

Nombre: \_\_\_\_\_

**OBEJETIVOS:**

- Comprender la intensidad sonora a partir de la potencia.
- Aplicar el modelo del cascarón esférico.
- Calcular niveles de intensidad en decibelios paso a paso.
- Interpretar los riesgos auditivos.
- Utilizar un simulador interactivo para verificar resultados.

**MARCO TEÓRICO:**

La intensidad sonora: es la cantidad de energía que un sonido transporta y que llega a un punto del espacio; depende directamente de la potencia con la que la fuente emite el sonido y de cómo esa energía se distribuye al propagarse en todas las direcciones.

A medida que el sonido se aleja, esa misma energía se reparte en un espacio cada vez mayor, por lo que la intensidad disminuye con la distancia. El oído humano no percibe esa energía de forma lineal, sino en una escala logarítmica, lo que da origen al nivel de intensidad sonora en decibeles, que es la forma en que interpretamos si un sonido es débil, moderado o peligroso. Ver Explicación en la Figura 1:

**INTENSIDAD DEL SONIDO:**  
Es la energía transportada, por unidad de tiempo y de área. (I; W/m<sup>2</sup>)

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

**NIVEL DE INTENSIDAD:**  
Es una forma de medir la intensidad del sonido que capta el oído humano.

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

Sonido	Intensidad (W/m <sup>2</sup> )	Nivel Intensidad (dB)
AVION.	100	140
Umbral de dolor	1	120
Moto Pipeta	1 x 10 <sup>-2</sup>	100
Fábrica de Maquin	1 x 10 <sup>-6</sup>	80
Nivel Conversacional	1 x 10 <sup>-6</sup>	60
Biblioteca Tranquila	1 x 10 <sup>-8</sup>	40
Susurro	1 x 10 <sup>-10</sup>	20
Umbral de Audición	1 x 10 <sup>-12</sup>	0

Figura 1. Explicación en clase (Tablero)

Intensidad sonora (modelo físico)

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

- I**: Intensidad sonora [W/m<sup>2</sup>]
- P**: Potencia de la fuente [W]
- r**: Distancia radial [m]

**Interpretación:**

La energía se distribuye en una superficie esférica creciente, por eso:

$$I \propto \frac{1}{r^2}$$

Nivel de intensidad sonora (escala logarítmica)

$$\beta = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

- β**: Nivel de intensidad [dB]
- P**: Potencia de la fuente [W]
- r**: Distancia radial [m]

**Interpretación:** La energía se distribuye en una superficie esférica creciente, por eso:

Nivel de intensidad sonora (escala logarítmica)

- I**: Intensidad calculada [W/m<sup>2</sup>]

- Mínima intensidad sonora que puede percibir el oído humano:  $I_0 = 10^{-12} [W/m^2]$

**Interpretación:**

El oído humano responde logarítmicamente, no linealmente.

**Ejemplo:**

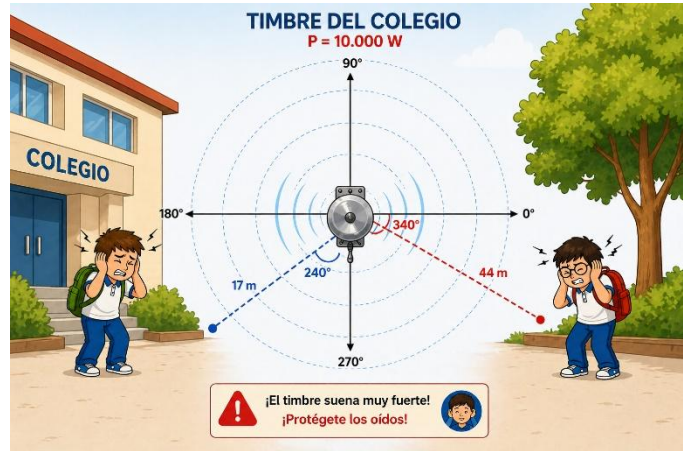


Figura 2. Timbre en el colegio.

En un colegio, un timbre emite un sonido con una potencia de:  $P = 10.000 W$ . Dos estudiantes, Julián y Alfredo, se encuentran ubicados a diferentes posiciones respecto al timbre. Se desea determinar: Intensidad sonora, Nivel de intensidad sonora y el Riesgo auditivo.

Fuente sonora:

$$P = 10000 W$$

Observadores:

- Julián  $\rightarrow r_1 = 17 m$
- Alfredo  $\rightarrow r_2 = 44 m$

**SOLUCIÓN:**

◆ Fase 1: Datos

$$P = 10000 W, r = 17 m$$

◆ Fase 2: Modelo Físico:

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

◆ Fase 3: Desarrollo Matemático:

$$I = \frac{10000}{4\pi(17)^2}$$

$$I = \frac{10000}{4\pi(289)}$$

$$I \approx \frac{10000}{3629.84}$$

$$I \approx 2.75 W/m^2$$

◆ Fase 4: Nivel Sonoro:

$$\beta = 10 \log_{10} \left( \frac{2.75}{10^{-12}} \right)$$

$$\beta \approx 124.4 dB$$

◆ Fase 5: Interpretación:

La Tabla 1, relaciona el nivel de sonido en decibeles (dB) con su intensidad física y el riesgo para el oído. A medida que aumentan los decibeles, la energía del sonido crece muy rápido (de forma logarítmica), por lo que pequeños aumentos en dB implican grandes incrementos de intensidad y, por tanto, mayor peligro.

Para verificar el nivel de riesgo, se procede así:

- Se determina el nivel en decibeles del sonido (medido o calculado).
- Se ubica ese valor en la tabla.
- Se identifica la zona de color correspondiente.
- Se interpreta el riesgo asociado (seguro, exposición prolongada, daño gradual o daño inmediato).

👉 En síntesis: el nivel en dB se compara con la tabla para decidir si el sonido es seguro o peligroso.

📊 Tabla I: Niveles de intensidad sonora y riesgo.

Nivel (dB)	Intensidad (W/m <sup>2</sup> )	Color	Ejemplo	Zona	Riesgo
0-20	$10^{-12} - 10^{-10}$	🟪	Respiración	Muy bajo	Sin riesgo
20-40	$10^{-10} - 10^{-8}$	🟦	Biblioteca	Bajo	Sin riesgo
40-60	$10^{-8} - 10^{-6}$	🟢	Conversación	Moderado	Seguro
60-80	$10^{-6} - 10^{-4}$	🟡	Tráfico	Alerta	Exposición prolongada
80-90	$10^{-4} - 10^{-3}$	🟠	Moto	Riesgo bajo	Daño gradual
90-100	$10^{-3} - 10^{-2}$	🟡	Discoteca	Riesgo	Daño progresivo
100-110	$10^{-2} - 10^{-1}$	🔴	Concierto	Alto	Daño en minutos
110-120	$10^{-1} - 1$	🔴	Sirena	Muy alto	Dolor
120-140	1 - 100	⬛	Avión	Crítico	Daño inmediato
>140	>100	⬛	Explosión	Extremo	Ruptura del tímpano

👉 Conclusión sistémica:

El timbre del colegio genera nivel de intensidad de  $\beta \approx 124.4$  dB lo cual pequeños cambios en distancia generan cambios extremos en riesgo. 🔴 Zona: CRÍTICA, ⚠️ Daño inmediato.

**EXAMEN:**

Competencia: Interpretación Y Representación

- Dos estudiantes están a la misma distancia del timbre, pero en direcciones opuestas. La intensidad sonora que perciben es:
  - Mayor para el que está frente al timbre
  - Menor para el que está detrás
  - Depende del viento
  - Igual para ambos
- Si un estudiante se aleja al doble de la distancia inicial respecto al timbre, la intensidad sonora que percibe:
  - Se duplica
  - Se reduce a la mitad
  - No cambia
  - Se reduce a la cuarta parte
- En el simulador, las zonas de color rojo representan:
  - Regiones de menor frecuencia
  - Zonas donde el sonido es más rápido
  - Regiones de mayor intensidad sonora
  - Zonas de menor potencia

Competencia: Modelación Y Uso De Relaciones

- El nivel de sonido pasa de 80 dB a 90 dB. Esto indica que la intensidad:
  - Se duplica
  - Permanece igual
  - Aumenta ligeramente
  - Se multiplica aproximadamente por 10
- Si la potencia del timbre aumenta al triple y la distancia no cambia, la intensidad sonora:
  - Se triplica
  - Permanece constante
  - Disminuye
  - Se reduce a la tercera parte
- Un estudiante afirma: "Si me alejo el doble, el riesgo auditivo se reduce a la mitad". Esta afirmación es:

- Incorrecta porque depende del ángulo
- Correcta
- Incorrecta, porque la relación con la distancia es cuadrática
- Correcta solo si cambia la frecuencia

Competencia: Análisis De Datos Y Lectura Científica

- Según la tabla de niveles de riesgo, pasar de 100 dB a 120 dB implica:
  - Ningún cambio importante
  - Un pequeño cambio en la energía
  - La frecuencia cambia con los decibeles
  - Un aumento muy grande de la energía sonora
- El uso de decibeles se debe a que:
  - La potencia depende del ángulo
  - La intensidad no cambia con la distancia
  - El oído humano responde de forma logarítmica
  - El sonido se propaga linealmente
- En el modelo de propagación esférica, la energía se conserva porque:
  - Se distribuye sobre una superficie cada vez mayor
  - El área disminuye con la distancia
  - El sonido desaparece con la distancia
  - Se concentra en un punto

Competencia: Resolución De Problemas

- Un estudiante está a 10 m del timbre y otro a 20 m. La intensidad que recibe el segundo, comparada con el primero, es:
  - La mitad
  - El doble
  - Cuatro veces mayor
  - La cuarta parte
- Si un sonido tiene una intensidad 100 veces mayor que otro, la diferencia en nivel sonoro es aproximadamente:
  - 2 dB
  - 100 dB
  - 20 dB
  - 10 dB
- Para reducir el riesgo auditivo sin modificar el timbre, la mejor estrategia es:
  - Reducir únicamente el tiempo
  - Cambiar la dirección del sonido
  - Aumentar la distancia
  - Aumentar la frecuencia

Competencia: Uso Del Simulador Y Pensamiento Sistémico

- En el simulador, si se duplica la distancia manteniendo la potencia constante, el punto observado cambia de color hacia:
  - Negro
  - Rojo
  - Verde o tonos fríos
  - Naranja
- Manteniendo la distancia fija, para pasar de una zona roja a una verde en el simulador se debe:
  - Disminuir la potencia
  - Aumentar la velocidad del sonido
  - Cambiar el ángulo
  - Aumentar la potencia
- Si se agregan dos fuentes sonoras idénticas funcionando al mismo tiempo, el nivel de riesgo:
  - Permanece igual
  - Depende únicamente de la dirección
  - Disminuye
  - Aumenta porque se incrementa la intensidad total