

UNIDAD 5:

BASES FÍSICAS DE LA AUDICIÓN

ESTUDIO DE LAS ONDAS MECÁNICAS_2da parte

INTENSIDAD DEL SONIDO

La intensidad del sonido es proporcional al cuadrado de la amplitud de presión de la onda sonora

Cuanto mas intenso es el sonido, mayor será la amplitud de la onda sonora que excita la membrana de tímpano y por lo tanto el volumen sonoro se siente más fuerte.

A su vez la intensidad del sonido decae con el cuadrado de la distancia entre el emisor y el receptor

La intensidad del sonido se relaciona con la potencia de la onda sonora viajera, según la expresión:

$$I = \frac{Pot}{4\pi r^2}$$

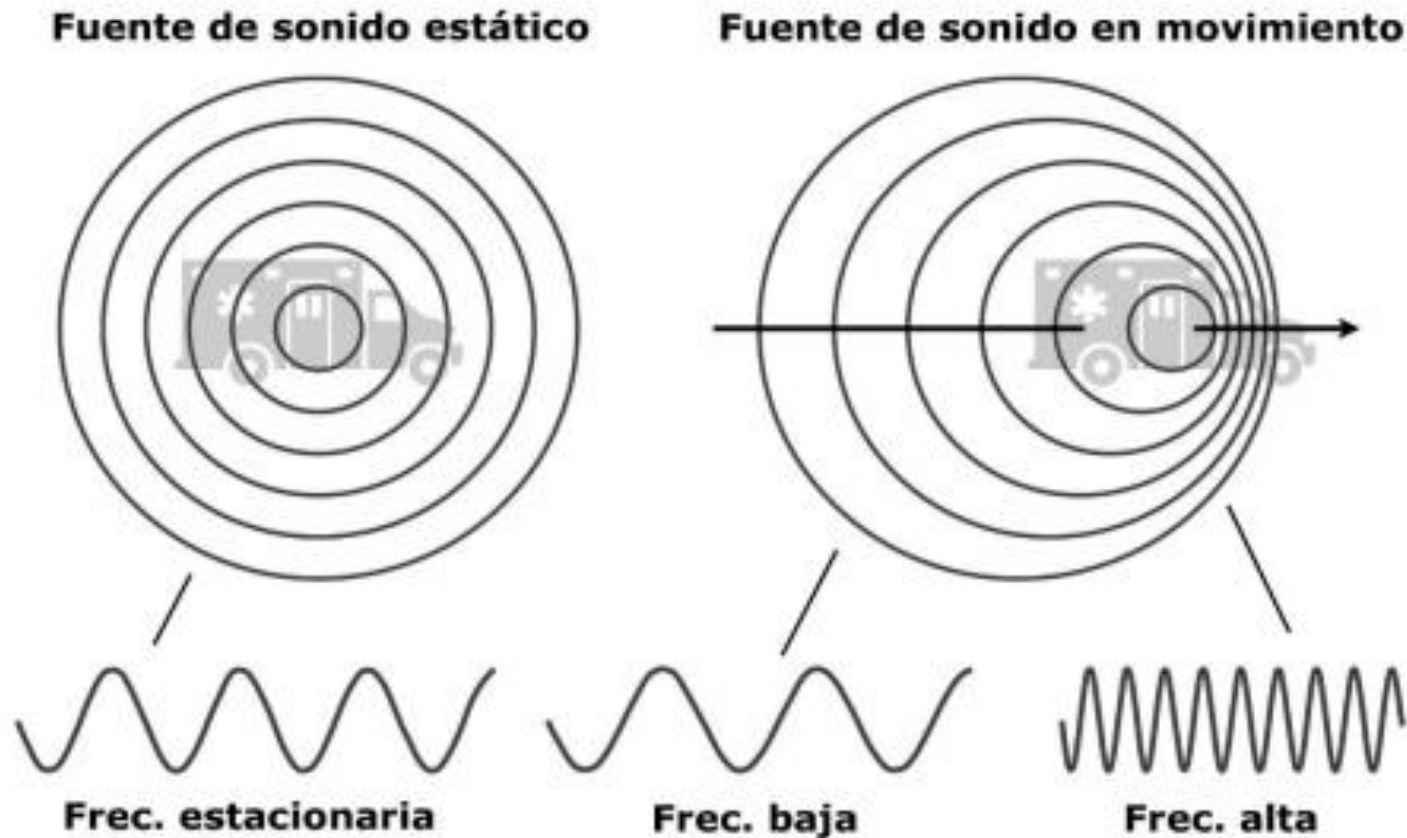
Debido a que los oídos de los animales y del ser humano tienen una respuesta auditiva muy amplia, que va desde el **umbral de audición** de $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ hasta el **umbral del dolor** de $I_{\text{máx}} = 1 \text{ W/m}^2$, se utiliza en la práctica el *Nivel de Intensidad o Sonoridad*, que es una medida relativa clave para todos los estudios auditivos:

$$\beta = NS = 10 \cdot \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ dB}$$

La escala en **decibeles (dB)** es logarítmica para poder representar el enorme rango de intensidad de sonido que el oído humano es capaz de percibir. Nuestro sentido del oído no funciona de manera lineal, y la escala en decibeles está diseñada para reflejar esa **percepción no lineal**.

EFECTO DOPPLER

El efecto Doppler es la percepción de una frecuencia diferente a la emitida por una fuente sonora cuando existe movimiento de la fuente emisora y/o del receptor. Al existir movimiento relativo, los frentes de onda se comprimen en el sentido de movimiento y se expanden en el sentido contrario (Figura 2-13):



$$f_R = \left(\frac{v_s + v_R}{v_s + v_F} \right) \cdot f_F$$

v_s = velocidad del sonido

v_R = velocidad del receptor

v_E = velocidad de la fuente o emisor

Convenio de signos:

$$R \quad \Rightarrow \quad v^+ \quad F$$

La velocidad resulta positiva si apunta en el mismo sentido del vector que une receptor con fuente o emisor.

Analicemos el siguiente problema:

Un patrullero viaja a 25 m/s persiguiendo a un ladrón que corre huyendo a velocidad constante de 2 m/s.

Si la frecuencia que emite el sonido de la sirena del patrullero es de 300 Hz:

- ¿Cuál es la frecuencia percibida por el ladrón? El tono es más agudo o más grave?
- ¿Cuál es la frecuencia percibida por la víctima del robo que queda en reposo en el suelo mientras ve alejarse al patrullero?

Considera que la velocidad del sonido es de 340 m/s



En este problema la fuente emisora de sonido está en la sirena del patrullero.

- a) El ladrón es el receptor. El vector velocidad del ladrón apunta en sentido contrario al vector que une receptor con fuente. En el esquema vemos que el ladrón corre hacia la derecha mientras que el vector que une al ladrón con el patrullero apunta hacia la izquierda mientras éste se le acerca. Por lo tanto, de acuerdo con la convención de signos, la velocidad del ladrón será de $-2m/s$.

El vector velocidad del patrullero (la fuente) también apunta en sentido contrario al vector que une el receptor con la fuente, de modo que la velocidad del patrullero resulta ser de $-25m/s$

Ahora podemos calcular la frecuencia que percibe el receptor, es decir, el ladrón, tomando como velocidad del sonido $v_s = 340 m/s$

$$f_R = \left(\frac{340 \frac{m}{s} + (-2 \frac{m}{s})}{340 \frac{m}{s} + (-25 \frac{m}{s})} \right) \cdot 300 \text{ Hz} = 322 \text{ Hz}$$

Vemos que al acercarse la fuente el receptor la frecuencia aumenta, percibiendo éste un tono más agudo

b) Ahora la víctima del robo es el receptor, el cual está en reposo.

El patrullero se mueve en el mismo sentido que el vector que une receptor (la víctima) con la fuente (el patrullero), de modo que su velocidad es de $+25\text{m/s}$

La frecuencia que percibe la víctima del robo, entonces, es:

$$f_R = \left(\frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0}{340 \frac{\text{m}}{\text{s}} + (25 \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right) \cdot 300 \text{ Hz} = 279 \text{ Hz}$$

Vemos que al alejarse la fuente del receptor la frecuencia disminuye, percibiendo un tono más grave

Créditos:

Esta presentación fue generada tomando como fuentes:

- Apunte teórico Unidad 5 de la cátedra Silva de Biofísica_CBC-UBA
- Texto Física Universitaria_Vol 1 (12° edición): Sears – Zemansky
- IA: Chat GPT-Gemini
- Compilado y resolución de problema modelo de efecto Doppler por Prof. Gustavo Demmel