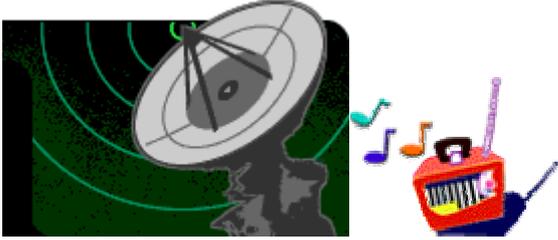


FENOMENOS ONDULATORIOS



La antena de la emisora emite las ondas electromagnéticas que tu aparato de radio convierte en ondas sonoras.

Los fenómenos ondulatorios son parte importante del mundo que nos rodea. A través de ondas nos llegan los sonidos, como ondas percibimos la luz; Se puede decir que a través de ondas recibimos casi toda la información que poseemos.

A partir del análisis de fenómenos ondulatorios tan sencillos como las olas que se extienden por una charca o las sacudidas que se propagan por una cuerda tensa trataremos de estudiar las características generales de todos los movimientos ondulatorios.

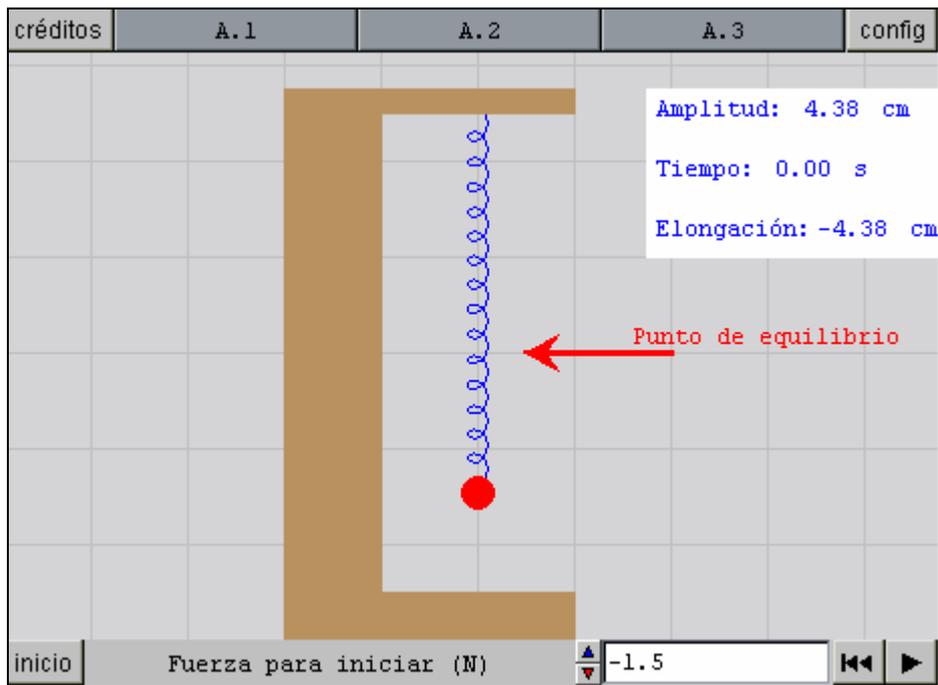
El botón avanzar te llevará a conocer de forma concreta los objetivos de la unidad.

DEFINICIÓN DE VIBRACIÓN ARMÓNICA

Todos los fenómenos ondulatorios se caracterizan porque transmiten algún tipo de vibración. Por eso es lógico estudiar primero las vibraciones, en particular las vibraciones armónicas.

Una partícula que oscila alrededor de un punto de equilibrio, sometida a una fuerza proporcional a la distancia a ese punto, tiene un **movimiento vibratorio armónico simple**.

Un muelle al que hace vibrar una fuerza que lo aparta del equilibrio es un buen ejemplo. En la siguiente escena podrás estudiar su movimiento.



A.1: Estira el muelle de la figura hacia abajo con ayuda del ratón o con las flechas del control superior. El botón animar equivale a soltar el muelle ya estirado. Contesta a las siguientes preguntas: ¿Dónde está el punto de equilibrio? ¿Hacia qué lado de la oscilación se alcanza mayor distancia al punto de equilibrio?

A.2: ¿Qué te parece que es la elongación? ¿Y la amplitud? Prueba a dar varios valores a la fuerza iniciadora (entre un valor y otro debes pasar por inicio) ¿De qué depende la amplitud?

A.3: Llamamos periodo al tiempo que tarda el muelle en dar una oscilación completa (ida y vuelta). Para que lo calcules con mayor exactitud, déjalo oscilar diez veces antes de parar la vibración (con el botón pausa). ¿Cuánto vale el periodo?. ¿Cómo varía si modificamos la amplitud de la oscilación.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

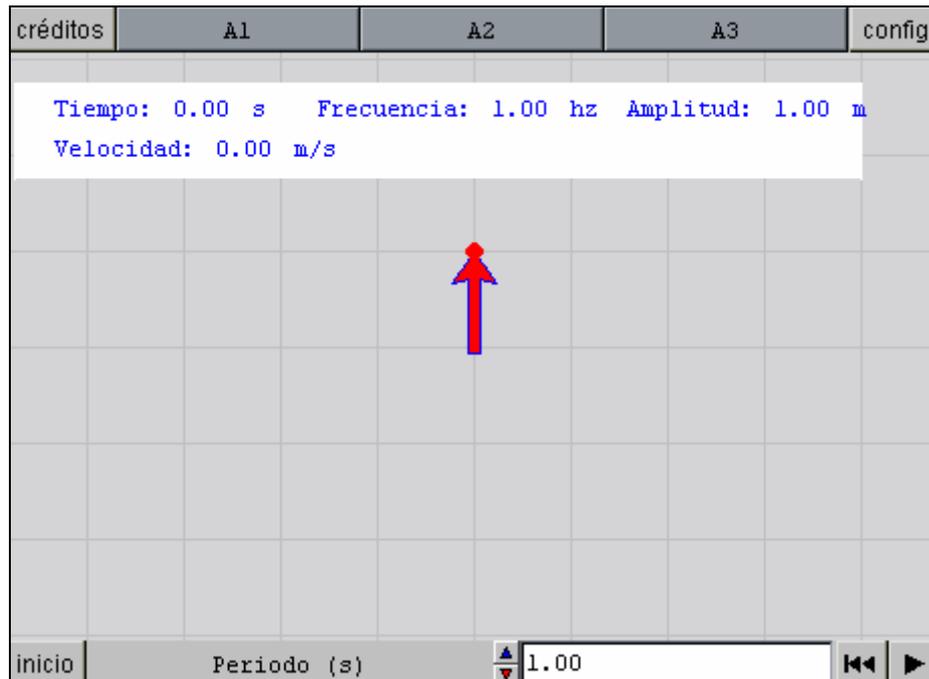
RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

MAGNITUDES IMPORTANTES EN UNA VIBRACIÓN

En el mundo podemos encontrar muchos ejemplos bastante aproximados de vibración armónica: un punto de una cuerda de guitarra después de pulsarla, el temblor del extremo de una lámina metálica cuando se la golpea... En todos ellos hay algunas **magnitudes características comunes**. Estas magnitudes van a ocupar también un papel importante en la comprensión de las ondas.

En la siguiente escena tratamos de estudiarlas, no con un muelle u otro ejemplo similar, sino con una partícula sometida a una vibración armónica por causas que no nos importan. Sólo nos interesa conocer las magnitudes que describen ese movimiento y algunas relaciones entre ellas.



A.1: La escena te permite cambiar el periodo, el tiempo que se tarda en dar una oscilación completa. La frecuencia es el número de oscilaciones completas que se dan en un segundo y su unidad se denomina herzio (hz). Después de probar con varios valores para el periodo, trata de contestar a la siguiente pregunta: ¿Qué relación ves entre la frecuencia y el periodo?

A.2: También puedes cambiar la amplitud y dirección del movimiento. Te basta pinchar con el ratón en el extremo de la flecha y arrastrar este punto a cualquier lugar de la escena. ¿Cómo se alteran el periodo y la frecuencia al cambiar la amplitud y la dirección?. ¿Qué magnitud varía claramente con la amplitud? ¿En qué punto de la oscilación se alcanza la velocidad máxima?

A.3: Varía ahora el periodo sin alterar la amplitud. ¿Cómo varía la velocidad máxima? ¿Ves alguna relación entre frecuencia y velocidad máxima? Intenta deducir una expresión matemática que relacione la velocidad máxima con la amplitud y la frecuencia.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE LAS VIBRACIONES ARMÓNICAS

Una vibración armónica se produce cuando una partícula oscila alrededor de un punto de equilibrio, de forma que su velocidad es máxima al pasar por el punto de equilibrio y nula en los extremos de la oscilación.

En toda vibración armónica son importantes las siguientes magnitudes:

Elongación Distancia hasta el punto de equilibrio
Amplitud Valor máximo de la elongación
Periodo Tiempo que invierte la partícula en dar una oscilación completa
Frecuencia Número de oscilaciones por unidad de tiempo. **Su valor es siempre el inverso del periodo.**

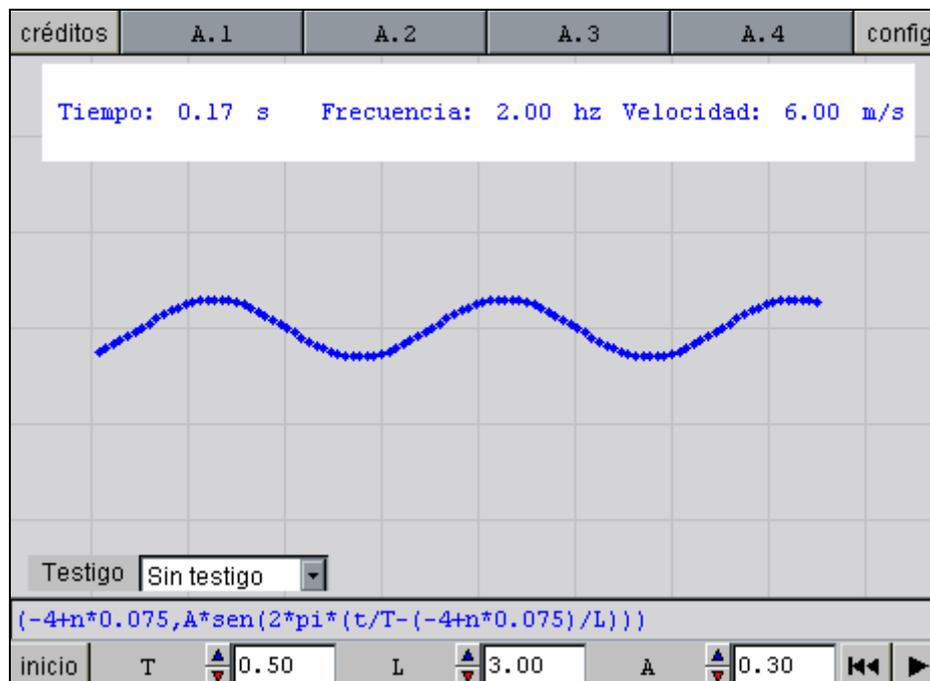
ONDAS TRANSVERSALES

Ya hemos indicado que una **onda es la propagación de una vibración**. Son fenómenos ondulatorios la transmisión de sacudidas por una cuerda tensa, las olas del mar, el sonido, la luz...

No obstante, tenemos que aclarar que no todos los movimientos ondulatorios se producen de la misma manera.

En aquellos casos en que la vibración se produce de forma perpendicular a la propagación del movimiento, se dice que estamos ante **ondas transversales**. La luz, por ejemplo, es un fenómeno ondulatorio transversal.

Las ondas transversales más sencillas de estudiar son la transmisión de vibraciones por una cuerda tensa. En la siguiente escena investigamos este caso, del que trataremos de extraer algunos conceptos y relaciones de interés general.



A.1: ¿Viajan las partículas con el movimiento ondulatorio?: Antes de contestar esta pregunta, sitúa un punto testigo en la escena y oprime el botón animar. Compara el movimiento de este punto con el de la onda y responde también esta otra pregunta: ¿Qué ángulo forma el movimiento de la partícula con la propagación de la onda?

A.2: Prueba a cambiar varias veces los valores del periodo y la amplitud y observa sus efectos. ¿Cómo definirías periodo frecuencia y amplitud a la vista de lo que observas? ¿Qué relación observas entre dos de ellas?

A.3: Cambia el valor de esta magnitud varias veces. ¿Cómo la definirías? ¿Tiene algo que ver con la amplitud?

A.4: Investigaremos qué es la velocidad de propagación. Se trata de la velocidad con que se trasladan las ondas y no tiene nada que ver con la velocidad de vibración de las partículas. Prueba a dar varios valores al periodo y la longitud de onda, anotando estos datos y las velocidades de propagación que se obtienen. ¿Ves alguna relación matemática entre las tres magnitudes?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

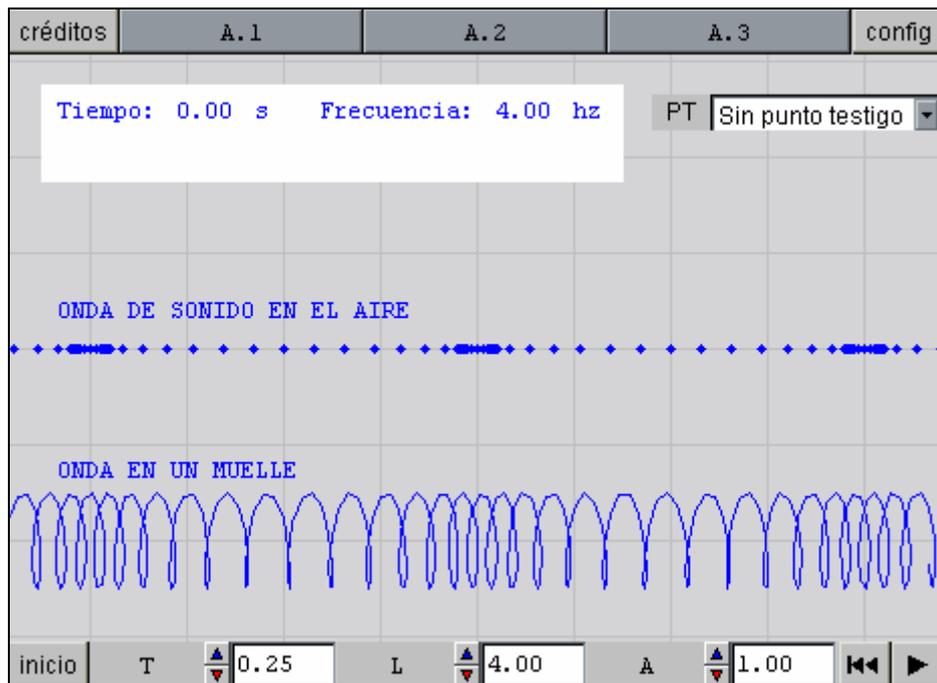
PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

ONDAS LONGITUDINALES

Se producen **ondas longitudinales** cuando la vibración que se transmite y la propagación tienen la misma dirección.

Un buen ejemplo de este tipo de fenómeno es la transmisión del sonido por un medio fluido. Si pones la mano delante de la boca al hablar te darás cuenta de los "golpes" de aire que golpean tu mano cuando sus partículas vibran en la misma dirección en que transportan tus palabras.

Sin embargo, el ejemplo más fácil de visualizar es el de las oscilaciones que se transmiten a lo largo de un muelle. En la siguiente escena estudiamos simultáneamente el movimiento de las ondas de sonido en el aire y la transmisión de oscilaciones longitudinales por un muelle.



A.1: Haz aparecer el punto testigo y pulsa animar. Así comprobarás la definición de este tipo de ondas. ¿Qué fase podríamos asimilar a las crestas de las ondas transversales? ¿Qué propiedad física macroscópica podría asociarse con las crestas de sonido? ¿Y con los valles?

A.2: Modifica varias veces los valores de la amplitud. ¿Qué efecto tiene sobre las ondas de sonido? ¿Y sobre las ondas en los muelles? ¿Cómo identificará el oído un sonido con una gran amplitud?

A.3: Modifica los valores del periodo. ¿Qué efecto se produce sobre las ondas? ¿Conoces alguna característica del sonido que dependa de este efecto?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación".

Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

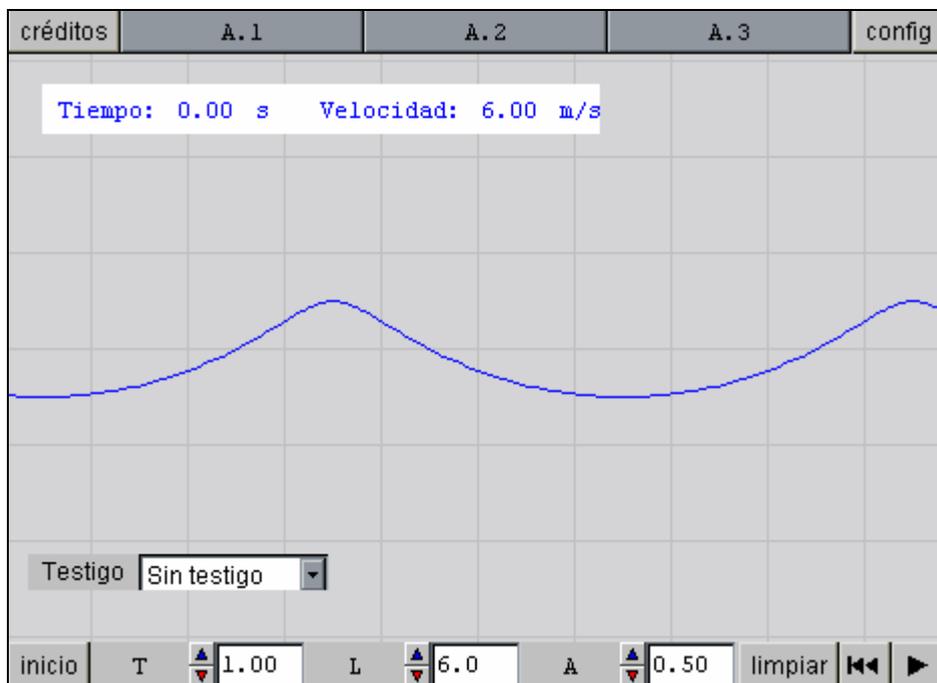
PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

LAS OLAS DEL MAR



Hemos visto que existen ondas transversales y longitudinales. Cuando desde una playa observamos acercarse las olas, nos parecen un buen ejemplo de ondas transversales. Sin embargo, las olas del mar, o las que se forman sobre cualquier superficie acuática, son un caso peculiar de movimiento ondulatorio sobre el que merece la pena detenerse.

En las dos escenas siguientes estudiamos esta peculiaridad.



A.1: Si apretamos directamente el botón animar, parece que nos encontramos ante ordinarias ondas transversales. Aumentemos la amplitud al máximo. ¿Notamos ahora alguna diferencia?. Si hacemos aparecer el punto testigo estaremos en condiciones de contestar a la pregunta inicial.

A.2: ¿Arrastran las olas las partículas flotantes?. Para contestar esta pregunta fijate bien en el movimiento del punto testigo. ¿qué trayectoria tiene? ¿Qué puede pasar cuando la ola se acerca a la orilla de la playa?.

A.3: ¿Cumplen las olas las leyes normales de las ondas? Deberías ver sobre todo si son realmente periódicas y si cumplen la ley que relaciona longitud de onda, velocidad y periodo. Repite las experiencias que hiciste al respecto con las ondas transversales.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

CONCLUSIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LAS ONDAS

Un movimiento ondulatorio consiste en la propagación de una vibración a través de un medio.

Si la vibración es perpendicular a la propagación, el movimiento ondulatorio es **transversal**. Este es el caso de la luz, por ejemplo.

Si la vibración tiene la misma dirección que la propagación, el movimiento ondulatorio es **longitudinal**. Este es el caso del sonido. Puede haber movimientos ondulatorios que sean a la vez transversales y longitudinales, como las olas marinas.

Magnitudes importantes en todo movimiento ondulatorio:

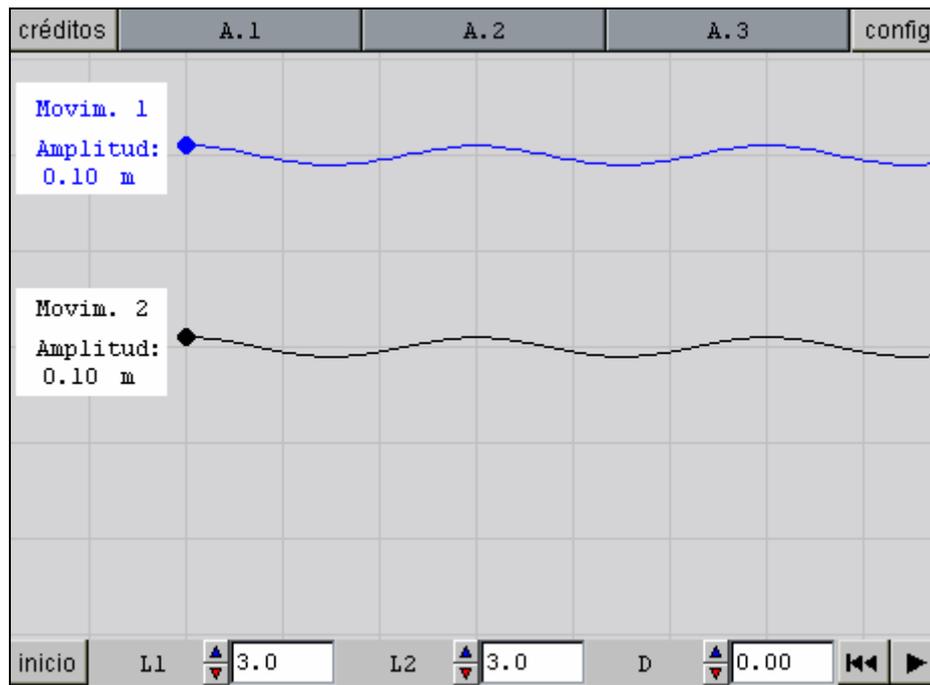
Periodo	Tiempo que tarda una onda en pasar por un punto. Se representa por T
Frecuencia	Número de ondas que pasa por un punto cada segundo. Su valor es inverso al periodo: $f = 1/T$
Amplitud	La máxima elongación de la vibración que se propaga
Longitud de onda	Distancia entre dos puntos de igual fase. Se representa por L
Velocidad de propagación	Velocidad con que se desplazan las crestas de las ondas. Se cumple la relación: $v = L \cdot f$ o también $v = L/T$

EL FENÓMENO DE LA INTERFERENCIA

Cuando dos movimientos ondulatorios de igual naturaleza atraviesan la misma región del espacio, sus ondas se superponen, es decir se produce **interferencia**. Alguna vez has sido plenamente consciente de este fenómeno cuando oyes mal tu emisora de radio predilecta por culpa de la interferencia con otra emisora.

Se trata de un fenómeno particular de las ondas. Las partículas, cuando colisionan, se desvían mutuamente; sólo las ondas pueden cruzarse y después proseguir su camino como si nada hubiera ocurrido.

El caso de interferencia más fácil de investigar es el que se produce cuando en una misma cuerda tensa se producen a la vez sacudidas en dos puntos diferentes. En la siguiente escena nos ocupamos de él.



A.1: Manteniendo en 0 el valor del desfase, asigna un valor a las amplitudes y pulsa el botón animar. Debajo de las dos ondas aparecerá el resultado: la interferencia constructiva de las dos ondas. Cambia la amplitud de cualquiera de ellas y observa el efecto del cambio. ¿Cómo explicarías en qué consiste la interferencia constructiva?

A.2: Ve cambiando ahora el desfase, 0.1, 0.2...¿Qué significa físicamente el desfase? La interferencia destructiva se produce con un desfase de media onda. ¿Cómo explicarías en qué consiste la interferencia destructiva?

A.3: Ondas moduladas

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

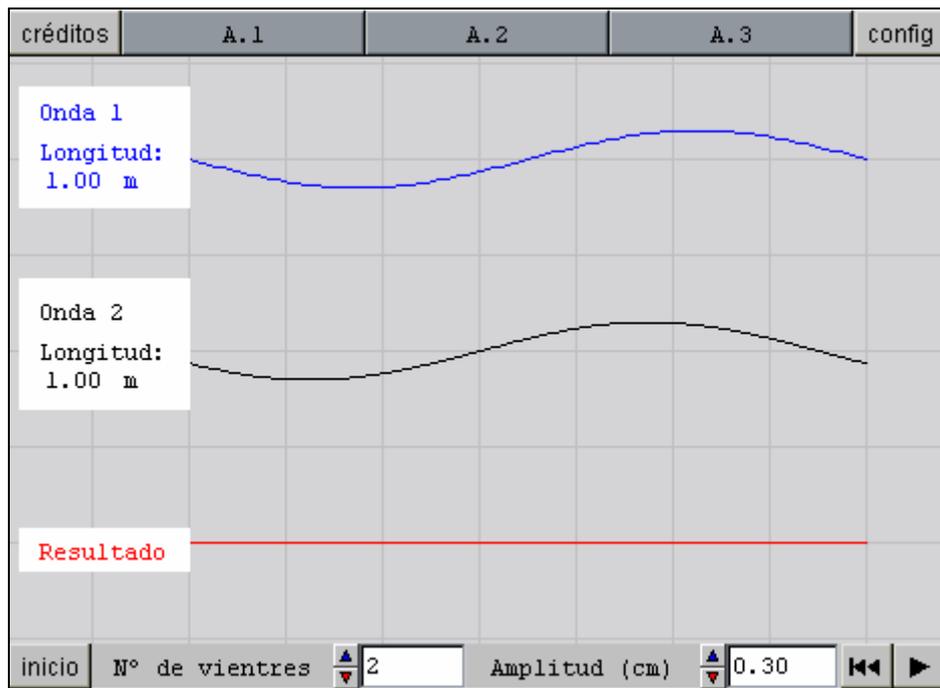
ONDAS ESTACIONARIAS

Cuando pulsas la cuerda de una guitarra, la vibración que produces se propaga hacia los dos extremos de la cuerda en los que se refleja. Este fenómeno se repite múltiples veces, de forma que lo que podemos percibir en la cuerda es la **superposición de dos movimientos ondulatorios idénticos, viajando en direcciones opuestas**.

El resultado de esta superposición se llama **onda estacionaria** porque parece que produce una onda "congelada" en el espacio, que no se propaga hacia ningún lado.

En fenómenos tales como la luz o el sonido es difícil percibir esta circunstancia porque resulta problemático conseguir dos haces de luz o de sonido idénticos y en sentidos opuestos. Con el sonido, por ejemplo, puedes leer en alguna enciclopedia cómo lo consiguió Kundt en un tubo con arena en su interior.

Nosotros estudiaremos el caso de las ondas que se cruzan en una cuerda de guitarra.



A.1: Pulsa el botón de animación de la escena. Observa los dos movimientos que se cruzan y el resultado de su interferencia. ¿Por qué crees que se llama onda estacionaria?

A.2: Altera el número de vientres con el control correspondiente. Según lo que ves, ¿cómo definirías el vientre de una onda estacionaria? Varía la amplitud ¿Cómo influye en la posición de los vientres?

A.3: Se llaman nodos los puntos que no participan de la vibración. ¿Qué relación ves entre el número de nodos y el de vientres?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

CONCLUSIONES SOBRE SUPERPOSICIÓN DE LAS ONDAS

Quando dos movimientos ondulatorios se propagan por la misma región del espacio, el efecto sumado de ambos sobre el medio se denomina interferencia.

La interferencia puede dar lugar a casos muy variados, destacando como más importantes:

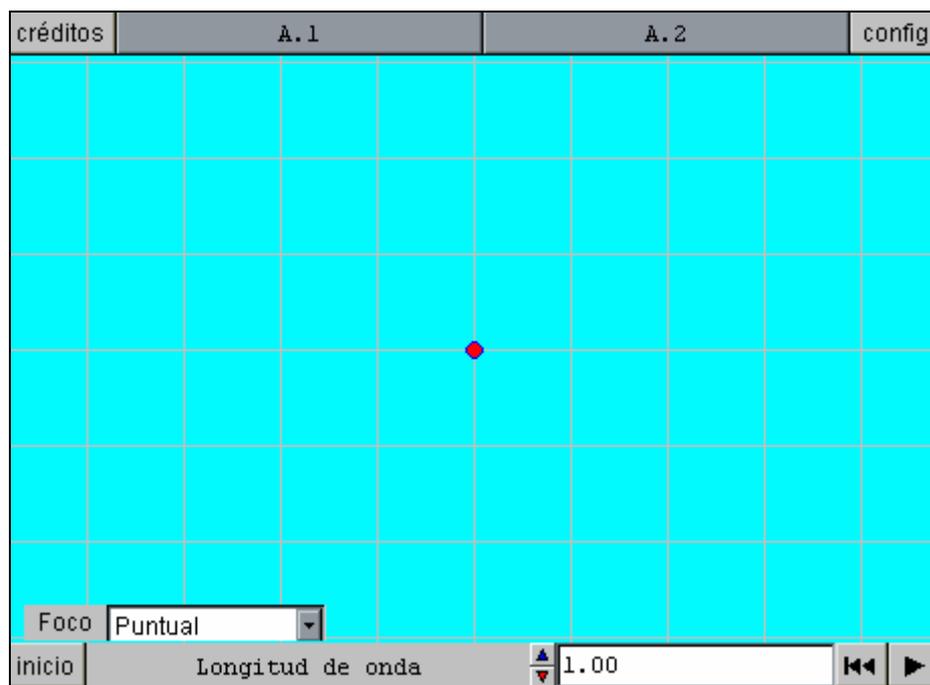
Interferencia constructiva	Se produce entre ondas de igual frecuencia y longitud de onda cuando están en fase. El resultado es una onda de igual frecuencia y longitud, pero con una amplitud igual a la suma de las componentes
Interferencia destructiva	Se produce entre ondas de igual frecuencia y longitud de onda si tienen un desfase de media onda. El resultado es una onda de igual frecuencia y longitud, pero con una amplitud igual a la diferencia de las componentes
Ondas estacionarias	Se produce entre ondas idénticas viajando en direcciones opuestas. En la onda resultante hay puntos (vientres) que vibran con una amplitud máxima igual a la de las ondas componentes, y puntos que permanecen en reposo todo el tiempo (nodos)

FRENTES DE ONDA

Quando estudiamos las ondas transversales que se transmiten por una cuerda estamos ante movimientos ondulatorios unidimensionales, se propagan sólo a lo largo de la cuerda.

Sin embargo el sonido o la luz se propagan en todas las direcciones a partir de un sólo foco. Se trata de movimientos ondulatorios tridimensionales. En este caso, muchos puntos están sometidos a la vez a la misma vibración y constituyen lo que llamamos un **frente de onda**.

El caso más fácil de estudiar es el de las ondas producidas en un estanque tirando una piedra o agitando sus aguas con una estaca. Ese es el que investigamos en la siguiente escena, donde puedes elegir entre un foco puntual o un foco extenso.



A.1: Imagina que lanzas una piedra en el centro de un estanque. Elige el modo de foco puntual y pulsa el botón de animación. A la vista de la escena ¿Cómo definirías un frente de onda? Altera el valor de la longitud de onda ¿que resultado tiene esta alteración?

A.2: Puedes suponer que agitamos el agua de un estanque con una larga estaca situada horizontalmente. Elegimos ahora la opción foco extenso y de nuevo animamos la escena. ¿Qué diferencia aprecias con el caso anterior? Razona un poco: ¿en qué casos los dos tipos de frente de onda pueden parecerse? ¿Cerca del foco?, ¿lejos del foco?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

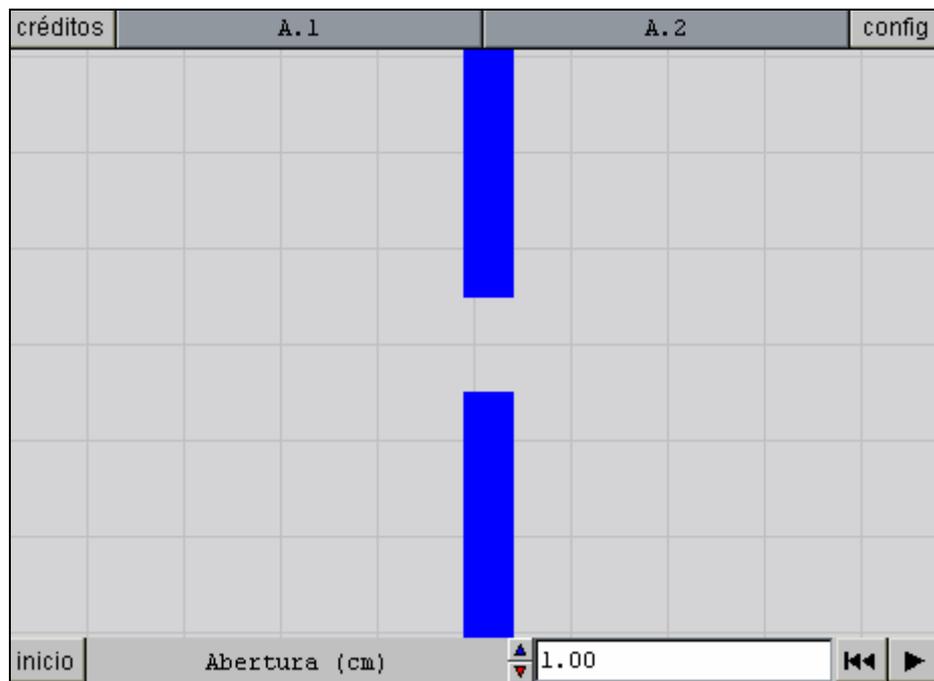
LA DIFRACCIÓN DE LOS FRENTE DE ONDAS

Cuando un fenómeno ondulatorio encuentra en su camino un pequeño obstáculo es capaz de rodearlo. Por eso somos capaces de oír una conversación al otro lado de un muro.

Del mismo modo, cuando los frentes de onda encuentran una pequeña abertura, se propagan a partir de ella en todas las direcciones.

Estos dos comportamientos constituyen la **difracción**, una propiedad característica del movimiento ondulatorio hasta tal punto que sólo se admitió la naturaleza ondulatoria de la luz cuando se comprobó que presentaba difracción.

En la siguiente escena estudiamos la difracción en su vertiente más sencilla, la que se produce cuando un frente de ondas acuáticas encuentran una abertura a través de la que propagarse.



A.1: Pulsa el botón de animación de la escena. Estás viendo el fenómeno de la difracción de un movimiento ondulatorio. ¿Cómo describirías este fenómeno?

A.2: Hay un control que te permite cambiar la anchura de la apertura. ¿Cómo influye la apertura en el fenómeno de la difracción?. Si hacemos un orificio en un cartón con ayuda de un alfiler y situamos al otro lado una linterna, podemos ver el rayo de luz que pasa por el agujero sin que se note difracción. ¿Qué consecuencia podemos sacar sobre la naturaleza de la luz?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

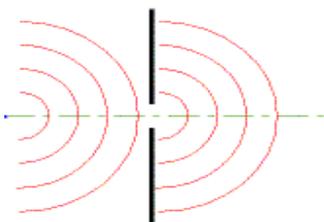
RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

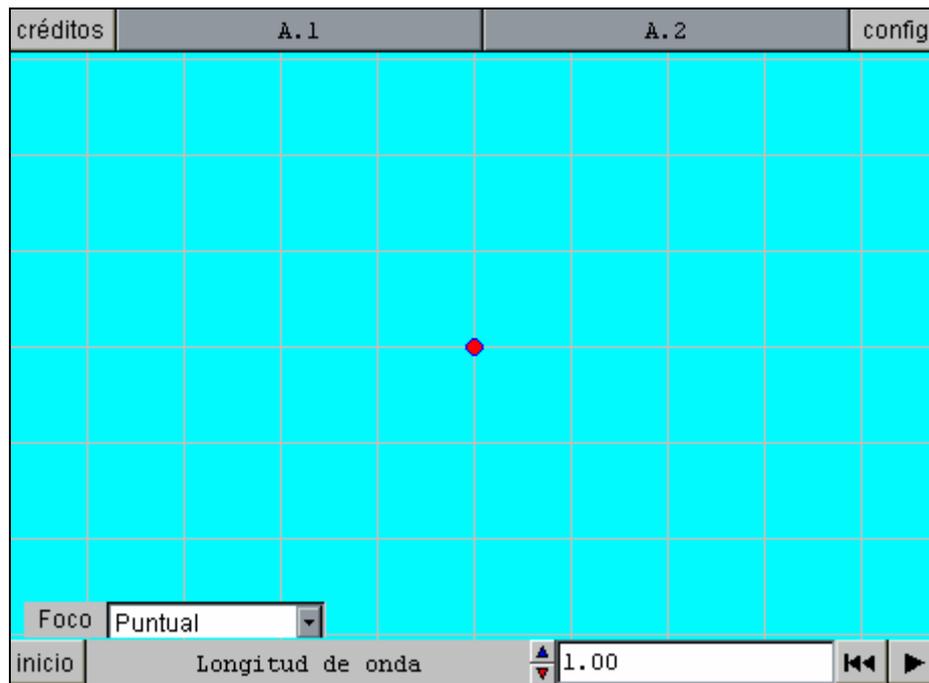
CONCLUSIONES SOBRE FRENTE DE ONDA Y DIFRACCIÓN

Los movimientos ondulatorios que se propagan en más de una dimensión constituyen **frentes de onda, y están formados por puntos en igual fase**. La cresta de una ola puede ser un buen ejemplo de frente de onda. Un foco puntual origina frentes de onda esféricos, mientras que uno plano origina frentes de onda planos. Sin embargo, a gran distancia de los focos los frentes de onda pueden parecer siempre planos.

Cuando los frentes de onda encuentran en su camino una abertura o un obstáculo de dimensiones reducidas se produce la difracción:



La difracción consiste en que los frentes de onda se propagan en todas las direcciones después de pasar por la abertura o bordear el obstáculo. El fenómeno es más perceptible cuando el tamaño de la abertura o del obstáculo es parecido a la longitud de onda del frente.



A.1: Imagina que lanzas una piedra en el centro de un estanque. Elige el modo de foco puntual y pulsa el botón de animación. A la vista de la escena ¿Cómo definirías un frente de onda? Altera el valor de la longitud de onda ¿que resultado tiene esta alteración?

A.2: Puedes suponer que agitamos el agua de un estanque con una larga estaca situada horizontalmente. Elegimos ahora la opción foco extenso y de nuevo animamos la escena. ¿Qué diferencia aprecias con el caso anterior? Razona un poco: ¿en qué casos los dos tipos de frente de onda pueden parecerse? ¿Cerca del foco?, ¿lejos del foco?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

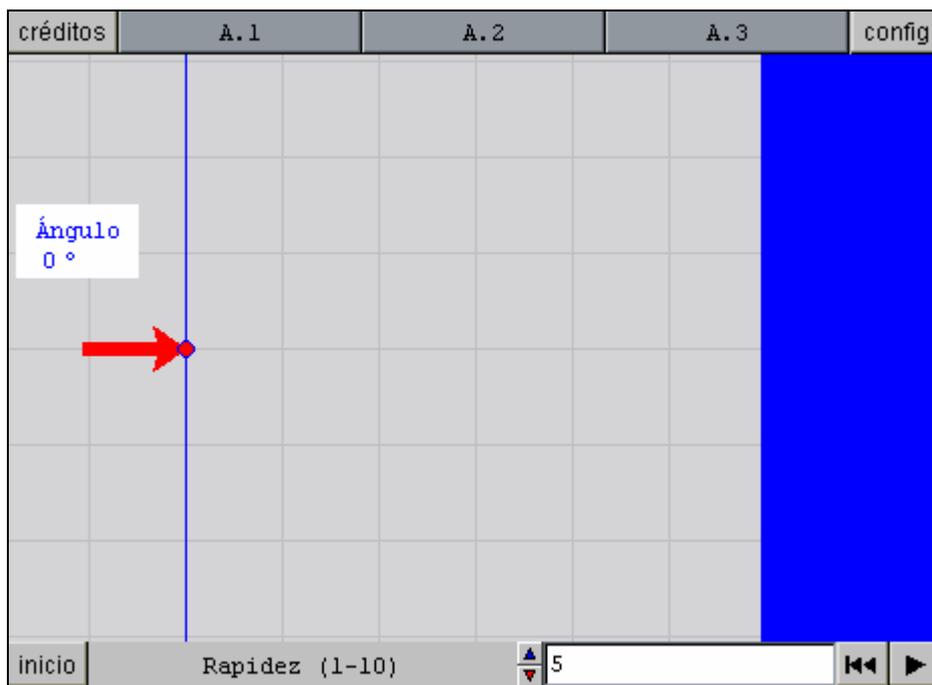
PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

LA REFLEXIÓN DE LAS ONDAS

Cuando un movimiento ondulatorio encuentra un obstáculo a su propagación, los frentes de onda cambian de dirección, se reflejan.

Para estudiar este fenómeno, imaginaremos que un frente de ondas avanza por la superficie de un estanque hacia su límite, formado por una pared vertical. Si esta pared no absorbe la energía que transporta la onda, ¿hacia donde se dirigirá esta tras la colisión?

En la escena que te proponemos para investigar la reflexión, puedes variar la dirección del frente de ondas arrastrando con el ratón el extremo de la flecha que la indica.



A.1: Con el ángulo de dirección situado en 0° , pulsa el botón de animación. ¿Qué ocurre tras el choque?

A.2: Varía el ángulo de dirección del frente. Observa el resultado para varios ángulos y trata de obtener una ley general (te puede resultar útil la red de coordenadas y disminuir la velocidad de la simulación). Tienes que fijarte en el ángulo que forman los frentes de onda con la recta normal a la superficie de reflexión

A.3: Recuerda fenómenos naturales, referidos al sonido y la luz, que se relacionen con el fenómeno de la reflexión de las ondas.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

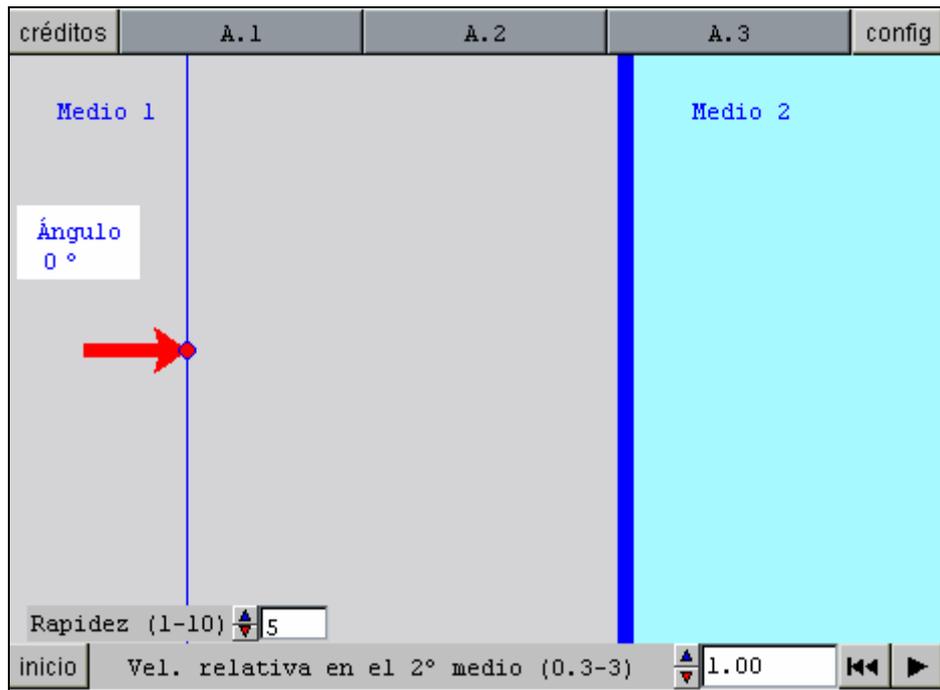
LA REFRACCIÓN DE LAS ONDAS

Cuando un movimiento ondulatorio pasa de un medio de propagación a otro, es corriente que se modifique su rapidez y su dirección. Se trata del fenómeno conocido como **refracción**. Esta es, por ejemplo, la causa de que los peces nos parezcan más grandes dentro de un acuario que cuando los sacamos de él.

Aunque todos los movimientos ondulatorios pueden verse sometidos a la refracción, nosotros analizaremos como ejemplo, el caso de un frente de onda sobre un estanque cuando las aguas pasan de una zona de aguas someras a otra más profunda o viceversa.

En nuestro ejemplo podremos variar la dirección del frente, arrastrando con el ratón el extremo de la flecha que la señala. También podremos alterar la relación entre la velocidad en el segundo medio y en el primero. Una velocidad relativa 1 significa que la rapidez es idéntica en los dos medios; si la velocidad relativa es 2, la velocidad en el segundo medio será doble que en el primero...etc.

También podemos variar la rapidez general de la simulación, para adaptarla a las características de nuestro ordenador.



A.1: Pulsa el botón de animación de la escena sin alterar ninguno de los valores dados. ¿Ocurre algo cuando la onda cambia de medio?. ¿Y si cambiamos la dirección del frente?. Restaura los valores iniciales (botón inicio) y altera el valor de la velocidad. ¿Qué observas ahora en la forma del frente?

A.2: Toma ahora una velocidad relativa mayor que uno (mayor velocidad de la onda en el segundo medio que en el primero). ¿Qué ocurre ahora cuando el frente cambia de medio? ¿Cómo varía el ángulo de dirección del frente? ¿Y si tomamos valores de velocidad menores que uno?

A.3: ¿Recuerdas algún fenómeno relacionado con la luz y el agua en que se note el fenómeno de la refracción? ¿Cómo se aprovecha el fenómeno de la refracción de la luz en favor de nuestro bienestar?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

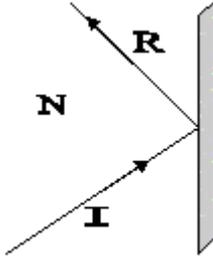
PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

CONCLUSIONES SOBRE REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

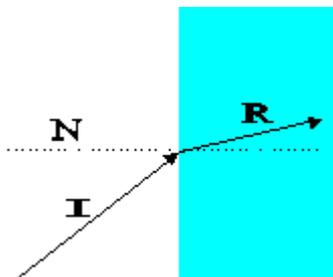
La **reflexión** de las ondas consiste en el cambio de dirección del frente de ondas cuando encuentra un obstáculo.

La **refracción** consiste en el cambio en la velocidad de propagación y en la dirección que se produce cuando un movimiento ondulatorio cambia de medio.

Estos fenómenos respetan las siguientes normas:



En la **reflexión**, la dirección del frente de onda incidente **I**, forma con la normal **N** a la superficie del obstáculo un **ángulo igual** al que forma **N** con el frente reflejado **R**.



En la **refracción**, al cambiar de medio, la dirección del frente incidente **I** se desvía de forma que, **si la velocidad de las ondas en el segundo medio es menor que en el primero** la dirección del frente refractado **R** se acerca a la normal **N**. Si la **velocidad de propagación fuera mayor en el segundo medio**, **R** se alejaría de la normal **N**.

EVALUACIÓN

2 El fenómeno del eco se debe a

- la refracción del sonido en la atmósfera
- la difracción del sonido entre los desfiladeros de los montes
- la reflexión del sonido en las montañas u otros obstáculos
- una ilusión de nuestros sentidos, parecida al espejismo

3 Una onda de 2 m de longitud de onda, periodo de 1 s. y amplitud de 0,5 m. interfiere en fase con otra idéntica a ella que se propaga en el mismo sentido, así que...

[interferencia](#)

- Se produce interferencia destructiva.
- La onda resultante tiene una amplitud de 1 m
- Se produce una onda estacionaria
- La longitud de onda resultante es de 4 m.
- El periodo de la onda resultante es de 2 s.

4 ¿A qué llamamos ondas longitudinales?

[ondalongitudinal](#)

- A las que tienen una gran longitud
- A aquellas en que la dirección de la propagación y la de vibración son perpendiculares
- A las que tienen una longitud de onda muy larga
- A las que tienen una longitud de onda muy corta
- A aquellas en que la dirección de la propagación y la de vibración son idénticas

5 Elige la respuesta que contenga un ejemplo de onda transversal y otro de onda longitudinal

Es longitudinal la luz y transversal la propagación de una sacudida por una cuerda

Es transversal el sonido y longitudinal la luz

Es transversal la propagación de la vibración por un muelle y longitudinal el sonido

Es longitudinal el sonido y transversal la luz

6 Cuando una persona habla con voz más aguda que otra significa que

produce sonidos de mayor amplitud

produce sonidos de mayor periodo

produce sonidos de mayor frecuencia

produce sonidos de mayor longitud de onda

7 Cuando miro una roca sumergida dentro del agua me parece más grande de lo que es. Esto se debe a

que la luz es más lenta en el agua que en el aire

que la luz es más rápida en el agua que en el aire

que la luz cambia de frecuencia al surgir del agua

8 La velocidad máxima de la partícula en una vibración armónica [vibración](#)

es siempre constante, a lo largo de todo el movimiento

es mayor en los extremos de la vibración

aumenta con la frecuencia y con la amplitud de la vibración

aumenta con el periodo de la vibración y con la longitud de onda

9 El fenómeno de la difracción consiste en que

las ondas se fraccionan en dos partes cuando encuentran un obstáculo

las ondas se propagan siempre en línea recta

al pasar de un medio a otro las ondas cambian de dirección

las ondas se propagan en todas las direcciones al pasar una abertura

10 Cierta movimiento ondulatorio posee una frecuencia de 10 ciclos/s y una longitud de onda de 3 m. así que su velocidad de propagación es

10 m/s

30 m/s

3 m/s

$10/3$ m/s

7 m/s