

UNIDAD 3

Las ondas

Los fenómenos ondulatorios están por todas partes y son muy importantes: ondas sonoras, ondas luminosas visibles, ondas de radio, microondas, olas en el mar, ondas sísmicas, ondas en una cuerda de guitarra o en un resorte son algunos pocos ejemplos de todas las ondas con que nos cruzamos cotidianamente. Casi todo lo que conocemos del mundo que nos rodea lo vemos y oímos, es decir, lo percibimos mediante ondas sonoras y luminosas.

En esta unidad y en la siguiente, vas a trabajar con experimentos y otras actividades que te permitirán entender qué son las ondas y cómo se relacionan con la energía (tema que estudiaste en la unidad anterior). Además, estudiarás las características y los tipos de ondas y las diferencias que se producen cuando se propagan en diferentes medios. También analizarás las diferencias que existen entre las ondas de sonido, las de luz y otras radiaciones. Asimismo, leerás información sobre algunas de las aplicaciones tecnológicas que se pudieron realizar a partir de que los científicos explicaron muchos fenómenos como producto de ondas.

TEMA 1: ¿QUÉ SON Y CÓMO SE PRODUCEN LAS ONDAS?



Para realizar la siguiente actividad vas a necesitar una soga elástica que vas a encontrar en el equipamiento de laboratorio. Si por algún motivo no disponés de la soga en el momento de hacer esta experiencia, podrás reemplazarla por una soga de bastante masa o una manguera larga y llena de arena.



1. Pulsos en una soga

La palabra “onda” remite inmediatamente a ondulaciones: al cabello ondeado, a las olas en la superficie del agua, a la forma ondulante del desplazamiento de las víboras, las lombrices y las orugas o a las marcas que estos animales dejan en el suelo. Para empezar a estudiar las ondas, harás ondear la soga, produciendo un cambio o perturbación del estado en que se encuentra.



a) Seguí las instrucciones que aparecen en la siguiente experiencia. Después, resolvé en tu carpeta las actividades que se presentan a continuación.

Paso 1. Atá a un punto fijo un extremo de una soga de unos 2 metros de largo. Con una mano, estirá la soga desde el otro extremo, para que quede horizontal.

Paso 2. Sostené la soga apenas estirada, bastante floja. Con la mano que sostiene la soga por un extremo, producí una perturbación, es decir, dale un rápido “sacudón” vertical y volvé la mano enseguida a la posición original. Observá, ¿qué sucede a lo largo de la soga?

Para poder describir mejor la observación también podés realizar el ejercicio con otro compañero. Uno acciona la sogá y el otro registra lo observado. Si no hubiera otro compañero de tu curso, podés pedirle a alguno de otro año que mueva la sogá para que vos puedas observar. También, si hacés solo esta actividad, podés mejorar tu visión del movimiento de la sogá apoyándola sobre el suelo y realizando luego, el movimiento indicado.

b) En tu carpeta, realizá tres esquemas para representar cómo se ve el perfil de la sogá en cada uno de los siguientes instantes:

- ESQUEMA 1: cuando todavía no se produjo la perturbación.
- ESQUEMA 2: apenas después de la perturbación.
- ESQUEMA 3: un segundo después de que la mano volvió a su posición original.

Como habrás observado, el movimiento de la mano produce en la sogá una perturbación en su forma, casi de “chichón”, que no permanece en el mismo lugar y que se denomina *pulso*.

c) En el segundo esquema (apenas después de la perturbación) marcá un punto cualquiera de la sogá que esté en la zona del pulso (lo llamaremos punto A). Ubicá ese mismo punto A en los otros dos esquemas. Luego de observar los tres esquemas, respondé:

1. ¿Cómo se modifica la posición del punto A a medida que el pulso pasa por él?
2. ¿Cómo ha sido el movimiento del punto A comparado con el movimiento de la mano?

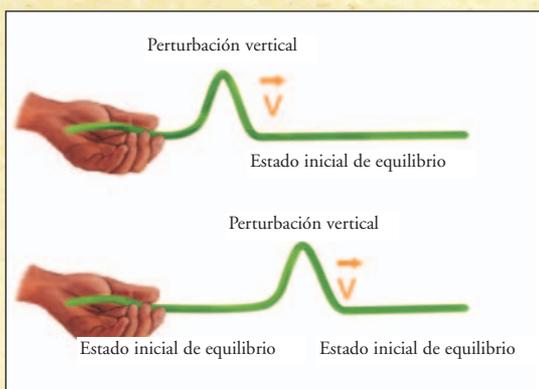
d) Leé el siguiente texto donde se analiza la situación que acabás de resolver.

• • • Las ondas en la sogá

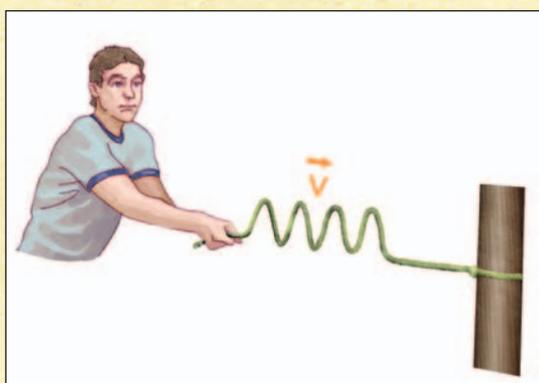
Cuando la sogá está quieta y en reposo, se encuentra en un estado de equilibrio; esto significa que si nada actúa sobre la sogá, permanecerá en ese estado. Esta situación se corresponde con el esquema 1 que realizaste en el punto a, cuando todavía no se había producido la perturbación.

Cuando la mano actúa sobre la sogá y la sube de repente, saca el extremo de la sogá del estado de equilibrio, es decir, produce una **perturbación**. Si marcamos un punto A en ese sector, primero lo veremos subir y luego bajar al nivel inicial, tal como lo dibujaste en los esquemas 2 y 3. El movimiento vertical de la mano es una perturbación que aparta al extremo de la sogá del estado de equilibrio.

El extremo de la sogá está unido a un sector vecino. Entonces, cuando el extremo se desplaza hacia arriba, tironea, produce una fuerza al sector vecino de la sogá y lo arrastra hacia arriba, cuando sube, y hacia abajo, cuando baja. De esta manera, debido a la fuerza que los une, el sector vecino “copia” o reproduce el movimiento realizado en el extremo. Debido a que existe una fuerza que los une, resulta posible que un sector reproduzca el movimiento del otro. En consecuencia, la perturbación vertical producida por la mano se propaga hacia adelante y a lo largo de la sogá. A cada sector de la sogá, en algún momento, el sector vecino que tiene atrás le ejerce fuerza y le transmite la energía que lo hace subir y bajar.



Esta energía no permanece en una posición, sino que se transmite al sector vecino. Después de haber completado el movimiento vertical, cada punto de la soga vuelve a quedar quieto y en la misma posición que estaba originalmente. A lo largo de la soga se transmite la energía del movimiento de la mano, pero la materia de la soga sólo se desplaza mientras es perturbada, hacia arriba y hacia abajo, luego vuelve al mismo lugar en el que estaba.

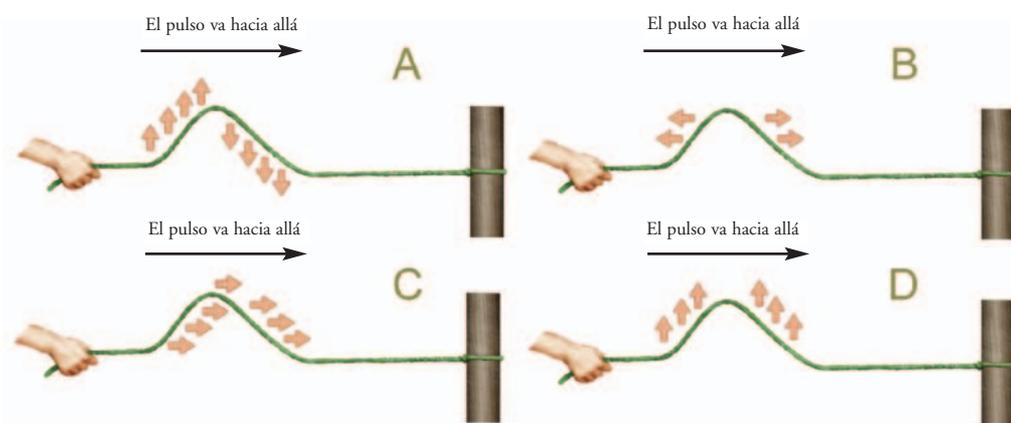


Si la mano que agita la soga repite su movimiento varias veces seguidas, en la soga se forma un tren de pulsos que se propagan, todos con la misma velocidad. Este tren de pulsos que se propaga es lo que se llama una **onda**.

Entonces, ¿qué es lo que se transmite en la dirección horizontal, a lo largo de la soga? La energía que hace subir y bajar la onda. Cuando se habla de la velocidad de una onda, se hace referencia a la velocidad con que viaja la energía.

1. Las siguientes figuras muestran una soga en la que se propaga un pulso vertical hacia adelante. Al analizarlas podrás comprender mejor el texto “Las ondas en la soga”.

- Copialas en tu carpeta e indicá cuál de los diagramas indica correctamente el movimiento de los puntos de la soga en el instante mencionado. Explicá por qué.



e) Léa el siguiente texto y resolvé la situación problemática que encontrarás a continuación.

• • • ¿Qué es una onda?

Un día de mucha niebla no es una buena ocasión para conducir un auto en una ruta. Debido a la escasa visibilidad, pueden producirse serios accidentes, como los choques en cadena. Si hay una fila de autos detenidos y no es percibida por un conductor que se acerca rápidamente a ella, se producirá un choque. La energía del auto que choca contra la fila en un extremo de esta, se propagará hasta el otro extremo de la fila, aunque los autos prácticamente no se hayan desplazado del lugar que ocupaban. En este fenómeno se ha transmitido energía sin que haya habido un desplazamiento observable de materia.

En los materiales, por ejemplo, en una soga o en el agua de un estanque, se pueden producir sucesos de transmisión de energía similares al choque en cadena. Cuando la energía se propaga de esta manera, se dice que se propaga una **onda**.

Algunas ondas se propagan en materiales elásticos, que no absorben la energía de las perturbaciones. Se dice que un cuerpo es un material elástico cuando es un medio por el cual se puede transmitir una onda.

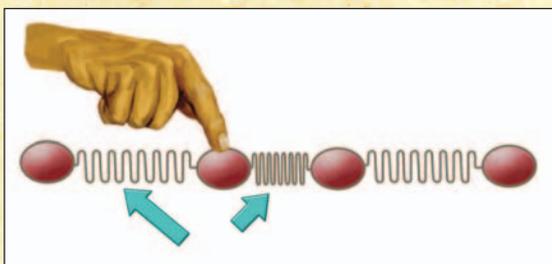
Las ondas pueden propagarse en los materiales elásticos, porque no absorben la energía de las perturbaciones. Se dice, entonces, que un cuerpo hecho de material elástico es un medio material por el cual se puede transmitir una onda.

En general, la palabra “medio” o “mediador” se usa para designar algo que conecta de alguna manera dos puntos distantes o dos personas o dos sistemas diferentes.

Los medios de información (televisión, diarios, radios) transmiten información a la gente. Los medios materiales permiten que una onda llegue de un punto a otro. Existen medios en los cuales se puede considerar una sola dimensión, su longitud (como una soga); dos dimensiones, longitud y ancho, (como la superficie del agua o el parche de un tambor); o tres dimensiones, longitud, ancho y alto, (como el volumen del aire encerrado en una habitación).



Un medio puede modelarse como una serie de partículas unidas por un resorte.



Si una partícula es apartada de su posición de equilibrio, los resortes que la conectan a sus partículas vecinas se deforman, hacen fuerza sobre ellas y las desplazan de sus posiciones de equilibrio.

Como ya estudiaste, los materiales están formados por partículas, átomos o moléculas, unidos entre sí por fuerzas que impiden que se separen. Si una de estas partículas es perturbada, por ejemplo, mediante un fuerte empujón, entonces se desplazará y su movimiento afectará a

los átomos o a las moléculas vecinas; el empujón sufrido por una partícula puede llegar a propagarse en un material, de manera similar al choque en una fila de autos, es decir, sin que las partículas del material se aparten demasiado de la posición que ocupaban en un comienzo.

Cuando una onda se propaga en un medio elástico, cada partícula que forma el material es desplazada de su posición de equilibrio sólo momentáneamente, porque las fuerzas de las partículas vecinas enseguida la devuelven a la posición original.

Luego de que la onda pasa, todas las partículas recuperan sus posiciones originales: no se ha producido un desplazamiento de materia de una zona a otra, a diferencia de las ondas de otros fenómenos, como el lanzamiento de un objeto. En este último caso, la energía se traslada de una zona a otra del espacio transportando también la masa, es decir, la cantidad de materia del objeto que ha sido lanzado. En cambio, las ondas transportan energía sin que haya traslado de materia.

1. Resolvé el siguiente problema.

Un niño se puso a jugar con un barquito de papel en una palangana. Para que pudiera viajar sin tocarlo, decidió arrojar piedritas en el centro del recipiente. Se sorprendió al observar que las ondas producidas subían y bajaban su nave, pero no la hacían avanzar.

1. ¿Por qué las ondas en el agua no hacen avanzar al barquito?
2. Si tu docente te autoriza y tenés posibilidad de realizarlo, podrás comprobar la situación que se plantea utilizando un corcho como barquito que flote en una palangana llena con agua en la cual generes ondas en el centro. Anotá tus observaciones y conclusiones en la carpeta.

Cada vez que se inicia un nuevo tema es importante volver a leer lo que ya estudiaste. Así podrás revisar aquello que ya se ha explicado. De este modo, tendrás la oportunidad de volver a pensar los conceptos leídos. El próximo ejercicio te permitirá repasar lo que estudiaste hasta aquí.

f) Esta consigna te propone un modo de organizar las ideas principales en un texto.

1. Volvé a leer el texto “Las ondas en la soga” y rescatá de allí las ideas centrales. Escríbelas en tu carpeta.
2. Anotá en tu carpeta las ideas centrales que pudiste identificar luego de la lectura, respecto de las ondas y sus modos de propagación, en el texto “¿Qué es una onda?”.
3. Escribí un texto en el que presentes las ideas y conceptos que te parecen más importantes de ambos textos. Debería quedarte un texto con el que puedas estudiar este tema.
4. Por último, presentá un título para el texto que escribiste que exprese o sintetice el tema.



Para esta actividad vas a necesitar una de las sogas del equipamiento de laboratorio, atada a dos soportes fijos.



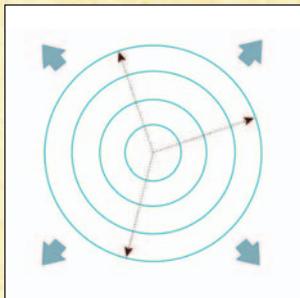
2. Propagación de ondas

Cuando las ondas se propagan pueden hacerlo en una sola o en varias direcciones, según el caso de que se trate. En esta actividad aprenderás dos conceptos que se usan en el estudio de las ondas: qué es un frente de onda y qué es un rayo.

a) Cuando las ondas se propagan en una superficie o en el espacio, se distinguen unas líneas llamadas *frentes de ondas* y otras llamadas *rayos*. Lee el siguiente texto relacionado con estos dos conceptos. Dibujá en tu carpeta los esquemas que corresponden a cada imagen.

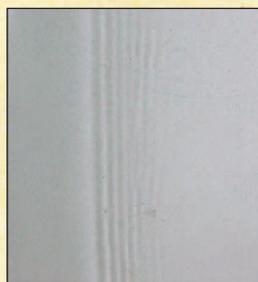
• • • Frentes de onda y rayos

Si dejamos caer un objeto en el centro de un lago, observaremos que se forman círculos concéntricos que viajan alejándose del lugar donde se originó el disturbio. El conjunto de todos los puntos en el espacio que son alcanzados simultáneamente por una onda (los círculos concéntricos) se denomina **frente de onda**.

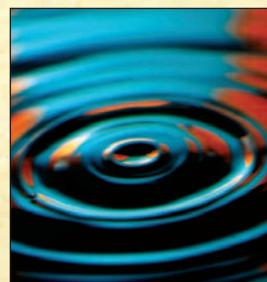
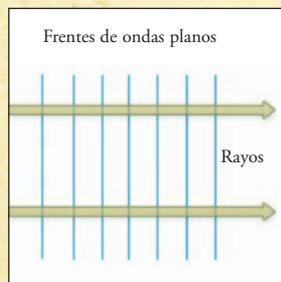


Si trazamos líneas imaginarias, perpendiculares a los frentes de onda (indicadas por líneas punteadas en la figura), veremos que estas indican la dirección en la que viajan las ondas. Estas líneas se denominan *rayos* y son muy útiles para describir las trayectorias de la energía de una onda.

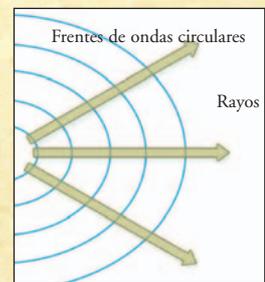
Como se observa en las imágenes siguientes, las ondas circulares tienen frentes de onda circulares, en tanto que las ondas planas, producidas por el efecto del viento sobre el agua, presentan frentes de ondas rectos.



• • • Ondas planas.



• • • Ondas circulares.



Cualquiera sea la forma del frente de ondas, los rayos son perpendiculares a él en cada uno de sus puntos, como se esquematiza para estos dos casos de ondas en el agua.

b) Teniendo en cuenta lo que observaste cuando experimentaste con las sogas y lo que acabás de leer y anotar, resolvé los siguientes interrogantes.

1. ¿Qué valor tiene el ángulo que forma un rayo con un frente de onda?
2. La figura 1 que aparece a continuación, muestra una soga tensa entre dos soportes.

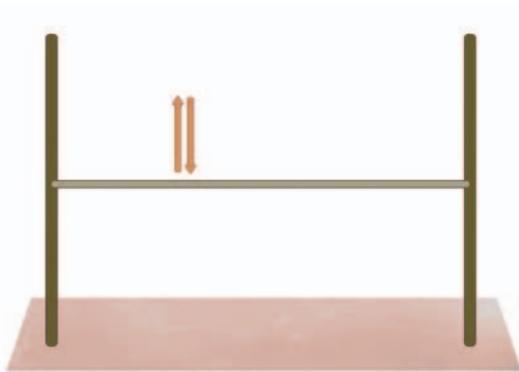


Figura 1

- Copiá la figura en tu carpeta.
- Si se produce una perturbación vertical en el centro de la soga, ¿hacia dónde se propagarán los pulsos?
- Dibujá, en tu carpeta, la onda que se produce después de perturbar las sogas en el centro. Señalá en tu dibujo cuáles son los rayos y los frentes de onda en ese caso.

3. Si contás con los elementos para armar el dispositivo de la figura 1, hacé la experiencia para comprobar si tu predicción fue acertada.

4. Considerá ahora la siguiente figura 2, que muestra varias sogas atadas a un soporte circular fijo y unidas a un centro móvil.

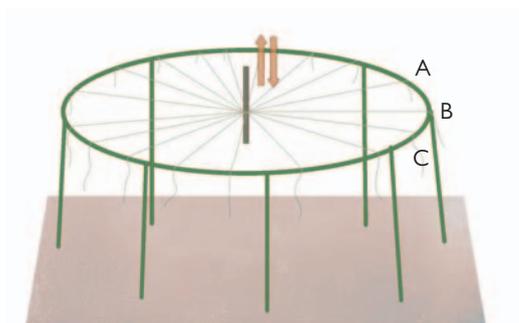


Figura 2

- Copiá la figura en tu carpeta.
- Al agitarla hacia arriba y hacia abajo en el centro, se produce un pulso simultáneo en el extremo central de todas las sogas. ¿Hacia dónde se transmitirá la energía de la perturbación?
- Si todas las sogas son iguales y están igualmente tensas, ¿cómo será el perfil de todas y cada una de las sogas en un instante cualquiera mientras el pulso se propaga? Dibujalo para tres sogas contiguas. Por ejemplo A, B y C.

5. La siguiente imagen muestra la superficie del agua quieta donde cayeron varias gotas.



- Explicá qué sucede desde el momento en que una gota cae en el agua.
- ¿Qué es el círculo alrededor de cada gota que cae? ¿Cómo lo relacionarías con la figura 2?



Para realizar la siguiente actividad, vas a necesitar los resortes del equipamiento de laboratorio (los que parecen sogas) uno delgado y otro grueso. También podrías hacer las experiencias usando una soga gruesa y otra delgada o una manguera gruesa y otra delgada, llenas de arena.



3. La velocidad de las ondas

La velocidad con que se propaga una onda puede cambiar de un material a otro o incluso en dos medios del mismo material que están sometidos a diferentes condiciones, como por ejemplo aire caliente o aire frío, un cable tenso o flojo. En la siguiente actividad, estudiarás algunos de los factores que influyen sobre la velocidad de las ondas.



a) Realizá la siguiente experiencia; anotá las observaciones y conclusiones en tu carpeta.

Paso 1. Volvé a atar una soga a un punto fijo para producir pulsos en el extremo libre.

Paso 2. Sostené la soga apenas estirada, bastante floja. Con la mano que sostiene, producí una perturbación en el extremo de la soga, dándole un rápido “sacudón” vertical y volviendo la mano enseguida a la posición original, como hiciste en la actividad 1. Observá qué sucede a lo largo de la soga. Recordá que siempre que sea posible, es conveniente que las observaciones las realices con un compañero para que uno sostenga y el otro pueda mirar y registrar lo que ocurre.

Paso 3. Manteniendo la soga apenas estirada, repetí la experiencia produciendo pulsos o sacudones más fuertes y otros más débiles. Compará qué sucede con la velocidad de propagación de la perturbación en cada caso.

Paso 4. Repetí la experiencia varias veces, pero tensando la soga cada vez un poco más. Observá si hay diferencias en la velocidad de propagación de la onda según las distintas tensiones que le diste a la soga. Experimentá por lo menos tres veces ejerciendo distintas tensiones sobre la soga para estar seguro de qué es lo que sucede con la velocidad de la onda al cambiar la tensión.

Paso 5. Mojá la soga con agua, de manera que quede bien empapada, y luego sacudila un poco para que deje de gotear. Volvé a extenderla como antes, algo floja, y repetí la perturbación. Observá qué sucede con la velocidad de propagación. Comparala con lo que observaste cuando variaste la tensión de la soga seca. ¿Cómo es la velocidad de propagación ahora?

Paso 6. Repetí todos los pasos anteriores, pero usando la soga más gruesa. Observá la velocidad de propagación. Comparala con la que observaste en la soga delgada.

En conclusión, para una determinada tensión de la soga (cada tensión es una condición distinta del material) existe una velocidad de propagación, independientemente de la intensidad del pulso que genera la propagación. En la experiencia, entonces, no se aprecian diferencias al cambiar la intensidad del pulso, porque no las hay.

Con la soga más gruesa (otra condición del material, es decir, otro medio de propagación, la soga gruesa es más pesada con una densidad mayor que la delgada) se puede observar que la velocidad es menor. Pero, si mantiene la tensión, la velocidad de propagación en la soga gruesa es siempre igual, no importa que intensidad de pulso haga.

b) Lee el siguiente texto y luego resolvé en tu carpeta la consigna que sigue.

• • • La velocidad en la propagación de la onda

La rapidez con que una perturbación se propaga a lo largo de la soga depende de la rapidez con que un sector “reacciona” ante el movimiento de la zona vecina. Cuando la soga es gruesa, cada sector de esta es pesado y debe mover a un sector vecino igualmente pesado, que se acelera poco cuando se tira de él. Si la soga es liviana, cada sector debe mover a un sector vecino liviano, que se acelera fácilmente. Por eso, cuanto más pesado es cada pedacito de soga, más lenta es la propagación de la perturbación.

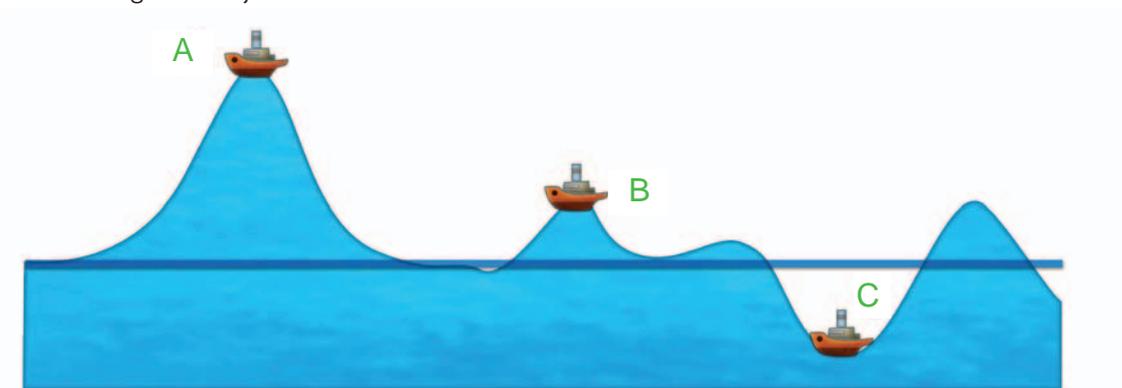
Además, cuanto más tensa está la soga, más intensa es la fuerza que imprime cada sector a sus sectores vecinos, que reaccionan más rápidamente. Esto significa que cuanto más tensa está la soga, la perturbación se propaga con mayor rapidez.

• ¿En cuál de los siguientes casos los pulsos se propagan más rápidamente en una soga?
¿Por qué?

1. Una soga delgada, muy tensa.
2. Una soga gruesa, poco tensa.
3. Una soga delgada, poco tensa.

En tus experiencias comprobaste que no todos los pulsos son iguales y que, en el pulso, la soga se distancia de su posición de equilibrio. Esa distancia máxima en la cual la soga se aparta de la posición de equilibrio horizontal se denomina **amplitud de la onda**. Cuanta más amplitud tiene un pulso, más energía transporta.

b) Resolvé los siguientes ejercicios.



1. Las figuras muestran el perfil del mar con ondas superficiales. Ordená los pulsos A, B y C, en orden creciente de amplitud.

2. Hacé la experiencia de producir pulsos de diferentes amplitudes en una misma sogá, igualmente tensa en todos los casos.

Seguramente, en la experiencia de producir pulsos de diferente amplitud, comprobaste que la velocidad con que se propagan es la misma en todos los casos. Es decir, que la velocidad de propagación (cuando la sogá está igualmente tensa) es independiente de la amplitud de los pulsos o, en otras palabras, la amplitud de los pulsos no modifica la velocidad de propagación.

En conclusión, la velocidad de la propagación sólo depende del estado y del tipo de material por el que se propaga la onda y no de la amplitud de los pulsos ni de la intensidad de la perturbación que origina el pulso.



Para realizar la siguiente actividad, vas a necesitar un resorte del equipamiento de laboratorio. Se trata de un resorte que se puede estirar fácilmente, como el de los cables que conectan el tubo al teléfono. Si no disponés de uno en el momento de realizar esta experiencia, buscá información en un libro de Ciencias Naturales sobre ondas transversales y longitudinales.



4. Tipo de ondas

Aunque todas las ondas tienen en común propiedades y comportamientos básicos, algunas pueden diferenciarse de otras por ciertas características; algunas son fácilmente observables y otras no observables. En esta actividad, vas a estudiar una clasificación de ondas que las agrupa según algunas características o propiedades que tienen en común.



- a) El siguiente texto presenta una clasificación de tipos de ondas. Completá tu lectura con información que encuentres en libros de Ciencias Naturales y respondé a las preguntas que aparecen a continuación.

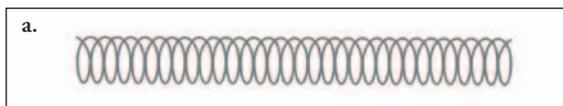
En función del medio que requiere la propagación de las ondas, estas se clasifican en **ondas mecánicas** y **ondas electromagnéticas**. Las mecánicas sólo se propagan en un medio material elástico. Las electromagnéticas, en cambio, se pueden propagar también en el vacío, es decir, donde no existe materia y, por lo tanto, no hay partículas.

1. Hasta ahora, ¿con qué tipo de ondas estuviste experimentado: electromagnéticas o mecánicas? Fundamentá tu respuesta
 2. Según el frente de onda que forman, ¿cuántos tipos de ondas mecánicas existen?
 3. Buscá, en este Cuaderno, dos ejemplos de ondas electromagnéticas.
- b) Si no disponés de un resorte para realizar la siguiente experiencia, respondé directamente al punto 5 de la consigna c.



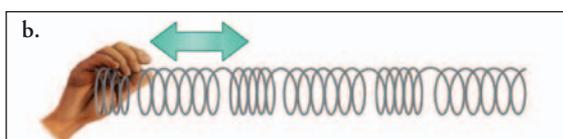
c) Si contás con un resorte, lo vas a usar de modo que se encuentre estirado porque es un medio en el que se pueden producir pulsos fácilmente visibles y analizar tipos de ondas. Con la siguiente experiencia vas a conocer otro criterio para clasificar las ondas.

Paso 1. Apoyá el resorte en el piso y estiraló de manera que quede recto, como muestra la fig. **a**.



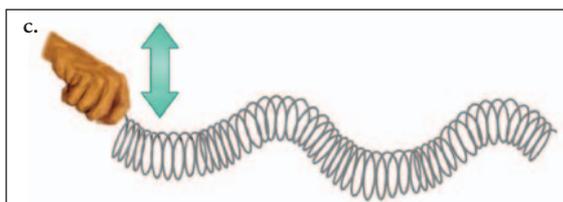
a. Un resorte estirado tiene todas sus espiras (cada una de las vueltas) en posiciones de equilibrio.

Paso 2. Producí una perturbación en el extremo del resorte, dándole un pequeño sacudón con la mano. Probá de dos maneras diferentes: Con un sacudón hacia arriba o hacia abajo o comprimiendo algunas espiras y soltándolas luego, como muestra la figura **b**.



b. Si se hace vibrar la primera espira hacia atrás y adelante, se genera una onda en el resorte.

Paso 3. Con una sacudida de costado, hacia la derecha o hacia la izquierda o como muestra la figura **c**.



c. Las ondas en un resorte se pueden generar moviendo la primer espira horizontal o verticalmente.

1. En ambos casos se propagan los pulsos, ¿qué diferencias podés señalar entre ellos?
2. ¿En qué dirección viaja la energía en ambas figuras? ¿En algunos de los dos casos coincide esa dirección con la dirección del sacudón que hiciste? Anotá en tu carpeta estas observaciones.

Las ondas pueden ser **transversales** o **longitudinales** en función de cómo vibran respecto de la dirección de propagación. Si las partículas del medio en el que se propaga la perturbación vibran perpendicularmente a la dirección de propagación las ondas se llaman **transversales**. Si vibran en la misma dirección se llaman **longitudinales**.

3. Durante el experimento con el resorte, ¿en qué caso generaste ondas longitudinales y en qué caso transversales? Fundamentá tus repuestas.
- d)** Analizá las siguientes situaciones y explicá qué tipo de ondas se genera en cada caso:
1. En una fila de gente muy apretujada, si alguien empuja a su vecino, este se inclinará hacia adelante, empujando al vecino siguiente.
 2. En un estadio de fútbol, la gente en las tribunas se para y se sienta inmediatamente, una después de otra y se produce algo semejante a una ola.

TEMA 2: LAS ONDAS PERIÓDICAS

Es posible generar ondas no periódicas produciendo perturbaciones aisladas como las que vos mismo hiciste cuando diste un solo pulso a la soga. Pero en realidad los fenómenos ondulatorios más importantes se relacionan con las ondas periódicas porque en la Naturaleza hay vibraciones periódicas por todos lados, que se repiten y se transmiten hacia los alrededores en la manera de ondas. Una vibración periódica produce ondas periódicas. Por eso vas a estudiar sus características en el siguiente tema.

A

5. Características básicas de las ondas periódicas

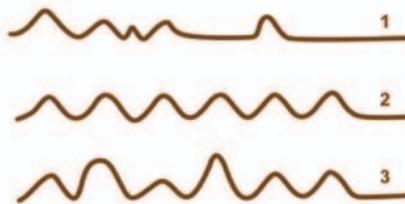
a) Leé el siguiente texto.

• • • Repeticiones regulares o periódicas

Todos los días vas a la escuela. Cada 24 horas sale el Sol. Algunos remedios que se toman cada seis horas. Todos estos eventos, que se repiten a intervalos regulares de tiempo se llaman **fenómenos periódicos**. A su vez, el tiempo transcurrido entre un suceso y el anterior (o el siguiente) se denomina período. El mediodía se repite cada 24 horas, por lo tanto, el período de este fenómeno es 24 horas.

Algunos, fenómenos conocidos, como las oscilaciones de un péndulo, de una masa que cuelga de un resorte o de un niño en una hamaca y otros no tan conocidos, como un electrón en una antena o un átomo en un cristal, originan **ondas periódicas**. Se dice que una onda es periódica cuando la perturbación que la origina se repite a intervalos regulares, es decir, con un período determinado.

b) Para resolver las próximas consignas, tené en cuenta la definición de onda periódica que acabás de leer y copió el siguiente esquema en tu carpeta.



Las ondas en un resorte se pueden generar moviendo la primer espira horizontal o verticalmente.

1. Señalá cuál de las tres ondas corresponde a la definición de onda periódica que leíste arriba.
2. En la onda que señalaste como periódica, marcá dos puntos: uno donde comience un período y otro donde finalice.

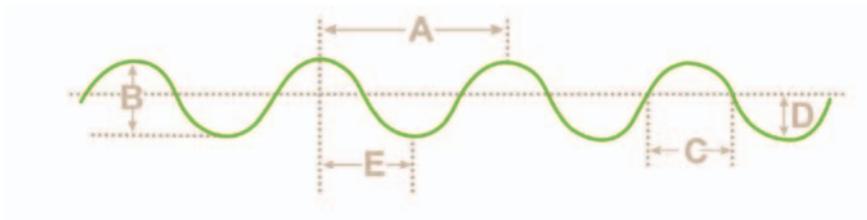
c) Como ya leíste en el texto “Repeticiones regulares o periódicas”, las ondas periódicas más sencillas pueden identificarse mediante unos pocos valores: la amplitud, el período, la frecuencia y la longitud de onda.

1. Leé información sobre estos cuatro conceptos en los capítulos sobre ondas de libros de Ciencias Naturales de la biblioteca.



2. Anotá las definiciones de esos conceptos en tu carpeta.
3. A partir de las lecturas realizadas, revisá si es correcta la respuesta sobre el período que diste en el punto 2 de la consigna b.

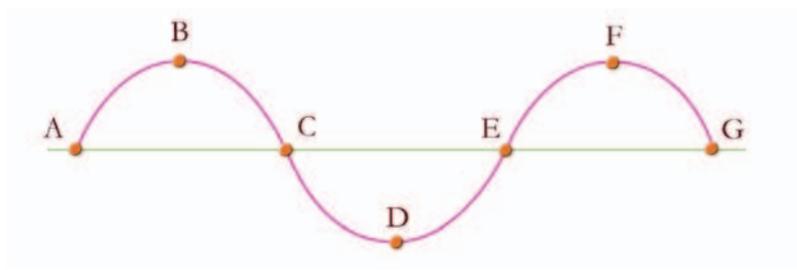
d) Observá el diagrama de una onda transversal y copialo en tu carpeta junto con las frases 1 y 2. Luego completá las frases con las letras correspondientes que aparecen en el diagrama.



La longitud de onda está indicada con la letra ____.

La amplitud de la onda es la indicada por la letra ____.

e) Copiá en tu carpeta el siguiente diagrama e indicá qué intervalo representa una longitud de onda completa.

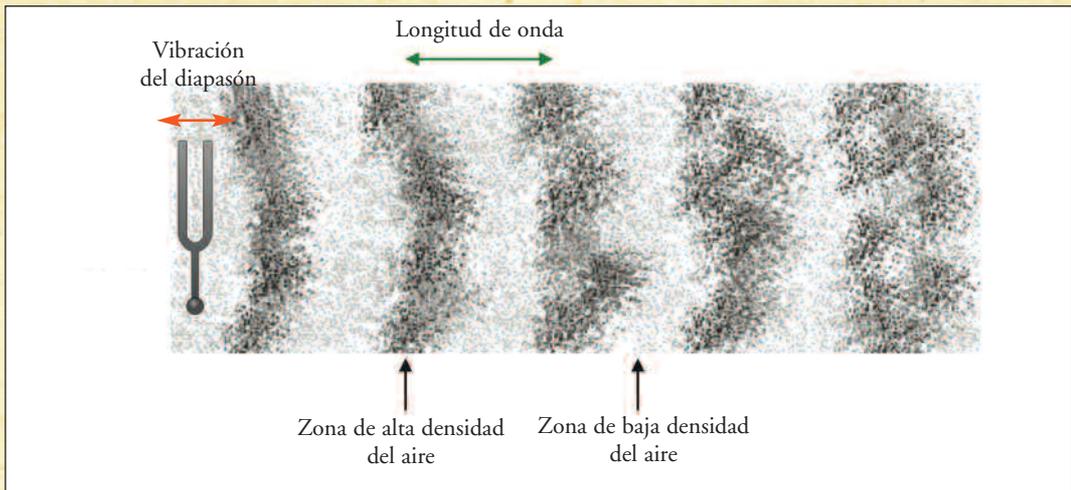


Hasta acá estuviste aplicando el concepto de longitud de onda a esquemas de ondas periódicas transversales. Observaste que para determinar la longitud de una onda, en la curva que la representa, se considera la distancia entre dos puntos máximos o dos mínimos. Ahora vas a estudiar cómo se determina la longitud de onda en las periódicas longitudinales.

f) Leé el siguiente texto.

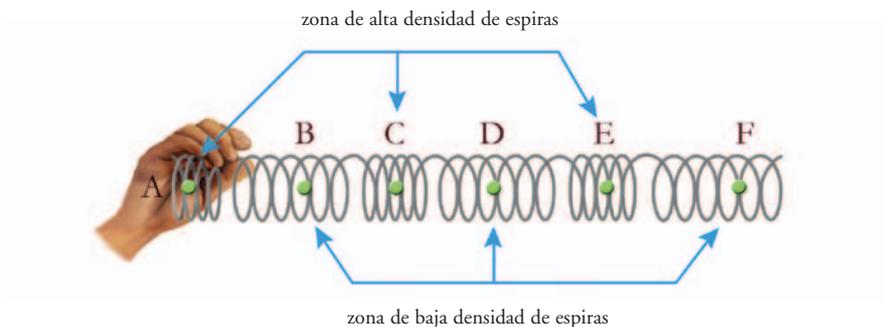
• • • ¿Cómo se determina la longitud de onda de una onda longitudinal?

Cuando se transmite una **onda longitudinal** en un material, las partículas se desplazan en la dirección en la que la onda se propaga. Esto da origen a zonas donde las partículas están más concentradas (es decir, donde la densidad del material es mayor) que se alternan con zonas de densidad menor. Entonces, para determinar su longitud de onda, se mide la distancia entre dos puntos equivalentes en ciclos vecinos, por ejemplo desde un punto donde la densidad es máxima hasta el punto equivalente en el ciclo siguiente.



Las **ondas sonoras** son un ejemplo de ondas longitudinales. Tal como lo muestra la figura, cuando el diapasón (que es un artefacto metálico sonoro con forma de Y, que se usa para afinar instrumentos musicales) vibra rápidamente, el aire a su alrededor se perturba. Las moléculas del aire perturbadas chocan con sus vecinas y esos choques hacen que la vibración se transmita a ellas. En cada región del aire, las moléculas se acercan y se apartan alternadamente. Esto hace que, en cada instante, se alternen zonas de aire más comprimido con zonas de aire menos comprimido. Estas zonas son características de todas las ondas longitudinales y para medir su longitud se mide la distancia entre dos puntos de máxima densidad en zonas de compresión sucesivas.

1. Igual que en el aire, las ondas longitudinales que se propagan en un resorte, producen zonas de diferente densidad, en este caso de espacios. Observa y anota en tu carpeta qué puntos del resorte de la siguiente figura están separados por una distancia igual una longitud de onda y qué puntos distan una longitud de onda y media.



- g) Con esta consigna vas a analizar la relación entre el período y la frecuencia de una onda. Busca en tu carpeta la definición de frecuencia y la de período que anotaste luego de consultar la bibliografía en el punto **1** de la consigna **c** de esta actividad. Luego reúne con un compañero para resolver los siguientes puntos **1** y **2**.

1. Lean con detenimiento el siguiente párrafo; en él se expresa la relación entre frecuencia y período. Coméntenlo entre ustedes y con el docente.

El **período** y la **frecuencia** de una onda son características que sólo dependen de la perturbación que origina la onda y que no son modificadas por la manera en que la onda se propaga. Pero el período y la frecuencia están directamente relacionados entre sí. Cuanto mayor es el período de una onda, más demora en repetirse y, por lo tanto, menos veces (con menor frecuencia) se repite en un segundo.

Por ejemplo, si la frecuencia es 4 Hz, quiere decir que se completan 4 ciclos por segundo, y el tiempo de cada ciclo será

$$\frac{1}{4}$$

Matemáticamente, la relación entre el período (T) y la frecuencia (f) se expresa así:

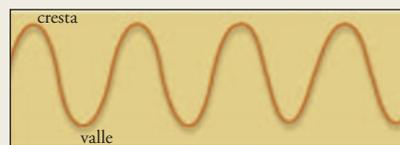
$$T = \frac{1}{f}$$

que equivale a:

$$f = \frac{1}{T}$$

2. Copien cada problema y luego resuelvanlo en la carpeta.

- El gráfico muestra una onda que tiene una amplitud de 5 cm y una frecuencia de 16 Hz, y la distancia desde una cresta hasta el valle más cercano es de 8 cm. Determiná el período de esta onda.



- Un mosquito agita sus alas 1250 veces por segundo. ¿Cuánto vale el período de este movimiento?



- h) Escribí en tu carpeta los pares formados por cada característica de las ondas y la magnitud que le corresponde.

CARACTERÍSTICAS

- Longitud de onda
- Período
- Frecuencia

MAGNITUDES

- Número de veces
- Distancia
- Tiempo



6. Relación entre la frecuencia y la longitud de onda



a) Existe una relación muy precisa entre la velocidad, la frecuencia y la longitud de onda. Para descubrirla, realiza la siguiente experiencia. Si es posible, hazla con un compañero.



Paso 1. Atá una soga a un soporte y agítá rítmicamente el extremo libre, generando ondas periódicas.

Paso 2. Mantené constante la tensión en la soga y comprobá lo que ocurre cuando realizá las siguientes variaciones:

- Si agitás rápido las ondas son cortas, si agitás despacio, las ondas son largas.
- Si agitás el doble de rápido, las ondas son la mitad de largas.

Entonces, no importa lo rápido que agites, la velocidad con que viajan las ondas siempre es la misma.

Paso 3. Anotá en tu carpeta todas las observaciones que hiciste.

b) Anotá la siguiente afirmación en tu carpeta y completala:

Si en un material todas las ondas se propagan con la misma velocidad, las que se repiten más veces por segundo, es decir, las de frecuencia tienen longitud de onda más

- ¿La afirmación anterior, podría ser una conclusión de tus experimentos anteriores con la soga? ¿Por qué?

c) Leé el texto que figura a continuación y anotá en tu carpeta las ideas principales que encuentres sobre las características de las ondas.

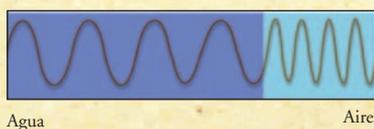
• • • Relación entre velocidad, frecuencia y longitud de ondas

En muchos materiales o medios, como en una soga o un resorte, la **velocidad** (v) de todas las ondas es la misma, independientemente de su frecuencia o amplitud. En los medios de este tipo, las ondas de frecuencia (f) grande tienen longitud de onda (λ) corta y viceversa y se cumple la relación:

$$f \cdot \lambda = v$$

Esta relación se conoce con el nombre de **ecuación de las ondas**.

El período y la frecuencia de una onda son características que sólo dependen del mecanismo que produce a la onda y no son modificadas por la manera en que la onda se propaga. Por esta razón, si una onda pasa de un medio a otro medio diferente, su frecuencia y su período no se modifican. Pero si en el nuevo medio la onda viaja más despacio, su longitud de onda se acorta. En otras palabras, si una onda se frena, también se comprime. Por ejemplo, cuando una onda sonora de determinada frecuencia viaja por el agua y pasa al aire. Se podría esquematizar de la siguiente manera:



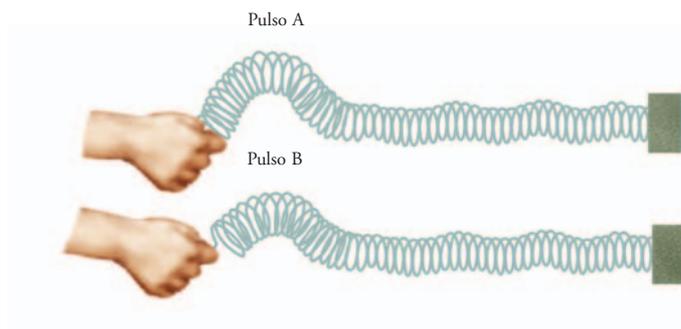
1. Observá la ecuación de las ondas que se da en el texto anterior y respondé:

- ¿Qué sucederá con la longitud de una onda cuando su velocidad aumenta? ¿Y si su velocidad disminuye?
- ¿La velocidad y la longitud de ondas son inversa o directamente proporcionales?

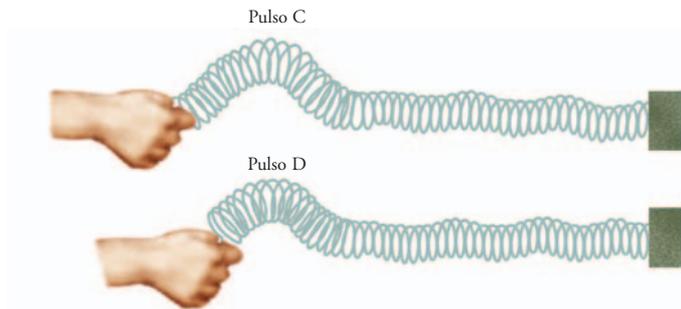
2. Observá el esquema del texto anterior y explicá qué características de una onda cambian cuando se frena porque pasa de un medio a otro.

d) De acuerdo con lo que observaste en la experiencia que realizaste en **a** y lo que leíste en el texto anterior, respondé a las siguientes consignas.

1. ¿Cuál de los pulsos representados en el siguiente dibujo se propagará más rápido en el mismo resorte estirado? Justificá tu respuesta.

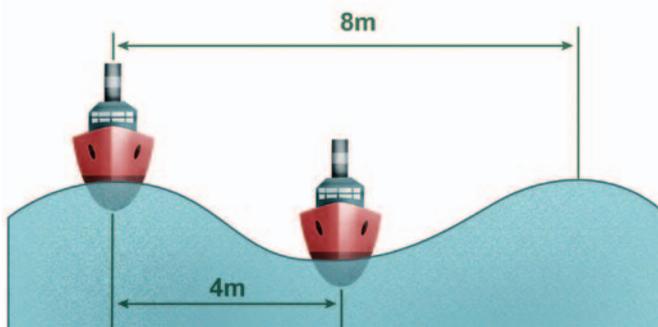


2. ¿Cuál de los pulsos representados en el siguiente dibujo llegará antes al otro extremo del mismo resorte? Justificá tu respuesta.



3. Alguien afirma que si se duplica la frecuencia con que se producen las perturbaciones, la velocidad de propagación de las ondas se duplica. Explicá si la afirmación es verdadera o falsa y fundamentá tu decisión.

4. Dos botes están anclados a una distancia entre sí de 4 metros. Las olas hacen que suban, bajen y vuelvan a subir, una vez cada 2 segundos, es decir, en un período de 2 segundos. Cuando un bote está en la cresta de una ola, el otro se encuentra en el valle más próximo. Calculá la velocidad con que viajan las olas en el agua.



5. Al pasar de un medio a otro, la longitud de onda de una onda armónica aumenta. ¿En cuál de los medios la onda se propaga más rápidamente?

6. Una onda sonora tiene una longitud de onda de 6 m y se propaga con una velocidad de 340 m/s, ¿cuál es su frecuencia?

7. Una onda transversal tiene las siguientes características: la diferencia de altura entre una cresta y un valle es de 4 cm, la distancia horizontal entre un valle y la cresta más próxima es de 6 cm y la frecuencia es de 10 Hz. Determiná cuánto valen:

- la amplitud;
- el período;
- la longitud de onda;
- la velocidad.

Hasta aquí estudiaste las diferentes características de una onda y pudiste analizar que la velocidad de las ondas varía cuando el medio por el que se propaga cambia, ahora estudiarás los fenómenos que se producen justamente en esos casos, cuando una onda pasa de un medio a otro.

TEMA 3: CAMBIOS EN LOS MEDIOS Y EN LAS ONDAS

Seguramente recordarás que la refracción y la reflexión son dos fenómenos relacionados con la luz que estudiaste en la unidad 3 del Cuaderno de estudio 2. Por ejemplo, estudiaste que la refracción de la luz blanca en las gotas de lluvia provoca la aparición del arco iris y que la reflexión o rebote de la luz te permite verte en un espejo. Ahora podrás comprender que no sólo las ondas electromagnéticas visibles, es decir, la luz, se reflejan y refractan y con ello también profundizarás lo que sabías sobre estos fenómenos y la luz.



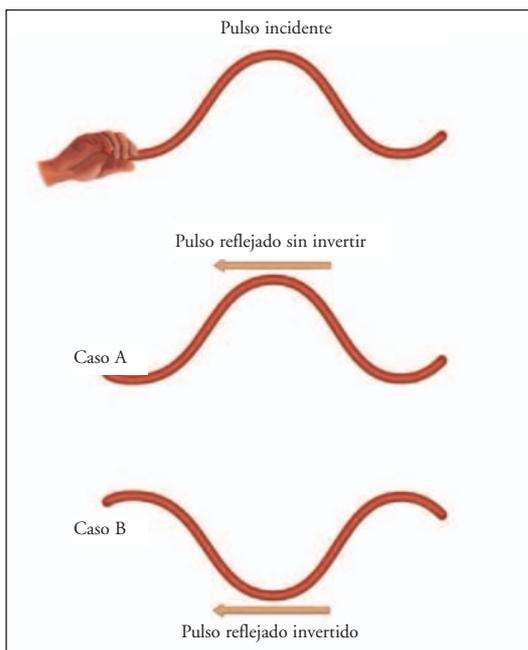
Para realizar la próxima actividad vas a necesitar dos sogas de diferente grosor.

A

7. Reflexión y refracción de ondas



a) Volvé a experimentar con la soga elástica atada a un soporte fijo, pero ahora prestá atención a lo que sucede con un pulso cuando llega al punto donde la soga está atada. Recordá que siempre es interesante compartir estas experiencias de observación con un compañero para poder mirar y registrar simultáneamente.



Paso 1. Dibujá en tu carpeta un esquema que represente qué sucedió con el pulso.

- ¿Podrías afirmar que el pulso se ha reflejado al llegar al soporte? Fundamentá tu respuesta.

Paso 2. Si en lugar de atar la soga a un soporte fijo se ata a un anillo unido al soporte fijo, el extremo de la soga puede desplazarse libremente. Este tipo de soporte se denomina *soporte móvil*. Entonces, el pulso no sólo se refleja, sino que también se invierte.

- En los siguientes esquemas de los casos A y B, identificá cuál corresponde a la reflexión del pulso en un soporte fijo y cuál en uno móvil.

b) Observá qué sucede cuando un pulso que viaja en una soga llega a la unión con otra soga diferente. Para ello:

Paso 1. Uní, atándolas, dos sogas de grosor diferente y atá el otro extremo de la más gruesa al soporte fijo.

Paso 2. Producí un pulso en el extremo libre y observá qué sucede cuando el pulso llega a la unión de las dos sogas.

- c) Lee la siguiente frase y fijate si coincide o no con tu observación.

Una parte del pulso se transmite y otra se refleja. La amplitud de cada uno de estos pulsos es menor que la del pulso original, cuya energía se ha repartido entre los dos nuevos pulsos.

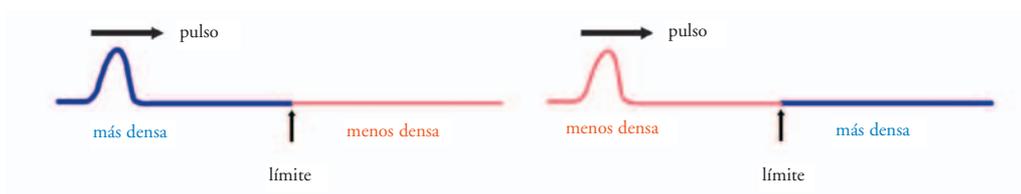


- d) Hacé la experiencia sosteniendo las sogas unidas por diferentes extremos. Pedí ayuda a otros compañeros para armar los dispositivos; no importa de qué año sean, ya que en este caso van a ser tus ayudantes.

Paso 1. Primero sostené por el extremo de la soga más densa (A) y luego por el de la menos densa (B).

Paso 2. Los esquemas que aparecen a continuación representan el inicio de cada situación. Agregá para cada caso un esquema de lo que haya sucedido con la forma del pulso reflejado.

Paso 3. Pensá cuál de los dos casos el pulso reflejado aparecerá invertido.



- e) Lee el siguiente texto, que amplía la información sobre lo que observaste en tus experiencias.

• • • Las ondas y los cambios en el medio: reflexión y refracción

Muchas veces, como en el ejemplo de las sogas unidas, las ondas que se propagan en un medio llegan al límite que separa ese medio de otro diferente. Entonces, una parte de la energía de la onda vuelve al mismo medio y se dice que la onda se refleja. Este fenómeno se denomina **reflexión de ondas**.

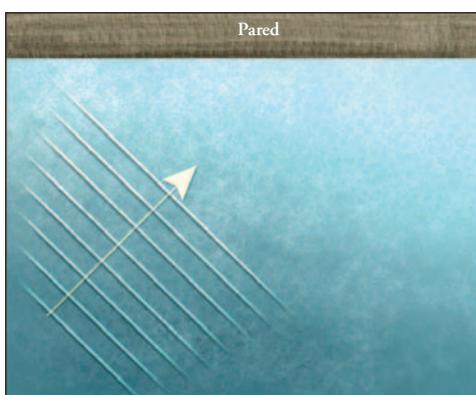
Otra parte de la energía de la onda se transmite al segundo medio, por donde se propaga con otra velocidad, se dice que la onda se refracta y el fenómeno se llama **refracción de ondas**.

Además, si las ondas viajan en un material plano, como la superficie del agua donde se propagan las olas, o en el espacio, donde viajan las ondas sonoras, su dirección de propagación se modifica cuando se reflejan o se transmiten.

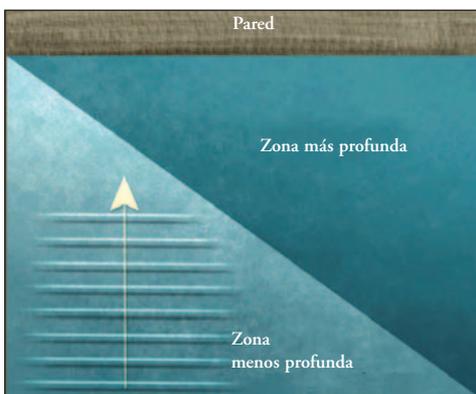
Estos fenómenos son los mismos que estudiaste en la unidad 3 del CUADERNO DE ESTUDIO 2, cuando analizaste los temas de óptica y trabajaste con rayos de luz. También en la unidad 4 estudiaste que las ondas sísmicas son producidas por fracturas y movimientos del material en el subsuelo terrestre. Estas ondas viajan por el interior del planeta y llegan a la superficie, donde pueden causar desastres a su paso. Los científicos han instalado centros de observación y registro de las ondas sísmicas en muchísimos lugares distribuidos por toda la superficie del planeta. A cada una de estas estaciones, las ondas llegan desde el punto donde se generan, recorriendo diferentes caminos y se desvían y reflejan cuando las propiedades del material que atraviesan se modifican. Las diferencias entre lo registrado en distintas estaciones permiten a los geólogos deducir cómo es la estructura del interior terrestre, inalcanzable por cualquier medio.



1. Completá esta lectura consultando los textos sobre la reflexión y la refracción de ondas. Buscá información sobre cómo se modifica la dirección de propagación cuando las ondas se propagan en el espacio y llegan a una superficie que separa dos materiales diferentes. Tal vez encuentres esta información referida específicamente a luz (ondas luminosas). Tené en cuenta que el comportamiento de la luz es, en este sentido, similar al de todas las ondas. Luego, resolvé las siguientes consignas.
2. La reflexión de ondas sonoras en superficies rígidas es la causa de los ecos, como los que se escuchan después de gritar frente en un alto acantilado. ¿Cambia la onda al reflejarse? ¿Se modifica su velocidad, su longitud de onda, su frecuencia, su amplitud? ¿Por qué?
3. La figura muestra ondas planas en la superficie de un estanque, que se acercan a una pared. Copiala en tu carpeta y dibujá sobre la figura cómo se propagan las ondas después de chocar con la pared.



4. El esquema muestra ondas planas en la superficie del agua, que avanzan de una zona menos profunda a otra de mayor profundidad, donde se propagan más rápidamente.
 - ¿En cuál de las regiones es más corta la longitud de onda?
 - Copiá el esquema en tu carpeta y completalo dibujando las ondas que se transmiten a la otra zona.



A

8. Lo que aprendiste sobre la propagación de las ondas

Antes de empezar realizar las siguientes actividades, volvé a leer los textos que están recuadrados y también las anotaciones que hiciste en tu carpeta. Te servirán para resolver estas consignas de integración. No olvides registrar tus respuestas en la carpeta.

a) Leé la siguiente situación y luego completá las oraciones.

Una persona produce ondas transversales en la superficie del agua. Al tocar la superficie en un punto, se observa que se propaga una perturbación con forma de circunferencia que se va haciendo cada vez más amplia.

1. Cuando la perturbación del agua pasa por un punto donde flota una hojita, la hojita se mueve hacia
2. La onda transversal produce movimientos y se propaga en la dirección.....
3. La amplitud de la onda es la que alcanza la hojita, medida desde el nivel del agua calma.
4. La onda transporta que la persona transmitió al agua. A medida que la onda avanza y se agranda, la energía transmitida al agua por la persona se reparte entre cada vez más puntos y por eso, cuanto más alejado está un punto del centro le llega energía la onda. Es decir, la amplitud de la onda se a medida que la onda avanza.

b) Contestá en tu carpeta las preguntas relacionadas con el sonido de las cigarras en tu carpeta.

• • • El canto de las cigarras

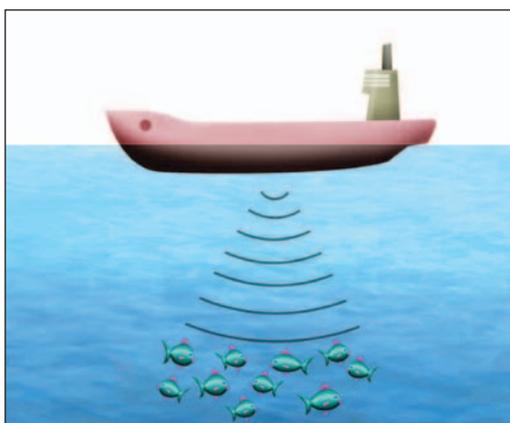
Las cigarras macho producen sonidos al hacer vibrar una membrana, llamada *timbal*, ubicada en sus patas traseras. Estos sonidos son ondas longitudinales que se transmiten en el aire en todas direcciones.

1. Si la cigarra se escucha desde cualquier lugar de los alrededores es porque no hay ningún obstáculo, ¿qué forma te parece que tendrán los frentes de ondas que se propagan desde el insecto?
2. La amplitud de una onda sonora está relacionada con la intensidad del sonido. Dos personas que están a la misma distancia de la cigarra, pero en lugares diferentes, escuchan los sonidos con la misma intensidad, porque los oídos de ambas recogen ondas sonoras de igual amplitud. Pero cuanto más alejada está una persona de la cigarra, menos intenso escucha el sonido, es decir, menos energía sonora captan sus oídos. ¿Qué sucede con la amplitud de la onda sonora a medida que se propaga?

c) Con la información sobre ecolocalización, respondé las preguntas que aparecen a continuación.

• • • Ecolocalización

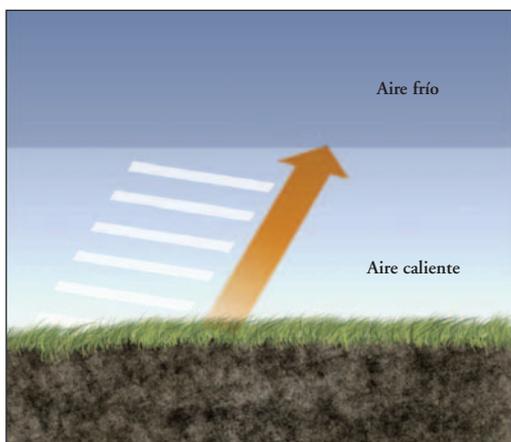
Los murciélagos y otros animales detectan a sus presas o a los obstáculos que los rodean emitiendo o recibiendo sonidos de gran frecuencia y escuchando sus ecos. Según el tiempo que demore en escucharse el eco, pueden calcular la distancia a la que está el ser vivo o el objeto, en el que se reflejó el sonido. Este mismo mecanismo es usado en el mar para ubicar objetos sumergidos. El diagrama muestra un barco pesquero que utiliza un sistema de ecolocalización, denominado *sonar* para detectar cardúmenes. El sonar emite un breve pulso sonoro y detecta el eco 0,2 segundos más tarde. El sonido viaja en el agua de mar a una velocidad (v) de unos 1500 m/s .



(Recordá la expresión $v = \frac{d}{t}$)

1. ¿Qué distancia recorre el sonido en 0,2 s?
2. ¿A qué distancia por debajo del barco se encuentra el banco de peces?
3. Si la frecuencia (f) del sonido usado es de 20.000 Hz ¿cuál es la longitud de onda (λ) de las ondas sonoras en el agua?
4. Si las mismas ondas se propagaran en el aire (a una velocidad de 340 m/s), ¿qué longitud de onda (λ_1) tendrían?

d) Los sonidos viajan más rápidamente cuanto mayor temperatura posee el aire. Imaginá que en una determinada región, el aire está dividido en dos capas, una cercana al suelo, de aire caliente, y otra capa superior, de aire más frío. Un frente plano de ondas sonoras se propaga hacia arriba, como indica la figura.



1. ¿Qué ocurrirá cuando el frente plano de ondas sonoras llegue a la frontera entre las dos capas de aire?
2. ¿Cómo se llama este fenómeno? ¿En qué condiciones se produce?
3. ¿Por qué la longitud de onda de los sonidos se acorta cuando pasan al aire frío?
4. Copiá el diagrama en tu carpeta y completalo, indicando la dirección en que se traslada el frente de ondas en el aire frío.
5. Si el aire se hiciera cada vez más frío a medida que se ascendiera, ¿el sonido viajaría cada vez más verticalmente o más horizontalmente?

Para finalizar

Tal como estudiaste en esta unidad, las ondas son un fenómeno muy conocido. En todos los fenómenos referidos a las ondas existe energía que viaja de un punto a otro de un material sin que la materia se desplace de sus posiciones. Además, según el material o el medio por el cual se propagan, las ondas se clasifican en mecánicas o electromagnéticas. Las ondas mecánicas, como las de sonido, requieren un medio elástico para propagarse y las electromagnéticas, como las de la luz, no requieren de ningún medio, es decir, que pueden propagarse en el vacío. Las ondas también pueden clasificarse según cómo vibran respecto de la dirección de propagación y así estudiaste que pueden existir las ondas transversales y las longitudinales.

En esta unidad también estudiaste las ondas periódicas, es decir, aquellas que se originan a partir de pulsos que se repiten a intervalos de tiempo regulares, dentro de este grupo de ondas analizaste especialmente las armónicas. Con ellas pudiste conocer algunos conceptos físicos que se utilizan para caracterizar a las ondas.

También estudiaste que la frecuencia de una onda depende de las propiedades del medio en el que se propaga la perturbación. Por ejemplo, las ondas sonoras se propagan por el aire a una velocidad menor que a través de los sólidos. Las ondas electromagnéticas que se propagan en el vacío, es decir, que no requieren un medio que se perturbe para propagarse, lo hacen a una velocidad muy alta, de 300.000 km/s (esta es la velocidad de la luz, que se suele designar con la letra C).

Por último, analizaste los fenómenos que ocurren cuando las ondas cambian de medio: la refracción o cambio de dirección y la reflexión o rebote.

Pese a haber estudiado tantas cuestiones sobre las ondas existen otros fenómenos propios que también las caracterizan y que todavía no estudiaste, por eso, en la unidad siguiente vas a seguir profundizando el tema de las ondas.