

<b>Nivel</b>	<h1>Difracción de las ondas de radio</h1>
Escuela preparatoria (AP)	
<b>Tiempo requerido</b>	<b>Resumen de la lección</b>
3 periodos de clase de 50 min. (150 min.)	<p>En esta lección, los estudiantes aprenderán sobre la naturaleza de ondas y partículas de las <b>ondas</b> electromagnéticas. Los estudiantes también aprenderán sobre la difracción de la luz y realizarán un experimento para determinar el grosor de un cabello.</p> <p>Además, los estudiantes observarán el patrón de difracción del gas en combustión cuando se observa con una rejilla de difracción para comprender cómo los astrofísicos determinan la composición de las estrellas.</p> <p>Los estudiantes también aprenderán cómo la difracción de las ondas electromagnéticas afecta a la resolución de los telescopios y qué puede hacerse para mitigar sus efectos; además, aprenderán cómo las señales de radio se difractan al chocar contra el borde de un obstáculo, dispersando la señal y causando que se debilite.</p>
<b>Estándares</b>	
<p>NGSS</p> <p>HS-PS4-5 Comunicar información técnica sobre cómo algunos dispositivos tecnológicos utilizan los principios del comportamiento de ondas y las interacciones de las ondas con la materia para transmitir y captar información y energía</p> <p>College Board: Estándares Física AP 2</p> <p>6.C.1 Cuando dos ondas se cruzan, se desplazan una a través de la otra; no rebotan entre sí. Cuando las ondas se superponen, el desplazamiento resultante puede determinarse sumando los desplazamientos de las dos ondas. Esto se llama superposición. Algunos ejemplos son la</p>	

interferencia resultante de la difracción a través de rendijas, así como la interferencia de películas finas.

6.C.1.1 Hacer afirmaciones y predicciones sobre la perturbación neta que ocurre cuando dos ondas se superponen. Algunos ejemplos son las ondas estacionarias. [SP 6.4, 7.2]

6.C.1.2 Elaborar representaciones para analizar gráficamente situaciones en las que dos ondas se superponen en el tiempo utilizando el principio de superposición. [SP 1.4]

6.C.2 Cuando las ondas atraviesan una abertura cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda, puede observarse un patrón de difracción. Ecuaciones relevantes:  $\Delta L = m\lambda$ ,  $d \sin \theta = m\lambda$

6.C.2.1 Hacer afirmaciones sobre el patrón de difracción producido cuando una onda pasa a través de una pequeña abertura y aplicar cualitativamente el modelo ondulatorio a magnitudes que describen la generación de un patrón de difracción cuando una onda pasa a través de una abertura cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda de la onda. [SP 1.4, 6.4, 7.2]

6.C.3 Cuando las ondas pasan a través de un conjunto de aberturas cuya separación es comparable a la longitud de onda, se puede observar un patrón de interferencia. Algunos ejemplos son la interferencia monocromática de doble rendija.

6.C.3.1 Aplicar cualitativamente el modelo de ondas a magnitudes que describen la generación de patrones de interferencia para hacer predicciones sobre patrones de interferencia que se forman cuando las ondas pasan a través de un conjunto de aberturas cuyo espaciado y anchura son pequeños comparados con la longitud de onda de las ondas. [SP 1.4, 6.4]

6.C.4 Cuando las ondas pasan por un borde, pueden difractarse en la "región de sombra" situada detrás del borde. Un ejemplo es la capacidad de oír sonidos generados a la vuelta de la esquina pero no poder ver lo que ocurre a la vuelta de dicha esquina. Otro ejemplo es cuando las ondas de agua que se curvan alrededor de los obstáculos.

6.C.4.1 Predecir y explicar mediante el uso de representaciones y modelos la capacidad o incapacidad que tienen las ondas para transferir energía alrededor de esquinas y detrás de obstáculos en términos de la propiedad de difracción de las ondas en situaciones que involucren varios tipos de fenómenos ondulatorios, incluyendo el sonido y la luz. [SP 6.4, 7.2]

Vocabulario	Objetivos
Difracción  Rejilla de difracción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes identificarán la naturaleza de ondas y partículas de la luz.</li> <li>• Los estudiantes observarán la difracción de la luz en un tubo espectral y relacionarán este fenómeno con la manera en</li> </ul>

<p>Espectroscopio</p> <p>Interferencia constructiva</p> <p>Interferencia destructiva</p>	<p>que los astrofísicos utilizan esta información para determinar la composición de una estrella.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes determinarán el grosor de un cabello mediante la difracción de la luz.</li> <li>• Los estudiantes identificarán cómo la difracción de las ondas electromagnéticas afecta a la resolución de los telescopios y a las señales de radio de las torres.</li> </ul>
--	---

### Materiales

Artículos que pueden compartirse con los estudiantes:

- <https://www.electronics-notes.com/articles/antennas-propagation/propagation-overview/radio-emwave-diffraction.php>
- <https://gizmodo.com/a-mexican-physicist-solved-a-2-000-year-old-problem-tha-1837031984>

Equipo de laboratorio para la demostración:

- Rejilla de difracción o espectroscopio
- Tubos espectrales
- Fuente de alimentación para tubo espectral

Equipo de laboratorio necesario para el experimento:

- Cinta adhesiva Scotch
- Láser común de laboratorio de física o un apuntador láser manual de bajo costo (Amazon vende paquetes de 3 por \$20)
- Portanegativos (puede ser un artículo común en un laboratorio de física o Amazon vende 100 portanegativos para película de 35 mm a \$20)
- Metro plegable
- Papel de computadora
- Preferiblemente un salón de clases sin ventanas

### Requisitos previos

Los estudiantes deben tener conocimientos sobre el espectro electromagnético.

<b>Consideraciones de seguridad</b>	
Durante el experimento, los estudiantes utilizarán láseres. Los estudiantes deben tener cuidado de no apuntar el láser a sus ojos o a los ojos de otros estudiantes.	
<b>Programa</b>	
Día 1 – notas sobre difracción, demostración con rejillas de difracción	
Día 2 – laboratorio de difracción	
<b>Antes de la lección</b>	
Lea la presentación para familiarizarse con su contenido. Imprima copias del laboratorio de difracción Prepare materiales de laboratorio y demostración	
<b>Evaluaciones</b>	<b>Instrucciones para el salón de clases</b>
Evaluaciones previas a la actividad	<b>Introducción</b>
No califique esta actividad, sino que utilícela como una guía para el resto de la lección.	Mientras usted realiza las tareas administrativas, los estudiantes deben responder a las siguientes preguntas en una hoja de papel.  ¿Qué han aprendido sobre la luz?  ¿La luz es una onda o una partícula? (Los estudiantes deben aportar evidencias de su vida cotidiana que justifiquen su respuesta).
Evaluaciones integradas en actividades	<b>Actividades</b>
	<b>Día 1</b>  I. Presentación sobre difracción a. Haga una pausa después de la página 3 y divida a los estudiantes en cinco grupos. Pida a cada grupo que investigue rápidamente uno de los descubrimientos mencionados en las páginas 2 y 3.

- b. Recorra el salón de clases y comente un descubrimiento a la vez. Permita que los miembros de cada grupo compartan con la clase lo que hayan descubierto.
- c. Haga una pausa después de la página 8 y pregunte: ¿Qué les llama la atención acerca del experimento de Young? Si nadie lo señala, mencione lo simples que eran sus métodos teniendo en cuenta el impacto de sus resultados.

2. Lectura sobre la espectroscopia en la astronomía.

- a. Reparta copias impresas o ponga a disposición de sus estudiantes el siguiente artículo en formato digital:  
<https://gizmodo.com/a-mexican-physicist-solved-a-2-000-year-old-problem-tha-1837031984>
- b. Dé a los estudiantes tiempo suficiente para leer el artículo.
- c. Discusión del tema en clase  
Considere la posibilidad de hacer las siguientes preguntas, así como las suyas propias.  
¿Cuáles son sus primeras impresiones después de leer el artículo?  
¿Cómo creen que esto cambiará su vida o los productos que compran?  
¿Cómo cambiará esto la investigación científica?

3. Demostración de difracción

- a. Mencione a los estudiantes que así es como los astrónomos determinan qué elementos están presentes en las estrellas,
- b. Si el salón de clases tiene ventanas, cierre las persianas o bloquee la luz de alguna manera.
- c. Reparta las rejillas de difracción a los estudiantes.
- d. Inserte el tubo espectral en la fuente de alimentación correspondiente.
- e. Apague las luces y encienda la fuente de alimentación del tubo espectral.
- f. Haga que los estudiantes observen el espectro y tomen nota de cuántas líneas ven y los colores que ven.
- g. Repita la demostración con diferentes tubos espectrales.
- h. Explique que lo que los estudiantes acaban de experimentar es la división de la luz visible, pero que funciona con distintos tipos de energía electromagnética. Pregunte: ¿Cuáles son los otros tipos de energía electromagnética?

Asegúrese de que los estudiantes sean capaces de identificar las diferentes categorías de energía electromagnética.

	<p>4. Conclusiones del día 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Reparta la hoja de problemas de difracción.</li> <li>b. Indique a los estudiantes que deben realizar esta asignatura en casa.</li> </ol> <p>Día 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción</li> <li>2. Laboratorio de difracción <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Reparta la hoja del laboratorio y repase las instrucciones.</li> <li>b. Forme varios grupos. Esto puede hacerse seleccionando a los estudiantes al azar o permitiendo que los estudiantes seleccionen su propio grupo.</li> <li>c. Pregunte si alguien tiene alguna duda.</li> <li>d. Los estudiantes deberán empezar con el laboratorio.</li> <li>e. Discusión del tema <p>¿Qué observaciones han hecho?</p> <p>¿En qué se diferenciaba el valor de difracción del cabello grueso en comparación con el cabello delgado?</p> </li> </ol> </li> </ol>
Evaluaciones posteriores a la actividad	<b>Conclusión</b>
	<p>Como ticket de salida, pida a los estudiantes que comparen el uso de la difracción para la radioastronomía y el uso de la difracción para determinar el grosor de un cabello.</p>
<b>Componentes culturalmente inclusivos/relevantes</b>	
<p>Rafael G. González-Acuña, estudiante de doctorado del Tecnológico de Monterrey en México, fue capaz de escribir una ecuación para resolver el problema de la aberración esférica en las lentes. Esta ecuación puede utilizarse para determinar con precisión la especificación de una lente con el fin de proporcionar imágenes más nítidas. Su trabajo no sólo resultará en la formación de imágenes más precisas en las cámaras, los telescopios y los microscopios, sino que también ofrecerá una solución más económica.</p> <p><a href="https://gizmodo.com/a-mexican-physicist-solved-a-2-000-year-old-problem-tha-1837031984">https://gizmodo.com/a-mexican-physicist-solved-a-2-000-year-old-problem-tha-1837031984</a></p>	

## Recursos para educadores

Los profesores pueden consultar el Manual de Radioastronomía para obtener información de contexto. Para esta lección, los profesores pueden repasar el tema 2.4 y las actividades 6 (Resolución angular y límite de difracción) y 7 (Uso de la interferometría en radiotelescopios).

[https://almaobservatory.org/wp-content/uploads/2016/11/edu\\_0072.pdf](https://almaobservatory.org/wp-content/uploads/2016/11/edu_0072.pdf)

## Reconocimientos

La elaboración de las lecciones de esta serie se financió gracias una generosa subvención de la National Science Foundation (NSF). Las lecciones se crearon como parte del proyecto SpectrumX del National Radio Astronomy Observatory (NRAO).

La siguiente es una lista de los títulos de las lecciones que incluye la serie. Es posible acceder a todas las lecciones desde la página web <https://superknova.org/educational-resources/>.

### Escuela secundaria

Introducción a los satélites

**Pronóstico del clima**

Introducción a la comunicación por ondas de radio

La importancia de la radioastronomía

Elaboración de modelos CubeSat

Conoce la radio FM

Tecnologías de radiofrecuencia

Difracción de las ondas de radio

### Escuela preparatoria

Usos de las ondas de radio y asignación de frecuencias

¿Es segura la radiotecnología?

¿Quién decide si recibes 5G?

Medición de la temperatura de la superficie del mar por satélite

Rastreo de animales marinos y batimetría

Cómo diseñar tu propia radio de cristal

Cómo las ondas de radio cambiaron el mundo

Comunicación inalámbrica simple

Ver y oír lo invisible

Comunicación inalámbrica local por radiofrecuencia

Investigación de la conexión a Internet

La geometría de la radioastronomía

### Informal

Modelo de la radioastronomía

