

5

Energía

1 Energía

La **energía** es la capacidad que tiene un sistema material **para producir cambios** en otro sistema material, o sobre sí mismo.

La unidad de medida en el SI es el **julio, J**.

La energía se transforma, se transfiere y se conserva

• La energía se transforma

Una característica de la energía es su **posibilidad de transformarse de una forma a otra**.

• La energía se transfiere

La energía se transfiere entre cuerpos (**pasa de unos cuerpos a otros**), o entre partes de un sistema material.

• La energía se conserva

En cualquier cambio, físico o químico, **la energía ni se crea ni se destruye, solo se transfiere y se transforma**. Este enunciado constituye el **principio de conservación de la energía**.

Los sistemas materiales, según puedan intercambiar energía y materia con su entorno, se clasifican en:

- **Abiertos**, si pueden intercambiar materia y energía con el entorno.
- **Cerrados**, si pueden intercambiar energía, pero no materia.
- **Aislados**, si no pueden intercambiar ni materia ni energía. En un **sistema aislado**, la energía se **conserva**.

Aprende, aplica y avanza

1 Marca con una cruz las propiedades que corresponden a la energía:

- a) La energía se almacena y transporta.
- b) La energía se transforma.
- c) La energía se destruye si se transfiere.
- d) La energía se conserva.

2 Relaciona con flechas los términos de las tres columnas:

Objeto
Termo
Batería
Coche

Sistema
Abierto
Aislado
Cerrado

Razón
Porque no intercambia energía ni materia con el exterior.
Porque intercambia energía pero no materia con el exterior.
Porque intercambia energía y materia con el exterior.

2 Manifestaciones de la energía

Energía mecánica

La **energía mecánica**, E_m , es la suma de dos energías: la **energía cinética**, E_c , y la **energía potencial**, E_p :

$$E_m = E_c + E_p$$

- **Energía cinética**, E_c : es la energía que posee un cuerpo por el mero hecho de estar en **movimiento**.

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Siendo m la masa de un cuerpo que se desplaza a una velocidad v .

- **Energía potencial gravitatoria**, E_p : es la energía que tiene un cuerpo por estar bajo la acción de la fuerza de atracción gravitatoria.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Donde m es la masa del cuerpo; g , la aceleración de la gravedad; y h , la altura sobre el **origen** de energía potencial (normalmente **el suelo**).

Energía eléctrica

La **energía eléctrica** es la **energía que lleva asociada una corriente eléctrica**. Es la energía más cómoda y versátil que conocemos, al menos de momento. No es posible imaginar una sociedad sin energía eléctrica.

Energía química

La **energía química** es la **energía asociada a los enlaces químicos** que mantienen unidos los átomos en una sustancia pura. La combustión (reacción con oxígeno) de la gasolina proporciona a los vehículos la energía necesaria para que puedan desplazarse.

Energía mecánica



Energía eléctrica



Energía química



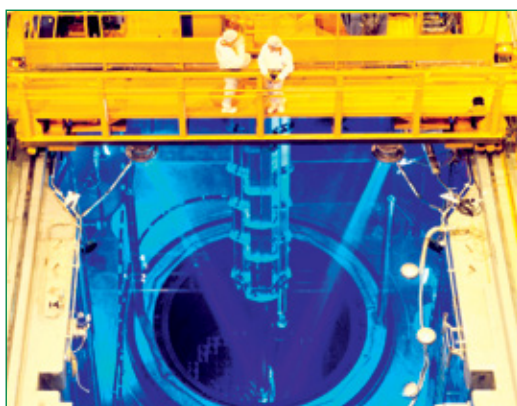
Energía nuclear

La **energía nuclear** es la **energía asociada a los cambios que experimentan los núcleos** de algunos átomos. Hay dos tipos de energía nuclear:

- **Energía de fisión nuclear:** se llama así porque resulta de la fisión (división) de los núcleos atómicos de ciertos elementos químicos, como el uranio, o el plutonio. En el proceso se producen **residuos radiactivos**. En una central nuclear, la fisión de los núcleos de los átomos tiene lugar en las barras del combustible que se encuentran sumergidas en enormes piscinas de agua.
- **Energía de fusión nuclear:** es el proceso mediante el cual dos núcleos de átomos ligeros, como son los del hidrógeno o el helio, se fusionan para dar un núcleo más pesado. Este es el tipo de energía que se produce en las estrellas.

En ambos procesos se desprende gran cantidad de energía.

Energía de fisión nuclear



Energía de fusión nuclear



Energía térmica

La **energía térmica** es la energía que posee un cuerpo, o un sistema material, debido al **movimiento o agitación desordenada de las partículas que lo constituyen**.

Ejercicio resuelto

¿Qué energía mecánica tiene una avioneta de 900 kg que vuela a 360 km/h y a 1 km de altitud?

El valor de la rapidez, en unidades del SI, es:

$$v = 360 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La energía cinética será, entonces:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 900 \text{ kg} \cdot \left(100 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = \\ &= 4,50 \cdot 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

Como 1 km = 1 000 m, la energía potencial será:

$$\begin{aligned} E_p &= m \cdot g \cdot h = 900 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1000 \text{ m} = \\ &= 8,82 \cdot 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

La energía mecánica, $E_m = E_c + E_p$, resulta:

$$E_m = 4,50 \cdot 10^6 \text{ J} + 8,82 \cdot 10^6 \text{ J} = 13,32 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Aprende, aplica y avanza

1 Un gorrión de 25 g vuela a 20 km/h.

a) ¿Qué energía cinética tendrá?

b) Si sabemos que su energía mecánica es de 1,5 J, ¿podrías decir a qué altura vuela?

2 Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) y cuáles falsas (F):

a) La energía eléctrica es la energía que lleva asociada una reacción química.

b) La energía cinética es la suma de la energía mecánica y la energía potencial.

c) Un cuerpo en reposo no tiene energía cinética.

d) La energía potencial está asociada a la altura y a la velocidad de un cuerpo.

3 Relaciona cada situación con el tipo de energía que le corresponda:

a) Una bombilla encendida

b) Nacimiento de una estrella

c) Una pelota rodando por el suelo

d) Una hoguera encendida

e) La combustión de gasolina en un motor

f) La división de átomos de uranio

g) Una persona quieta en lo alto de una escalera

1) Energía cinética

2) Energía potencial gravitatoria

3) Energía eléctrica

4) Energía química

5) Energía de fisión nuclear

6) Energía de fusión nuclear

7) Energía térmica

3 Intercambios de energía

Formas en las que se intercambia energía

Solo hay dos maneras de intercambiar energía entre dos sistemas:

- **Mediante calor.** Sucede cuando dos sistemas están a **diferente temperatura.** En este caso, el sistema que se encuentra a mayor temperatura cede energía al que está a menor temperatura. El proceso continúa hasta que se alcanza el **equilibrio térmico**, es decir, cuando se encuentran a la misma temperatura.
- **Mediante trabajo.** Esta forma de transferencia de energía tiene lugar cuando dos sistemas materiales interaccionan entre sí mediante fuerzas que producen desplazamientos.

Calor y **trabajo** no son formas de energía, sino **energía en tránsito** entre sistemas materiales.

Calor y trabajo



El hielo, a menor temperatura que el entorno, absorbe energía mediante **calor**.



El transportista mueve la carga transfiriéndole energía mediante **trabajo**.

Aprende, aplica y avanza

1 ¿Cómo se intercambia la energía al dar una patada a un balón? ¿Y al secar la ropa al sol?

.....

2 Tenemos una bandeja recién salida del horno a 150 °C y la colocamos sobre un soporte de corcho que está a temperatura ambiente.

a) ¿Cuáles son los dos sistemas que intervienen en el problema?

.....

b) ¿Qué sistema cederá energía? ¿Qué sistema la recibirá?

.....

c) ¿De qué forma se cederá la energía?

.....

4 Principio de conservación de la energía mecánica

Las fuerzas disipativas

Si lanzamos un cuerpo por una superficie, comunicándole una energía cinética, este se deslizará por ella hasta que la energía cinética se haga nula y el cuerpo se detenga. Por el **principio de conservación de la energía**, podemos afirmar que la **energía no se destruye**, ¿pero dónde va la energía que hemos proporcionado al cuerpo inicialmente?

La causa de que el objeto se detenga es la **fuerza de rozamiento** entre las superficies que deslizan. Este rozamiento provoca un aumento de temperatura, tanto de las superficies que deslizan como del medio que rodea al sistema (el aire de la habitación).

Las fuerzas de rozamiento, de fricción, son **fuerzas disipativas**, pues **tienen como efecto que parte de la energía mecánica del sistema se transforme en energía térmica** del propio sistema y del medio que lo rodea.

Ejemplos de fuerzas disipativas



El aumento de temperatura que producen las fuerzas de rozamiento se conoce desde muy antiguo.



Gracias a la fricción con la atmósfera, muchos asteroides no llegan a impactar con la superficie de la Tierra.

Aprende, aplica y avanza

- ¿Cómo es posible hacer fuego frotando una madera contra otra? ¿Qué transformaciones de energía se producen?
-
-
-
-

Conservación de la energía mecánica

El **principio de conservación de la energía mecánica** establece que, en **ausencia de fuerzas disipativas**, la **energía mecánica** de un sistema permanece **constante**.

Por tanto, si no hay fuerzas disipativas, en un cuerpo en movimiento la energía cinética se puede transformar en potencial, y viceversa, siendo constante la suma de ambas.

Este principio también puede expresarse del siguiente modo:

Si un cuerpo, en un instante determinado, A , tiene una energía cinética E_{cA} y una energía potencial E_{pA} , y en un instante posterior, B , tiene una energía cinética E_{cB} y una energía potencial E_{pB} , el principio de conservación de la energía mecánica adopta la forma:

$$F_{\text{disipativas}} = 0 \rightarrow E_m = \text{constante} \rightarrow E_{mA} = E_{mB} \rightarrow E_{cA} + E_{pA} = E_{cB} + E_{pB}$$

Sistemas disipativos



En muchos fenómenos cotidianos se observan transformaciones de energía cinética en potencial, y viceversa, pero la existencia de rozamiento con el suelo y el aire hacen que el sistema sea disipativo. En muchas ocasiones no se tiene en cuenta el rozamiento para facilitar los cálculos al aplicar el principio de conservación de la energía mecánica.

Ejercicio resuelto

Un cuerpo de 50 kg está en la azotea de un edificio de 25 m de altura. Si se deja caer libremente, ¿con qué rapidez llegará al suelo, si despreciamos el rozamiento con el aire?

Como se desprecian las fuerzas disipativas, se puede aplicar el principio de conservación de la energía mecánica.

Si utilizamos el subíndice A para cuando está en la azotea, y el B para cuando llega al suelo:

$$E_{cA} + E_{pA} = E_{cB} + E_{pB}$$

Pero en la azotea, justo antes de soltarlo, el cuerpo no tiene energía cinética ($E_{cA} = 0$), y cuando llega al suelo, no tiene energía potencial ($E_{pB} = 0$).

Por tanto:

$$\begin{aligned} E_{pA} = E_{cB} &\rightarrow m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 \rightarrow \\ \rightarrow v_B &= \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g \cdot h_A}{m}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_A} \end{aligned}$$

Si sustituimos los datos del enunciado:

$$v_B = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25 \text{ m}} = \sqrt{490 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 22,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Como puedes observar, la velocidad con la que el cuerpo impacta con el suelo no depende de la masa, pues todos los cuerpos caen con la misma aceleración.

Aprende, aplica y avanza

2 a) Explica qué significa la siguiente expresión, en la que los subíndices 0 y f se refieren a dos estados cualesquiera de un cuerpo en movimiento.

$$E_{c0} + E_{p0} = E_{cf} + E_{pf}$$

.....

.....

.....

.....

b) Enuncia la ley física a la que se refiere la anterior expresión matemática.

.....

.....

.....

3 Si despreciamos el rozamiento con el aire, ¿hasta qué altura llegará un objeto de 2 kg que se lanza desde el suelo a 36 km/h?

4 Un balón de 200 g está en la azotea de un edificio de 10 m de altura. Si dejamos caer el balón libremente, ¿con qué rapidez llegará al suelo? Despreciaremos el rozamiento con el aire.

5 Completa las siguientes frases sobre el principio de conservación de la energía:

Las fuerzas tienen como efecto que parte de la energía se transforme en energía

En ausencia de fuerzas disipativas, la energía de un sistema permanece

5 Ondas mecánicas

¿Qué son las ondas?

Una **onda** es la **propagación de una perturbación** que se genera en un punto del espacio, llamado **foco emisor**, **con transporte de energía pero sin transporte de materia**.

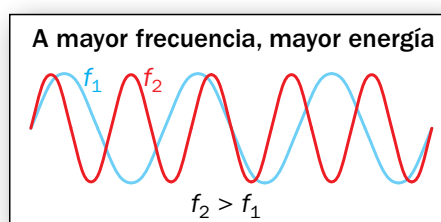
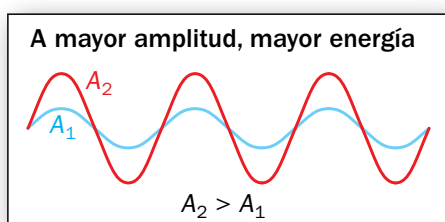
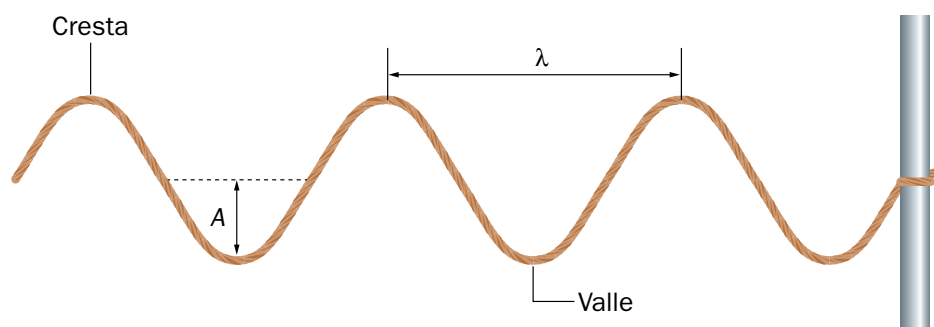
Un buen ejemplo de una onda mecánica es la que se forma al fijar el extremo de una cuerda y mover el otro extremo arriba y abajo.

Características de las ondas

Una onda se describe mediante las magnitudes siguientes:

- **Amplitud (A)**. Es la máxima separación de los puntos que oscilan respecto de su posición de equilibrio. Su unidad en el SI es el **metro**, m.
- **Longitud de onda (λ)**. Es la distancia entre dos crestas, o entre dos valles. Su unidad en el SI es el **metro**, m.
- **Período (T)**. Es el tiempo que tarda la onda en recorrer un espacio igual a una longitud de onda. Su unidad en el SI es el **segundo**, s.
- **Frecuencia (f)**. Es el número de longitudes de onda que la onda recorre en un segundo. Es la inversa del período ($f = 1/T$) y su unidad en el SI es el **hertzio** ($\text{Hz} = 1/\text{s}$).

Cuanto mayor sea la amplitud o la frecuencia de una onda, mayor será la energía que transporta.



Los puntos de la cuerda suben y bajan, pero no se desplazan en la horizontal (hay transporte de energía, pero no de materia). A los puntos más altos se les denomina **cresta**, y a los más bajos, **valles**.

Aprende, aplica y avanza

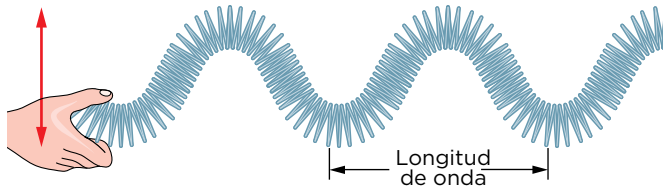
- 1 A partir de las unidades en el SI de la longitud de onda (m) y del período (T), ¿qué relación crees que habrá entre ellas y la rapidez (v) con la que se propaga una onda?

Tipos de ondas

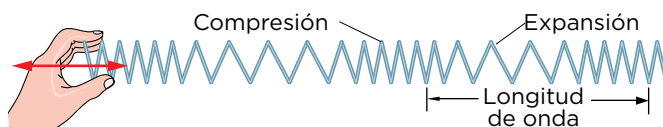
Para establecer los tipos de ondas, se utilizan dos criterios de clasificación:

- **Direcciones de vibración y de propagación:** Atendiendo a las direcciones en que tienen lugar la vibración de la perturbación y la propagación de esta, las ondas pueden ser:

- **Ondas transversales:** Aquellas en las que la dirección de vibración es **perpendicular** a la dirección de propagación.



- **Ondas longitudinales:** Aquellas en las que la dirección de vibración es **paralela** a la de propagación. Un ejemplo de este tipo de onda sería el sonido.



- **Medio de propagación:** Según la necesidad, o no, de un **medio material para propagarse**, las ondas pueden ser:

- **Ondas mecánicas:** Necesitan un **medio material para propagarse**, por eso también se denominan **ondas materiales**.

- **Ondas electromagnéticas:** En las ondas electromagnéticas lo que oscila no es materia, sino electricidad y magnetismo. Estas ondas **pueden propagarse por cualquier medio material** e incluso por el **vacío**, como le ocurre a la luz.

Aprende, aplica y avanza

2 Explica por qué las ondas que se producen en la superficie del agua son transversales. ¿Qué podrías hacer para comprobarlo?

.....

.....

.....

.....

3 ¿Qué significa que el sonido es una onda mecánica longitudinal? ¿Y que la luz es una onda electromagnética transversal?

.....

.....

.....

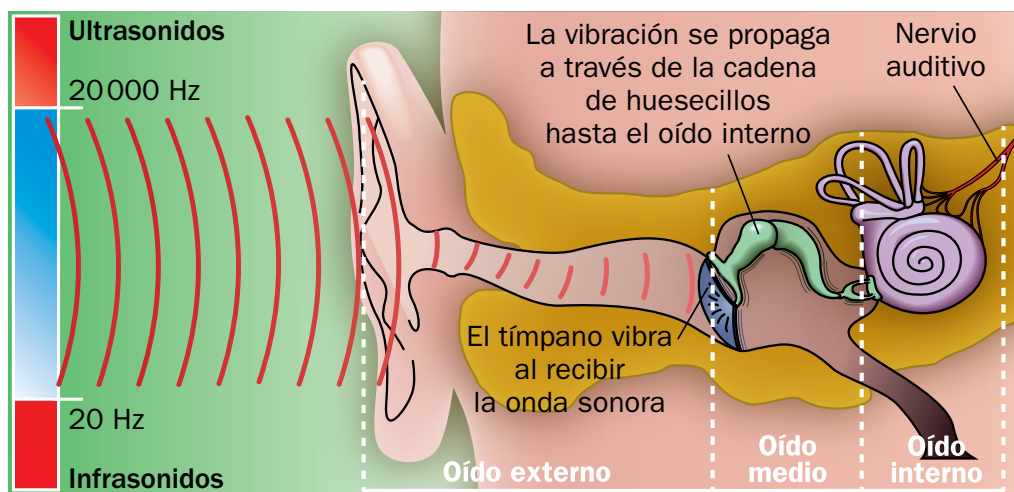
.....

6 Sonido

Onda mecánica: el sonido

El **sonido** es la **propagación de la vibración de los cuerpos** a través de un medio material (sólido, líquido o gaseoso). El sonido, por tanto, no se propaga por el vacío.

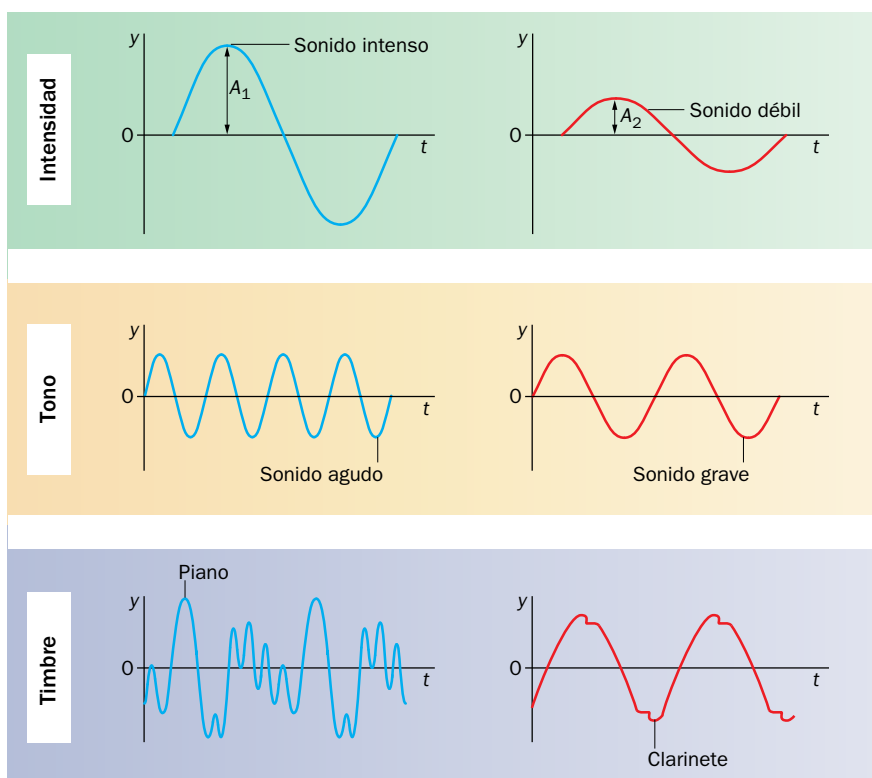
Cuando una onda sonora alcanza nuestro tímpano, lo hace vibrar, y la vibración de este transmite una señal al nervio auditivo que, a su vez, lo transmite hasta el cerebro.



El oído humano no percibe los **infrasonidos** ($f < 20 \text{ Hz}$) ni los **ultrasonidos** ($f > 20\,000 \text{ Hz}$).

Características del sonido

Las cualidades que nos permiten diferenciar un sonido de otro son la intensidad, el tono y el timbre.



■ **Intensidad.** Está relacionada con la energía que transporta la onda sonora; es lo que en términos cotidianos conocemos como **volumen**. Se mide en **decibelios, dB**.

■ **Tono.** El tono está relacionado con la frecuencia de la onda sonora. El oído humano puede percibir sonidos cuyas frecuencias están comprendidas entre los 20 Hz y los 20 000 Hz. Las frecuencias bajas corresponden a sonidos **graves**, y las altas, a **agudos**.

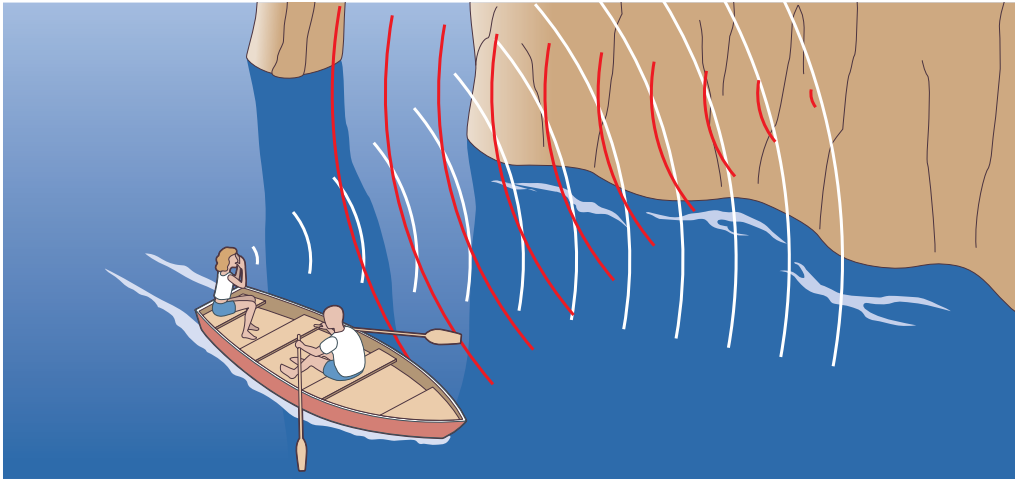
■ **Timbre.** Si dos instrumentos musicales emiten la misma nota (mismo tono) con el mismo volumen (misma intensidad), podemos diferenciar cuál proviene de cada uno. Ello se debe a que las ondas que generan son diferentes, y decimos que los sonidos tienen distinto timbre. Del mismo modo, podemos reconocer a alguien que habla, aunque no lo veamos, por su «timbre de voz».

Eco y reverberación

Un fenómeno característico de todas las ondas, y en particular del sonido, es la **reflexión**.

Imagina que hablas frente a una pared. Cuando el sonido la alcanza, parte de la energía se transmite por la pared y parte rebota en ella (se refleja) volviendo hacia ti.

El **eco** y la **reverberación** se explican teniendo en cuenta este fenómeno.



El oído humano puede diferenciar dos sonidos siempre que le lleguen separados por, al menos, 0,1 segundos. Como el sonido viaja en el aire a una rapidez de 340 m/s, en ese tiempo recorre 34 m.

$$e = v \cdot t = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,1 \text{ s} = 34 \text{ m}$$

Contaminación acústica

El término **contaminación acústica** hace referencia al **exceso de sonidos molestos** (ruido) provocados por las actividades humanas.

El exceso de ruido, de intensidad superior a 120 dB, puede producir efectos nocivos, tanto fisiológicos como psicológicos. También resulta perjudicial la exposición prolongada al ruido, aunque los sonidos sean de intensidad inferior a 120 dB.

Niveles sonoros (valores medios)	
Intensidad (dB)	Sonido
0	Umbral de audición
10	Respiración normal
20	Conversación en voz baja
40	Conversación normal
60	Conversación en voz alta
100	Tren
110	Discoteca
120	Avión despegando (umbral de dolor)
140	Concierto de rock
180	Explosión

Aprende, aplica y avanza

1 Explica la diferencia entre el eco y la reverberación.

.....

.....

.....