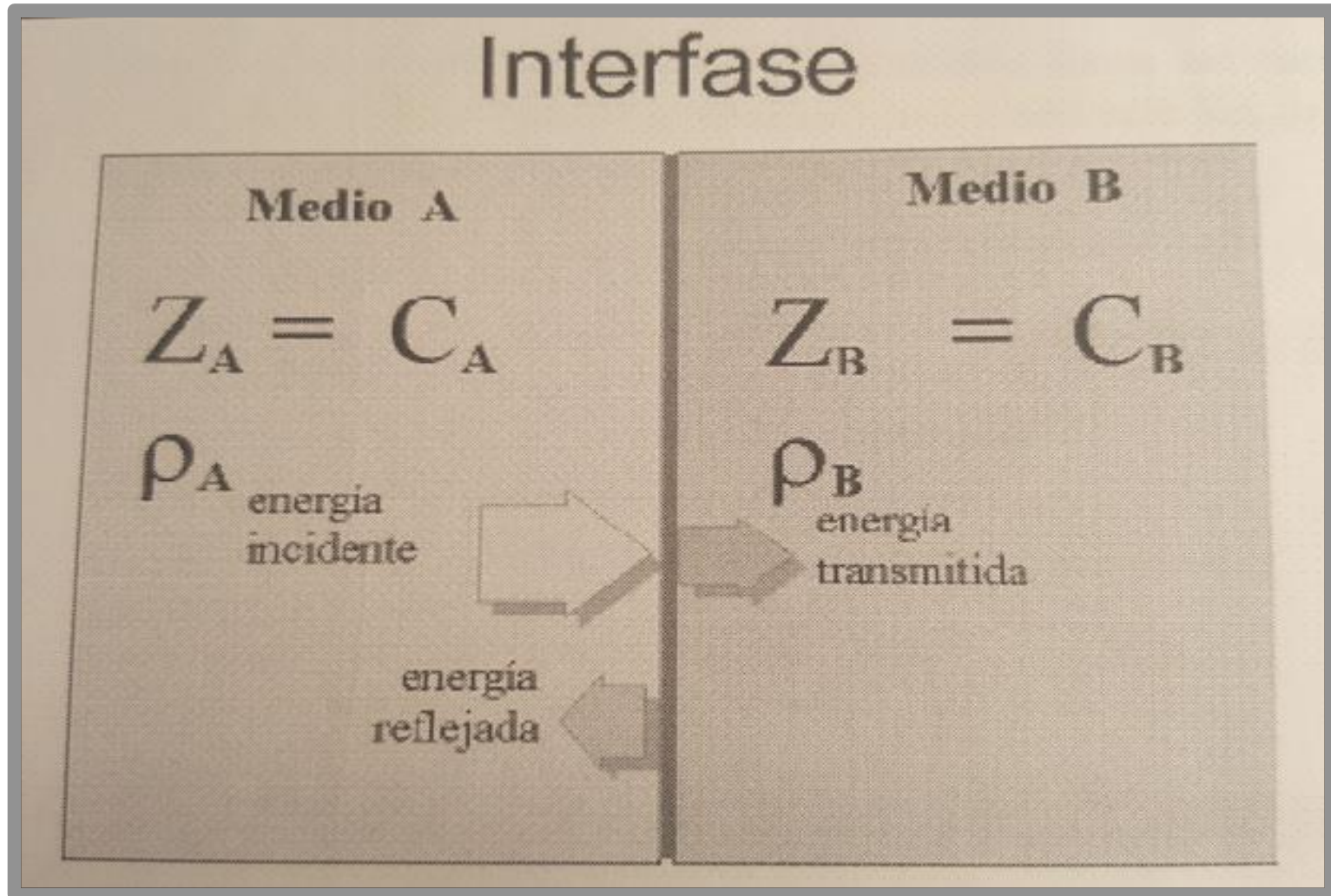
MEDIO	VELOCIDAD SONIDO (m/s)
AIRE	330
AGUA	1480
PULMON	600
GRASA	1430
HIGADO	1578
HUESO	4080
MEDIA	1540

# TRANSMISIÓN DEL SONIDO: INTERFASES

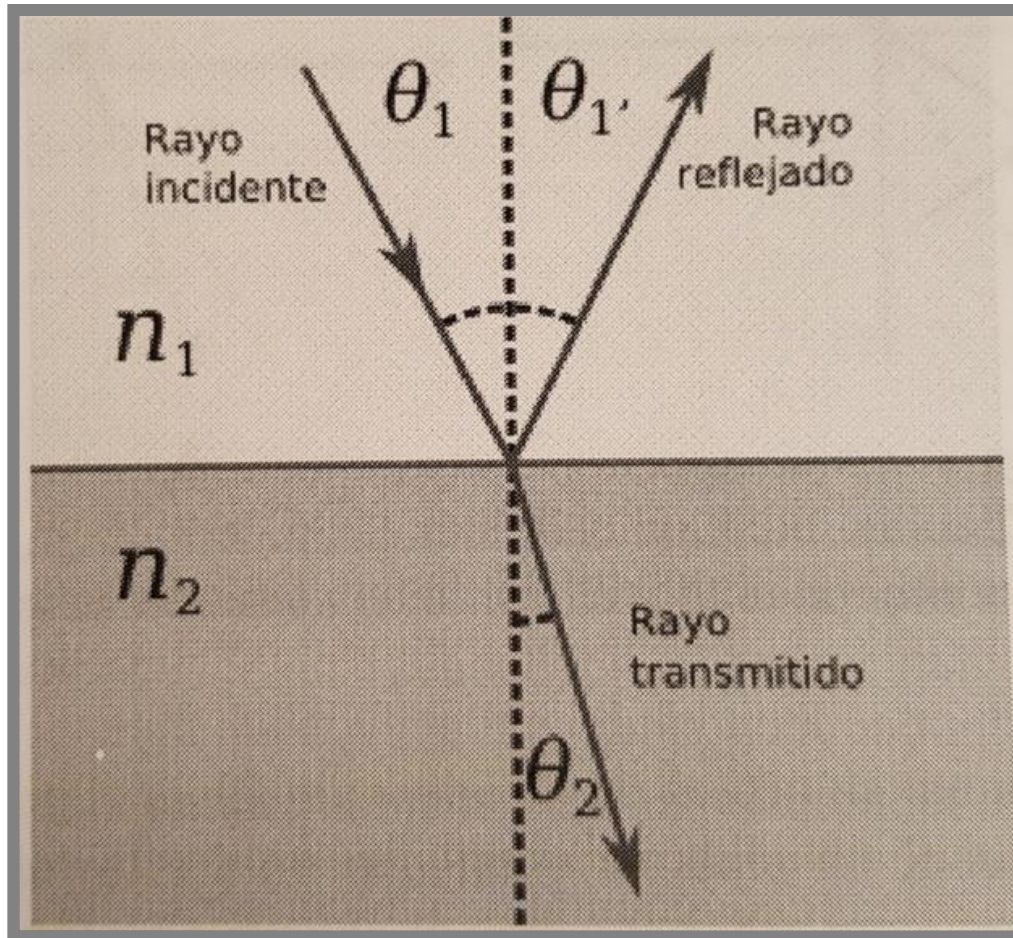
1. Características de los medios de la interfase
2. Cómo incide la onda US

- Reflexión
- Refracción
- Difusión y Dispersión
- Absorción
- Atenuación

# REFLEXIÓN



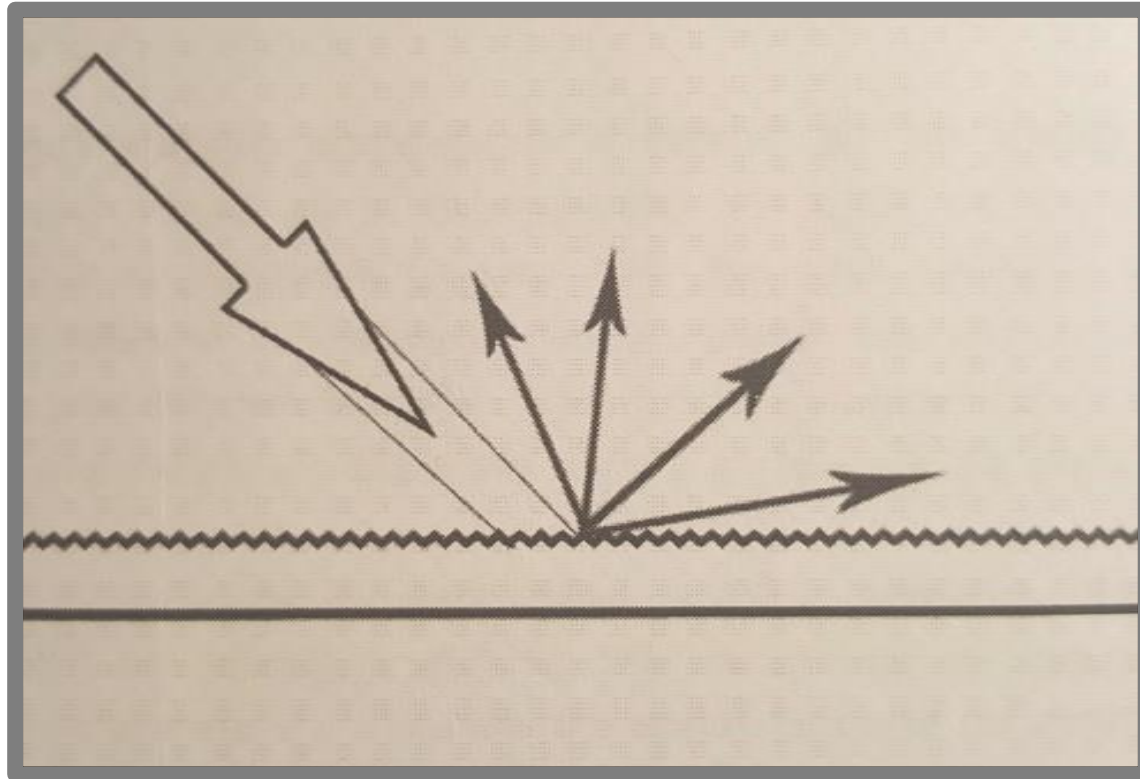
# REFRACCIÓN



Ley de Snell:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

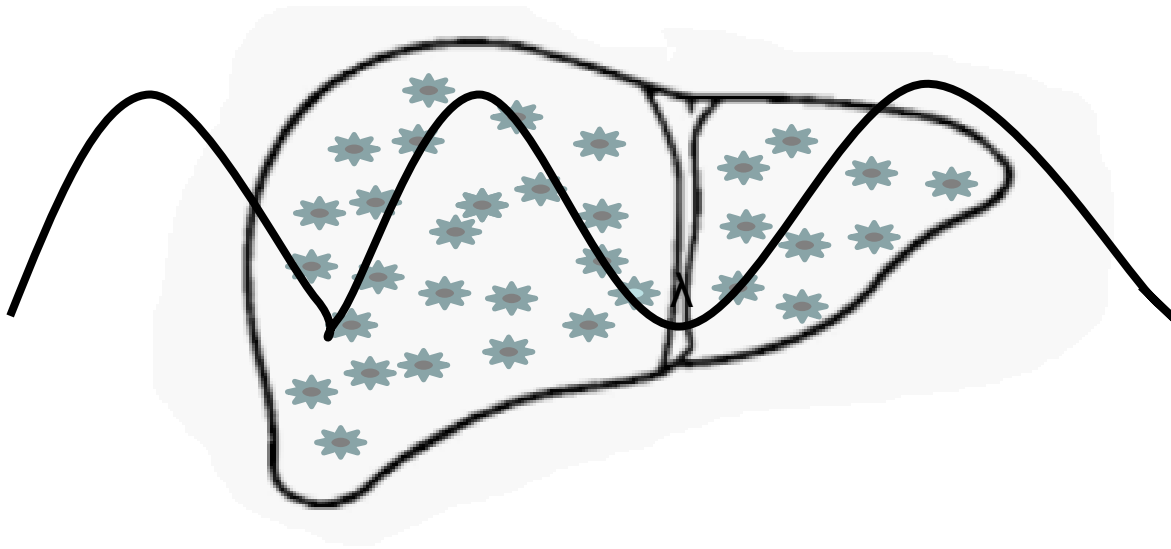


# DIFUSIÓN



Cada partícula genera un ángulo de incidencia y se difunde en multitud de ondas reflejadas y transmitidas

# DISPERSIÓN (“scattering”)



Ley de Rayleigh:

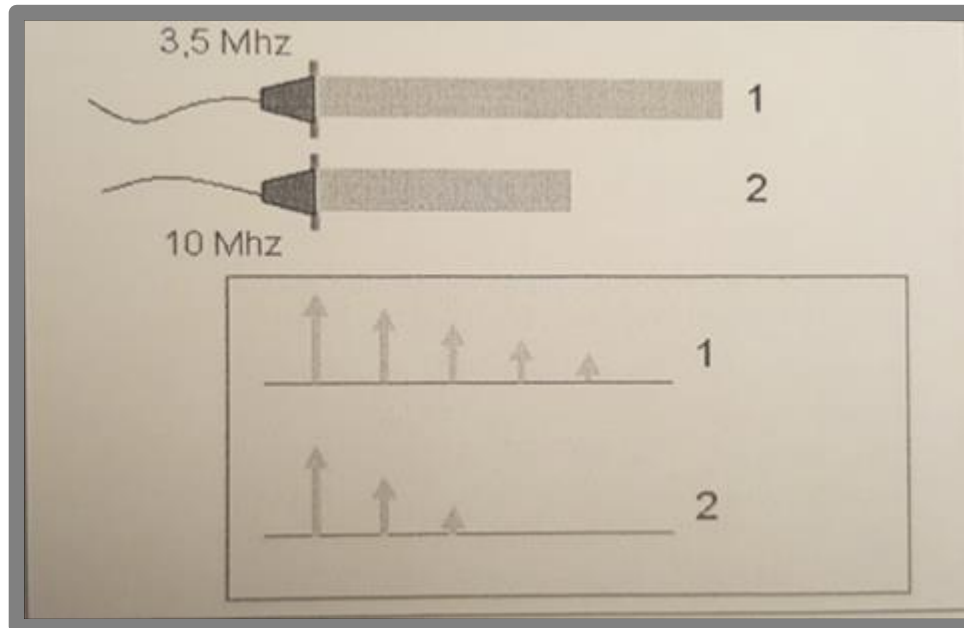
“Cuando una onda se encuentra con una partícula de menor tamaño que  $\lambda$ , la onda que se transmite sufre una **dispersión**”

# TRANSMISIÓN DEL SONIDO E INTERFASES: FORMACIÓN EL ECO

- Reflexión
- Refracción
- Difusión y Dispersión
- **ABSORCIÓN: conversión de energía acústica a térmica por los tejidos**
- Atenuación

# ATENUACIÓN

COEFICIENTES DE	ATENUACIÓN
AGUA	0
AIRE	12
HUESO	5
TEJIDOS BLANDOS	1
MUSCULO	2-5



> Frecuencia

↓  
> Atenuación

Distancia focal

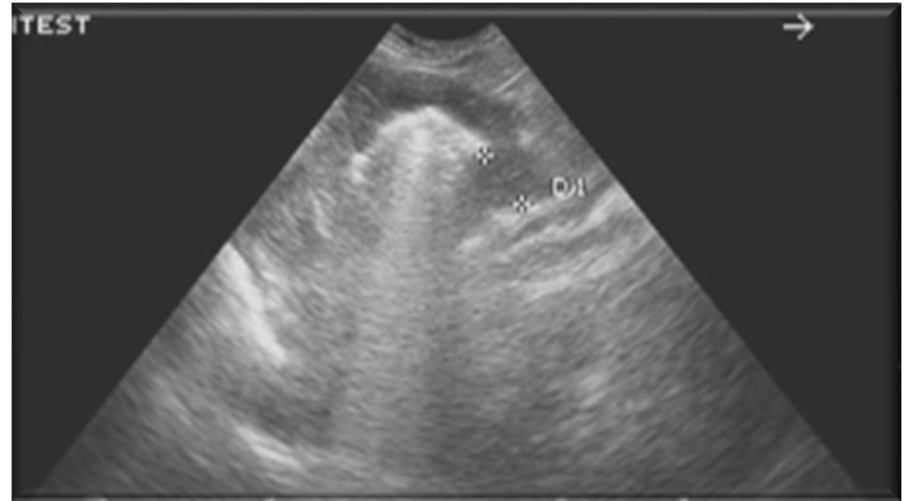
# BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE

- Sonido y propiedades
- Cómo se transmite el sonido
- **Artefactos**
- Imágenes de calidad y ajustes
- Fuentes del sonido
- Modos de imagen y semiología
- Dópler
- Otras herramientas

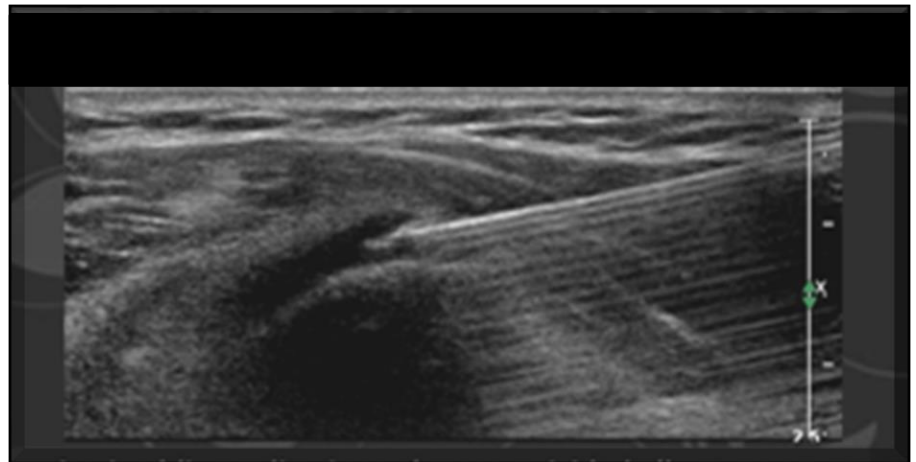
# TRANSMISIÓN DEL SONIDO : ARTEFACTOS

- **Reverberación**
- **Realces y sombras:**
  - Refuerzo acústico posterior
  - Sombra acústica posterior
- **Artefactos por refracción**
- **Imágenes en espejo**

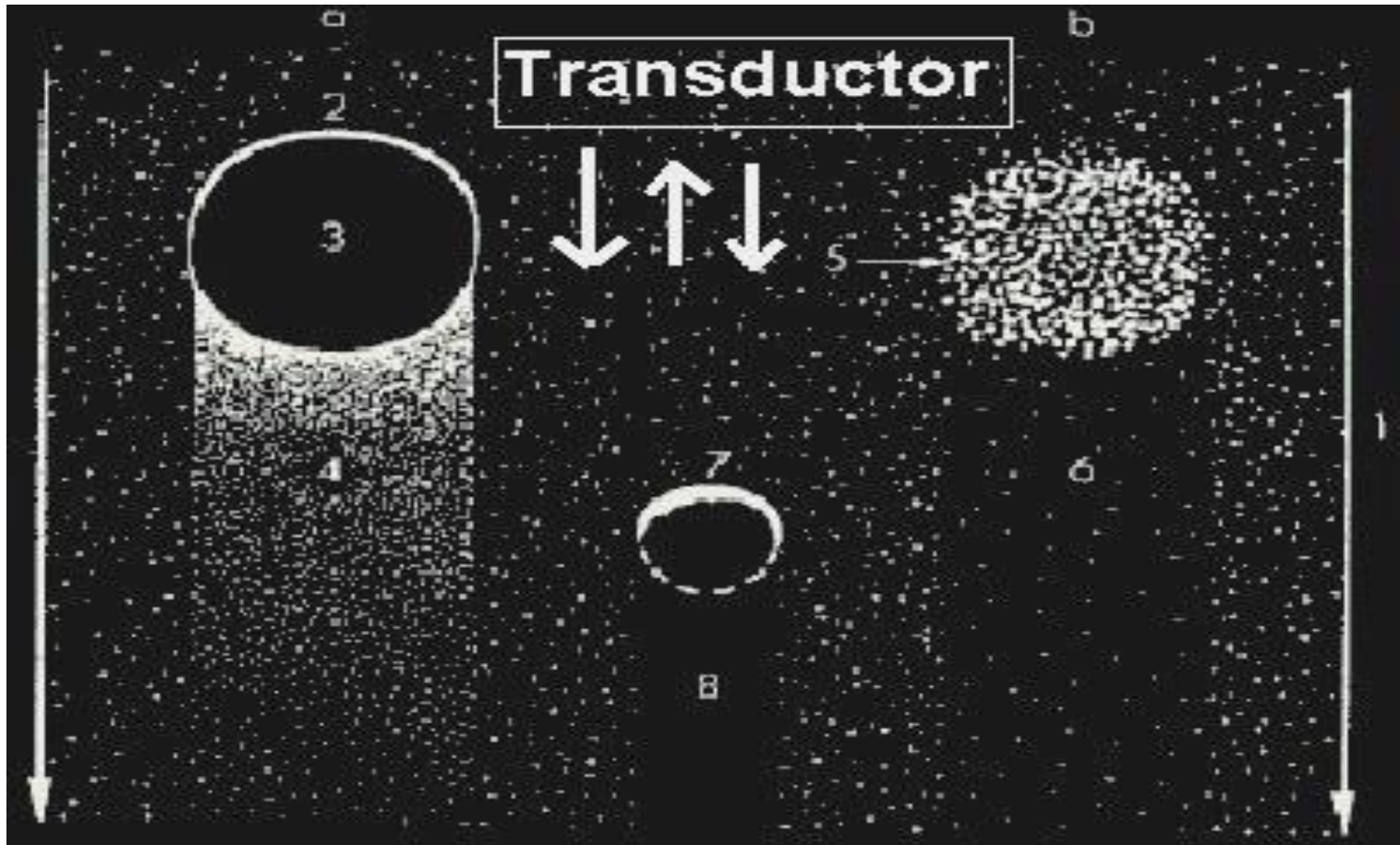
# REVERBERACIÓN



"COLA DE  
COMETA"

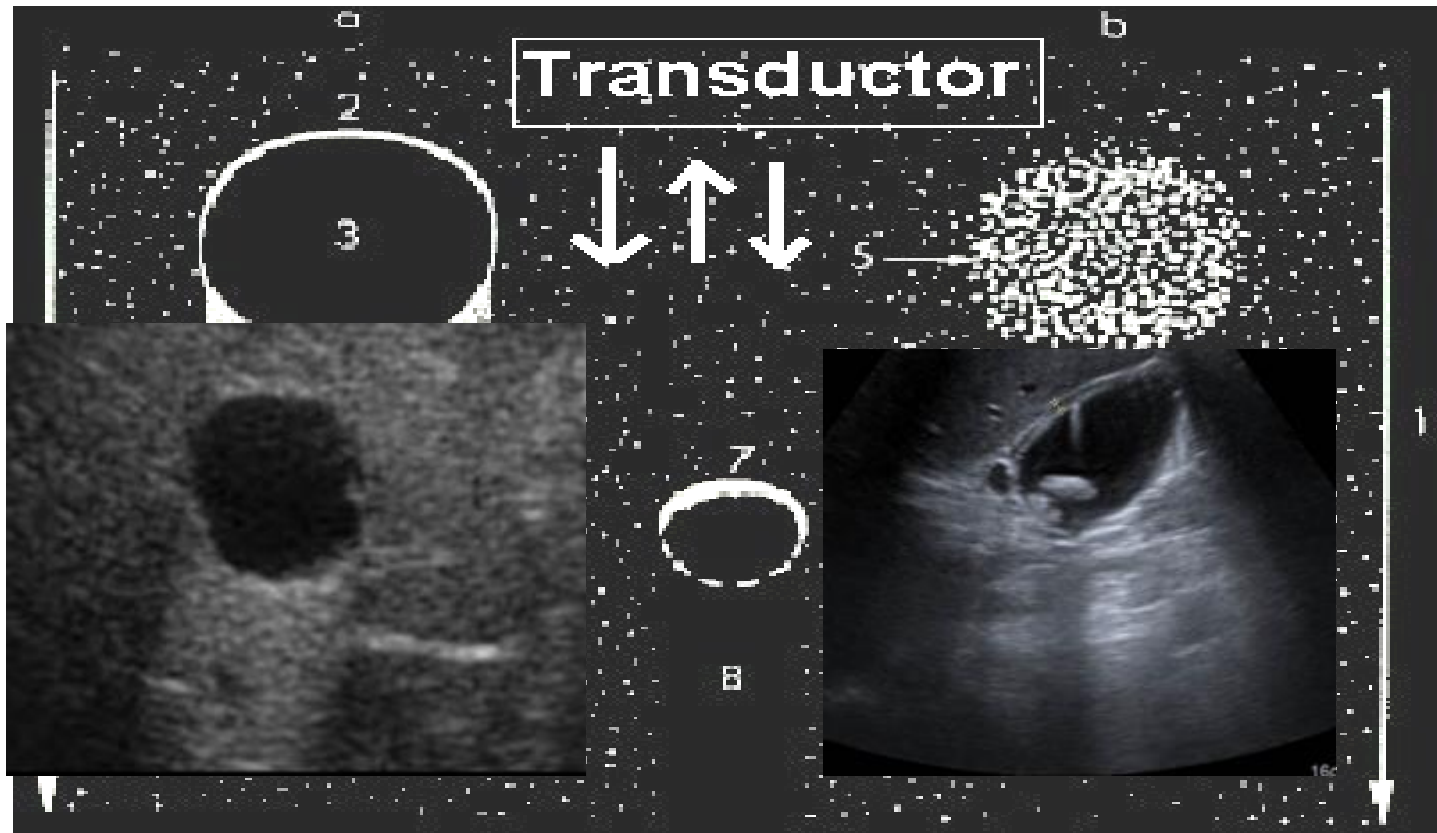


# REALCES Y SOMBRAS

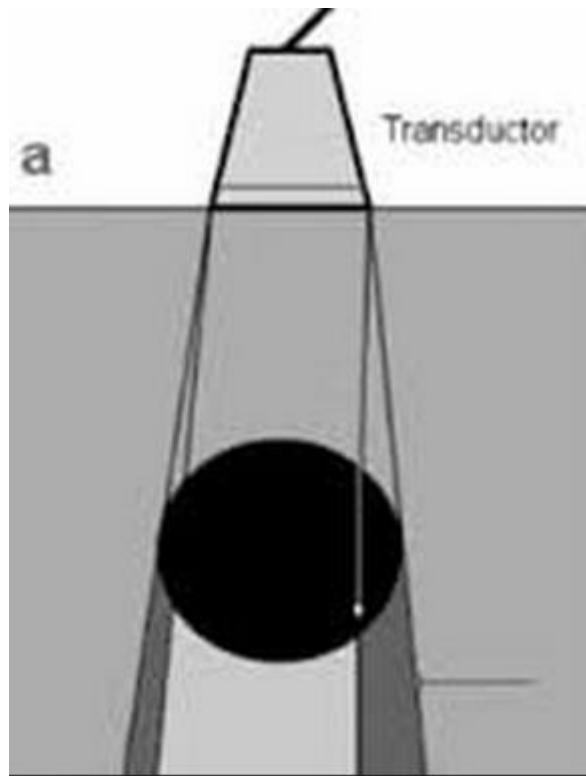




# REALCES Y SOMBRAS



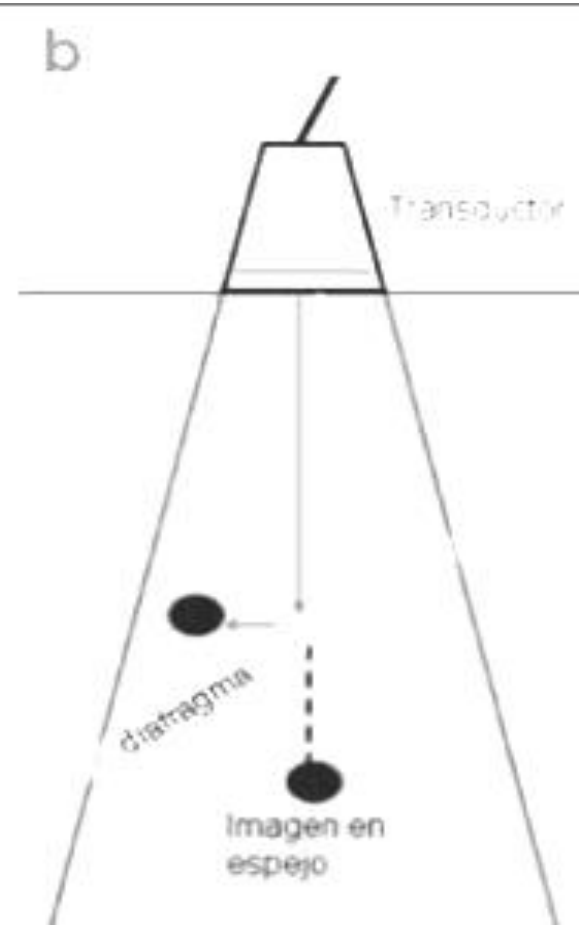
# ARTEFACTOS POR REFRACCIÓN



**Sombra marginal**



# IMÁGENES EN ESPEJO

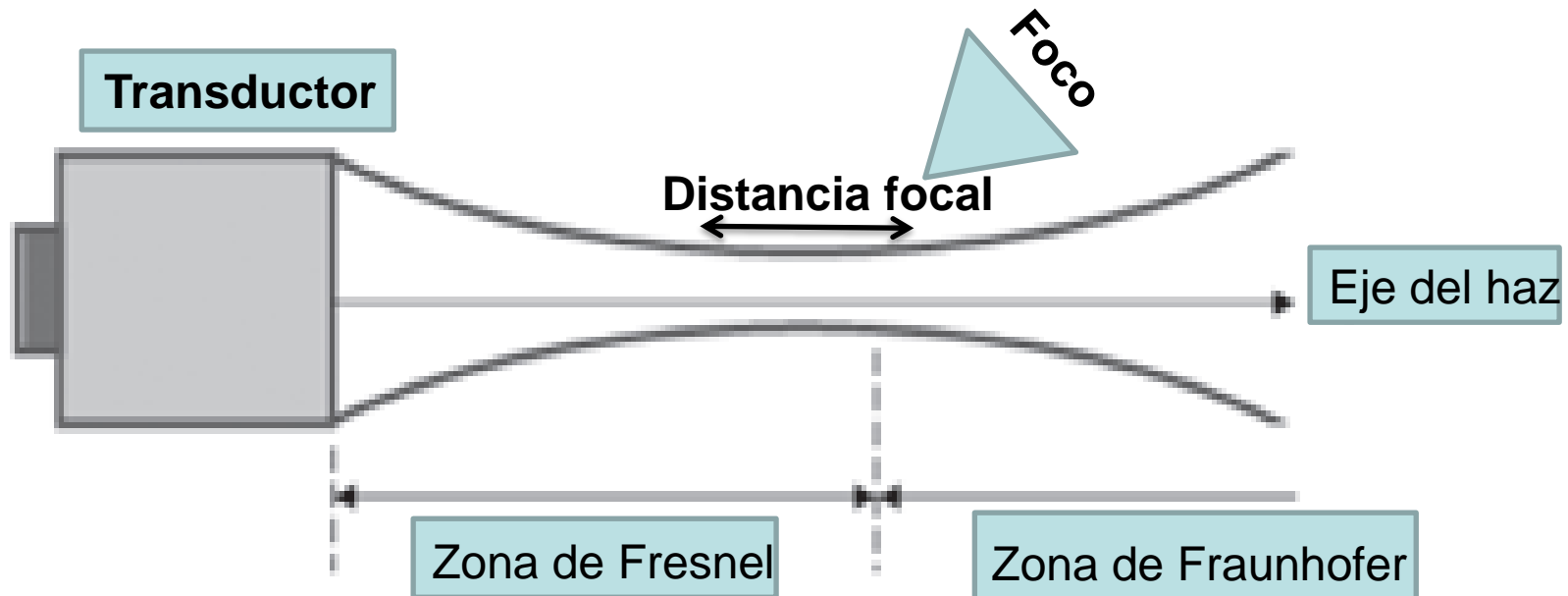


# BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE

- Sonido y propiedades
- Cómo se transmite el sonido
- Artefactos
- **Imágenes de calidad y ajustes**
- Fuentes del sonido
- Modos de imagen y semiología
- Dópler
- Otras herramientas

# IMAGEN DE CALIDAD: AJUSTES

- FOCO

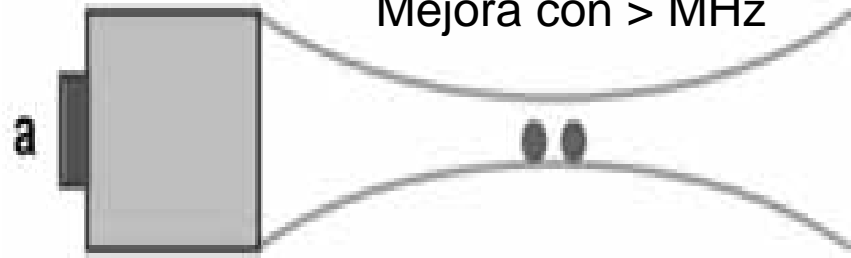


# IMAGEN DE CALIDAD: AJUSTES

- RESOLUCIÓN ESPACIAL

Capacidad para discriminar detalles

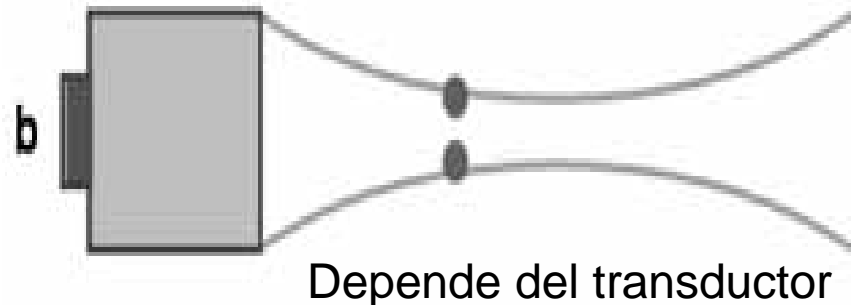
Transductor



## Resolución AXIAL (en profundidad)

Separación mínima entre 2 puntos situados en el trayecto longitudinal del haz US para producir reflexiones separadas

Transductor



## Resolución LATERAL

Separación mínima entre 2 puntos situados perpendiculares al trayecto longitudinal del haz US para producir reflexiones separadas

# IMAGEN DE CALIDAD: AJUSTES

- **ATENUACIÓN: REGULADORES**

**GANANCIA:** Amplifica la señal recibida (los ecos reflejados) de manera que obtengamos imágenes mas brillantes.

**\*TGC**



Corrige la intensidad de los ecos que llegan atenuados desde la profundidad, dándoles la misma oportunidad de expresarse a los superficiales.

\*Time Gain Compensation  
(Compensación de ganancia-tiempo)

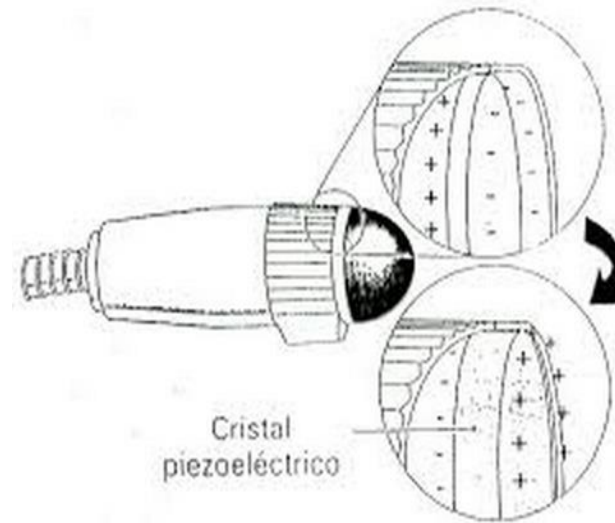
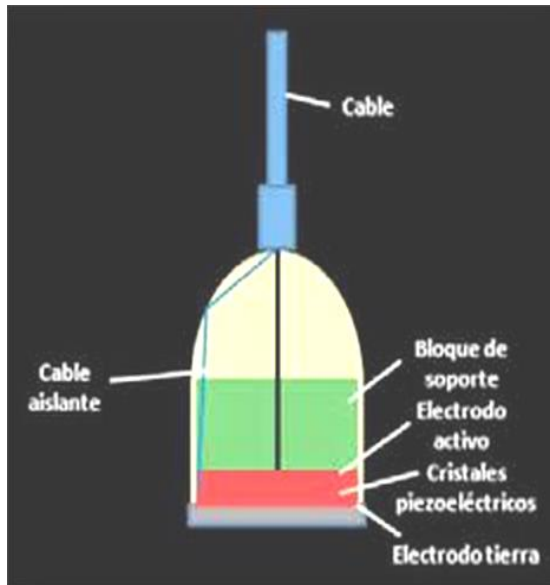
# BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE

- Sonido y propiedades
- Cómo se transmite el sonido
- Artefactos
- Imágenes de calidad y ajustes
- **Fuentes del sonido**
- Modos de imagen y semiología
- Dópler
- Otras herramientas



# FUENTE DEL SONIDO: TRANSDUCTORES

- Efecto piezoeléctrico: propiedad de ciertos cristales naturales de convertir la energía eléctrica en energía mecánica y viceversa

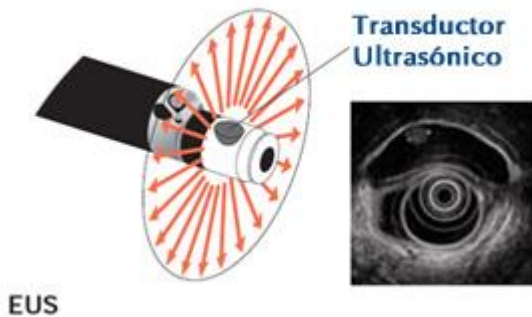


# FUENTE DEL SONIDO: TRANSDUCTORES EN USE

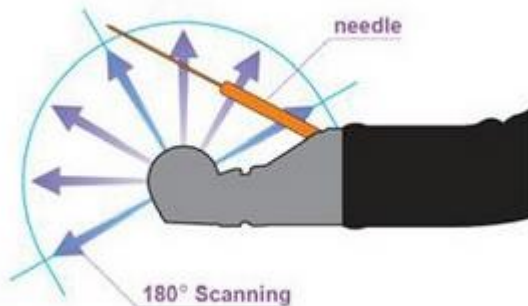
- Tipos

- Radial y lineal

- Multifrecuencia



Frecuencia	Profundidad	Discriminación
7,5 MHz	5-8 cm	1 mm
12,5 MHz	2 cm	0,5 mm
20 MHz	< 1 cm	0,1 mm



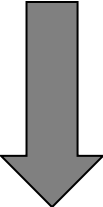
Minisonda



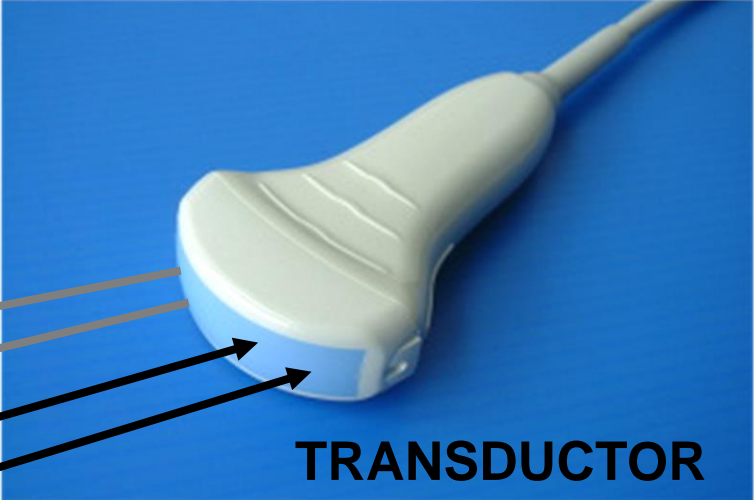
# BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE

- Sonido y propiedades
- Cómo se transmite el sonido
- Artefactos
- Imágenes de calidad y ajustes
- Fuentes del sonido
- **Modos de imagen y semiología**
- Dópler
- Otras herramientas

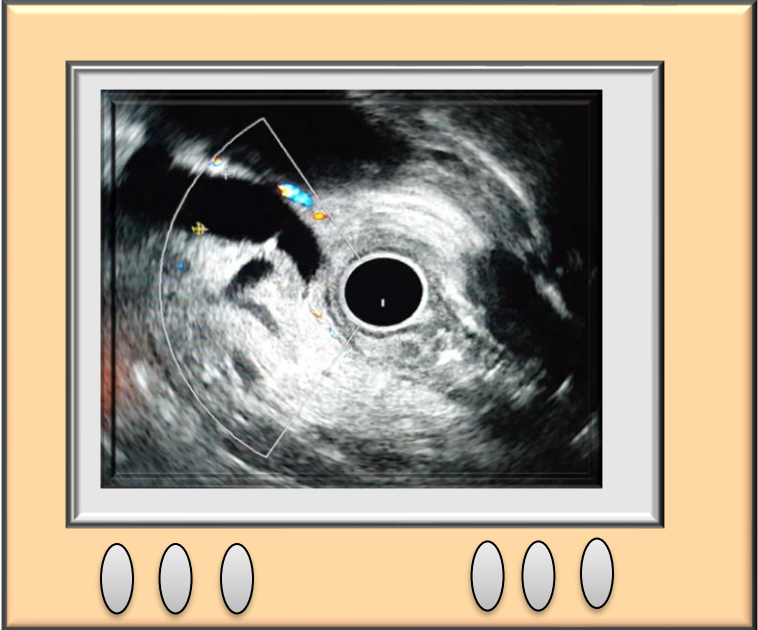
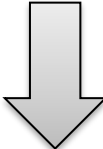
**ULTRASONIDOS**



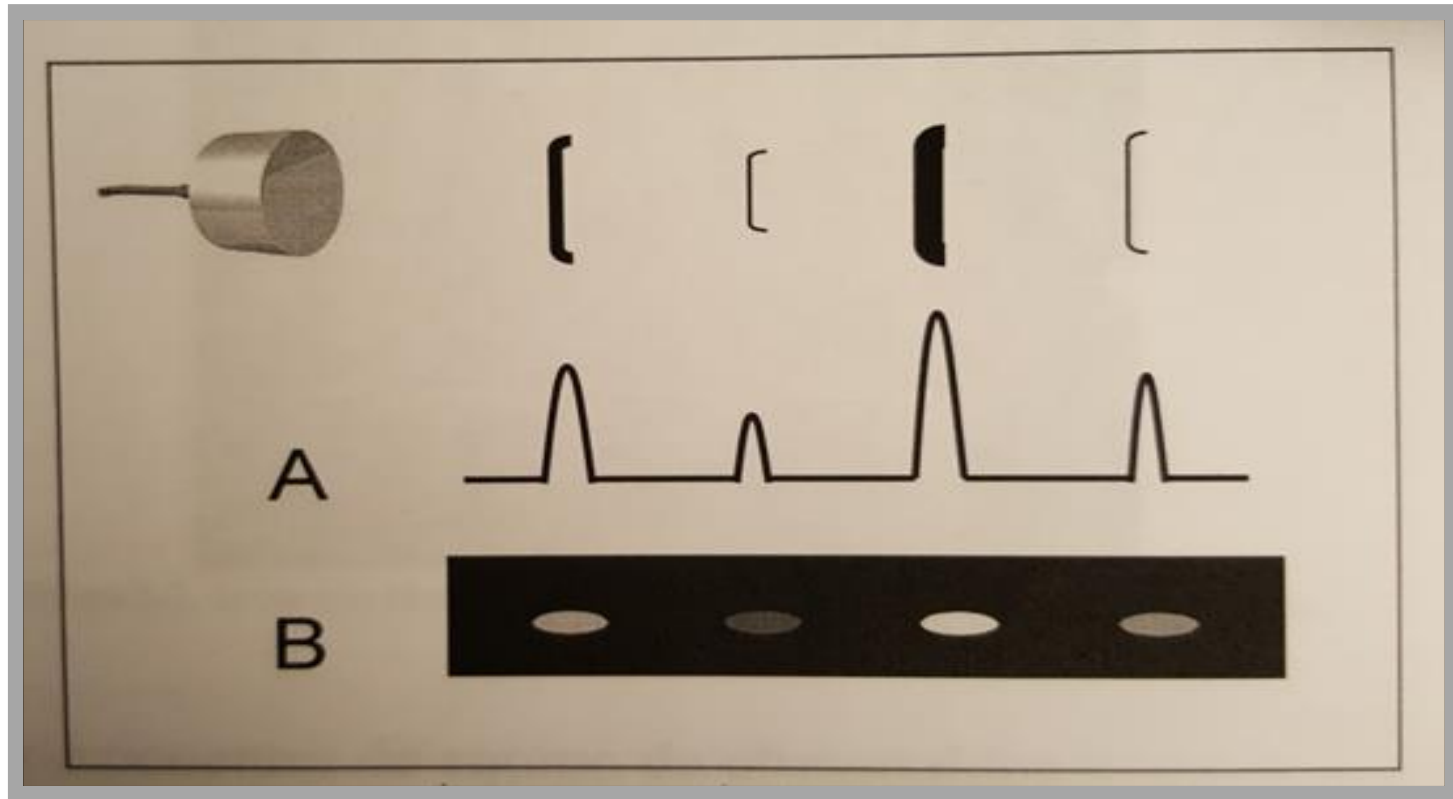
**TEJIDO**



**TRANSDUCTOR**



# MODOS DE IMAGEN ECOGRÁFICOS



**MODO B** (brillo o “brightness”) : Escala de grises de la intensidad de la señal

# SEMIOLOGIA ECOGRAFICA

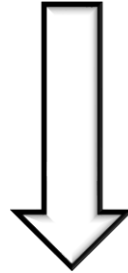
**ANECOGÉNICO**

**ECOGÉNICO**



Todo el haz se transmite

Todo el haz se refleja



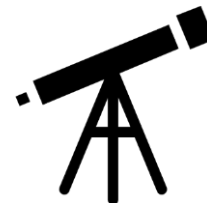
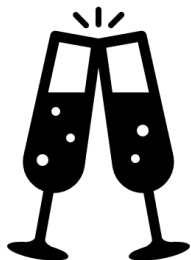
**Isoecogénico**



**Hipoecogénico**

**Hiperecogénico**

YO PREGUNTARÍA SI  
TENEÍS ALGUNA OTRA COSA  
QUE HACER...

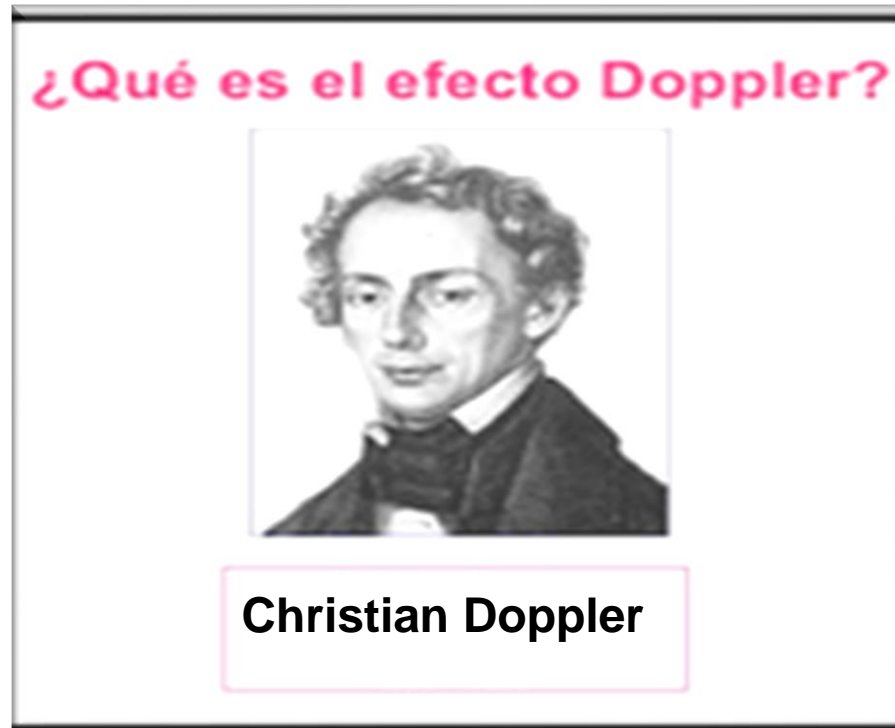


# BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE

- **Sonido y propiedades**
- **Cómo se transmite el sonido**
- **Artefactos**
- **Imágenes de calidad y ajustes**
- **Fuentes del sonido**
- **Modos de imagen y semiología**
- **Doppler**
- **Otras herramientas**



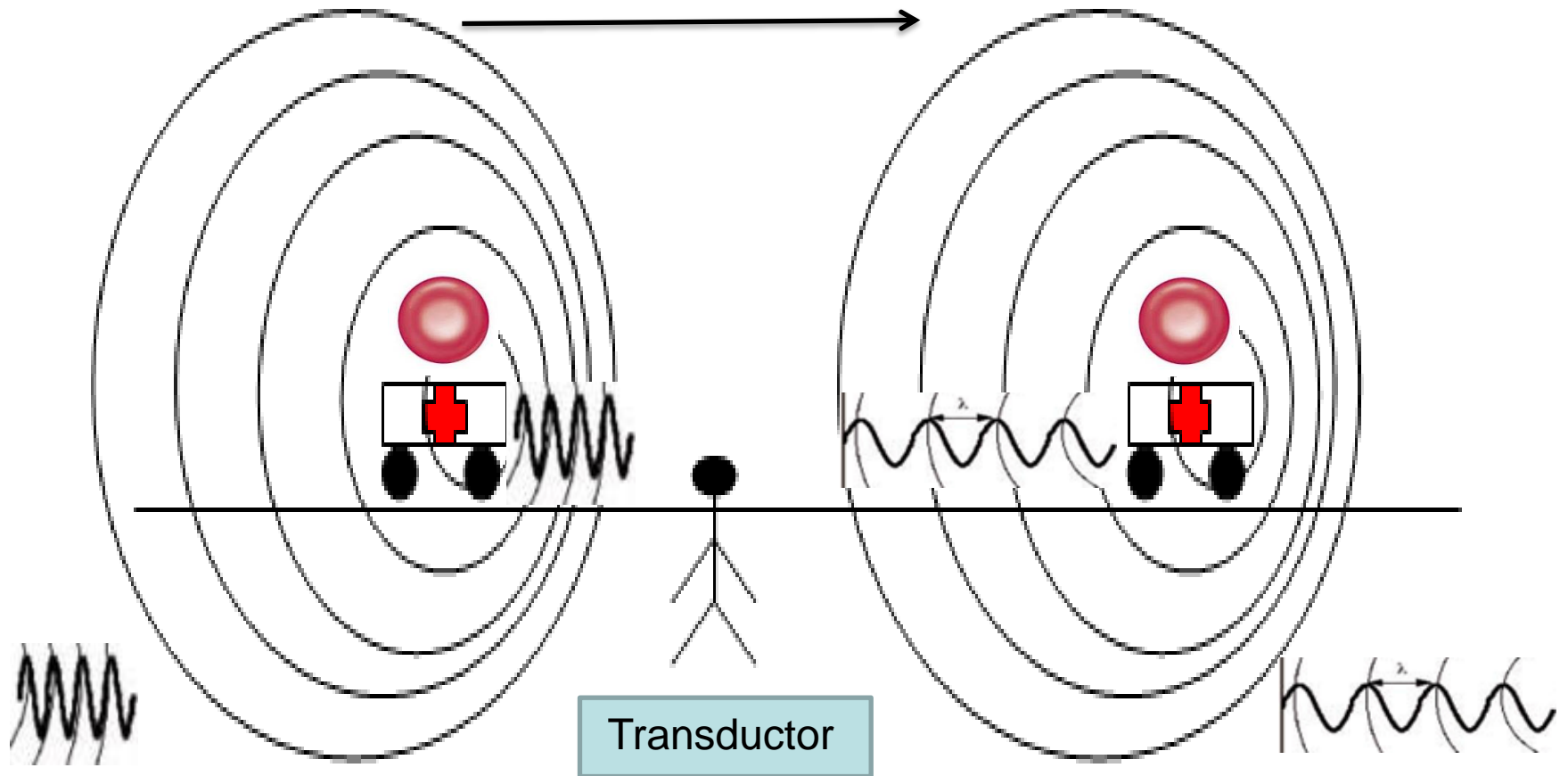
# ECOGRAFIA CON DOPPLER



- Consiste en la variación de la frecuencia de onda emitida por un objeto en movimiento que es recibida por un observador desde un punto fijo -



# ECOGRAFIA CON DOPPLER

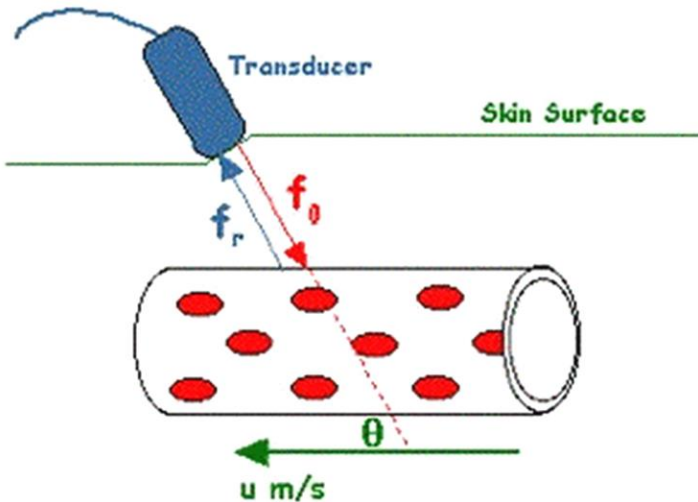


El sonido se escucha a una frecuencia mayor a la emitida

El sonido se escucha a una frecuencia menor a la emitida

# ECOGRAFIA CON DOPPLER

## Efecto Doppler $\Delta F(F_0 - F_r) = 2V F_0 \cos\theta / C$



$\Delta F$  Diferencia entre frecuencia emitida y recibida

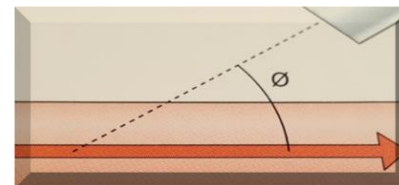
$V$  Velocidad del objeto en movimiento

$F_r$  Frecuencia de la onda reflejada

$F_0$  Frecuencia de la onda transmitida

$\theta$  Angulo formado por la dirección del haz US y el eje del vaso explorado

$C$  Velocidad de transmisión del haz US en los tejidos biológicos (promedio 1540m/s)



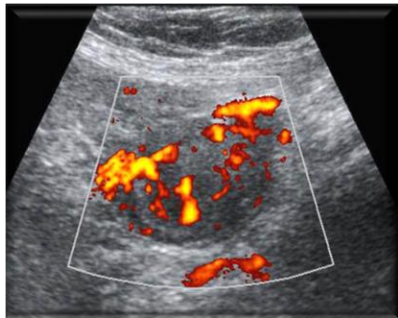
# ECOGRAFIA CON DOPPLER



## DOPPLER COLOR



- Visión general del flujo de una zona
- Información sobre su dirección
- Información sobre velocidad (alta y baja)
- Depende del ángulo y artefactos



## POWER / ANGIO DOPPLER



- Sensible a flujos muy bajos
- Menor interferencia con artefactos
- No depende del ángulo
- No información direccional



## DOPPLER PULSADO



- Estudios cuantitativos
- Explora áreas pequeñas
- Menor interferencia con artefactos
- Depende del ángulo
- Diferencia arterial y venoso

# BASES FÍSICAS DE LA ULTRASONOGRAFÍA Y SU APLICACIÓN A LA USE

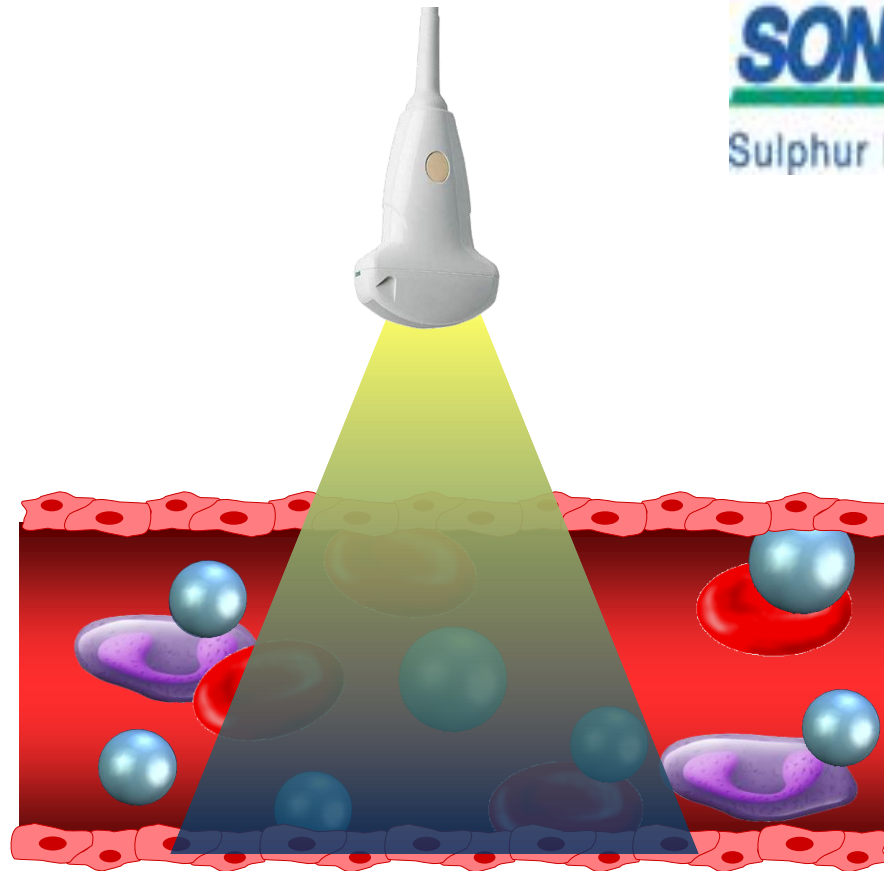
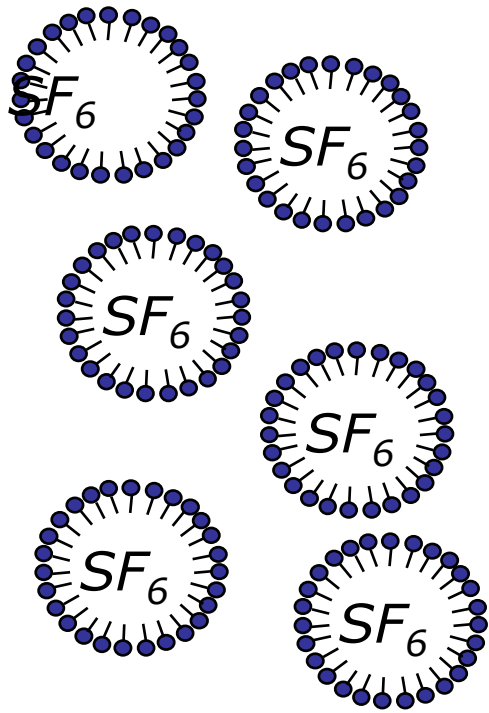
- **Sonido y propiedades**
- **Cómo se transmite el sonido**
- **Artefactos**
- **Imágenes de calidad y ajustes**
- **Fuentes del sonido**
- **Modos de imagen y semiología**
- **Dópler**
- **Otras herramientas**

# **ECOGRAFIA CON CONTRASTES**

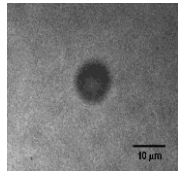
**Aquella que aprovecha la señal que emiten las microburbujas de contraste**

- 1. Detecta flujos sanguíneos muy bajos (microvascularización y parénquimas)**
- 2. Imagen de realce en tiempo real**
- 3. Evita artefactos**
- 4. Fácil uso**

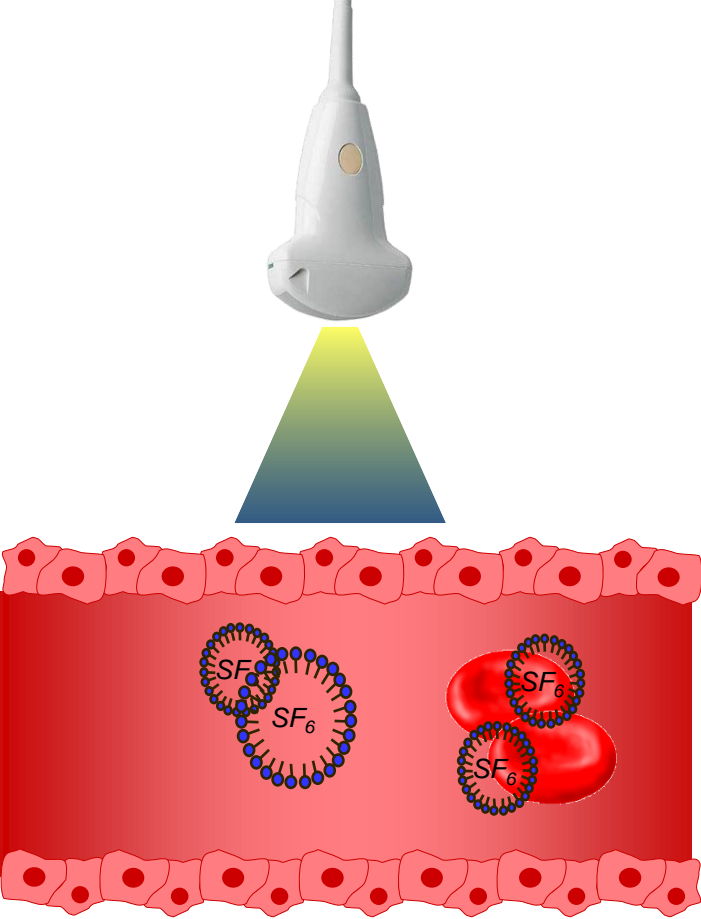
# ECOGRAFIA CON CONTRASTES



**SONOVue**<sup>®</sup>  
Sulphur Hexafluoride





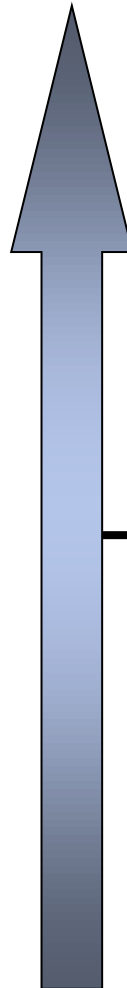


**IM MUY BAJO**

0.05-0.1

Comportamiento lineal

De la señal



**IM ALTO**

(> 0.6)

**DESTRUCCIÓN**



**IM BAJO**

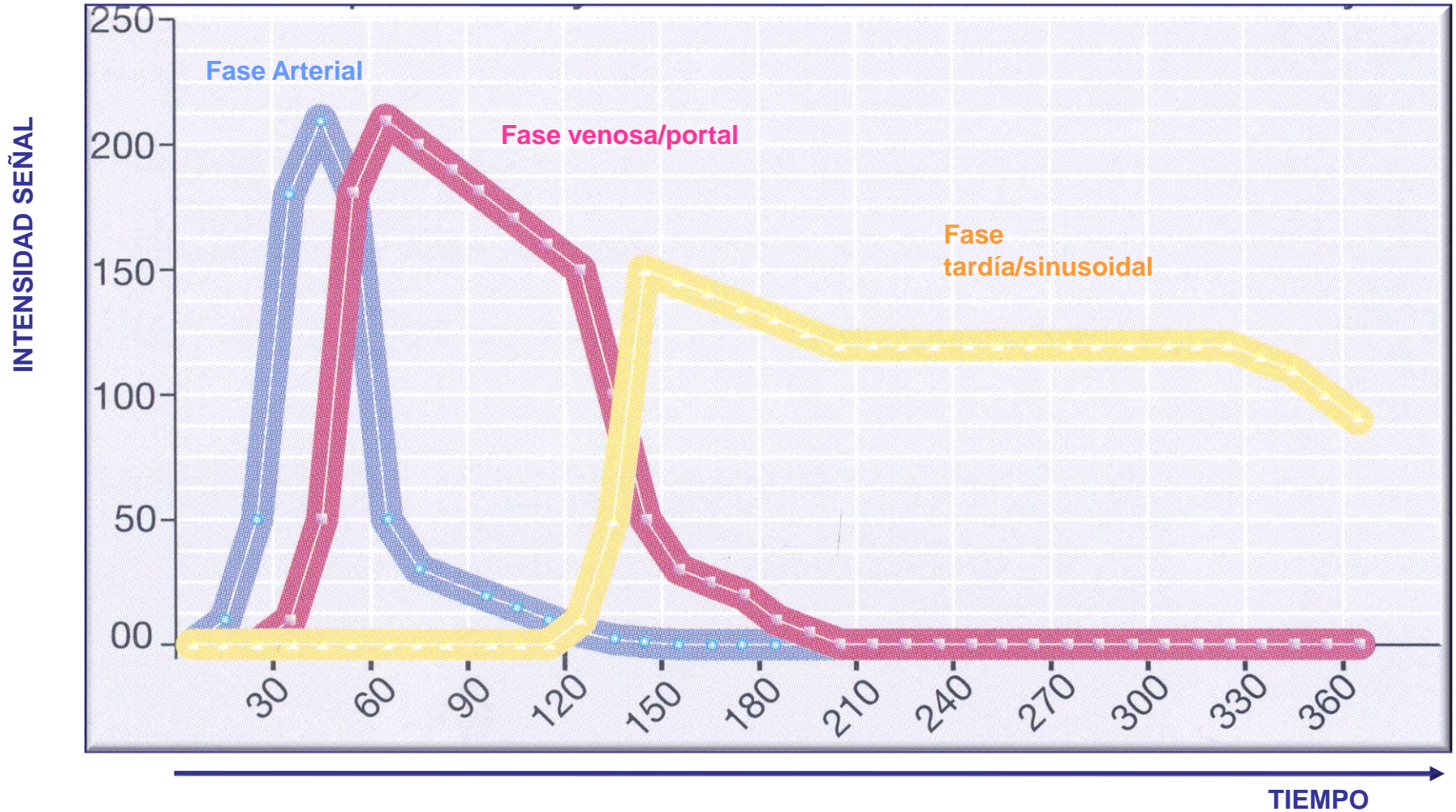
**(0.1-0.6)**



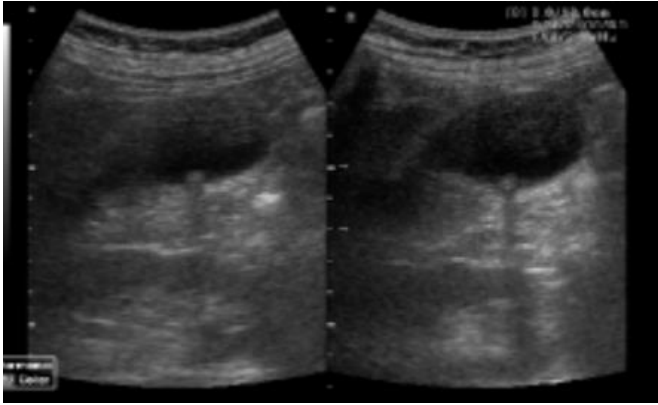
**IMAGEN DE REALCE  
EN TIEMPO REAL**

**CANCELACIÓN ARMÓNICOS  
TISULARES Y MÍNIMA ROTURA**

# ESTUDIO DE LAS FASES VASCULARES



# ULTRASONOGRAFÍA ENDOSCÓPICA Y ARMÓNICOS TISULARES (THI: Tissue harmonic imagen)

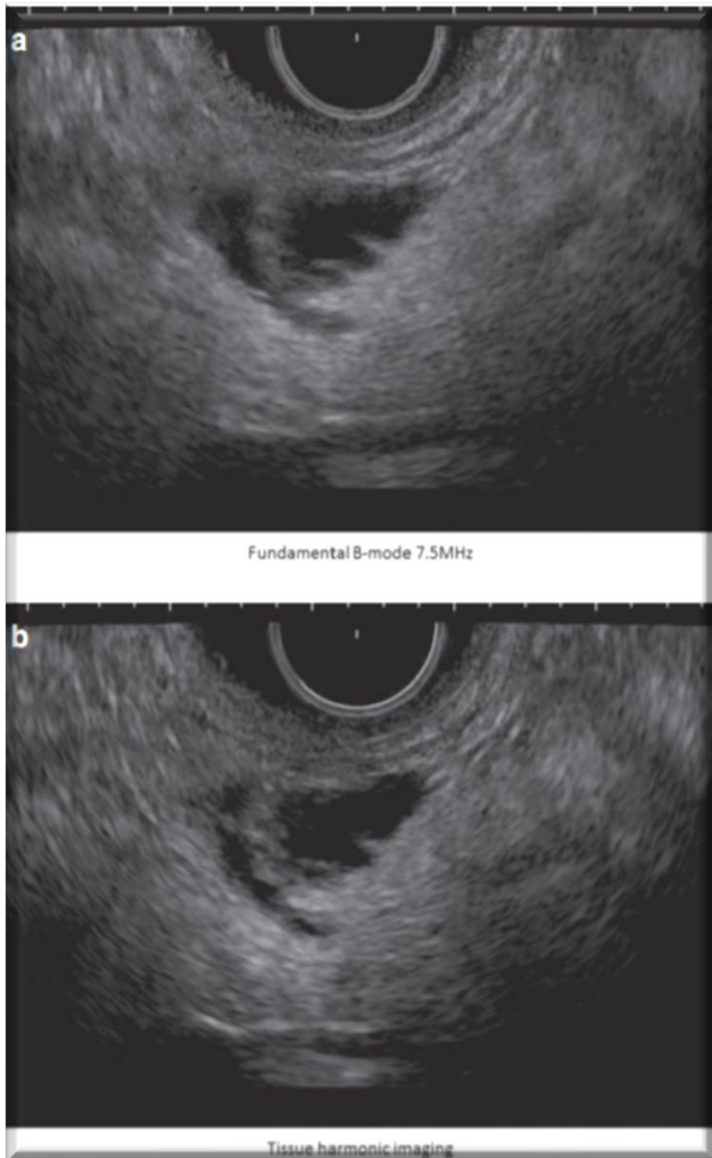


**Herramienta accesoria que mejora la calidad de imagen de la USE convencional**



**Se basa en la propagación no-lineal de las ondas US a través de los tejidos corporales**

# ULTRASONOGRAFÍA ENDOSCÓPICA Y ARMÓNICOS TISULARES (THI: Tissue harmonic imagen)



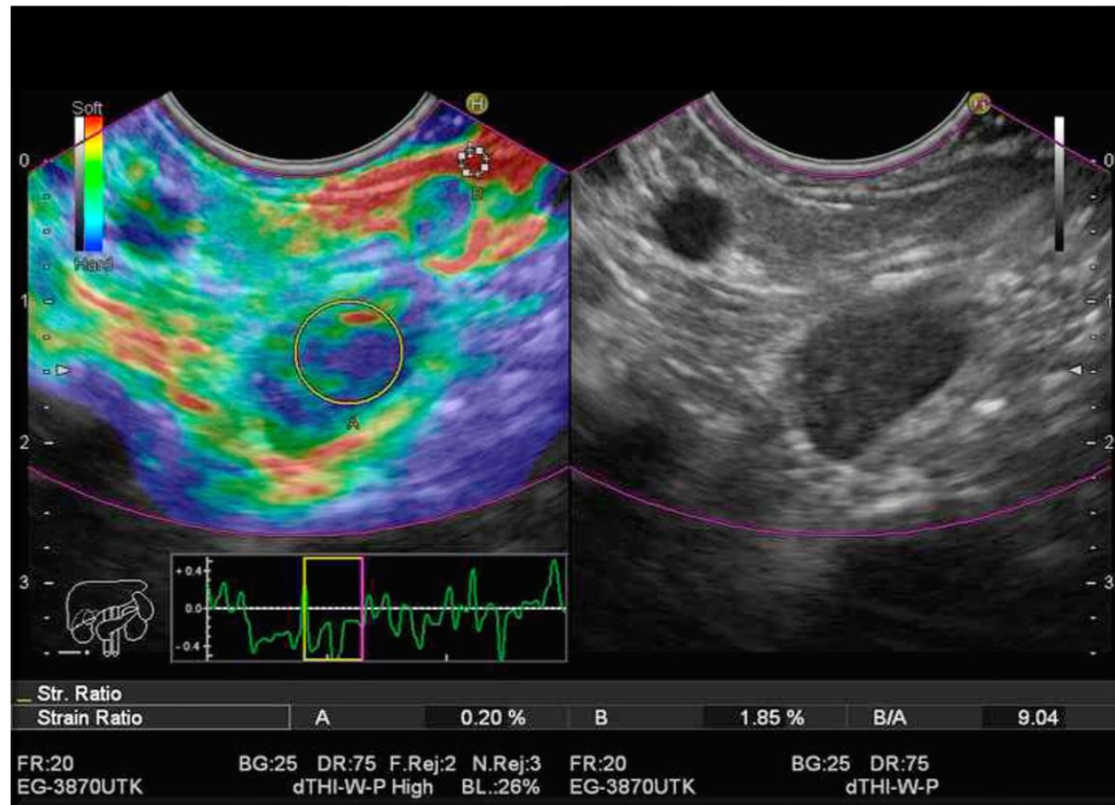
## VENTAJAS:

1. ↓ atenuación (> penetración del haz)
2. Mejora la resolución axial y lateral
3. Disminuye el ruido de fondo y los artefactos (reverberación)

**Ofrece imágenes más nítidas y de mayor calidad**

# ELASTOGRAFIA

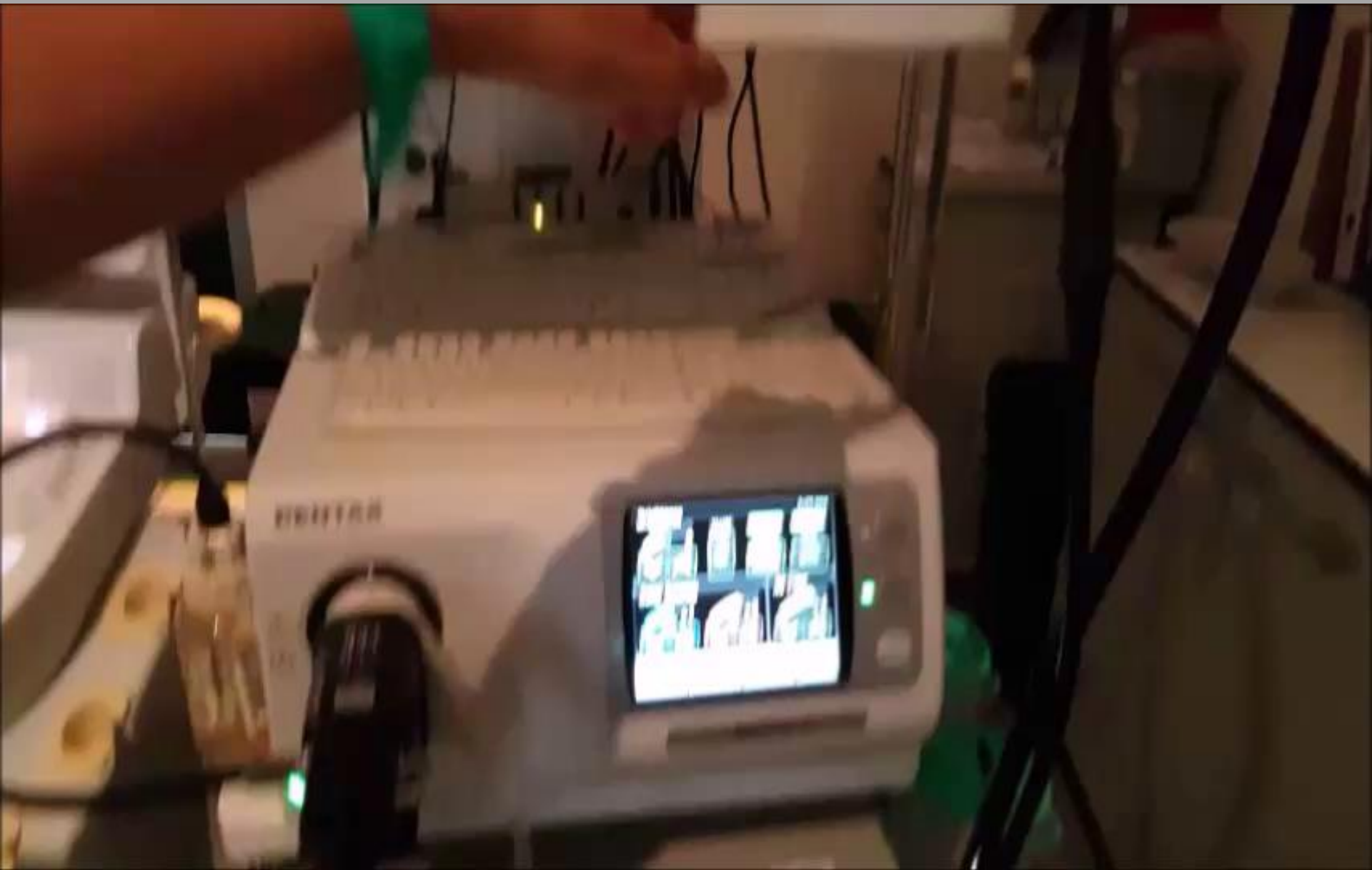
- Método que permite evaluar en tiempo real la dureza o la elasticidad de los tejidos.





Teoría

Práctica





Muchas gracias!!  
=)