

Ondas Mecânicas e Aplicações

Ondas Mecânicas

O movimento ondulatório pode ser imaginado como o transporte de energia e momento, de um ponto do espaço a outro, sem o transporte de matéria.

Pulsos Ondulatórios

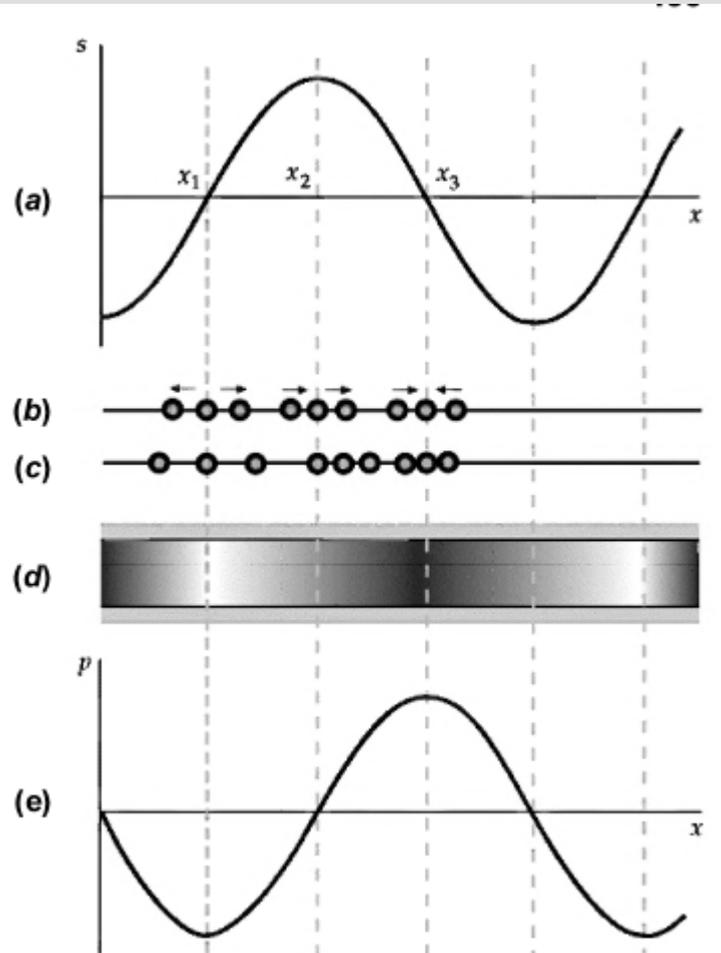
- Quando uma corda esticada recebe um pulso, sua forma se altera com o tempo de maneira regular.
- A perturbação no meio, nesse caso, é a modificação da forma da corda em relação à sua forma no equilíbrio.
- O destino do pulso na outra extremidade da corda depende da maneira da fixação da corda (animação).

Não são os elementos de massa da corda que são transportados, mas sim a perturbação da forma da corda, provocada pelo impulso inicial

Ondas transversal: a perturbação é perpendicular à direção de propagação (onda na corda).

Onda Longitudinal: a perturbação é paralela à direção de propagação (ex.: som).

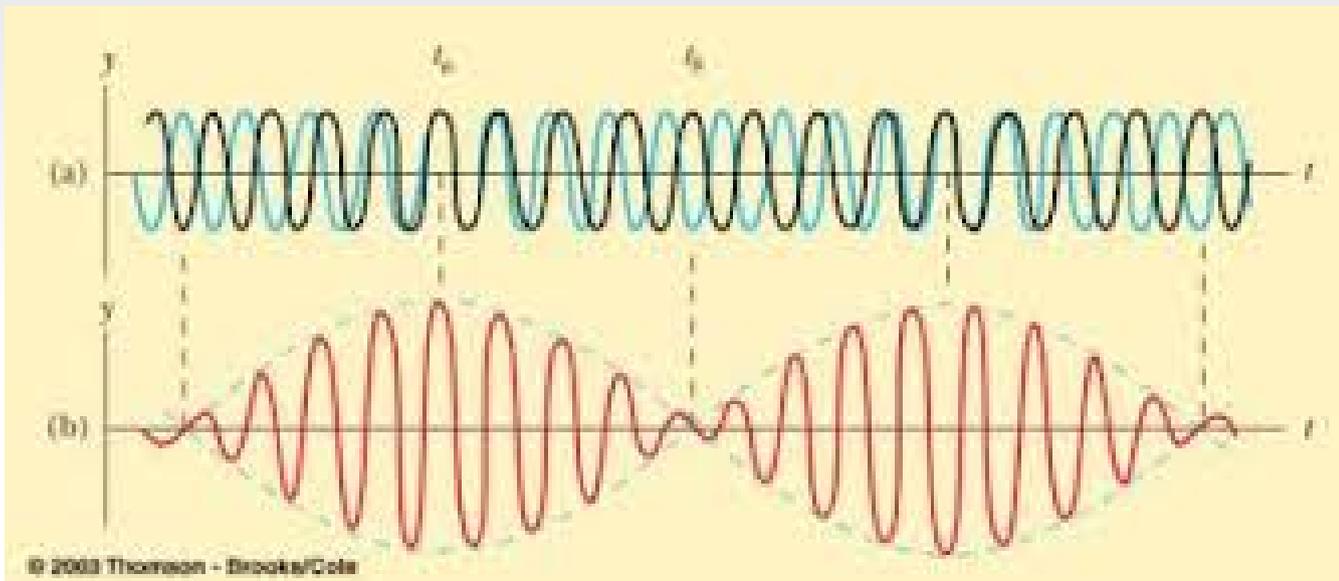
Ondas Sonoras



Descolamento e pressão estão defasados de $\pi/2$.

Batimento

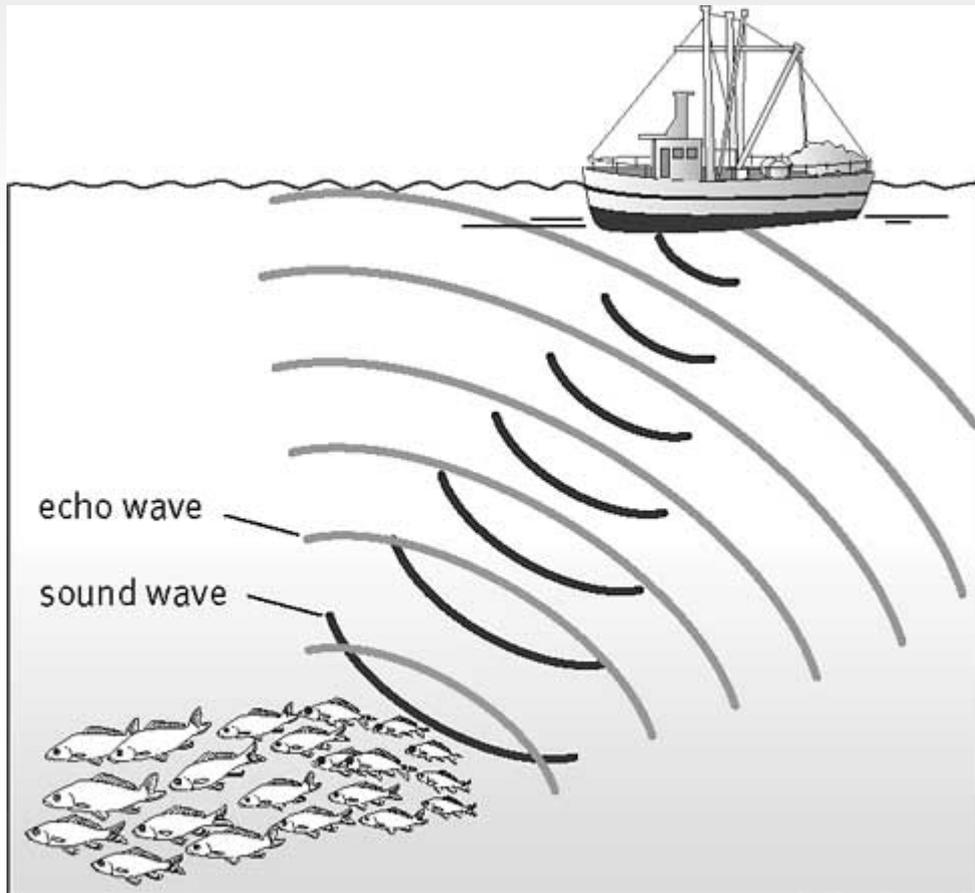
A modulação da amplitude leva ao fenômeno do *batimento*.



Frequência de batimento: $f_b = \Delta f$

SONAR (SOund Navigation And Ranging)

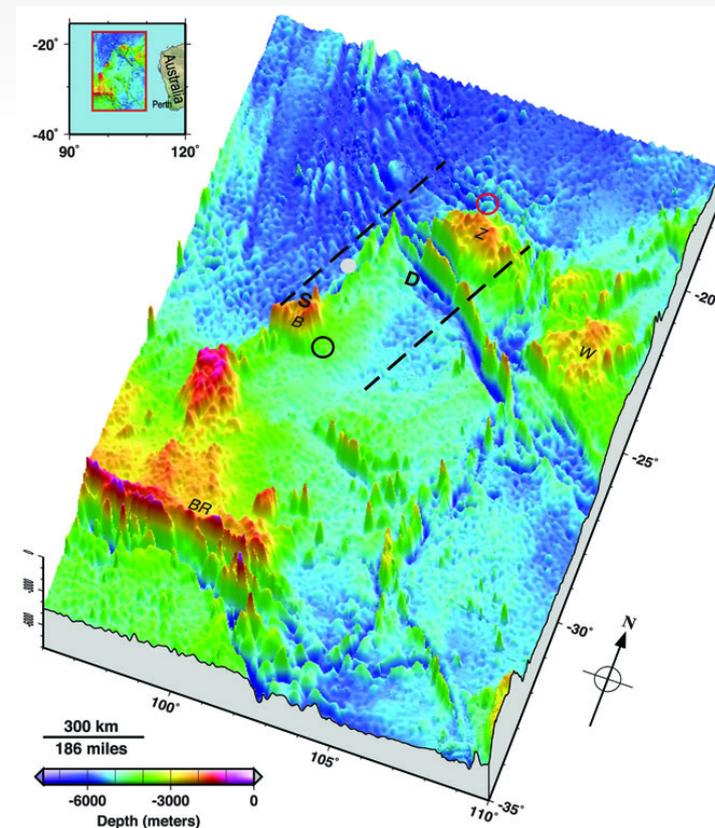
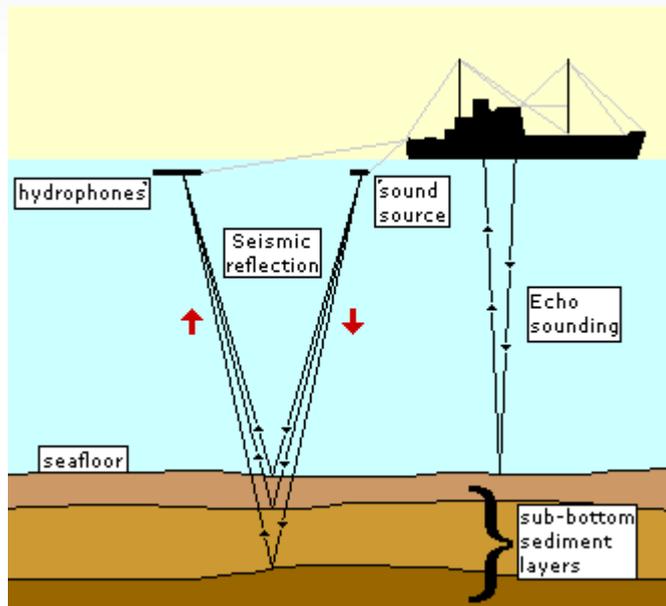
Usado para detectar e determinar a velocidade de objetos através da reflexão de ondas sonoras (eco). Distâncias podem ser estimadas pela medida do tempo de reflexão das ondas. A velocidade do objeto pode ser determinada através do deslocamento de frequência (efeito Doppler).



Elizabeth Morales

Localização de Petróleo e Gás

- Ondas sonoras com frequência entre 10 – 50 Hz são usadas para explorar o fundo do mar na busca de petróleo.
- Quando a onda sonora atinge o solo, parte da onda é refletida e parte refratada (penetra as camadas internas)
- Um conjunto de detectores (hidrofonos) capta as ondas refletidas da diversas camadas do solo.
- Essa técnica permite determinar a espessura das camadas e sua composição (densidade).
- Um conjunto de hidrofonos é usado para criar uma imagem 3D das camadas.



Ultra-Som na Medicina

- Ondas sonoras com frequência acima de 20 kHz.
- O ultra-som é usado na geração de imagens para diagnóstico.
- Ao encontra uma interface entre dois meios, parte da onda é refletida, e parte é transmitida. Os coeficientes de reflexão e transmissão, para dois meios A e B, são dados por

$$R = \frac{I_r}{I_0} = \frac{(Z_A - Z_B)^2}{(Z_A + Z_B)^2} \qquad T = \frac{I_t}{I_0} = \frac{4Z_A Z_B}{(Z_A + Z_B)^2}$$

Onde

I_0 – intensidade incidente

I_r – intensidade refletida

I_t – intensidade transmitida

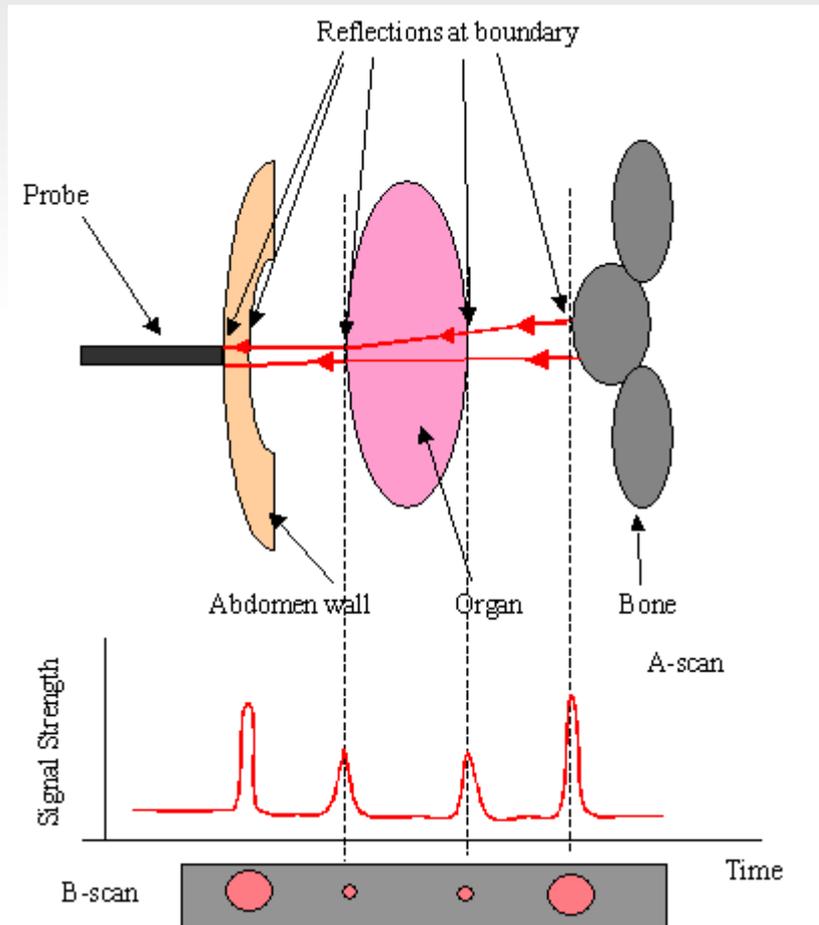
$Z = \rho v$ (impedância acústica)

A transmissão será máxima quando $Z_A = Z_B$

Material	ρ (kg/m ³)	v (m/s)	Z (kg/m ² .s)
Ar	1,29	340	430
Água	$1,00 \times 10^3$	1480	$1,48 \times 10^6$
Cérebro	$1,02 \times 10^3$	1530	$1,56 \times 10^6$
Músculo	$1,04 \times 10^3$	1580	$1,64 \times 10^6$

Formação de Imagens

- A técnica pode ser usada para detectar tumores e para distinguir diferentes tipos de tecidos.
- Permite obter informações sobre a estrutura interna do corpo.



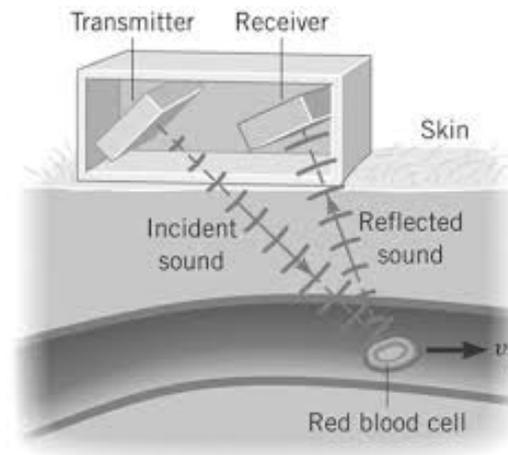
Aplicações da técnica Doppler

- Essa técnica é empregada para examinar as partes internas do corpo que se movem, como as paredes do coração.
- Nos exames pré-natais, a técnica é usada para detectar movimentos do coração fetal.
- Também é usada na medida da velocidade V do sangue.

Na medida da velocidade do sangue, uma onda ultra-sônica emitida por uma fonte estacionária é “recebida” por células sanguíneas que se afastam ($f' < f$).

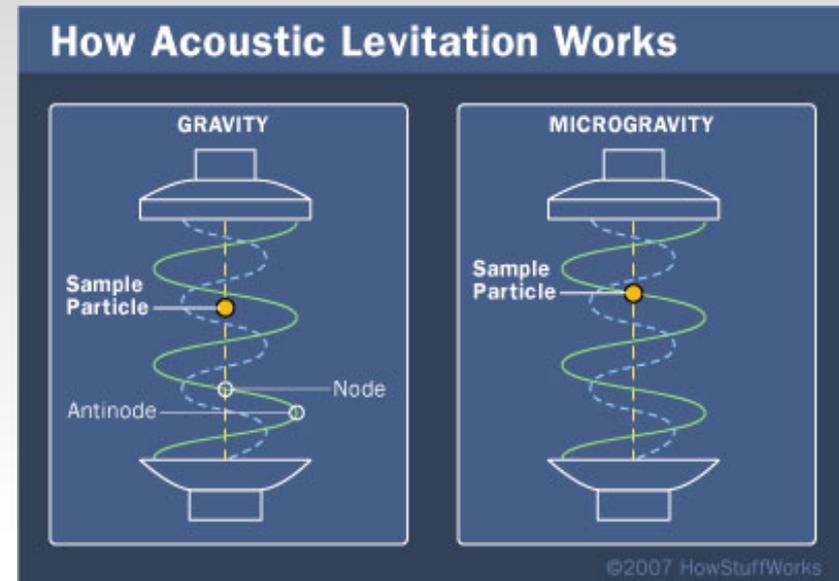
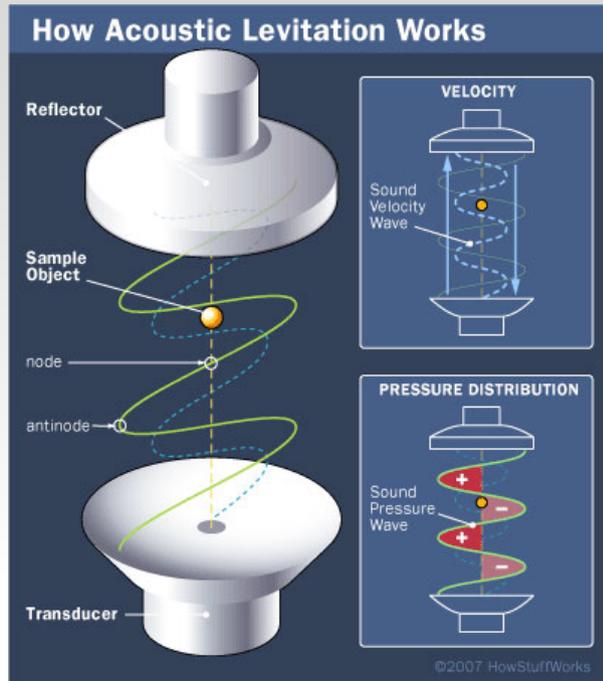
A onda que atinge a hemácia é refletida e detectada pela fonte com frequência $f'' < f'$. A diferença Δf entre as frequências do ultra-som emitido e recebido está relacionada a velocidade da corrente sanguínea V por (considerando $v \gg V$)

$$\Delta f = \frac{2f_s V \cos \theta}{v}$$



A medida de V permite detectar o bloqueio de vasos e trombozes.

Levitação Acústica



Na levitação acústica, um *transducer* e um refletor são colocados a uma distância necessária para a formação de ondas estacionárias. Quando a direção de propagação da onda é paralela a atração gravitacional, o objeto pode flutuar num ponto logo abaixo de um nó, onde a pressão exercida sobre o objeto equilibra a atração gravitacional.

Em vários instrumentos, o nível sonoro produzido para a levitação acústica é de 150 dB.