

DEMO 117

Tubos sonoros



|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Autor/a de la ficha</b> | Ana Cros y Chantal Ferrer   |
| <b>Palabras clave</b>      | Resonancia en tubos, ondas estacionarias, Física de la Música.  |
| <b>Objetivo</b>            | Comprobar la relación entre la longitud de los tubos y la frecuencia de resonancia en que se basa la emisión sonora de los instrumentos de viento. Facilitar al público o a los alumnos que realicen una ejecución musical percutiendo los tubos sonoros. |
| <b>Material</b>            | Tubos de PVC de diferentes longitudes, correspondientes a la escala diatónica central, y que cubren un rango en frecuencia comprendido entre 261 y 552 Hz   |
| <b>Tiempo de Montaje</b>   | El tiempo necesario para repartir los tubos a los alumnos   |

**Descripción**

**EJECUCIÓN:**

Se reparten los tubos sonoros a los alumnos o al público. Cada tubo de una determinada longitud tiene un color para reconocer su sonido en una partitura de colores que se proyecta con el cañón. Se dirige su ejecución señalando con un puntero las notas que han de tocarse en cada momento. Cada persona que participe en la ejecución deberá golpear repetidamente el extremo del tubo con la palma de la mano cuando se indique su color en la pantalla (figura 1).

**EXPERIENCIA CUANTITATIVA: DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO EN EL AIRE,** midiendo y representando la frecuencia del sonido de cada tubo frente a su longitud (ver la bibliografía al final).

**EXPLICACIÓN:**

Los tubos sonoros son tubos cilíndricos abiertos por ambos lados que emiten sonido al ser percutidos con la palma de la mano en uno de sus extremos. Dado que al golpearlo obstruimos uno de los extremos del tubo, dejando el otro libre, las ondas estacionarias creadas en su interior corresponden a las de un tubo cerrado por un extremo y abierto por el otro.

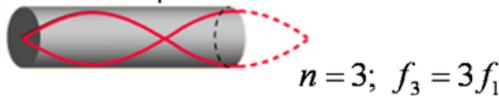
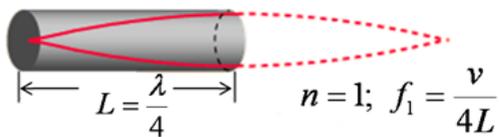
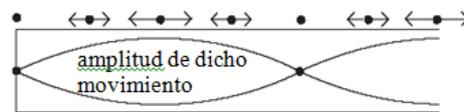
La vibración del aire en un tubo cilíndrico abierto por un extremo consta de un nodo en el extremo cerrado, en el que las moléculas de aire permanecerán quietas y un vientre en el extremo abierto donde el movimiento oscilatorio de las moléculas de aire tendrá amplitud máxima. En el esquema de la Figura se muestra el patrón de máximos y mínimos del movimiento de las moléculas de aire para los tres primeros armónicos de la onda estacionaria dentro del tubo. La frecuencia  $f_1$  es la frecuencia más baja que puede escucharse en este tipo de tubo (armónico fundamental), y corresponde a la nota que se ejecuta.

La velocidad de propagación del sonido ( $v$ ) se relaciona con su longitud de onda ( $\lambda$ ) y su frecuencia ( $f$ ) a través de la ecuación  $f = v/\lambda$ . Como en el modo fundamental la longitud del tubo contiene un cuarto de

longitud de onda,  $\lambda=4L$ , la frecuencia fundamental viene dada por:  $f_1 = \frac{v}{4L}$



Movimiento de las moléculas del aire



$$f_n = n f_1, \quad n \text{ impar}$$

Todos los instrumentos musicales cuyo cuerpo sea aproximadamente cilíndrico y se puedan considerar abiertos por un extremo y cerrados por el otro, producirán sonidos formados por esta frecuencia fundamental y todos los armónicos superiores múltiplos impares de esta frecuencia. Por supuesto, para cada longitud del tubo se tendrá una frecuencia fundamental y una serie de armónicos impares diferentes. Para más información consultar el artículo de la bibliografía y las referencias que aparecen allí.

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Sugerencias</b>  | Repartir más de un tubo a cada persona en el caso de que alguno de ellos no se utilice en la ejecución, de forma que todos participen.   |
| <b>Advertencias</b> | Los tubos blancos y los negros (relación de octava) tocan juntos   |
| <b>Bibliografía</b> | <p>“Física por un tubo. Mide la velocidad del sonido en el aire y diviértete con los tubos sonoros”, Ana Cros y Chantal Ferrer-Roca, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 8 (Núm. Extraordinario), 393–398, 2011 MONOGRÁFICO SOBRE CIENCIA RECREATIVA</p> <p>Artículo: <a href="http://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2729">http://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2729</a></p> |