



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

## Laboratorio Virtual de Óptica

Miranda Vitela A. I., Pérez-Silva J. L., Garcés Madrigal A. M.  
Gamboa Rodriguez F., Caviedes Contreras F.  
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico  
UNAM, México  
andmir@aleph.cinstrum.unam.mx

### Resumen

Es importante entender el comportamiento de onda de la luz y para ayudar a este propósito, sería particularmente útil que se pudiese hacer uso de métodos multimedia como un laboratorio virtual para facilitar la adquisición de los conceptos de onda aplicados al caso de la óptica.

En un laboratorio virtual, se pueden esclarecer los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción para las ondas y ver como estos fenómenos se presentan en el caso de la luz.

### Introducción

Un viejo debate que hay entre los científicos es el relacionado con la naturaleza de la luz. ¿es la luz una onda o un haz de partículas?. Muchos físicos notables han tomado cada lado del argumento proporcionando evidencias de cada unos de estos lados. En realidad la luz exhibe tanto un comportamiento de onda como de partícula. El caso en el que nos enfocamos es el comportamiento como onda de la luz. Este carácter es de suma importancia pues algunos comportamientos característicos de una onda que tiene la luz serían muy difícil de explicar con una concepción exclusivamente de haz de partículas. Estos comportamientos son: Difracción e Interferencia.

Entonces, como la luz se comporta consistentemente con el concepto y el modelado matemático de una onda por lo tanto tenemos buenas razones para creer que pudiese ser una onda. Para ejemplificar a continuación presentamos tres comportamientos de la luz, la reflexión, refracción y difracción. Cuando una onda se acerca al final de un medio, no se “para”, de hecho la onda se comportará de cierta manera, parte de la onda se reflejará en la frontera del medio y parte se transmitirá en el nuevo medio adyacente, esta onda transmitida sufrirá una “desviación” si es que lleva un cierto ángulo con respecto a la perpendicular a la frontera del medio y esta desviación es lo que se conoce como refracción. Si la frontera es solo un obstáculo con dimensiones menores a



<http://www.virtualeduca.org>

**Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006**

la longitud de onda de la luz entonces habrá un efecto de difracción de la onda alrededor del obstáculo. Las ideas conceptuales son las mismas que se aplican en el caso del sonido y su modelado matemático es el mismo.

Es comúnmente aceptado que las ondas “rebotan” o se reflejan en un obstáculo. Este fenómeno en las ondas se observa en la luz en particular en el caso de los espejos. Es por esto que vemos una imagen en el espejo formada por la reflexión de las ondas de luz. Una de las principales características de la reflexión de las ondas es que el ángulo con el que las ondas inciden en una superficie plana reflejante es el mismo que el de las ondas que se emiten.

Cuando una onda pasa de un medio a otro se desvían, es decir se refractan. Las ecuaciones que describen este fenómeno dependen de la velocidad que lleva la luz en ambos medios y del ángulo con que llega y sale de la frontera entre los medios.

Entre las ondas el fenómeno de interferencia se da cuando estas se suman estando fuera de fase y puede llegar a causar la cancelación de las mismas (interferencia destructiva total) la simulación de este fenómeno se puede apreciar mejor en un ambiente virtual donde se puedan manejar los medios como videos o simulaciones para ayudar a comprender conceptos como fases, frecuencia y longitud de onda.

Para el caso de la difracción se tiene que en los bordes del obstáculo la luz interferirá creando una “sombra”, es decir una imagen borrosa del borde del obstáculo. En el caso de la luz es difícil manejar la construcción de este fenómeno y su análisis directo, por lo que las herramientas virtuales representan una mejor opción para la recreación del fenómeno.

### Descripción

El laboratorio virtual contiene varias prácticas tanto de ondas como de óptica para poder ver la semejanza de comportamientos. Las prácticas se realizan en la herramienta que hemos llamado Laboratorio Basado en Videos (LBV), en esta herramienta se presenta el video de un experimento realizado en una cuba de ondas o en un banco óptico y la herramienta permite la manipulación temporal del mismo y su medición. Con esto se acerca al alumno a prácticas que por falta del equipo y experiencia son difíciles y a veces imposibles de realizar en las escuelas.

El LBV permite que el alumno maneje el video para medir con ayuda del puntero y poder observar los cambios en las ondas o en el haz de luz. Gracias a esta herramienta puede hacer mediciones que son casi imposibles en laboratorios que carecen de equipo sofisticado.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Las prácticas de ondas se hicieron en una cuba de ondas, en esta se aprecian los fenómenos en un líquido. Los fenómenos presentados son: interferencia de dos frentes, frente esférico, frente plano, principio de Huygens, reflexión en espejo plano, reflexión en espejo cóncavo, reflexión en espejo convexo, refracción y difracción con una y dos rendijas. Algunos ejemplos de las prácticas sobre ondas, en video se presentan a continuación en las figuras 1 a 5.



Fig. 1 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: interferencia de ondas circulares.



Fig. 2 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: difracción en una rendija.



Fig. 3 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: difracción en doble rendija.



Fig. 4 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: reflexión en un espejo convexo.



Fig. 5 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: reflexión de un frente plano en un espejo convexo.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

En óptica se tienen las prácticas equivalentes de ondas realizadas en un banco óptico con un haz de luz visible. El hacer las prácticas equivalentes permite que el estudiante establezca un símil entre el comportamiento de las ondas y de la luz, logrando con esto el reconocimiento de la naturaleza ondulatoria de la luz.

Adelante se muestran los fenómenos de: refracción con lente convexo, refracción con lente cóncavo, refracción y reflexión con lente convexo, refracción y reflexión con lente cóncavo, reflexión en un prisma en las fig. 6 a 10. Como se menciona los experimentos se llevan a cabo en un banco óptico y con luz visible. Para ejemplificar la motivación de las prácticas analicemos uno de los casos.

En el caso del espejo convexo cuando el haz incida se tendrá la misma geometría del caso de ondas reflejadas en un espejo convexo, con lo que se localizará el foco y se observará su comportamiento al cambiar el ángulo de incidencia del haz, comparándolo directamente con el experimento en ondas. La comparación directa en tiempo real permite que el estudiante haga el paralelismo entre ambos fenómenos y le sea natural aceptar las ecuaciones de la óptica geométrica por su similitud con las de las ondas. El estudiante podrá verificar gracias a las medidas hechas la pertinencia de las ecuaciones.



Fig. 6 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: lente divergente.



Fig. 7 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: lente convergente.



Fig. 8 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: lente esférico.



Fig. 9 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: lente esférico 2.



Fig. 10 Pantalla del experimento del laboratorio virtual de óptica: reflexión total en un prisma.





<http://www.virtualeduca.org>

**Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006**

## Conclusiones

El Laboratorio Virtual de Óptica permite al alumno experimentar tanto con las ondas como con la luz y establecer la semejanza de comportamientos que refuerzan los conceptos de la naturaleza ondulatoria de la luz. Con esto el alumno puede comparar y aplicar los modelos matemáticos de las ondas al caso de la luz y verificarlos en la práctica.

Con el Laboratorio Virtual de Óptica se logra que el alumno comprenda por similitud con las ondas los principios de la óptica geométrica y se vuelva diestro en su manejo.

Al tener el control total de cada experimento el estudiante puede realmente concluir de él y no perderse en excusas de porqué el experimento “no salió” al no tener las condiciones ideales para llevarlo a cabo. También al poder en tiempo real comparar los experimentos de ondas y los de óptica le permitirá constatar sus conclusiones sin recurrir a la memoria o la aceptación tácita de lo que algún libro o profesor interpretan sobre las ondas, el estudiante se ve enfrentado a la similitud de fenómenos y los explica directamente.

Al ofrecer a la comunidad estudiantil la posibilidad de presenciar experimentos sencillos pero bien controlados y poder medir sobre ellos en un ambiente virtual, se palián los problemas de muchas instituciones educativas que no cuentan con los medios y el equipo necesario. También permiten al profesor un mayor control pues asegura que el experimento se realizó idealmente y evita que los alumnos justifiquen pobres resultados por incapacidad experimental.

Se espera ampliar el número de prácticas y repetir las actuales en mejores resoluciones para aprovechar las capacidades actuales de las computadoras. Al mismo tiempo se trabaja en experimentos en otras áreas de la física.