

# CERPO

Centro de Referencia Perinatal Oriente

Facultad de Medicina, Universidad de Chile



## Seminario N° 1

# Principios Físicos del Ultrasonido

Dra. Carla Sousa

Dr. Daniel Martín, Dr. JG Rodríguez,

Dr. Sergio De La Fuente

Julio

2025

# Hoja de Ruta



1. Introducción
2. Definiciones
3. Características del ultrasonido
4. Modalidades
5. Doppler
6. Bibliografía

# Introducción



La imagen por ultrasonido es una técnica comúnmente utilizada en el diagnóstico médico.

Consiste en la emisión de ondas acústicas de alta frecuencia, para posteriormente detectar y analizar los ecos resultantes, y así obtener imágenes de órganos y estructuras internas del cuerpo en tiempo real.

Es una técnica no invasiva, no ionizante y accesible, está sujeta a la toma e interpretación de la imagen dada la alta variabilidad que existe en la técnica.

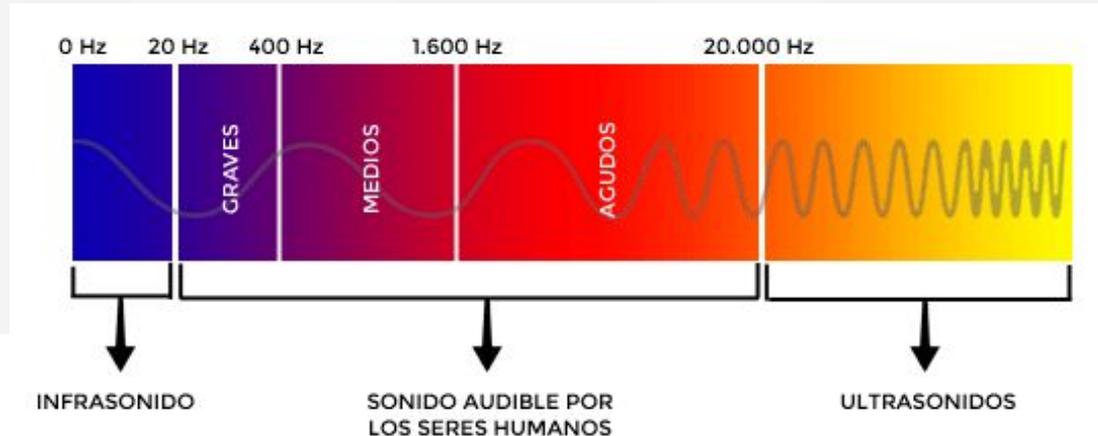
# Sonido

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.



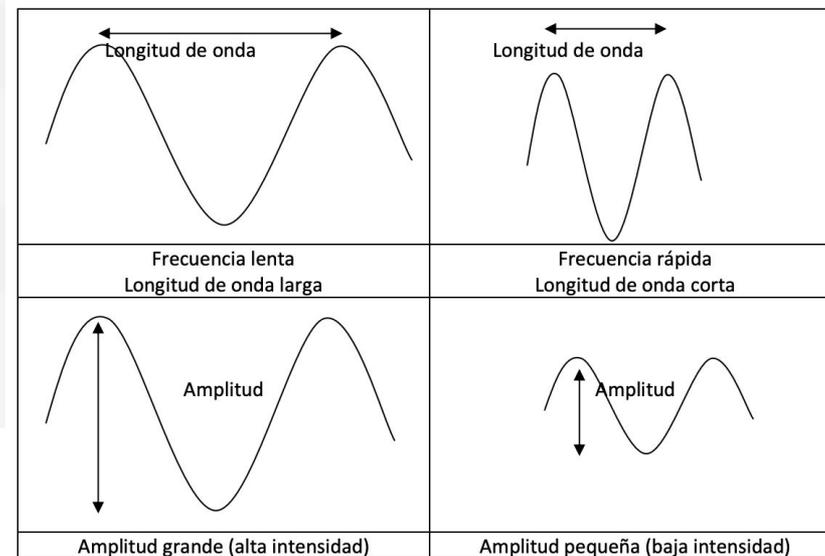
# Ultrasonido

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) cuya frecuencia supera la del sonido audible por el humano: 20.000 ciclos / segundo o 20 kilohercios (20 KHz)



# Longitud de onda

Es la distancia a la cual la onda sinusoidal realiza un ciclo completo. Su inversa es la frecuencia.



# Frecuencia

- Número de ciclos o de cambios de presión que ocurren en un segundo.
- Se cuantifica en ciclos por segundo o hertz.
  - Hertz = 1 ciclo/segundo
- Determinada por la fuente emisora del sonido y por el medio a través del cual está viajando.
- Los ecógrafos usan frecuencias entre 1 y 20 Megahertzios.

	Frecuencia (MHz)	Penetración (cm)	Calidad/definición de imagen	Utilidad
Alta frecuencia	> 5	< 5	Alta	Estructuras superficiales: vasos, músculos
Baja frecuencia	1-5	>5	Baja	Órganos profundos: tórax, abdomen

# Velocidad de propagación



Es la velocidad en la que el sonido viaja a través de un medio.

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

Producto entre la frecuencia y la longitud de onda ( $\lambda$ )

$$V = f \times \lambda$$

# 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 en la misma dirección

Estas ondas sonoras corresponden básicamente a la rarefacción y compresión periódica del medio en el cual se desplazan

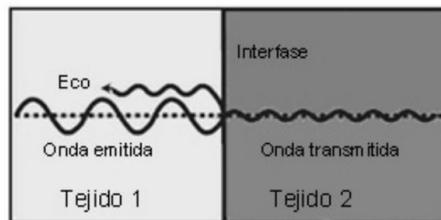
# Interacción con los tejidos



Onda de US atraviesa un tejido → la reflexión o rebote de los haces ultrasónicos hacia el transductor → llamado eco

Reflexión → ocurre en el límite/interfase entre dos materiales

El contacto de dos materiales con diferente impedancia acústica da lugar a una interfase entre ellos.



**Figura 2.** 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. (Modificado de Aldrich J. Basic Physics of Ultrasound Imaging. Crit Care Med 2007; 35 (suppl): S131-7.)

# Impedancia Acústica



Quando dos materiales tienen la misma impedancia, no se producen ecos.

Si la diferencia en la impedancia acústica es:

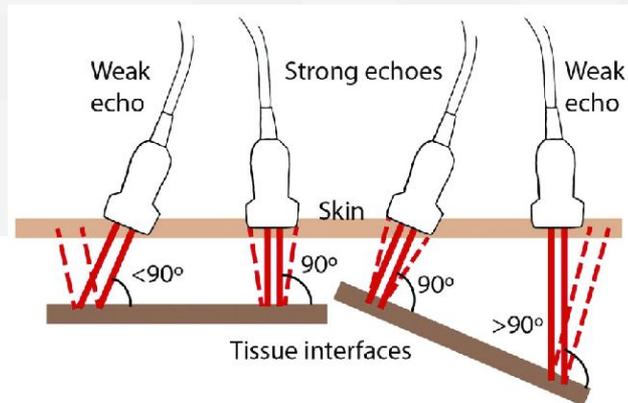
- Pequeña: se producirá un eco débil
- Amplia: se producirá un eco fuerte
- Muy grande: se reflejará todo el haz de ultrasonido

# Ángulo de incidencia o insonación



La intensidad con la que un haz de ultrasonido se refleja dependerá también del ángulo de incidencia o insonación.

La reflexión es máxima cuando la onda sonora incide de forma perpendicular a la interfase entre dos tejidos.





# Atenuación

La energía ultrasónica pierde potencia y su intensidad disminuye progresivamente a medida que inciden estructuras más profundas.

Absorción:  
transformación de la energía mecánica en calor.

Dispersión:  
desviación de la dirección de propagación de la energía

Líquidos: no atenuadores

Hueso:  
atenuador mediante absorción y dispersión de la energía.

Aire: absorbe de forma potente y dispersa la energía en todas las direcciones



# Frecuencia de repetición de pulsos

Corresponde a la frecuencia con la que el generador produce pulsos eléctricos en un segundo → PRF

PRF → determina el intervalo de tiempo entre las dos fases: emisión y recepción de los ultrasonidos

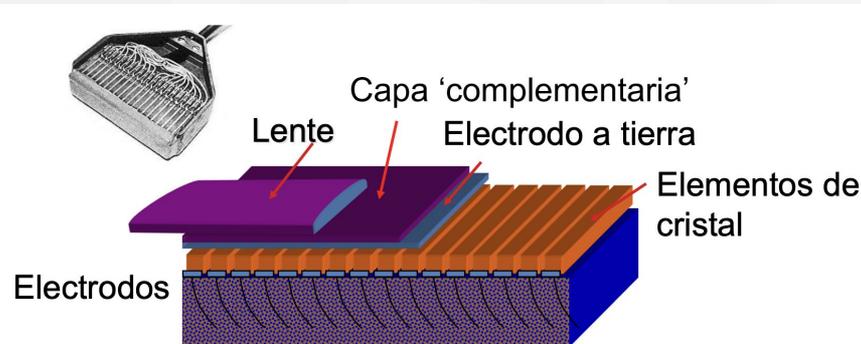
El PRF depende entonces de la profundidad de la imagen y suele variar entre 1,000 - 10,000 KHz

# Transductores

Dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada en otra de diferente a la salida

La energía ultrasónica se genera en el transductor que contiene a los cristales piezoeléctricos

Existen varios tipos de transductores que difieren tan sólo en la manera en que están dispuestos sus componentes



# Creación de la imagen



Imágenes ecográficas → formadas por una matriz de elementos fotográficos.

Imágenes en escala de grises → generadas por la visualización de los ecos, regresando al transductor como elementos fotográficos (píxeles)

Su brillo dependerá de la intensidad del eco que es captado por el transductor en su viaje de retorno

## Considerar amplitud y profundidad

# Modalidades de Ecografía



## Modo A (Amplitud)

Se empleó inicialmente para distinguir entre estructuras quísticas y sólidas

Permite medir distancias

Hoy en día es excepcionalmente empleado

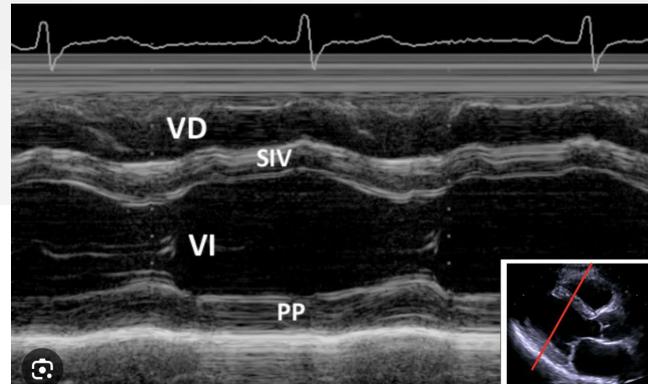
Util en oftalmología

# Modalidades de ecografía

## Modo M (Movimiento)

Se emplea para las estructuras en movimiento como el corazón; se realiza una representación gráfica de la señal

La amplitud es el eje vertical, el tiempo y la profundidad son el eje horizontal



# Modalidades de ecografía



## Modo B (Brillo)

Representación de la suma de los ecos en diferentes direcciones.

Modalidad empleada en todos los equipos de ecografía en tiempo real



## Modo B dinámico

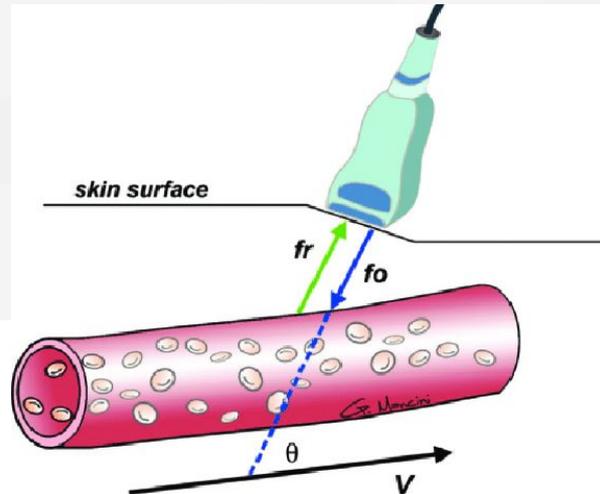
Varias imágenes por segundo

Es el modo ultrasonográfico más utilizado en medicina

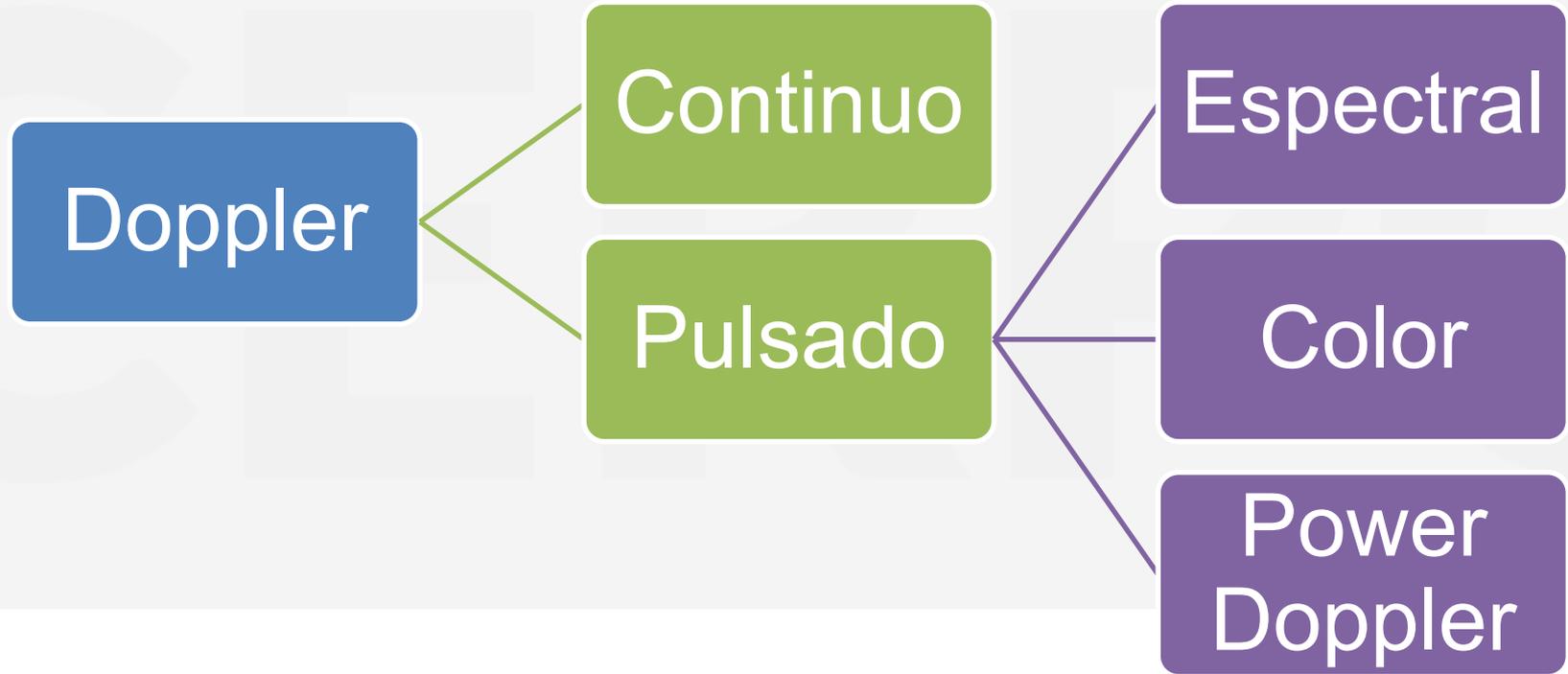
# Doppler

Observación de cómo la frecuencia de un haz ultrasónico se altera cuando en su paso se encuentra con un objeto en movimiento

Se utiliza para evaluar el flujo sanguíneo por medio de la medición del movimiento de los glóbulos rojos.



# Doppler



# Bibliografía



1. Entrenamiento Básico ISUOG. Principios Físicos del Ultrasonido Incluyendo la Seguridad.
2. Pineda V., C., Bernal G., A., Espinosa M., R., Hernández D., C., Marín A., N., Peña A., A. H., Rodríguez H., P. J., & Solano A., C. (2009). Principios Físicos Básicos del Ultrasonido. *Revista Chilena de Reumatología*, 25(2), 60-66.
3. Díaz Rodríguez, N. (2014). Metodología y técnicas de la ecografía: Principios físicos. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 40(5), 245–252.  
<https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-metodologia-tecnicas-ecografia-principios-fisicos-13109445>
4. Borrego, R., & González, R. (n.d.). *Fundamentos básicos de ecografía*. UCIP. Hospital Universitario de Toledo; Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

# CERPO

Centro de Referencia Perinatal Oriente

Facultad de Medicina, Universidad de Chile



## Seminario N° 1

# Principios Físicos del Ultrasonido

Dra. Carla Sousa

Dr. Daniel Martin, Dr. JG Rodríguez,

Dr. Sergio De La Fuente

Julio

2025