

# Material Complementario

## MIROscopio II

### Capítulo 6

#### Interferencia de la luz (burbujas)

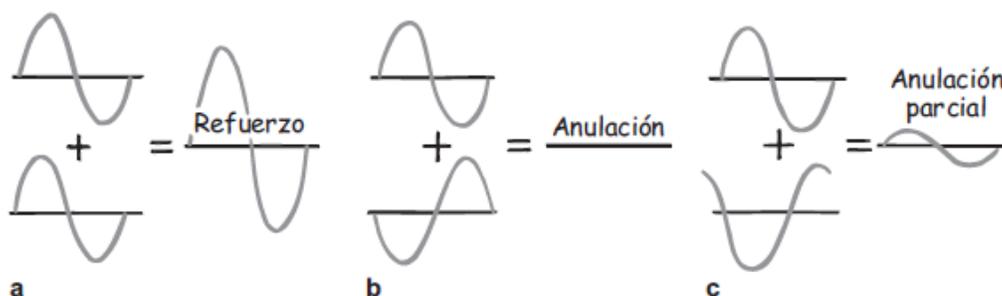
<b>Clase 1</b> <b>Revisión de contenidos sobre Interferencia y experiencias prácticas y/o con uso de simulador</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Revisión de conceptos de interferencia constructiva y destructiva.</li><li>● Experiencia práctica donde se observa la generación de ondas en el agua y cómo ellas interfieren. Opción con materiales o con simulador.</li><li>● Experiencia práctica donde se visualizan patrones de interferencia con un láser. Opción con materiales o con simulador.</li></ul>	<b>Tiempo estimado:</b> 2 horas pedagógicas (90 minutos)
<b>Clase 2</b> <b>Interferencia en películas delgadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Iniciar la clase viendo el video.</li><li>● Como sugerencia para hacer una clase más lúdica se sugiere hacer burbujas con los estudiantes luego de ver el video y comprobar los distintos colores que se pueden observar.</li><li>● Establecer unos minutos de la clase para generar una conversación acerca de lo observado en el video, dando como pautas algunas observaciones y preguntas para los estudiantes.</li><li>● Revisar teóricamente el proceso de interferencia en películas delgadas</li></ul>	<b>Tiempo estimado:</b> 2 horas pedagógicas (90 minutos)

## PROPUESTA DE PROYECTO:

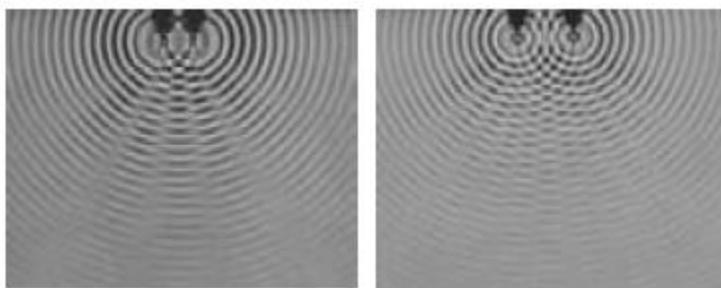
### Clase 1: Revisión de contenidos sobre Interferencia y experiencias prácticas y/o con uso de simulador

#### Superposición e Interferencia:

Cuando dos ondas interactúan, la amplitud de la onda resultante es la suma de las dos ondas. A esto se le conoce como el principio de SUPERPOSICIÓN. Vemos que la superposición de un par de ondas idénticas y en fase entre sí produce una onda de la misma frecuencia, pero con el doble de amplitud, a esto se le conoce como INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA (fig. a). Si las ondas están desfasadas exactamente media longitud de onda, al superponerse se anulan por completo, a esto se le conoce como INTERFERENCIA DESTRUCTIVA (fig. b). Si están fuera de fase en otras cantidades se produce anulación parcial.



Cuando realizamos perturbaciones de frecuencia controlada en tanques poco profundos llenos de agua (tanques de ondas), observamos que las zonas de interferencia constructiva y destructiva se extienden hasta los bordes rectos de los tanques de ondas, y la cantidad y el tamaño de esas regiones dependen de la distancia entre las fuentes de las ondas y de la longitud de onda (o frecuencia) de las mismas. **La interferencia no se limita a las ondas en el agua, que se ven con facilidad, sino que es una propiedad de todas las ondas.**



Fuente:

- Física Conceptual, Paul Hewitt.

## Experiencia Práctica 1: Generación de Ondas en el agua

Para esta actividad se necesitará una fuente de luz, una cubeta transparente con agua, una pantalla de proyección (puede ser en el piso).

Si se tiene acceso a un proyector antiguo de transparencias se puede utilizar ese y ubicar la cubeta de agua donde iría la transparencia. En caso contrario ubicar la cubeta entre dos mesas o entre dos sillas para que quede en altura, luego ubicar la fuente de luz sobre la cubeta y utilizar una superficie blanca bajo la cubeta para que funcione como pantalla de proyección.

Luego el docente o un estudiante genera perturbaciones puntuales sobre el agua, ojalá de la misma frecuencia para observar así los patrones de interferencia como se ven y se describió en las imágenes anteriores.

Adjunto videos:

- <https://www.youtube.com/watch?v=hqv300iMrYs>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ORgFE-QQM2w>

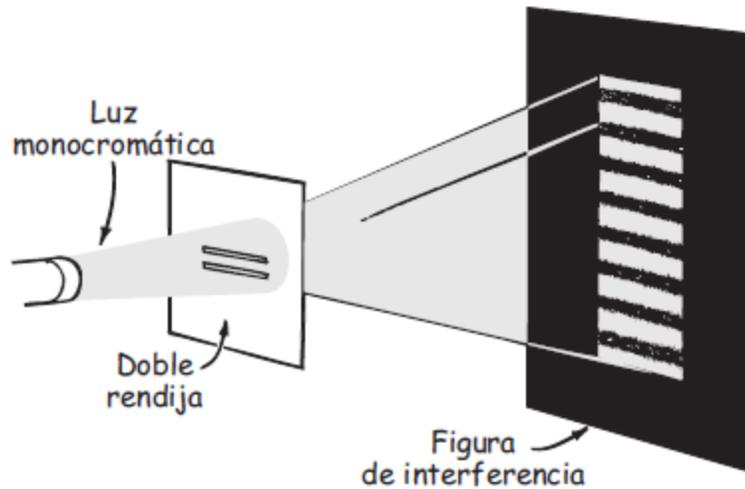
Si no es posible realizar esta experiencia práctica se puede utilizar el siguiente simulador

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/wave-interference>

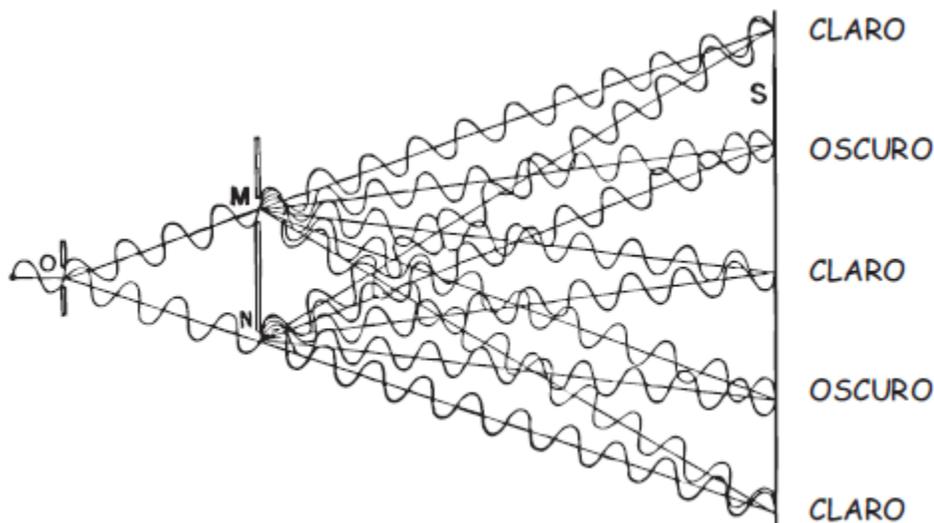
### Experimento de Young:

En 1810 el físico y médico inglés Thomas Young demostró en forma muy convincente la naturaleza ondulatoria de la luz, al realizar su ya famoso experimento de interferencia. Encontró que la luz que pasa por dos rendijas próximas, se recombina y produce bandas de claridad y oscuridad en una pantalla frente a ellos. Las bandas claras se forman cuando una cresta de la onda luminosa que pasó por una rendija y una cresta de la onda luminosa que pasó por la otra rendija llegan, al mismo tiempo, a la pantalla. Las bandas oscuras se forman cuando una cresta de una onda y un valle de la otra llegan al mismo tiempo.





En la figura se ve la forma en que se producen bandas claras y oscuras debidas a las distintas longitudes de trayectoria desde las dos rendijas hasta la pantalla. Para la banda central clara, las trayectorias desde las dos rendijas tienen la misma longitud, por lo que las ondas llegan en fase y se refuerzan entre sí. Las bandas oscuras a cada lado de la banda central se deben a que una trayectoria es más larga (o más corta) en media longitud de onda, por lo que las ondas llegan desfasadas por media longitud de onda. Los otros conjuntos de bandas oscuras se presentan donde las trayectorias difieren en múltiplos impares de media longitud de onda:  $3/2$ ,  $5/2$ , etcétera.



Fuente:

- Física Conceptual, Paul Hewitt.

## Experiencia Práctica 2: Visualización de patrones de interferencia con un láser

Para esta actividad se necesitará un puntero láser, papel aluminio, una pantalla de proyección, un corta cartón, un pelo o hilo.

- Para reproducir el experimento de la doble rendija necesitaremos ubicar el puntero láser en un base estable. Luego cortar dos rendijas con el corta cartón en el papel de aluminio, que no estén separadas por más de 2 milímetros. Teniendo esto, ubicamos nuestra pantalla a una distancia de aproximadamente un metro del láser y luego entre la pantalla y el láser ubicamos el papel aluminio con las dos rendijas, de tal forma que el láser ilumine ambas rendijas y podamos observar el patrón de interferencia.
- Otra forma de observar un patrón de interferencia es utilizando un pelo. En este caso también si se desea se puede hacer un repaso del concepto de DIFRACCIÓN. Si no, sólo comentar a los estudiantes que existen otros fenómenos asociados de igual manera en este experimento, pero que lo importante es observar la formación del patrón de interferencia

Para una demostración de ambas experiencias adjunto video:

<https://www.youtube.com/watch?v=78uYQVLA9I0>

Si no es posible realizar esta experiencia práctica se puede utilizar el siguiente simulador

[https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_es.html)

## Clase 2: Interferencia en películas delgadas

- Iniciar la clase viendo el video
- Como sugerencia para hacer una clase más lúdica se sugiere hacer burbujas con los estudiantes luego de ver el video y comprobar los distintos colores que se pueden observar
- Establecer unos minutos de la clase para generar una conversación acerca de lo observado en el video, dando como pautas algunas observaciones y preguntas para los estudiantes:
  1. Los colores de las pompas de jabón son el resultado de la interferencia de la luz que reflejan las superficies interior y exterior de la película de jabón.
  2. Cuando un color se anula, lo que vemos es su color complementario.
  3. ¿Qué factores influyen en que algunos colores se anulen?
  4. Si iluminamos dos pompas de jabón con la misma fuente de luz, ¿se verán los mismos patrones?
  5. ¿En qué otra instancia se observa el mismo efecto que en una pompa de jabón?
- Revisar teóricamente el proceso de interferencia en películas delgadas

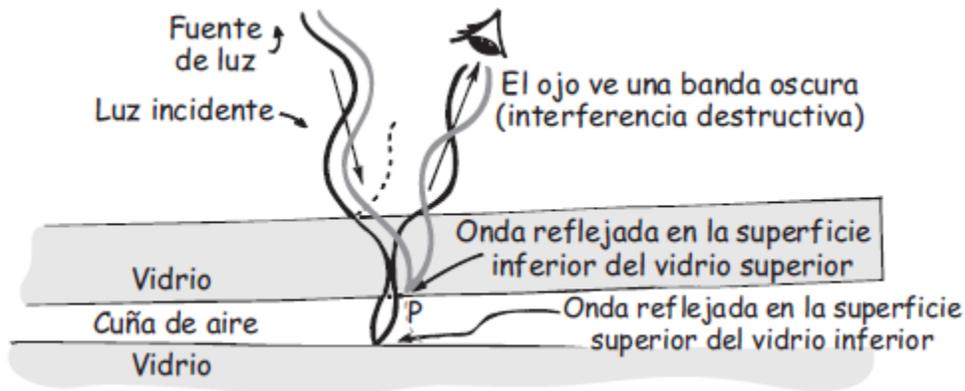
## Interferencia en película delgada con un solo color

*\* Este es el caso observado en los esquemas presentados en el video para un mejor entendimiento del concepto de interferencia*

Una forma de producir bandas de interferencia es por reflexión de la luz en ambas caras de una película delgada. Una demostración sencilla se hace con una fuente de luz monocromática y un

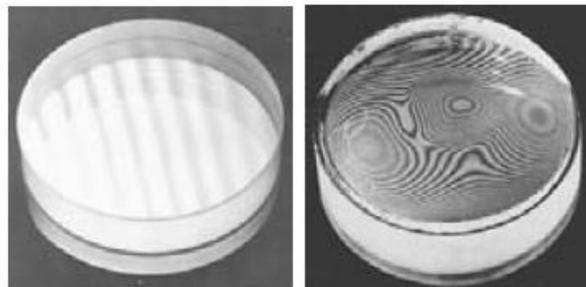
par de láminas de vidrio. Las dos láminas de vidrio se colocan una sobre otra, y entre ellas, se pone una hoja muy delgada de papel. De esta forma se produce una película de aire muy delgada, en forma de una cuña, entre las placas. Si el ojo tiene una posición tal que pueda ver la imagen reflejada de la lámpara, esa imagen no será continua, sino que estará formada por bandas oscuras y claras.

La causa de esas bandas es la interferencia entre las dos ondas reflejadas del vidrio, en las superficies superior e inferior de la cuña de aire.



La luz que se refleja del punto P llega al ojo siguiendo dos caminos distintos. En uno de esos caminos, la luz se refleja en la parte superior de la cuña de aire; en la otra trayectoria, se refleja en el lado inferior. Si el ojo se enfoca en el punto P, ambos rayos llegan al mismo lugar de la retina. Pero esos rayos recorrieron distintas distancias y se pueden encontrar en fase o desfasados, dependiendo del espesor de la cuña de aire; esto es, dependiendo de cuánto más haya recorrido un rayo en comparación con el otro. Cuando vemos toda la superficie del vidrio, se ven regiones claras y oscuras alternadas; las partes oscuras están donde el espesor del aire es el adecuado para producir interferencia destructiva; y las partes claras son donde la cuña de aire tiene el espesor adecuado, mayor o menor, para causar refuerzo de la luz. Así, las bandas oscuras y claras son causadas por la interferencia de las ondas luminosas reflejadas en las dos caras de la película delgada.

Si las superficies de las placas de vidrio que se usan son perfectamente planas, las bandas son uniformes. Pero si no son perfectamente planas, las bandas se distorsionan. La interferencia de la luz permite contar con un método extremadamente sensible para comprobar qué tan plana es una superficie.



## Colores de Interferencia en películas delgadas

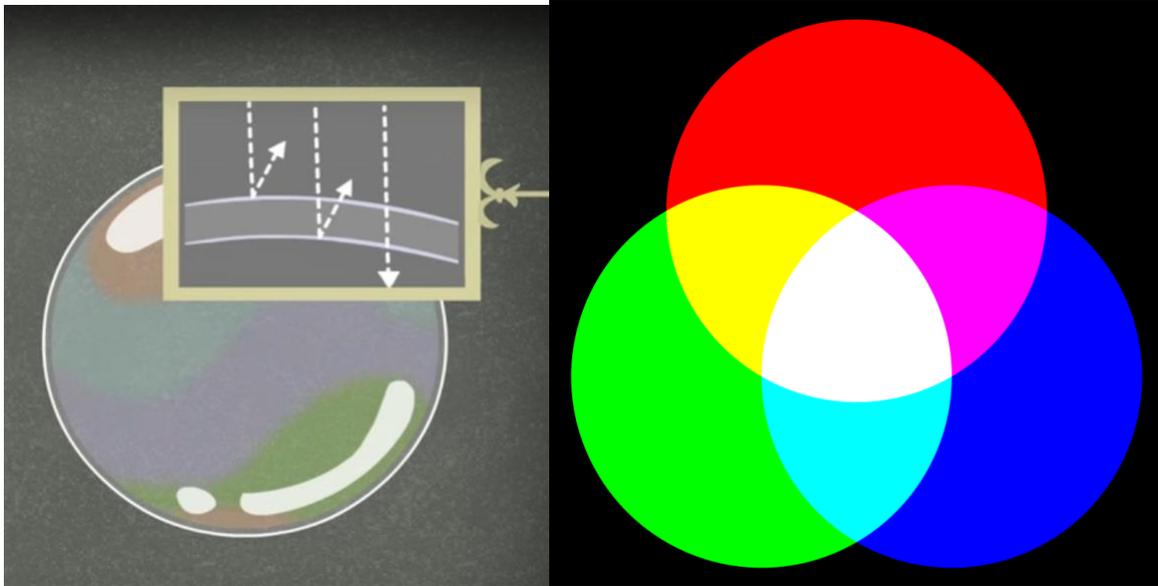
*\* Esto es lo que se observa realmente en las burbujas*

Una de las formas más sencillas de observar este fenómeno de luz es cuando la luz se refleja en la delgada superficie de una pompa de jabón o en el aceite del asfalto flotando en algún pozo de agua de la calle.

Este fenómeno tan familiar muestra claramente la naturaleza ondulatoria de la luz, pues representa una prueba de los efectos de interferencia entre las ondas luminosas reflejadas en la superficie frontal y posterior de la película delgada de jabón o del aceite.

En una parte de la burbuja, vista desde un cierto ángulo, la interferencia puede intensificar ciertas longitudes de onda, o colores, de la luz reflejada, mientras que suprime otras longitudes de onda. El color que se ve depende de las intensidades relativas de las distintas longitudes de onda en la luz reflejada. En otras zonas, vistas desde otros ángulos, las longitudes de onda que se refuerzan o se cancelan son otras. La estructura de las franjas de colores depende del espesor de la película de líquido en los distintos puntos.

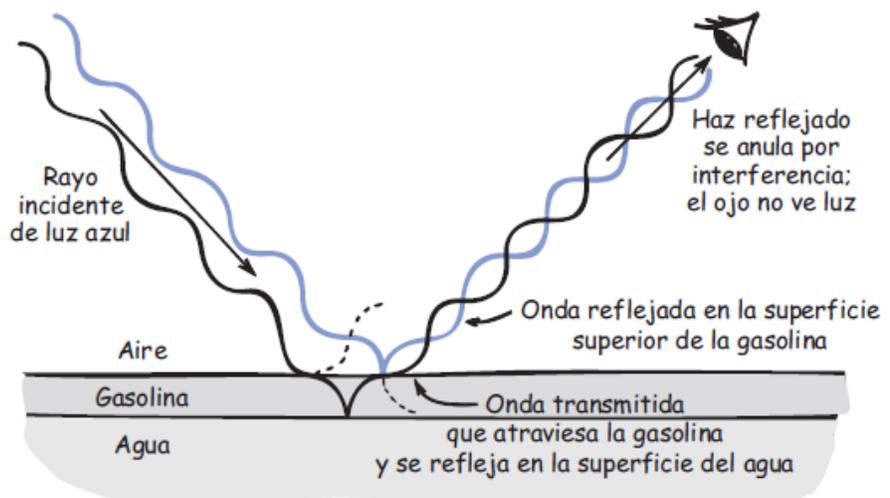
Una burbuja de jabón parece iridiscente en la luz blanca, cuando su espesor es, más o menos, igual al de la longitud de onda de la luz. Las ondas luminosas reflejadas por las superficies externas e internas de la película recorren distancias diferentes. Cuando la ilumina luz blanca, la película puede tener el espesor adecuado en un lugar para causar la interferencia destructiva de, por ejemplo, la luz amarilla. Cuando se resta la luz amarilla de la luz blanca, la mezcla que queda parecerá tener el color complementario del amarillo, que corresponde al azul. En otro lugar, donde la película es más delgada, se podría anular un color diferente por interferencia y la luz visible será su color complementario. Lo mismo sucede con la gasolina sobre una calle mojada. La luz se refleja en la superficie superior de la gasolina y también en la superficie de la interfaz entre gasolina y agua. Si el espesor de la gasolina es tal que se anule el azul, su superficie se verá amarilla. Esto se debe a que se resta el azul del blanco y queda el color complementario, que es el amarillo. Así, los diferentes colores corresponden a distintos espesores de la película delgada, que forman un vívido “mapa topográfico”, debido a diferencias microscópicas de “elevaciones” de las superficies.



Desde una perspectiva más amplia, se pueden ver distintos colores aun cuando el espesor de la película de gasolina sea uniforme. Eso tiene que ver con el espesor aparente de la película: la luz que llega al ojo procedente de distintas partes de la superficie se refleja con distintos ángulos y atraviesa distintos espesores. Por ejemplo, si la luz incide a un ángulo rasante, el rayo que llega a la superficie inferior de la gasolina recorre una mayor distancia. En este caso se anularán las ondas más largas y aparecerán distintos colores.

**FIGURA 29.26**

La película delgada de gasolina tiene exactamente el espesor correcto para anular las reflexiones de la luz azul procedente de las superficies superior e inferior. Si la película fuera más delgada, quizá se anularía el violeta, con menor longitud de onda. (Se representa una onda en negro para indicar cómo se desfasa respecto a la otra onda en la reflexión.)



Para reforzar aún más los contenidos se puede utilizar otro video animado (en inglés, pero con opción de subtítulos en español), adjunto enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=qZgKjZC1uqY>

Fuentes:

- Física Conceptual, Paul Hewitt
- <http://espanol.earthsky.org/la-tierra/como-se-produce-la-aurora-boreal>
- Física: principios con aplicaciones; Douglas C. Giancoli, Víctor Campos Olguín

## **Créditos**

Este material se realizó basado en la propuesta de los profesores Pamela Mondaca y Diego Ramírez.

## **Referencias Bibliográficas**

Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual* (10ª ed.). PEARSON EDUCACIÓN.

## **Nota Final**

Si posees alguna crítica constructiva para este material, o construiste una adaptación de este, o hiciste las actividades sugeridas en tu casa o en tu sala de clases y nos quieres contar tu experiencia, no dudes en escribirnos y te invitamos a compartir tu experiencia en redes sociales etiquetándonos como @Instituto Milenio MIRO.