



Sonido

I. Objetivos

1. Establecer las diferencias entre los conceptos físicos de intensidad y nivel de intensidad.
2. Medir el nivel de intensidad que generan distintos aparatos.
3. Describir el comportamiento del nivel de intensidad al alejarse de la fuente de sonido.
4. Verificar cómo es la forma de propagación de una onda de sonido.

II. Problema

Una fuente de sonido (ruido) generada por diferentes aparatos se encuentran en una dirección y distancia específica del experimentador. Midiendo con un sonómetro (ver Figura 1) el nivel de intensidad que generan las distintas fuentes de sonido, compruebe las propiedades del sonido: forma de propagación y su comportamiento.



Figura 1: Sonómetro, aparato que mide la intensidad del sonido.

III. Revisión del Marco Teórico

En general el sonido es modelado físicamente como una onda (una vibración) que se propaga en un medio, por lo general el aire pero también en sólidos. Por lo general se establece la diferencia entre sonido y ruido. El sonido es percibido como ondas que tienen un patrón identificable y organizado, resultando ser agradable para el humano, por ejemplo: la voz humana, la música, etc. El ruido se considera como un tipo de sonido que es desagradable para el humano, que no tiene un patrón identificable.

Como parte de la caracterización del sonido se establecen los conceptos de intensidad y nivel de intensidad. La intensidad (representada con la letra I) está relacionada con una cantidad físicamente medible: la intensidad de la onda y se define como la energía transportada por una onda por unidad de tiempo a través de una unidad perpendicular al flujo de energía. La intensidad es proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda, cuyas unidades son: watts/metro^2 (W/m^2). El humano puede detectar sonidos con una intensidad entre: 10^{-12}W/m^2 - 1 W/m^2 .

El nivel de intensidad (nivel de sonido) se representa con la letra β . Dado que el rango de intensidad de sonido que el humano puede detectar es grande, se suele usar una escala de intensidad logarítmica que resulta en el nivel de intensidad. La unidad del nivel de intensidad es el “bel”, en honor a su inventor Alexander Graham Bell; aunque comunmente se utiliza el decibel $1/10$ bel ($10 \text{ dB} = 1 \text{ bel}$). En nivel de intensidad se define en términos de la intensidad:

$$\beta(\text{en dB}) = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (1)$$

I_0 en la ecuación corresponde a una intensidad de referencia que se corresponde con la mínima intensidad que el humano puede detectar (10^{-12}W/m^2). Lo anterior significa que la intensidad I_0 se corresponde a un nivel de intensidad de 0 db y una intensidad de 1 W/m^2 corresponde a un nivel de intensidad de 120 dB.

IV. Montaje Experimental

Materiales y Equipo

- Sonómetro
- Cinta métrica
- Aspiradora
- Turbina
- Taladro
- Esmeril
- Secadora de cabello
- Alarma de vehículo
- Marcador
- Cinta adhesiva (masking tape)

Instrucciones de Seguridad

1. El estudiante NO DEBE manipular ninguno de los aparatos, estos serán operados únicamente por el instructor.
2. El estudiante debe mantenerse a una distancia prudencial de los aparatos (SOLO LAS DISTANCIAS ESTABLECIDAS), esto con el fin de evitar lesiones en su persona y daños en el instrumento de medición.
3. Para evitar dañar el sonómetro, el estudiante debe operar dicho instrumento según las instrucciones del instructor.

Instrucciones de Uso del Sonómetro

1. Apunte el micrófono del sonómetro en dirección a la fuente de sonido (ruido), trate que el sonómetro parezca perpendicular a la fuente de sonido.

2. Seleccione un rango acorde al nivel de intensidad generado. Para saber que el rango es acorde al nivel de intensidad verifique:

- a) Si el rango seleccionado es inferior al generado por la fuente de sonido; la lectura en la pantalla comienza a parpadear dejando espacios sin lectura, ó
- b) Si el rango seleccionado es mayor al generado por la fuente de sonido; en la pantalla aparece “LO” de low, lo que le indica que debe bajar el rango.

Si en la pantalla de lectura no observa ninguno de los casos antes mencionados, entonces usted ha seleccionado el rango acorde al nivel de intensidad generado por la fuente de sonido que está analizando.

3. Una vez termine de realizar la lectura, apague el sonómetro.

V. Procedimiento Experimental

1. Sobre el piso limpio mida la longitud aproximada de 5 metros y coloque una tira de cinta adhesiva con una marca en el inicio y final; asegúrese de comenzar la medida a una distancia prudente del toma corriente más cercano.
2. Sobre la línea que delimitan las marcas del inciso anterior coloque otras dos tiras de cinta adhesiva aproximadamente a 1 metro del tal manera que forme una cruz.
3. Sobre la línea que delimitan las marcas del inciso 1. coloque tiras de cinta adhesiva aproximadamente a las siguientes distancias: 0.25 m, 0.50 m, 1.00 m, 1.25 m, 1.50 m, 1.75 m y 2.00 m.

Actividad #1: medición de sonido de diferentes fuentes a distancias constantes

1. Coloque en la posición cero uno de los aparatos que le servirá como fuente de sonido (ruido).
2. Cuando el aparato ya esté conectado, colóquese con el sonómetro a la distancia de 1 metro de la fuente de sonido.
3. Cuando el aparato esté encendido, seleccione en el sonómetro un rango acorde al nivel de intensidad que se está generando.
4. Tome la lectura que aparece en el sonómetro y anótela en la Tabla 1. Complete las lecturas de la Tabla correspondiente.
5. Realice los pasos del 1. al 4. con cada uno de los aparatos.

Actividad #2: medición de sonido de una fuente a distancias distintas

1. Coloque en la posición cero uno de los aparatos que le servirá como fuente de sonido (ruido).
2. Cuando el aparato ya esté conectado, colóquese con el sonómetro a la distancia marcada más cerca de la fuente de sonido.
3. Cuando el aparato esté encendido, seleccione en el sonómetro un rango acorde al nivel de intensidad que se está generando.

4. Tome la lectura que aparece en el sonómetro y anótela en la Tabla 2.
5. Ahora colóquese con el sonómetro a la siguiente distancia marcada de la fuente de sonido y complete las lecturas de la Tabla correspondiente.

Actividad #3: medición de sonido de una fuente en distintas direcciones

1. Coloque en el centro de la cruz formada por las marcas uno de los aparatos que le servirá como fuente de sonido (ruido).
2. En las pequeñas tiras de cinta adhesiva escriba el nombre de los cuatro puntos cardinales: norte, sur, este y oeste.
3. Cuando el aparato ya esté conectado, colóquese con el sonómetro a una distancia de 0.5 m de la fuente de sonido en uno de los cuatro puntos cardinales.
4. Cuando el aparato esté encendido, seleccione en el sonómetro un rango acorde al nivel de intensidad que se está generando.
5. Tome la lectura que aparece en el sonómetro y anótela en la Tabla 3.
6. Ahora colóquese con el sonómetro a los siguientes puntos cardinales y complete las lecturas de la Tabla correspondiente.

VI. Tabla de Datos

Aparato #1:		Aparato #2:	
No	Nivel de Intensidad (dB)	No	Nivel de Intensidad (dB))
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	

Aparato #3:		Aparato #4:	
No	Nivel de Intensidad (dB)	No	Nivel de Intensidad (dB))
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	

Tabla 1: Registro de los datos experimentales para la actividad #1.

Aparato:	
Distancia (m)	Nivel de Intensidad (dB)
0.25	
0.50	
0.75	
1.00	
1.25	
1.50	
1.75	
2.00	

Tabla 2: Registro de los datos experimentales para la actividad #2.

Aparato:	
Punto Cardinal	Nivel de Intensidad (dB)
Norte	
Sur	
Este	
Oeste	

Tabla 3: Registro de los datos experimentales para la actividad #3.

$$\delta_{\beta} = \text{_____ (dB)}.$$

VII. Tratamiento de datos experimentales

1. Con los datos obtenidos en la actividad #1, registrados en la Tabla 1, calcule los valores centrales, errores estadísticos y absolutos de β .

$$\text{Valor central} : \bar{\beta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} \beta_i. \quad (2)$$

$$\text{Error estadístico} : \sigma_{\beta} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{i=N} (\bar{\beta} - \beta_i)^2}. \quad (3)$$

$$\text{Error absoluto} : \Delta\beta = \sqrt{(\delta_{\beta})^2 + (\sigma_{\beta})^2}. \quad (4)$$

Para cada aparato, con los valores anteriores presentar sus resultados en la forma:

$$\beta = (\bar{\beta} \pm \Delta\beta) \text{ unidades}, \quad (5)$$

2. Con los datos de nivel de intensidad encontrados en la actividad #2, registrados en la Tabla 2, encuentre la intensidad a cada medición de nivel de intensidad a través de la siguiente formula:

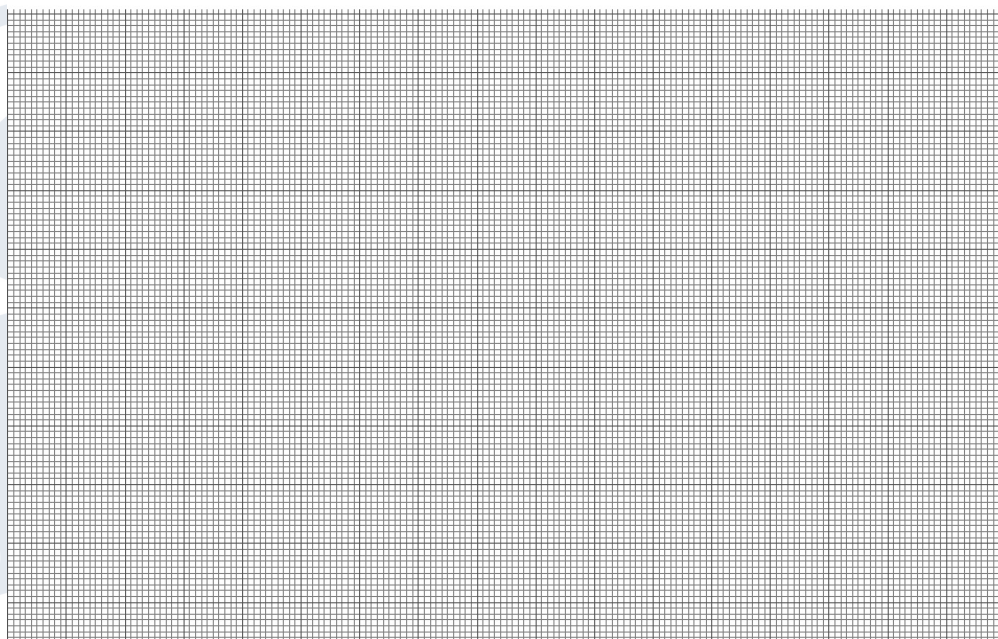
$$I = I_0 \times 10^{\beta/10}, \quad (6)$$

donde $I_0 = 1.0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Realice una tabla comparativa de los resultados obtenidos.

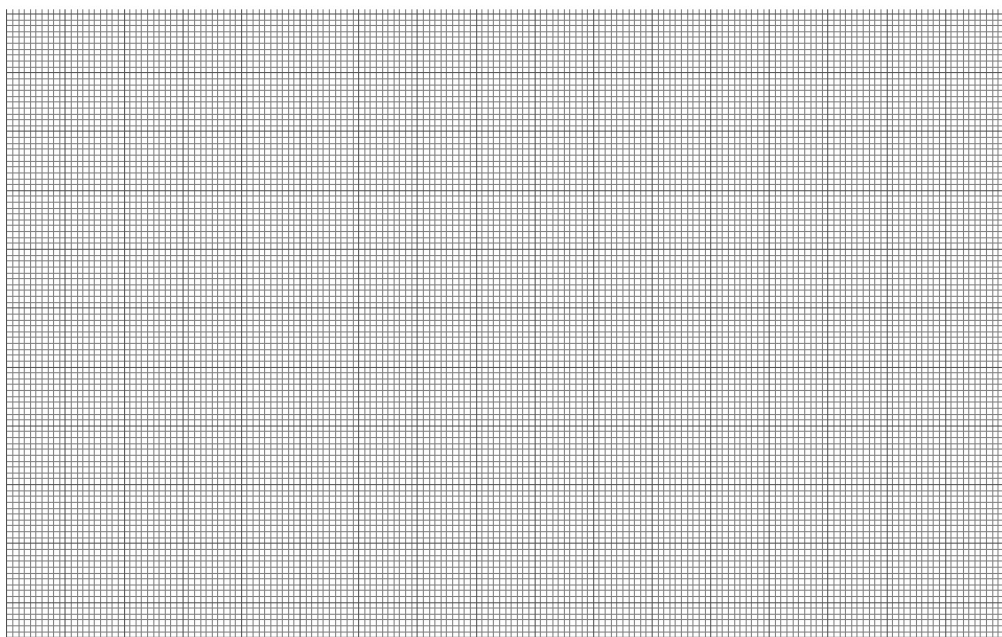
Aparato:		
Distancia (m)	Nivel de Intensidad (dB)	Intensidad (W/m^2)
0.25		
0.50		
0.75		
1.00		
1.25		
1.50		
1.75		
2.00		

Tabla 4: Tabla comparativa entre el nivel de intensidad y la intensidad para la actividad #2.

3. Utilizando la Tabla 4 de la actividad #2 genere una gráfica en papel milimetrado del nivel de intensidad en función del radio o distancia a la fuente.



- Utilizando la Tabla 4 de la actividad #2 genere una gráfica en papel milimetrado del nivel de intensidad en función de la intensidad.



VIII. Análisis de Resultados

- En base a los resultados obtenidos en el tratamiento de los datos experimentales para la actividad #1, ¿cómo clasificaría el nivel de sonido para cada aparato? Realice una tabla resumen de mayor a menor (o viceversa) en el nivel de intensidad:

Aparato	Nivel de intensidad central β (dB)

Tabla 5: Tabla resumen del nivel de sonido para cada aparato.

- En base a los resultados obtenidos en el tratamiento de los datos experimentales para la actividad #1, resumidos en la Tabla 5 ¿considera que los niveles de intensidad encontrados para cada aparato son perjudiciales para el oído humano? Explique.
- En base a los resultados obtenidos en el tratamiento de los datos experimentales para la actividad #2, ¿cómo se comporta el nivel de intensidad en función del radio o distancia a la fuente?

4. En base a los resultados obtenidos en el tratamiento de los datos experimentales para la actividad #2, ¿cómo se comporta el nivel de intensidad en función de la intensidad?
5. En base a las mediciones obtenidas en el tratamiento de los datos experimentales para la actividad #3, ¿se verificó la forma de propagación del sonido? Explique.

IX. Conclusiones

Redacte tres conclusiones basadas en las preguntas que aparecen en su guía del laboratorio. Sus conclusiones deben hacer referencia al problema planteado y estar fundamentadas en sus resultados experimentales.

■

■

■

Referencias

- A. Serway, Raymond y Jr. John W. Jewett (1993). *Física para Ciencias e Ingeniería*. 3.^a ed. Mc Graw-Hill. Cap. 3. Movimiento en una dimensión.
- F.W. Zemansky, Young M.W Sears y Freedman R.A. (1999). *Física Universitaria*. 9na. Pearson Education. Cap. 5.4 Fuerzas de fricción: Resistencia de fluidos y rapidez terminal.
- Suazo, Maximino (s.f.). *Introducción a las mediciones e incertidumbres*. Cap. 1.7 Valor central e incertidumbres en medidas aleatorias; 3. Ajuste de datos experimentales.