



Fotografía de la portada

Las ondas

Luis Brahim N.

luis.brahim@umce.cl

Exprofesor Departamento de Física

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

La fotografía corresponde a una composición de fotografías de escenas de la producción audiovisual que ilustra diversas propiedades físicas de las ondas. El video se puede observar en la siguiente dirección URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=V2Ksa6zhdIY>



Esta producción audiovisual fue realizada por los profesores Luis Brahim N. y Juan Espinoza G. del Departamento de Física, con la colaboración del personal técnico del Departamento de Medios Educativos de la UMCE.

La producción audiovisual apoya contenidos del programa de Física de Educación Media. Desarrolla demostraciones experimentales acerca de las características principales de la propagación de las ondas en el agua mediante una cubeta de ondas. Incluye los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción. En cada propiedad de las ondas se muestra también la situación equivalente del comportamiento de la luz. Este video es especialmente adecuado para los establecimientos escolares que no disponen de laboratorios de esta índole.

Eureka, Enseñanza de las Ciencias Físicas, diciembre 2016

GUÍA PARA EL PROFESOR

1. DESCRIPCIÓN

Para la realización de este video se hace uso de una cubeta de ondas, recurso de laboratorio de alto valor didáctico para estudiar el comportamiento de las ondas mecánicas, como son las que se propagan por la superficie del agua. La cubeta consiste en esencia de una bandeja que contiene agua; su fondo es transparente, lo que permite proyectar en una pantalla, con la ayuda de una lámpara, la propagación de las ondas en su superficie. Otros accesorios incluyen un pequeño motor que puede activar un generador de ondas periódicas, y un disco con una ranura que interpuesto ante la lámpara la transforma en una lámpara estroboscópica, con la que se puede retardar o detener la visión en la pantalla de la propagación de las ondas.

El significado del concepto de onda se visualiza dejando caer una gota al agua. La perturbación del agua en un punto se propaga por toda la superficie como un frente de onda circular, que no arrastra materia sino que propaga la perturbación del agua, lo que se pone claramente de manifiesto al depositar un pequeño trozo de papel en la superficie del agua. Al paso del frente de onda, el objeto oscila momentáneamente pero no es arrastrado por el frente de onda.

El video presenta las propiedades esenciales de la propagación de las ondas: reflexión, refracción, difracción, interferencia, a un nivel introductorio. Después de mostrar cada propiedad, se ilustra y compara cada una con la propiedad equivalente de la luz. Por ejemplo, lo que en la cubeta es un madero que actúa como reflector, en la luz es un espejo común.

Para comprender adecuadamente la imagen de las ondas proyectadas en la pantalla de la cubeta, al inicio del video se explica que como consecuencia de la forma particular que adopta la superficie del agua al propagarse una onda, con sus formas de montes y valles, los montes concentran la luz de la lámpara en la pantalla mientras los valles la dispersan. En consecuencia, las franjas brillantes representan los montes de las ondas, y las franjas oscuras los valles. Esta diferencia es importante en especial para comprender el diagrama de interferencia en la pantalla de la cubeta.

La interferencia de las ondas de la cubeta provoca tres zonas claramente diferentes:

- Donde se superponen un monte proveniente de un generador con el monte proveniente del otro generador, en la pantalla se visualiza una franja brillante.
- Donde se superponen un valle con otro valle, se visualiza una franja oscura. Estos dos casos corresponden a interferencia constructiva o reforzamiento de las ondas.
- Donde se superponen un monte con un valle, la superficie del agua permanece en equilibrio y en la pantalla se proyecta una franja gris. Se trata de interferencia destructiva.

En síntesis, el video tiene dos propósitos principales: ilustrar las propiedades fundamentales de la propagación de las ondas, con énfasis en sus aspectos conceptuales, y comparar la propagación en el agua con el comportamiento de la luz.

Este video se filmó en un laboratorio del Departamento de Física de la UMCE.

2. PROFUNDIZACIÓN

Las propiedades de la propagación de las ondas en el agua son similares a las de la luz. Todas las ondas, sean mecánicas o electromagnéticas, exhiben las mismas leyes de propagación. Entre las ondas mecánicas se encuentran, además de las propagadas por la superficie del agua, las ondas sonoras y las ondas sísmicas. Entre las electromagnéticas, se encuentran la luz y todas las ondas de radio. Las leyes de su propagación pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- Reflexión. Sucede cuando una onda cambia de dirección al encontrarse con la superficie de separación de dos medios o con un reflector. Se cumple que los rayos incidente, reflejado y la normal al reflector se encuentran en un mismo plano, y que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.
- Refracción. Cuando una onda se encuentra con la superficie de separación de dos medios o interfaz, se forma la onda reflejada y la onda refractada que se transmite al segundo medio. Para incidencia no perpendicular a la interfaz, la dirección de la onda refractada es diferente a la de la onda incidente, cumpliéndose la ley de Snell: el cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es constante, para dos medios dados. Esta constante depende a su vez de la velocidad de propagación de la onda en los dos medios, y se denomina "índice de refracción del segundo medio respecto al primero".

En el caso de las ondas en la superficie del agua, la velocidad depende de la profundidad. Por tal motivo, para observar la refracción de las ondas en el agua se debe colocar una placa de vidrio en un sector de la cubeta para que existan dos medios diferentes.

- Difracción. Recibe este nombre la curvatura que experimentan los frentes de onda al pasar por el borde de un obstáculo o abertura. Esta curvatura depende a su vez del ancho de la abertura: cuando ésta es muy pequeña respecto a la longitud de onda, las ondas difractadas se curvan ampliamente y se expanden. La observación de la difracción con la luz muestra que en la medida que disminuye el ancho de la abertura regulable, aumenta la zona iluminada en la pantalla de observación.
- Interferencia. El concepto de interferencia se asocia a la superposición de dos o más ondas que se encuentran en un punto del espacio. Dependiendo de si la superposición refuerza o debilita la onda resultante, la interferencia se clasifica en constructiva y destructiva. En la cubeta con agua, la interferencia constructiva se proyectan como franjas brillantes u oscuras, y la interferencia destructiva como franjas grises. En el experimento con luz, la

interferencia constructiva forma franjas brillantes, y la destructiva forma franjas oscuras.

En general, las ondas pueden explicarse mediante el concepto de onda, o más específicamente frente de onda, o con el concepto de rayo. Algunas propiedades son más simples de explicar con el lenguaje de los rayos, otras con el lenguaje de las ondas. Los rayos son rectas imaginarias perpendiculares a los frentes de onda, en la dirección de propagación.

En el contexto pedagógico, la conclusión más relevante de este video radica en la similitud del comportamiento de dos tipos de ondas que aparentemente no tienen relación entre sí: las de la superficie del agua y las de la luz.