

FÍSICA DEL ULTRASONIDO

FUNDAMENTOS BÁSICOS

Alfredo Del Giaccio

Universidad de Carabobo
FUNDACELAC



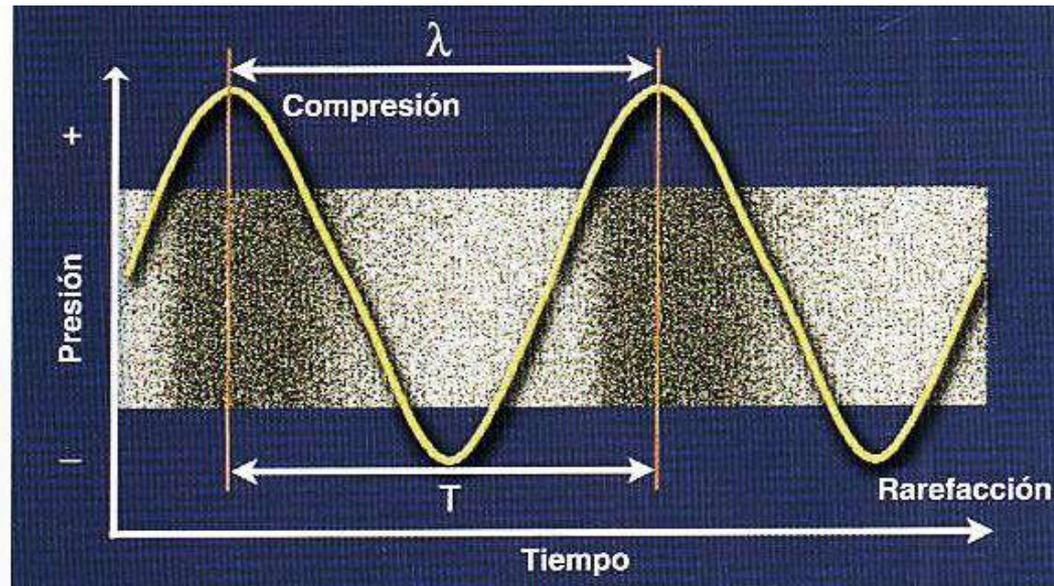
SONIDO

- Es la sensación percibida en el órgano del oído por una onda mecánica originada por la vibración de un cuerpo elástico y propagado por un medio material

ULTRASONIDO

- Son una serie de ONDAS mecánicas, generalmente longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico (cristal piezoeléctrico) y propagadas por un medio material (tejidos corporales)

FIGURA 1-1. Ondas de sonido. El sonido se transmite mecánicamente a nivel molecular. En estado de reposo la presión es uniforme en todo el medio. El sonido se propaga como una serie de ondas de presión alternas que producen compresión y rarefacción del medio conductor. El tiempo que tarda en pasar una onda de presión por un punto determinado es el período, T . La frecuencia de la onda es $1/T$. La longitud de onda, λ , es la distancia entre puntos correspondientes en la curva tiempo-presión.



FRECUENCIA

- La frecuencia de una onda de US consiste en el número de ciclos o de cambios de presión que ocurren en un segundo. La frecuencia la cuantificamos en ciclos por segundo o hertz.

FRECUENCIA

- Está determinada por la fuente emisora del sonido y por el medio a través del cual está viajando.

ULTRASONIDO

- El US es un sonido cuya frecuencia se ubica por arriba de 20 kHz
- En Medicina para fines de diagnóstico clínico están comprendidas más frecuentemente en el rango de 2-10 mhz.

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

- Es la velocidad en la que el sonido viaja a través de un medio, y se considera típicamente de 1.540 m/sec para los tejidos blandos

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

- La velocidad de propagación del sonido varía dependiendo del tipo y características del material por el que atraviese.

FACTORES

- Los factores que determinan la velocidad del sonido a través de una sustancia son la densidad y la compresibilidad

FACTORES

- Los materiales con mayor densidad y menor compresibilidad transmitirán el sonido a una mayor velocidad.

FACTORES

La velocidad es inversamente proporcional a la compresibilidad

- Las moléculas en los tejidos más compresibles están muy separadas, por lo que transmiten el sonido más lentamente.

Velocidad de propagación en los tejidos

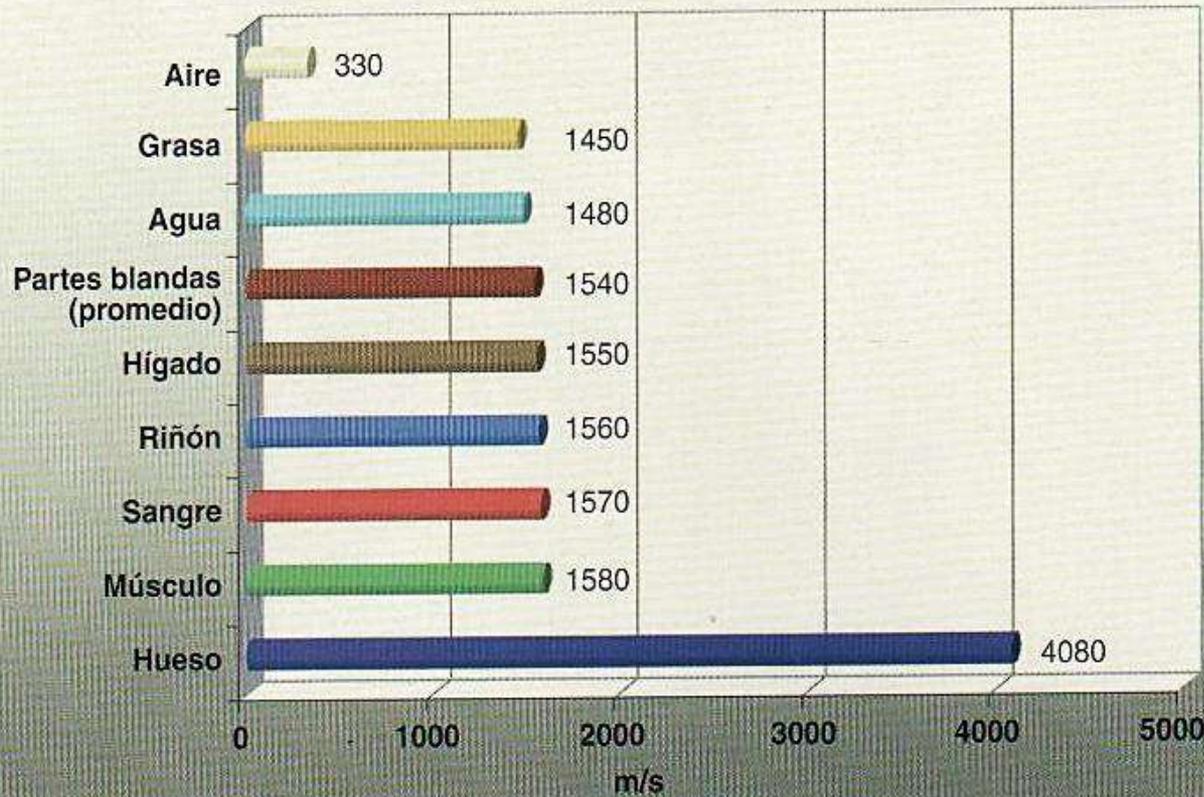


FIGURA 1-2. Propagación de la velocidad. La velocidad de propagación del sonido en el cuerpo está determinada por las propiedades físicas del tejido. Como se muestra, es muy distinta. Los aparatos de ecografía para aplicación clínica basan sus mediciones en una velocidad de propagación media supuesta de 1540 m/s.

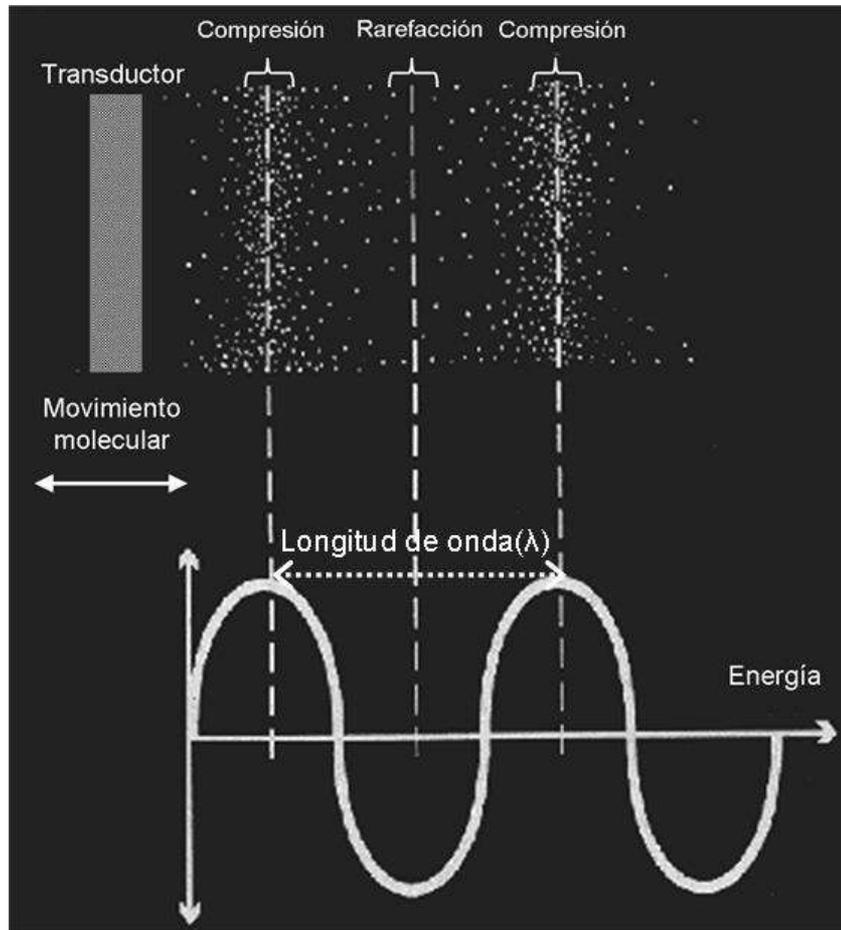
INTERACCIÓN CON LOS TEJIDOS

- Cuando la energía acústica interactúa con los tejidos corporales, las moléculas tisulares son estimuladas y la energía se transmite de una molécula a otra adyacente.

RAREFACCIÓN

- La energía acústica se mueve a través de los tejidos mediante ondas longitudinales y las moléculas del medio de transmisión oscilan en la misma dirección.

LONGITUD DE ONDA



Compresión y rarefacción

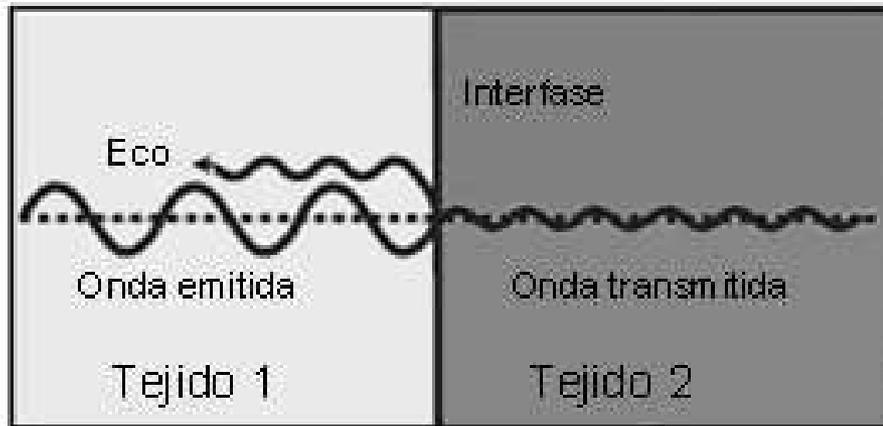
- La energía acústica se mueve mediante ondas longitudinales a través de los tejidos; las moléculas del medio de transmisión oscilan en la misma dirección que la onda. Estas ondas sonoras corresponden a la rarefacción y compresión periódica del medio en el cual se desplazan.

LONGITUD DE ONDA

- La distancia de una compresión a la siguiente (distancia entre picos de la onda sinusal) constituye la longitud de onda (λ), y se obtiene de dividir la velocidad de propagación entre la frecuencia

$$L = V / F$$

LONGITUD DE ONDA



Interacción del US con los tejidos

- Al entrar en contacto con dos tejidos de diferente impedancia acústica una parte de la onda acústica emitida por el transductor se refleja como eco; la otra parte se transmite por el tejido.

ANÁLISIS

$$L = V / F$$

Velocidad del sonido

Constante en cada medio

Promedio de 1540/seg en el cuerpo humano

ANÁLISIS

$$L = V / F$$

1 MHz = L 1.54 mm. Profundidad

2 MHz = L 0.77 mm. Profundidad

5 MHz = L 0.31 mm. Profundidad

10 MHz = L 0.15 mm. Profundidad

ANÁLISIS

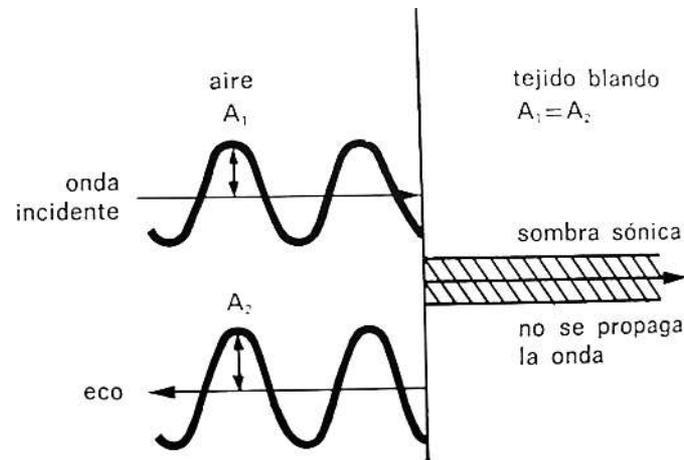
$$L = V / F$$

Consecuencia

> Frec. < Long. > Res. < Profundidad

REFLEXION

- Cuando una onda sónica llega a una interfase entre dos medios de distinta impedancia se produce un eco de retorno igual a la diferencia.



PARÁMETROS DE LA ONDA DE ULTRASONIDO

- **AMPLITUD**

- Máximo cambio de presión de la onda, se relaciona con intensidad del ultrasonido

- **LONGITUD DE ONDA**

- Distancia entre dos puntos idénticos de la onda.

$$L = V / F$$

$$V = M / \text{SEG}$$

$$F = \text{CICLOS} / \text{SEG}$$

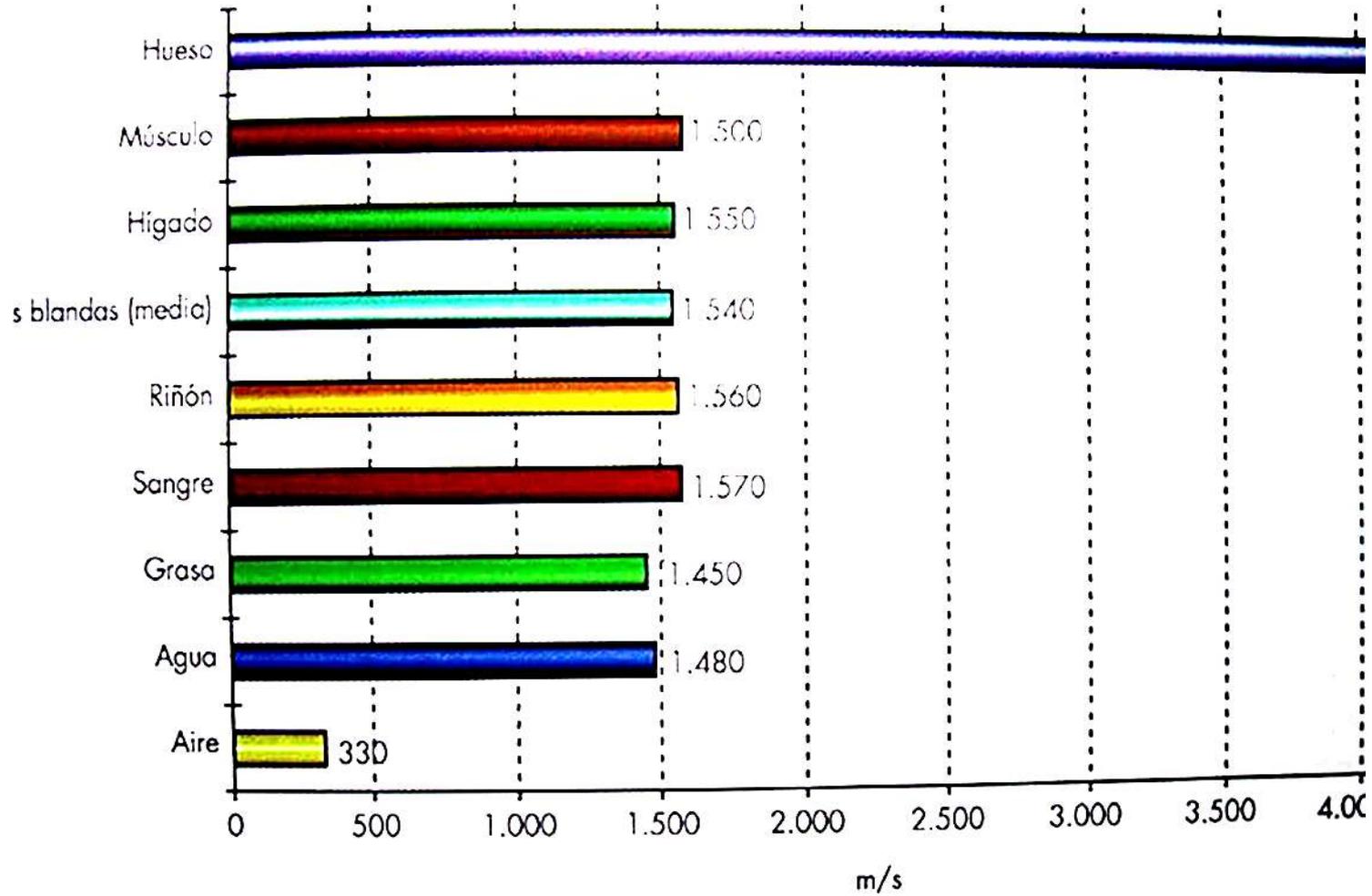


VELOCIDAD DEL ULTRASONIDO

- Conocida la velocidad y el tiempo de retorno sabemos la profundidad
- Conocida la velocidad sabemos la impedancia y tamaño de los ecos
- Impedancia acústica = resistencia sónica

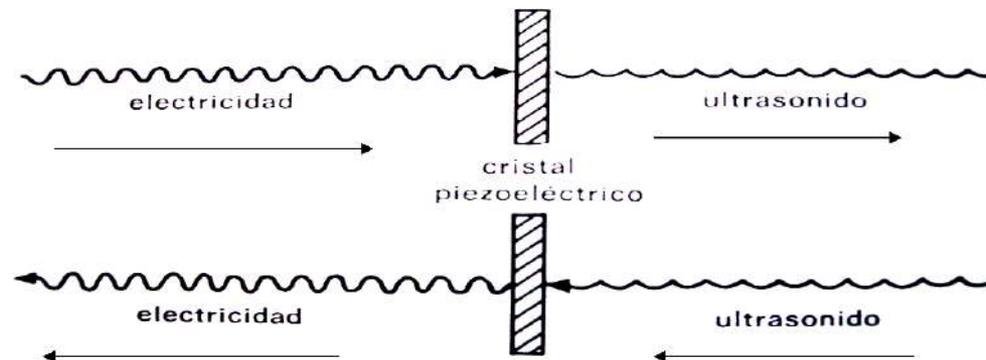
$$I.A = D.V$$

VELOCIDAD DEL SONIDO



PRINCIPIOS FÍSICOS | TRANSDUCTOR

- Es capaz de convertir una energía en otra.
- Energía eléctrica convertida en energía mecánica y viceversa
- Efecto piezoeléctrico positivo y efecto piezoeléctrico indirecto



5

09:05:53AM

C7e* 26HZ

7.0MHz 80mm

ABDOMEN

PWR = 0dB

50dB 1/2/2

GAIN=-12dB



TRANSDUCTORES

- **SECTORIAL** 2 a 4 Mhz.
 - Ecocardiografía
 - Abdomen
 - Gineco/Obstetricia

- **CONVEX** 2 a 5 Mhz.
 - Abdomen
 - Gineco/Obstetricia y pelvis Masc.

- **LINEALES** 7 a 10 Mhz.
 - Pequeñas partes
 - Transfontanelar, transcraneal y pediátrico
 - Vascular Periférico
 - Músculo Esquelético.

TRANSDUCTORES

- BANDA ANCHA 2 a 12 Mhz.
 - Multipropósito
- TRANS VAGINAL/RECTAL 7 a 10 Mhz.



ESCALA DE GRISES

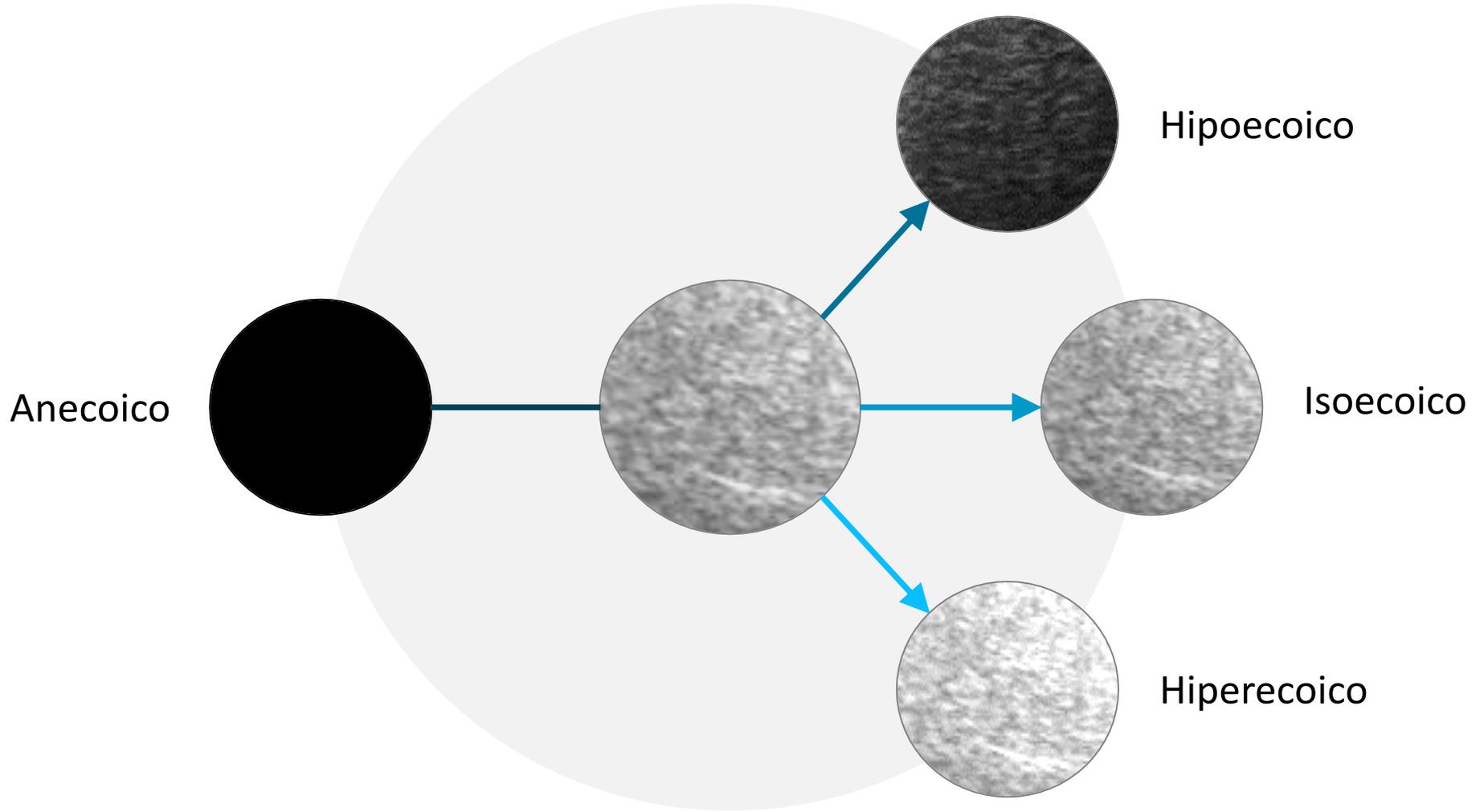
- Escala empleada en la imagen digital en la que el valor de cada píxel posee un valor equivalente a una graduación de gris

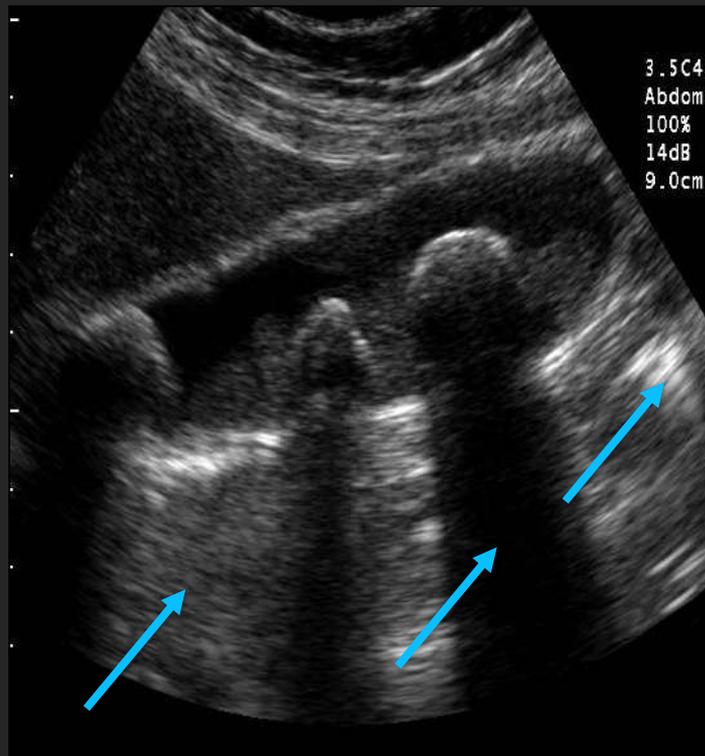
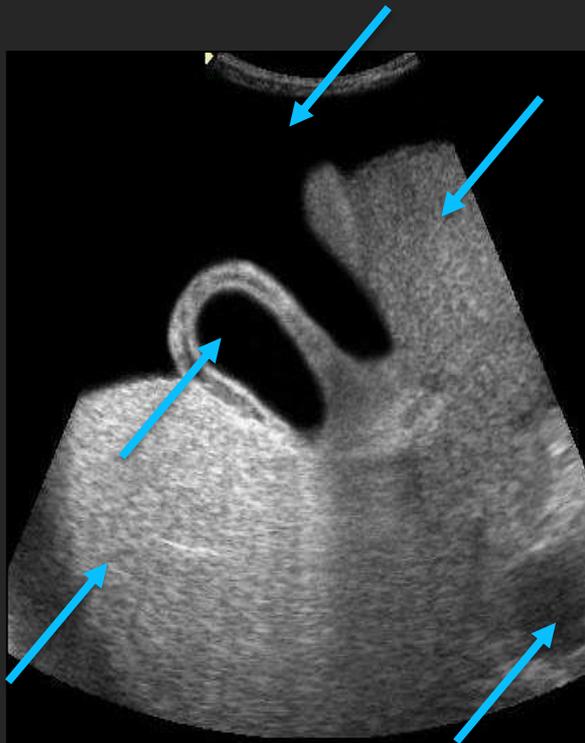
ESCALA DE GRISES

- Las imágenes representadas de este tipo están compuestas de sombras de grises, que van desde el negro más profundo variando gradualmente en intensidad de grises hasta llegar al blanco

TÉRMINOS

- Anecoico
- Hipoecoico
- Isoecoico
- Hiperecoico
- Reforzamiento de pared posterior
- Cono de sombra
- Homogéneo
- Heterogéneo







3.5C40H/5.1
Abdomen
100%
14dB RS5
9.0cm 7fps
Z

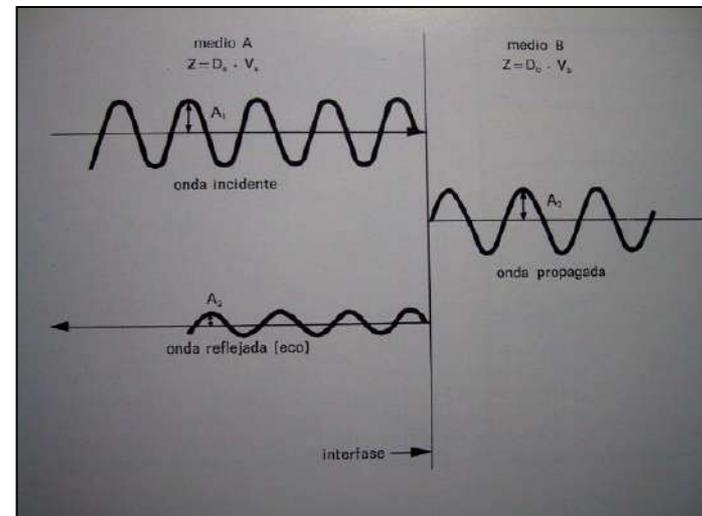
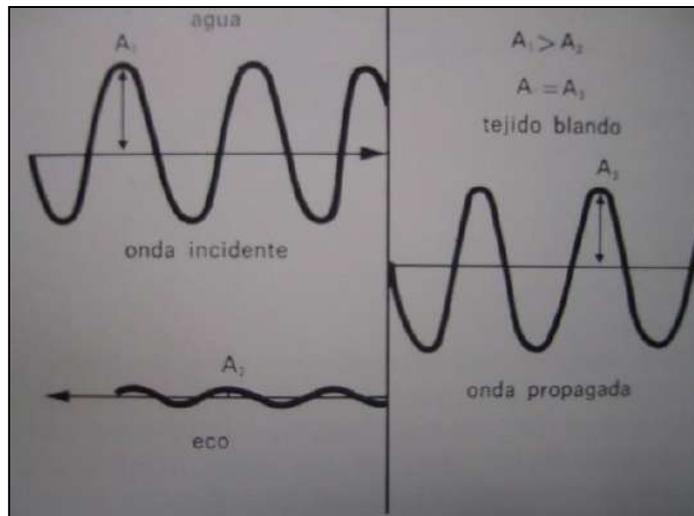
SC

3.5C40H/5.1
Abdomen
100%
2dB RS5
11.0cm 8fps
Z



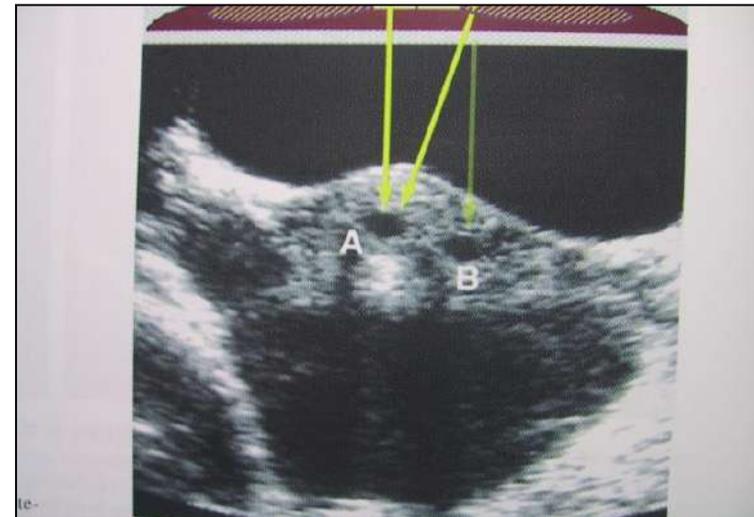
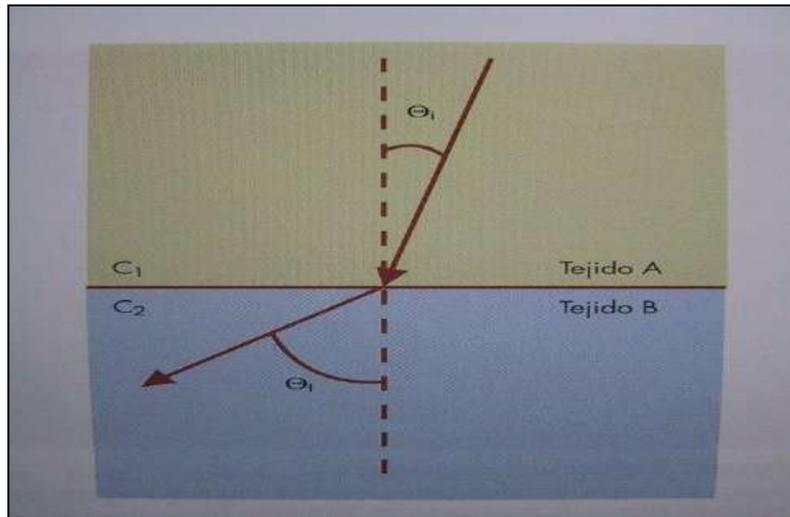
ABSORCIÓN

- Cuando una onda atraviesa un medio se pierde energía produciendo roce, calor con retorno de un eco de menor intensidad y menor amplitud.



REFRACCIÓN

- Cuando una onda sónica llega a una interfase entre dos medios con distinta velocidad de transmisión, cambia su dirección.



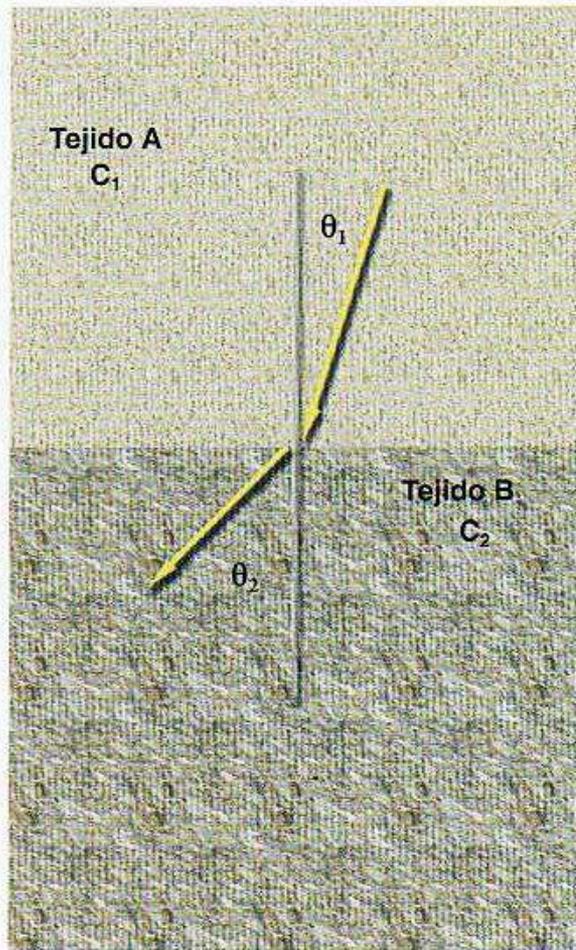


FIGURA 1-7. Refracción. Cuando el sonido pasa de un tejido (A) con una velocidad de propagación acústica (c_1) a otro tejido (B) que transmite el sonido a una velocidad distinta (c_2) se produce un cambio en la dirección de la onda de sonido debido a la refracción. La magnitud de este cambio depende de la relación entre las velocidades de propagación de los medios que forman la interfase ($\text{sen}\theta_1/\text{sen}\theta_2 = c_1/c_2$).

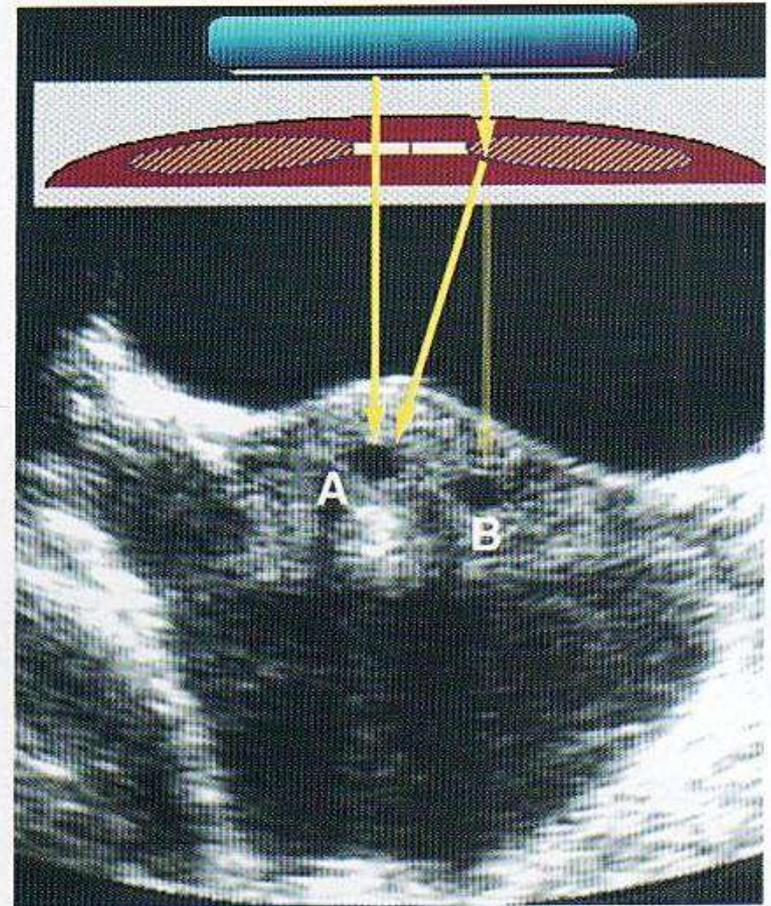
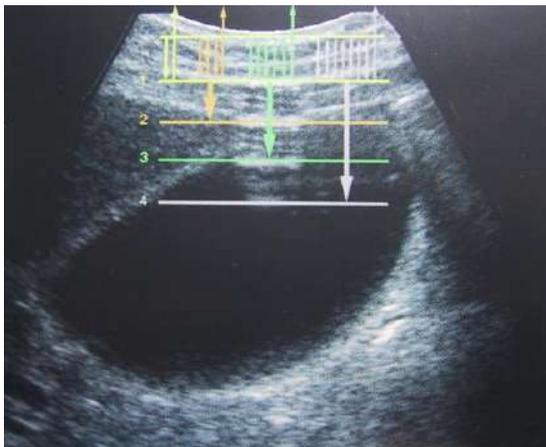


FIGURA 1-8. Artefacto de refracción. Imagen axial transabdominal del útero en la que se aprecia un saco gestacional pequeño (A) y lo que parece un segundo saco (B). En este caso, el artefacto (B) está causado por la refracción en el borde del músculo recto anterior del abdomen. La desviación en el trayecto del sonido produce un duplicado de la imagen del saco en una localización inesperada y errónea (imagen simulada).

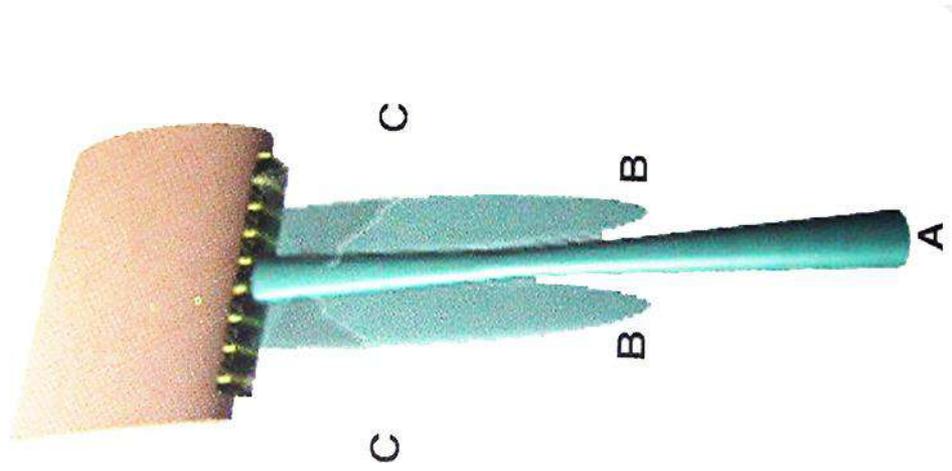
ARTEFACTOS

Reverberación

- Cuando un eco reflejado tiene energía para recorrer varias veces el espacio entre el transductor y la interfase, se producen varias reflexiones



INSONACION vs. ARTEFACTO



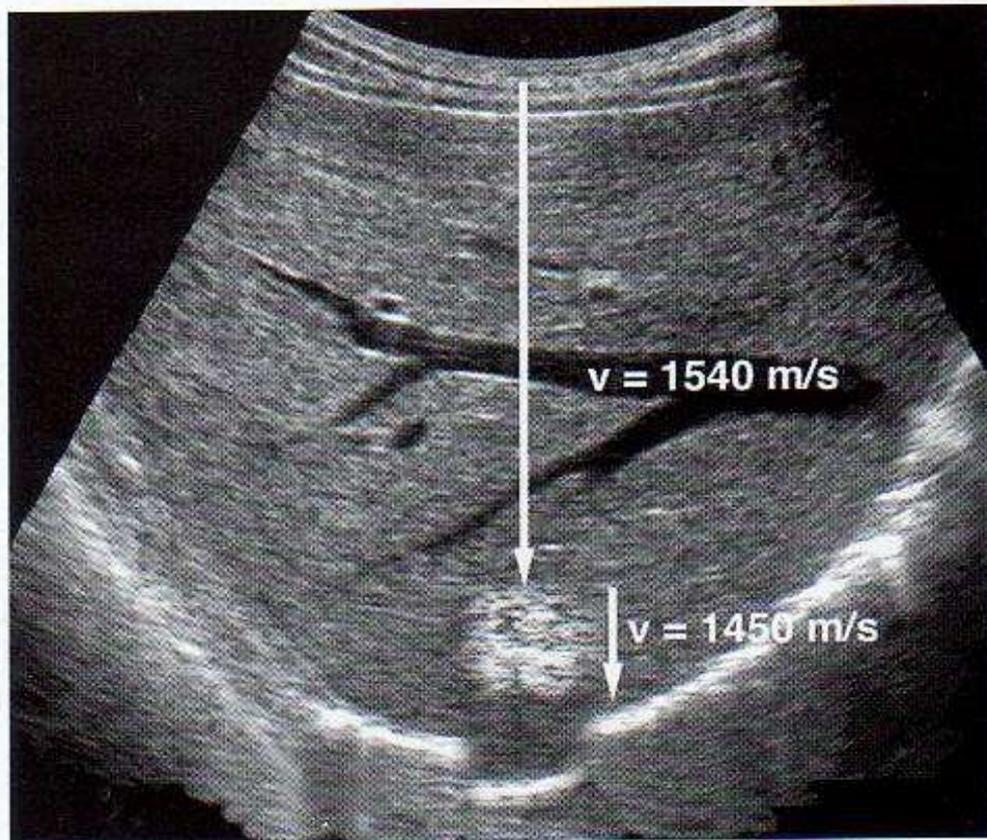
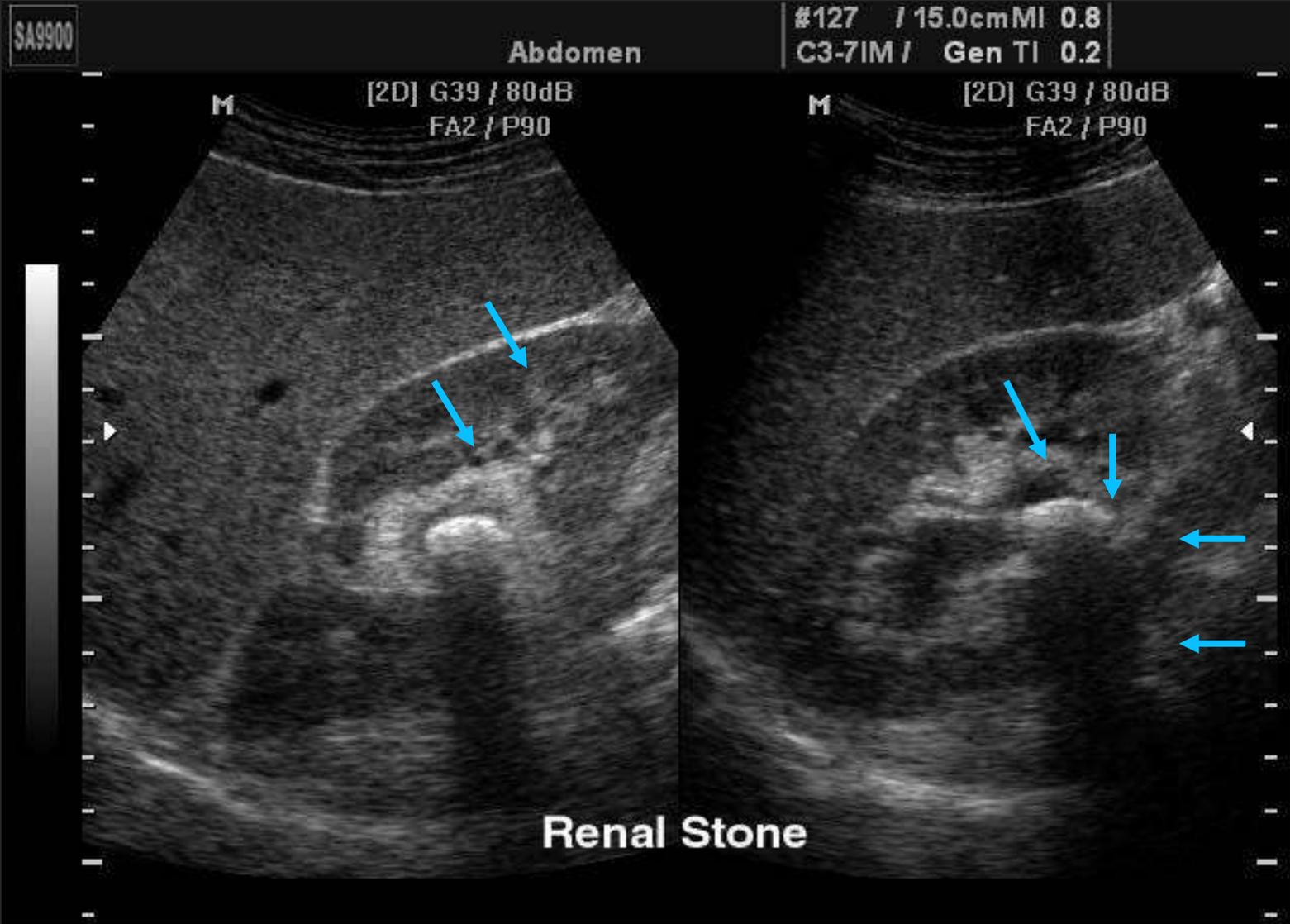


FIGURA 1-3. Artefacto de velocidad de propagación.

Cuando el sonido atraviesa una lesión que contiene grasa, el retorno del eco se retrasa porque la velocidad (v) de propagación en la grasa es de 1450 m/s, menor que la del hígado. Como el aparato de ecografía supone que el sonido se propaga a una velocidad media de 1540 m/s, el retraso en el retorno del eco se interpreta como que el objetivo está a más profundidad. Por este motivo la imagen final muestra un artefacto de registro en el que el diafragma y otras estructuras más profundas que la lesión grasa aparecen en una posición más profunda de la esperada (imagen simulada).

EJERCICIO



DIPLOMADO
ECOGRAFÍA
INTEGRAL



UDEM UC



UDEM Vzla



UDEM Vzla

UDEM.net.ve