

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)

Resumen de la Unidad:	En esta unidad, el estudiante investiga y entiende las propiedades de las ondas, tales como la amplitud, la longitud de onda, la frecuencia, y la velocidad. También investiga las ondas transversales y longitudinales. El estudiante utiliza los espejos y lentes para estudiar las ondas de luz.
Conceptos transversales e ideas fundamentales:	<ul style="list-style-type: none"> • Patrones • Causa y efecto • Escala, proporción y cantidad • Sistemas y modelos de sistemas • Energía y materia • Estructura y función • Estabilidad y cambio • Ética y valores en la Ciencia
Integración de las ciencias, la ingeniería, la tecnología y la sociedad con la naturaleza:	<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento científico se basa en evidencia empírica. • El conocimiento científico sigue un orden natural y consistente. • Los modelos, leyes, mecanismos y teorías científicas explican los fenómenos naturales. • La Ciencia es una actividad intrínseca del ser humano. • La Ciencia, la ingeniería y la tecnología influyen en el ser humano, la sociedad y en el mundo natural. • Las ciencias, la ingeniería y la tecnología son interdependientes. • Las investigaciones científicas usan métodos variados.

Preguntas Esenciales (PE) y Comprensión Duradera (CD)

PE1 ¿Qué evidencia existe de que las ondas transportan energía? CD1 Las aplicaciones tecnológicas como el sonar, las antenas de teléfonos celulares y los audífonos supresores de ruido pueden entenderse mediante el conocimiento de las ondas electromagnéticas.
PE2 ¿Por qué la luz viaja en línea recta? CD2 Los diagramas de rayos y los modelos de ondas pueden tener limitaciones cuando se trata de comprender por completo las propiedades de las ondas.
PE3 ¿Cómo interactúan dos ondas? CD3 La interferencia en la propagación de las ondas puede ser dañina.

Objetivos de Transferencia (T) y Adquisición (A)

T1. Al terminar la unidad, el estudiante utiliza su conocimiento sobre las ondas y sus propiedades para tener discusiones informadas sobre por qué las ambulancias tienen sus nombres escritos al revés en la parte frontal y por qué la frecuencia de sus sirenas cambia al pasar con respecto al observador (efecto Doppler). También explica por qué el Universo está verdaderamente expandiéndose.



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

El estudiante adquiere destrezas para...

- A1.** Distinguir entre los tipos de ondas mecánicas: transversales y longitudinales.
- A2.** Describir los efectos de la interferencia que resulta de la propagación de distintas ondas al aplicar el principio de superposición.
- A3.** Explicar los fenómenos de reflexión, refracción, difracción, polarización, transformación y absorción como interacciones entre las ondas y la materia.
- A4.** Describir la transferencia de energía en las ondas mecánicas.
- A5.** Discutir cómo los modelos de ondas y partículas explican las propiedades de la luz visible y reconocer las limitaciones de los mismos.
- A6.** Localizar y calcular la ubicación y tamaño de las imágenes en espejos y lentes por medio de los diagramas de rayos.
- A7.** Establecer conexiones entre las teorías, leyes y principios para explicar fenómenos naturales como los huracanes, los terremotos, el cambio climático, las corrientes marinas, las aguas termales, los derrumbes, las tormentas eléctricas y el arcoíris, entre otros.

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

Los Estándares de Puerto Rico (PRCS)	
Estándar(es):	Estructura y niveles de organización de la materia, Interacciones y energía
Área de Dominio:	Las ondas y sus aplicaciones
Expectativa:	F.CF4: Las ondas y sus aplicaciones en el desarrollo de tecnologías
<p>Propiedades de las ondas: La longitud de onda y la frecuencia de una onda se relacionan entre sí por la velocidad a la que viaja la onda, esto depende del tipo de onda y del medio a través del cual se transmite. A base de estas propiedades se pueden modelar la reflexión, refracción, y transmisión de las ondas en una interface entre dos medios. Combinando ondas de distintas frecuencias se puede formar gran variedad de patrones, y por lo tanto sirve para codificar y transmitir información. La información se puede digitalizar y de esta forma, almacenarse en las memorias de las computadoras y enviarse a través de largas distancias como una serie de pulsos de ondas.</p> <p>Radiación electromagnética: La radiación electromagnética se puede modelar como una onda con campos eléctricos y magnéticos cambiantes o como partículas llamadas fotones. El modelo de onda sirve para explicar muchas propiedades de la radiación electromagnética y el modelo de partícula explica otras propiedades. La teoría cuántica relaciona ambos modelos. Como las ondas no se afectan demasiado por la presencia de objetos pequeños en comparación con la longitud de onda, la luz visible no se puede usar para observar objetos tales como los átomos individuales. Toda la radiación electromagnética viaja a la misma velocidad en el vacío. A esta velocidad se le conoce como velocidad de la luz. La velocidad en cualquier otro medio depende de la longitud de onda y las propiedades del medio. Cuando la luz o la radiación electromagnética con una longitud de onda mayor son absorbidas por la materia, suelen convertirse en energía térmica. La radiación electromagnética con longitud de onda menor puede ionizar los átomos y causar daños a las células vivas. Los materiales fotovoltaicos emiten electrones cuando absorben luz a una frecuencia lo suficientemente alta. Los átomos de cada elemento absorben luz a frecuencias específicas, y las transiciones nucleares tienen largos de onda de rayos gamma que las distinguen. Estas características permiten la identificación de la presencia de un elemento, aun en cantidades microscópicas.</p> <p>Tecnologías de información e instrumentación: Existen múltiples tecnologías basadas en la comprensión de las ondas y sus interacciones con la materia, éstas son parte de nuestras experiencias cotidianas en el mundo moderno y en la investigación científica. Constituyen herramientas esenciales para producir, transmitir y capturar señales y para almacenar e interpretar la información que contienen. El conocimiento sobre física cuántica ha permitido el desarrollo de semiconductores, chips de computadora y láseres, todos componentes esenciales de la <i>imaginología</i> moderna, las comunicaciones y las tecnologías de información.</p>	
Estándar(es):	Diseño para ingeniería
Área de Dominio:	Diseño para ingeniería
Expectativa:	F.IT1: Diseño para ingeniería
<p>Definir y delimitar problemas de ingeniería: Los criterios y limitaciones también incluyen el satisfacer los requerimientos establecidos por la sociedad, como tomar en cuenta la reducción de riesgos, se deben cuantificar en la medida en que sea posible y plantearlos de manera que se pueda determinar si un diseño cumple con esos criterios y limitaciones. La humanidad se enfrenta a grandes retos globales en la actualidad, como la necesidad de reservas de agua limpia y alimento, o de fuentes de energía que minimicen la contaminación; retos que se pueden atender a través de la ingeniería. Estos retos globales también se pueden manifestar en comunidades locales.</p> <p>Desarrollar posibles soluciones: Cuando se evalúan soluciones, es importante considerar un conjunto de aspectos, como la seguridad, confiabilidad, costo, beneficios y estética, y también los impactos sociales, culturales, y ambientales. Tanto los modelos físicos, las computadoras y las matemáticos se pueden usar de varias maneras para ayudar en el proceso de diseño para la ingeniería. Las computadoras resultan útiles para muchos propósitos, como hacer simulaciones para probar distintas soluciones posibles a un problema, para determinar cuál de estas es más eficiente o económica, o para</p>	

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

hacer una presentación persuasiva a un cliente acerca de cómo un diseño puede satisfacer sus necesidades.

Optimizar la solución de diseño: Puede que los criterios requieran simplificarse para un acercamiento sistemático y que se necesite tomar decisiones acerca de la prioridad de algunos criterios sobre otros (intercambios).

Indicadores:

Estructura y niveles de organización de la materia

ES.F.CF4.EM.1	Explica, a través de modelos, el efecto de las propiedades de las ondas en el comportamiento de la materia.
ES.F.CF4.EM.2	Distingue entre los tipos de onda mecánica: transversal y longitudinal.
ES.F.CF4.EM.3	Explica la idea de que la radiación electromagnética se puede describir con un modelo de onda o un modelo de partícula y que en algunos casos, uno de los modelos resulta más útil que el otro. <i>Ejemplos incluyen cómo los modelos de onda y de partícula explican las propiedades de la luz visible.</i>
ES.F.CF4.EM.4	Explica la reflexión, refracción, difracción, polarización, transformación y absorción como manifestaciones de las interacciones entre las ondas y la materia.
ES.F.CF4.EM.5	Propone el desarrollo de tecnología que demuestre la aplicación de las propiedades de la luz en el diseño de prototipos de utilidad o para solucionar un problema de la vida diaria.
ES.F.CF4.EM.6	Explica y describe cómo se usan los principios de las ondas para crear tecnologías útiles para los humanos.
ES.F.CF4.EM.7	Comunica información técnica acerca de cómo algunos aparatos tecnológicos usan los principios del comportamiento y las interacciones de las ondas con la materia para transmitir y capturar información y energía. <i>Ejemplos pueden incluir células solares que capturan luz y la convierten en electricidad, imagenología médica y tecnologías de la comunicación.</i>
ES.F.CF4.EM.8	Evalúa preguntas acerca de las ventajas y desventajas de la transmisión y almacenamiento digital de información. <i>Ejemplos de ventajas pueden incluir que la información digital es estable porque se puede almacenar, transferir y copiar de forma confiable, fácil y rápida en una computadora. Las desventajas pueden ser problemas relacionados a la eliminación, seguridad y robo.</i>
ES.F.CF4.EM.9	Evalúa y apoya o refuta la validez y confiabilidad de las premisas en publicaciones acerca de los efectos de las distintas frecuencias de radiación electromagnética cuando se absorben por la materia.
ES.F.CF4.EM.10	Analiza las propiedades de los espejos y las lentes para diseñar diagramas de rayo que le permitan calcular la ubicación y tamaño de las imágenes.
ES.F.CF4.EM.11	Realiza una búsqueda de información de fuentes confiables sobre las aplicaciones científicas y/o cotidianas de los espejos y las lentes, para hacer una presentación oral.

Interacciones y energía

ES.F.CF4.IE.1	Analiza el comportamiento de las ondas como un fenómeno de transferencia de energía.
ES.F.CF4.IE.2	Describe la transferencia de energía en las ondas mecánicas, tales como las ondas de sonido.
ES.F.CF4.IE.3	Describe un modelo para representar las relaciones entre las propiedades de las ondas en distintos medios. <i>Ejemplos deben incluir un modelo que represente la interferencia y el principio de superposición.</i>
ES.F.CF4.IE.4	Usa representaciones matemáticas para apoyar una premisa respecto a las relaciones entre la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de ondas transitando a través de distintos

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

	medios. <i>Ejemplos de datos pueden incluir la radiación electromagnética viajando a través del vacío y de vidrio o las ondas sísmicas viajado a través de la Tierra.</i>
ES.F.CF4.IE.5	Identifica usos prácticos de las ondas tales como en los datos sísmicos, efectos acústicos y efecto Doppler.
ES.F.CF4.IE.6	Planifica una investigación para demostrar cómo las ondas producen campos que usan o generan partículas.
Diseño para ingeniería	
ES.F.IT1.IT.1	Identifica una posible solución a un problema real y complejo, dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver usando conocimientos de ingeniería.
ES.F.IT1.IT.2	Evalúa una solución a un problema real y complejo a base de criterios como costo, beneficio, seguridad, confiabilidad y consideraciones estéticas, así como posibles impactos sociales, culturales y ambientales.
ES.F.IT1.IT.3	Utiliza los medios tecnológicos a su alcance para diseñar prototipos, modelos y alternativas para solucionar problemas de la vida diaria u optimizar la utilidad de modelos ya existentes.
ES.F.IT1.IT.4	Explica el funcionamiento y la utilidad de modelos diseñados para solucionar problemas de la vida diaria.
ES.F.IT1.IT.5	Identifica las limitaciones de diseños desarrollados para soluciones que toman en cuenta los deseos y necesidades de la sociedad.
Procesos y destrezas (PD):	
PD1	Formula preguntas y define problemas: El estudiante formula, refina y evalúa preguntas que pueden probarse empíricamente y define problemas usando modelos y simulaciones. Se evalúan las preguntas que retan la premisa de un argumento, basado en la interpretación de un conjunto de datos o la pertinencia de un diseño. Se analizan problemas complejos de la vida real especificando las limitaciones y criterios para soluciones exitosas.
PD2	Desarrolla y usa modelos: El estudiante usa, sintetiza y desarrolla modelos para predecir y demostrar las relaciones entre variables en los sistemas y sus componentes en los mundos naturales y artificiales. Desarrolla un modelo a base de evidencias para ilustrar las relaciones entre sistemas y sus componentes.
PD3	Planifica y lleva a cabo experimentos e investigaciones: El estudiante planifica y lleva a cabo experimentos e investigaciones que proveen evidencia y ponen a prueba modelos conceptuales, matemáticos, físicos y empíricos. El estudiante planifica y lleva a cabo investigaciones de forma individual y colaborativa, para obtener datos que sirven de evidencia. Al diseñar la investigación, se decide sobre el tipo, cantidad y precisión necesarios en los datos, para obtener resultados confiables y considerar las limitaciones sobre la precisión de los mismos. . El diseño se refina de acuerdo a estos aspectos.
PD4	Analiza e interpreta datos: El estudiante integra un análisis estadístico más detallado, donde la comparación de los datos se utiliza para buscar consistencia, y los modelos se usan para generar y analizar los mismos. Los datos se analizan usando herramientas, tecnologías y modelos (computacionales o matemáticos) para formular argumentos científicos válidos y confiables.
PD5	Usa pensamiento matemático y computacional: El estudiante utiliza el pensamiento matemático y herramientas de computación para el análisis estadístico, y para representar y hacer modelos de los datos. Se realizan y se usan programados simples, a partir de modelos matemáticos, para representar un fenómeno, aparato diseñado, proceso o sistema; para apoyar las aseveraciones; o para predecir los efectos de una solución de diseño sobre un sistema, o las interacciones entre sistemas.
PD6	Propone explicaciones y diseña soluciones: El estudiante apoya las explicaciones y diseños con múltiples fuentes de evidencia, consistentes con las ideas, principios y teorías científicas. Se construyen y revisan las explicaciones a partir de evidencia válida y confiable, obtenida de fuentes diversas. El estudiante diseña, evalúa o refina una solución a un problema complejo



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

	de la vida real a base de conocimiento científico.
PD7	Expone argumentos a partir de evidencia confiable: El estudiante utiliza evidencia apropiada y el razonamiento científico para defender y criticar aseveraciones y explicaciones sobre el mundo que nos rodea. Los argumentos pueden ser de episodios históricos en la Ciencia o actuales. Se evalúan las aseveraciones, la evidencia y el razonamiento detrás de las explicaciones para determinar los méritos de los argumentos.
PD8	Obtiene, evalúa y comunica información: El estudiante evalúa la validez y confiabilidad de las suposiciones, métodos y diseños. Comunica información técnica y científica en múltiples formatos, incluyendo formato verbal, gráfico, textual y matemático.
PD9	Agrupar bajo una misma clase la materia, los hechos, los procesos o los fenómenos (clasificación): El estudiante agrupa bajo una misma clase la materia, hechos, procesos o fenómenos, tomando como base las propiedades observables de estos. Los esquemas de clasificación se basan en similitudes y diferencias observables en relación con las propiedades seleccionadas arbitrariamente. Discrimina entre diferentes esquemas de clasificación y selecciona el apropiado para clasificar materia o fenómenos.



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)		ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)	
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF4.EM.1 ES.F.CF4.EM.2 ES.F.CF4.EM.4 ES.F.CF4.EM.6 ES.F.CF4.IE.2 ES.F.CF4.IE.3 ES.F.CF4.IE.4 ES.F.CF4.IE.5</p> <p>PD: PD1 PD2 PD3 PD4 PD5 PD8 PD9</p> <p>PE/CD: PE1/CD1 PE3/CD3</p> <p>T/A: A1 A2 A3 A4 A7</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compara y contrasta la naturaleza de las ondas de sonido con las propiedades de otros tipos de ondas. • Explica el comportamiento de las ondas cuando éstas interactúan con la materia. • Identifica los usos de las ondas, como en la obtención de datos sísmicos, los efectos acústicos y el efecto Doppler. 	<ul style="list-style-type: none"> • Constructivo • Destructivo • Difracción • Efecto Doppler • Interferencia • Onda • Onda longitudinal • Onda mecánica • Onda transversal • Ondas de sonido • Ondas oceánicas • Ondas sísmicas • Polarización • Propagación • Reflexión • Refracción • Superposición 	<p><i>Edwin Hubble y el desplazamiento hacia el rojo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • En esta tarea los estudiantes investigarán los trabajos de Edwin Hubble en un periodo de tiempo de casi 50 años. La mayoría de la investigación deberá cubrir cómo los descubrimientos de Hubble están conectados al campo de la medicina y la salud (sonogramas), las condiciones del tiempo, y los radares de la policía. Luego de esta investigación, los estudiantes escribirán una carta al antiguo colega de Hubble, Milton L. Humason explicando por qué el trabajo de Hubble fue tan importante para muchas de las tecnologías que usamos actualmente y reconocer cómo Humason contribuyó al trabajo de Hubble. • El maestro evaluará la carta a base de la rúbrica adjunta (ver anejo “F.5 Tarea de desempeño – Rúbrica para evaluar carta a Hubble”). Exhiba las cartas en el 	<p><i>Muro de palabras</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes crearán un muro de palabras con las definiciones y diagramas de los siguientes conceptos: reflexión, refracción, difracción, polarización, onda transversal, onda longitudinal, transformación y absorción. <p><i>Organizador gráfico</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes crearán un diagrama de Venn triple para comparar y contrastar una onda del océano con las ondas de sonido y las ondas sísmicas. <p><i>Caricatura del efecto de Doppler</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pida a los estudiantes que dibujen una caricatura para ilustrar cómo el efecto Doppler cambia la frecuencia aparente de las ondas, dependiendo de si se puede detectar evidencia de la distancia de las ondas desde la fuente. La caricatura debe estar relacionada a ejemplos del efecto Doppler en las ondas de sonido, las ondas de luz y las ondas sísmicas. 	<p><i>Propiedades de las ondas y propagación</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes usan las cuatro propiedades que describen a las ondas (reflexión, refracción, difracción e interferencia) para crear una serie de diagramas que prueben que el sonido es una onda. Deben identificar cómo cambian estas propiedades a partir de un aumento en el pulso de energía. • Provea un <i>slinky</i> (muelle) de metal o plástico a grupos de 2-3 estudiantes para que demuestren las siguientes propiedades de las ondas: ondas transversales y longitudinales, reflexión y transmisión, interferencia constructiva y destructiva, velocidad, longitud, período y frecuencia. • Consiga 2 <i>slinkies</i> (muelles) del mismo tamaño pero de distinto material. Los estudiantes deben predecir la forma de las ondas resultantes si ambos <i>slinkies</i> reciben pulsaciones idénticas de energía. Luego pueden comprobar sus predicciones usando los <i>slinkies</i>. • Los estudiantes ofrecen ejemplos de situaciones donde los siguientes tipos de onda realizan trabajo sobre algún



Unidad F.5: Ondas

Física

5 semanas de instrucción

			salón de clase.		<p>objeto: ondas oceánicas, ondas sísmicas, ondas de sonido.</p> <ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes diseñan y evalúan un aparato para minimizar el efecto del golpe de las olas sobre la playa (como un rompeolas) o del efecto del golpe de las olas sobre un muelle.• Pida a los estudiantes que predigan si la energía de una onda de 2m de altura es igual o diferente a la energía que transporta una ola de 10m.• Permita que los estudiantes tengan la oportunidad de experimentar con los fenómenos del comportamiento de las ondas e interferencia (reflejada y transmitida) cuando las ondas en un medio encuentran otros medios distintos. Para hacer esto, se pueden usar <i>slinkies (muelles)</i> de distintos materiales conectados entre sí, sogas de distintos materiales amarradas, o una pecera de olas con distintos recipientes de profundidades diferentes. Las crestas y los valles se pueden observar en la sombra que se forma sobre una superficie blanca bajo la pecera. (Tenga cuidado de mantener las fuentes de electricidad lejos del agua.) Los estudiantes deben hacer observaciones de los patrones de las ondas, comportamiento de la interferencia, y el fenómeno de la barrera de ondas; también deben
--	--	--	-----------------	--	--



Unidad F.5: Ondas

Física

5 semanas de instrucción

					<p>hacer sus mediciones con cuidado. Los estudiantes deben crear un modelo a partir de sus observaciones y mediciones para predecir e ilustrar los cambios en las propiedades y patrones de las ondas a medida que éstas interactúan con otras ondas y distintos medios.</p> <p><i>El puente Tacoma Narrows</i></p> <ul style="list-style-type: none">Haga que los estudiantes visiten la biblioteca o usen la Internet para indagar sobre la destrucción por el viento del puente Tacoma Narrows cerca de Seattle. Pídales que escriban en sus diarios de ciencias cómo este evento se relaciona con la transferencia de energía en las ondas mecánicas. <p><i>Ondas mecánicas en un péndulo</i></p> <ul style="list-style-type: none">Pida a los estudiantes que comparen la transmisión de las ondas oceánicas con el movimiento de un péndulo. Pueden dibujar una gráfica de barras de la energía para ilustrar la conservación de la energía mecánica (energía potencial y energía cinética) para cada uno de los componentes de la onda comparado con las distintas posiciones de un péndulo en movimiento. Otra manera de hacerlo es ilustrando cada uno con gráficas de posición vs. tiempo. ¿Cómo se
--	--	--	--	--	---



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

					comparan?
--	--	--	--	--	-----------



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

ETAPA 1 – (Resultados esperados)			ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF4.EM.3 ES.F.CF4.EM.5 ES.F.CF4.EM.6 ES.F.CF4.EM.7 ES.F.CF4.EM.8 ES.F.CF4.EM.9 ES.F.CF4.IE.1 ES.F.CF4.IE.4 ES.F.CF4.IE.6 ES.F.IT1.IT.3 ES.F.IT1.IT.5</p> <p>PD: PD2 PD3 PD5 PD6 PD7 PD8 PD9</p> <p>PE/CD: PD1/CD1 PE2/CD2</p> <p>T/A: A3 A4 A5</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reconoce que la radiación electromagnética es un tipo de onda capaz de transferir energía. Explica el origen y los riesgos potenciales de la radiación electromagnética. Analiza el comportamiento de las ondas como un fenómeno de transferencia de energía. Describe la transferencia de energía en las ondas mecánicas, tales como las ondas de sonido. 	<ul style="list-style-type: none"> Amplitud Compresión Dualidad onda-partícula Efecto fotoeléctrico Espectro visible Fotón Frecuencia Longitud de onda Luz Microondas Ondas de radio Principio de incertidumbre (posición y momentum) Quantum Radiación electromagnética Rarefacción Rayos Gamma Rayos X Relación energía-amplitud Transferencia 	<p><i>Para obtener descripciones completas, favor de ver la sección "Tareas de desempeño" al final de este mapa.</i></p> <p>Dualidad onda-partícula</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta tarea de desempeño permite que los estudiantes demuestren que las ondas de luz son ondas de partículas con distintos niveles de energía, algunas de ellas lo suficientemente fuertes como para expulsar electrones de una placa de metal. Para llevar a cabo el ejercicio, se requiere un amperímetro para medir corriente, pegado a una placa de metal, una fuente de luz azul (fotones de longitud de onda corta) y una fuente de luz roja (fotones de longitud de onda amplia). Los estudiantes alumbran con ambas luces por separado a la superficie de la placa de metal y observan si hay cambios en la corriente. Ya que la luz se conoce como una onda, y una corriente se conoce como un flujo de partículas (electrones), 	<p>Diario del estudiante</p> <ul style="list-style-type: none"> Haga que los estudiantes dibujen un diagrama del espectro electromagnético en sus diarios y añadan la longitud de onda y la frecuencia de cada uno de los diferentes tipos de ondas. Los estudiantes deben abordar cómo el modelo de ondas sirve para explicar las propiedades de la luz visible. <p>Boleto de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes responden las siguientes preguntas: <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo revelan los prismas los distintos colores de la luz blanca? ¿Cuál de las propiedades de las ondas está determinada por su nivel de energía? <p>Afiche sobre la dualidad onda-partícula</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes crean un afiche para ilustrar el modelo de un átomo que clarifique la ubicación incierta de los electrones en los 	<p>Las ondas y la transferencia de energía</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes usarán un pedazo de estambre (hilo de tejer) y pedazos de tela de felpa para construir ondas. Deben dibujar una línea discontinua sobre el cartón de felpa para que sirva como la posición normal o de descanso. Asigne a los estudiantes diferentes longitudes y amplitudes de onda y haga que produzcan las ondas en la tela de felpa con el estambre como la onda. Entregue a los estudiantes un diagrama de Frayer para que comparen los rayos gamma con los rayos X (ver anejo "F.5 Actividad de aprendizaje – Modelo Frayer"). Cada estudiante completará dos copias del modelo Frayer. En la primera copia colocarán las palabras "Rayos Gamma" en la caja ubicada en el centro del modelo. Tendrán que llenar los cuadros alrededor con información acerca de los rayos gamma, como las características esenciales y no esenciales, ejemplos, y cosas u objetos que no son ejemplos del término definido. Luego, repetirán el



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

			<p>esto demuestra la naturaleza dual onda-partícula de la luz (ver más detalles al final de la unidad).</p> <p><i>Lambda desconocido de un láser</i></p> <ul style="list-style-type: none"> En esta tarea, los estudiantes usarán la información aprendida sobre las ondas y las propiedades de las mismas para determinar la longitud de onda de un láser, usando una rejilla de difracción. El maestro proveerá lo siguiente: láseres económicos obtenidos en tiendas de descuento (la longitud no está típicamente marcada en el láser; si lo estuviera, cúbrala con un pedazo de cinta adhesiva), rejilla de difracción con los espacios de las ranuras marcados, reglas métricas, soporte de acero y abrazaderas. Con esos artículos, los estudiantes desarrollarán un procedimiento para determinar el cálculo de la longitud de onda (lambda) de su láser. Deberán calcular ángulo(s) y usar la ecuación $\sin\theta = m\lambda$. El maestro podrá sugerir a los estudiantes algunas posibles soluciones, como pasar el rayo láser a través de las ranuras para producir un patrón, medir las 	<p>niveles de energía, dentro de la nube de electrones alrededor del núcleo. Los estudiantes deben ilustrar en el mismo cartel un modelo de la radiación electromagnética, compuesta de ondas de fotones o partículas de luz. Deben ilustrar ondas sin principio ni final y la incertidumbre de la ubicación y la posición de los fotones en la onda. El cartel debe incluir la ecuación del principio de incertidumbre que describe la dualidad onda-partícula en términos de posición y momentum (energía).</p>	<p>mismo procedimiento con las palabras "Rayos X" en la segunda copia del modelo. Finalmente, estudiarán ambas copias para comparar las dos definiciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> Pida a los estudiantes que describan cómo la longitud de onda de la luz determina sus características, desde los rayos gamma de largo de onda corto, hasta las de largo de onda amplio, como las ondas de radio. Haga que los estudiantes investiguen la teoría corpuscular de la luz establecida por Newton y la teoría de las ondas establecida por Christian Huygens, y que creen un afiche comparando ambas ideas sobre la luz. El afiche deberá incluir diagramas, así como explicaciones de las teorías. Los estudiantes trabajan en parejas para repetir el descubrimiento de Isaac Newton del espectro de la luz blanca. Cada par de estudiantes recibirá un prisma y deberá permitir que la luz solar pase a través del prisma hacia un papel blanco y que alguna fuente artificial de luz blanca brille a través del prisma hacia un papel blanco. Pida a los estudiantes que coloreen el espectro según lo ven reflejado en el papel. Los estudiantes escriben un informe de investigación (de 3-5 páginas)
--	--	--	--	---	---



Unidad F.5: Ondas

Física

5 semanas de instrucción

			<p>distancias hasta la máxima de primer orden (y quizás hasta el segundo orden), calcular ángulo(s) y usar la ecuación $\lambda = d \sin\theta$ (Para instrucciones más detalladas, ver anejo “F.5 Tarea de desempeño – Instrucciones para el lambda de un láser”).</p> <ul style="list-style-type: none">• El maestro evaluará a los estudiantes con la guía de puntuación adjunta (ver anejo “F.5 Tarea de desempeño – Rúbrica para evaluar tarea del láser”).••		<p>acerca del origen y la utilidad de la fibra óptica. Deben asegurarse de incluir información acerca del Principio de Huygen y la reflexión total interna de la luz. El informe también debe incluir ejemplos sobre cómo funciona el principio de Huygen en la fibra óptica y presentar información de contexto acerca de Christian Huygen. Deben usar por lo menos tres referencias distintas para escribir su informe.</p> <ul style="list-style-type: none">• Pida a los estudiantes que describan los fenómenos de reflexión/refracción, difracción/interferencia, y el efecto Doppler en términos de la naturaleza ondulatoria de la luz.• Proporcione a los estudiantes un conjunto de datos acerca de los espectros de emisión y absorción. Pídales que analicen los datos para identificar algunos elementos de la tabla periódica.• Proponga la siguiente pregunta a los estudiantes: ¿Los fotones tienen masa? (Esto está relacionado con el modelo de partícula de la radiación electromagnética, y también con la teoría de relatividad de Einstein).• Pida a los estudiantes que describan la emisión espectral y las propiedades de absorción de la luz en términos de las características de los fotones como
--	--	--	---	--	--



Unidad F.5: Ondas

Física

5 semanas de instrucción

					<p>partículas con masa y momentum.</p> <ul style="list-style-type: none">• Provea a los estudiantes una tabla de datos que incluya los valores para la frecuencia de la onda, el periodo, la longitud de onda y la velocidad, que tenga algunos espacios o valores vacíos. Los estudiantes deben usar los datos disponibles para calcular los valores que faltan, por medio de la ecuación de la onda.• Los estudiantes contestan las siguientes preguntas: ¿Un electrón es materia? Describe el movimiento de un electrón alrededor de su núcleo. ¿Se puede determinar con precisión la posición de un electrón en el nivel de energía? ¿Las respuestas a estas preguntas clarifican tu comprensión acerca de la dualidad onda-partícula de la luz y la materia? ¿Cómo?• Los estudiantes deben evaluar los niveles de energía, la capacidad de penetración y la naturaleza de ionización de distintas frecuencias de la radiación electromagnética y relacionarlo con los riesgos a la salud conocidos o probables, asociados con la exposición a radiación.• Pida a los estudiantes que lleven a cabo una investigación para comparar el sonido digital con el sonido análogo, incluyendo, para cada caso, los detalles técnicos sobre cómo se
--	--	--	--	--	---

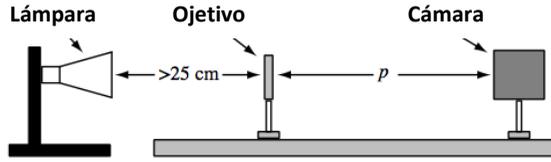


Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

					<p>almacena y se transmite la información, el uso del lector óptico y la energía de las ondas de sonido, y las ventajas y desventajas de cada método. Los estudiantes trabajan en grupo para hacer un informe oral para compartir sus hallazgos con el resto de la clase. El informe debe incluir una lista de ventajas y desventajas, así como de las fuentes de información confiables que usaron para hacer su investigación.</p>
--	--	--	--	--	--



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

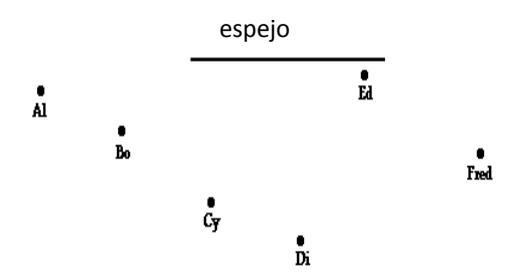
ETAPA 1 – (Resultados esperados)			ETAPA 2 – (Evidencia de assessment)		ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)
Alineación de Objetivos de Aprendizaje	Enfoque de Contenido (El estudiante...)	Vocabulario de Contenido	Tareas de desempeño	Otra evidencia	Actividades de aprendizaje sugeridas y Ejemplos para planes de la lección
<p>PRCS: ES.F.CF4.EM.10 ES.F.CF4.EM.11 ES.F.CF4.EM.3 ES.F.CF4.EM.5 ES.F.CF4.EM.6 ES.F.CF4.IE.6 ES.F.IT1.IT.1 ES.F.IT1.IT.2 ES.F.IT1.IT.3 ES.F.IT1.IT.4 ES.F.IT1.IT.5</p> <p>PD: PD1 PD2 PD3 PD4 PD5 PD8 PD9</p> <p>PE/CD: PE1/CD1 PE2/CD2 PE3/CD3</p> <p>T/A: A4 A6</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demuestra la dualidad onda-partícula de la luz. Analiza las propiedades de los espejos y los lentes. Aplica diagramas de rayos para determinar la ubicación, orientación, tamaño y tipo de imagen de un objeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Convergente Diagrama de rayos Divergente Espejo Imagen real Imagen virtual Lente Modelo de rayos de la luz Reflexión Refracción 	<p><i>Brilla en la oscuridad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Esta tarea permite a los estudiantes demostrar que las ondas de la luz son ondas de partículas con distintos niveles de energía; algunas se reflejan sobre una superficie y otras se absorben por la superficie. Para hacer el ejercicio se necesita una tira verde fosforescente, un proyector de transparencias (fuente de luz blanca), una serie de filtros (RAAVAV: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, violeta). En oscuridad total, coloque la tira entre los filtros hacia la superficie del proyector (apagado), con una hoja de papel de construcción color negro encima para protegerlo de la luz blanca una vez se encienda. La luz blanca se debe encender momentáneamente, y luego, en la oscuridad, se remueve 	<p><i>Prueba</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes contestarán una prueba sobre los diagramas de rayos (ver anejo “F.5 Otra evidencia – Prueba sobre diagramas de rayos”). <p><i>Diagrama de Venn</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Pida a los estudiantes que hagan un diagrama triple de Venn para comparar y contrastar las imágenes formadas por los espejos cóncavos, los convexos y los planos. Deben incluir información acerca de la ubicación, orientación, tamaño y tipo (virtual o real) de la imagen y de la naturaleza de la luz reflejada (convergente o divergente). <p><i>Dibujo de conceptos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Pida a los estudiantes que dibujen un diagrama de rayos para ilustrar las dos reglas de reflexión para los espejos cóncavos, y otro diagrama de rayos para los espejos convexos. 	<p><i>Cámara estenopeica</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes construyen un proyector casero con una caja de zapatos, papel de aluminio, cinta adhesiva, bombillas comunes y linternas “Maglite” pequeñas.  <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes trabajan en grupos cooperativos para observar imágenes estenopeicas, hacer predicciones acerca de cómo se ven las distintas imágenes y discutir las diferencias grupalmente antes de empezar el experimento. Los estudiantes pueden cambiar la intensidad de la luz, el tamaño del agujero, la posición de la fuente de luz, el objeto que se va a proyectar y la caja de zapatos/cámara estenopeica. Los estudiantes deben poder explicar cómo un agujero recoge la luz para crear una imagen sin la necesidad de usar un lente, relacionando los conceptos de difracción y resolución. ¿Qué factores se deben tomar en cuenta al momento de determinar el tamaño del agujero? Los estudiantes también deben llegar a la conclusión de que



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

			<p>la tira para revelar que sólo la luz azul y la luz violeta tienen la capacidad de activar la fosforescencia. Nuevamente en la oscuridad, se expone la tira completa a la luz; y cuando se apaga la luz, toda la tira brilla. Para una demostración del efecto fotoeléctrico vea el enlace en la sección “Recursos adicionales” al final de la unidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pida a los estudiantes que describan la fosforescencia y por qué solamente algunas longitudes de onda de luz hacen que brille la tira fosforescente. Deben distinguir entre fosforescencia, la quimioluminiscencia y la fluorescencia. ¿Por qué la luz blanca pudo hacer brillar la tira? ¿Cuáles longitudes de onda de la luz absorbe un filtro rojo, y cuáles se transmiten? De igual manera, ¿cuáles longitudes de onda de la luz absorbe un filtro azul, y cuáles se transmiten? Pida a los estudiantes que especulen por qué la luz roja 	<p><i>Boleto de salida</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Haga las siguientes preguntas a los estudiantes acerca de las ecuaciones que describen el comportamiento de la luz cuando ésta interactúa con los espejos. La ecuación es: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ • La ecuación de magnificación es: $M = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_o}$ <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué indica el signo (positivo o negativo) de f, (longitud focal)? (f es positivo si el espejo es cóncavo y negativo si es convexo) ○ ¿Qué indica el signo (positivo o negativo) de d? (d es positivo si la imagen es real y está ubicada en el mismo lado que el espejo y el objeto, d es negativo si la imagen es virtual y está ubicada detrás del espejo) ○ ¿Qué indica el signo de h? (h es positivo si la imagen está derecha y negativo si está 	<p>las imágenes son reales y están invertidas. Ver la sección “Recursos adicionales” para las instrucciones sobre cómo construir una cámara estenopeica (pinole projector).</p> <p><i>Espejos y largos focales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pídale a los estudiantes que escriban en sus diarios las fórmulas que muestran la relación entre la distancia de una imagen, la distancia de un objeto y el largo focal, y de la magnificación de un objeto/imagen. Luego, deben aplicar sus conocimientos sobre el diagrama de rayos, para calcular lo siguiente: ¿Cuál es el largo focal de un espejo que da una imagen a 3.00 metros de distancia cuando un objeto se coloca a 150.0 cm de él? ¿Dónde está localizada la imagen cuando un objeto es colocado a 60.0 cm de un espejo que tiene un largo focal de 20.0 cm? Un espejo con un largo focal de -100.0 cm se usa para formar una imagen y un objeto se coloca a 50.0 cm frente al espejo. ¿Dónde está ubicada la imagen? ¿Qué tipo de espejo se está usando en este ejercicio? <p><i>Espejos y lentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes realizan una investigación acerca de los espejos y los lentes para aprender sobre sus aplicaciones científicas y cotidianas. Deben consultar fuentes de información confiables, como por ejemplo la revista <i>Investigación y Ciencia</i> (ver la
--	--	--	--	--	---

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

			<p>no se absorbe a un nivel de energía cumulativa lo suficientemente alto como para generar quimioluminiscencia (aunque la luz tiene propiedades de onda, esta consiste de un quantum de radiación; cada quantum necesita ser lo suficientemente energético por sí mismo para excitar los electrones incidentes; esto se refiere a la cualidad de partícula de las ondas de la radiación electromagnética). Deben usar sus observaciones y respuestas a estas preguntas para apoyar la explicación de la naturaleza dual onda-partícula de la luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> El maestro puede evaluar a los estudiantes a partir de la interpretación correcta de sus observaciones, incluyendo las respuestas a las preguntas anteriores. 	<p>invertida)</p> <p><i>Dibujo de conceptos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Pida a los estudiantes que dibujen una caricatura para ilustrar cómo los lentes polarizados ayudan a reducir el brillo (reflexión especular). 	<p>sección “Recursos adicionales”). Luego, los estudiantes deben analizar sus descubrimientos para identificar las fallas o defectos en la tecnología de los espejos y lentes actualmente, y diseñar modelos de espejos, lentes o instrumentos mejores y más funcionales que utilicen tecnología de los lentes y espejos además de aplicaciones mejoradas. Los estudiantes deben preparar un informe escrito y presentarlo oralmente, con apoyos visuales, que incluya el dibujo de sus modelos.</p> <p><i>Solución a un problema de la vida diaria</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes proponen una tecnología nueva que aplica la física de la luz para solucionar un problema de la vida diaria (iluminación, láseres, fibra óptica, entre otros). <p><i>Imágenes en un espejo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Pida a seis estudiantes que se paren en varias posiciones frente a un espejo. Las posiciones se indican en el diagrama a continuación: <div style="text-align: center;">  </div>
--	--	--	--	---	---



Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

					<ul style="list-style-type: none">• Cada estudiante debe determinar qué imágenes puede ver mirando a través del espejo sin moverse (ver la sección “Recursos adicionales”).
--	--	--	--	--	---

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

ETAPA 3 – (Plan de aprendizaje)

Conexiones a la literatura sugeridas

- **Dudley H Towne**
 - *Wave Phenomena*
- **Ralph Baierlein**
 - *Newton to Einstein: The Trail of Light: An Excursion to the Wave-Particle Duality and the Special Theory of Relativity*

Recursos adicionales

- Actividad sobre conceptos de desplazamiento hacia lo rojo de una estrella que se extingue, propiedades de la luz, el efecto Doppler, y el descubrimiento de Hubble sobre la expansión del universo: <http://www.pbs.org/deepspace/classroom/activity2.html>
- Demostración del efecto fotoeléctrico: <http://www.youtube.com/watch?v=gyrFDv2WtJc>
- Descripción de la propiedad onda-partícula de la luz: <http://abyss.uoregon.edu/~js/ast123/lectures/lec06.html>
- Efecto Doppler: <http://www.kettering.edu/~drussell/Demos/doppler/doppler.html>
- Efecto Doppler: <http://didactalia.net/comunidad/materiaeducativo/recurso/efecto-doppler-simulacion-interactiva/8680e291-df1e-4a44-af19-9f6a1d8615cb>
- Efecto Doppler: <http://www.antarma.com/#efectodoppler>
- Efecto Doppler: http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/doppler.htm
- “Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory”: <http://www.ligo-wa.caltech.edu/>
- Física de la luz y el color: <http://www.olympusmicro.com/primer/lightandcolor/index.html>
- Difracción: <http://www.schoolphysics.co.uk/age16-19/Wave%20properties/Diffraction/>
- Difracción: <http://www.uv.es/portasec/Fisica/aulaexp/optica/P2-Difraccion.pdf>
- Difracción: <http://www.education.com/science-fair/article/measure-size-light-wave/>
- Lecciones sobre los láseres: <http://www.laserfest.org/resources/lesson-student.pdf>
- Puente Tacoma Narrows: http://www.esoesciencia.isdata.es/index.php?option=com_content&view=article&id=153:puente-de-tacoma&catid=35:curiosidades&Itemid=87
- Cámara estenopeica, Instrucciones para construir una cámara estenopeica: http://www.carolinacurriculum.com/premium_content/eBooks/Earth+Space/pdfs/Lesson_6.pdf
- Cámara estenopeica:
http://www.scotch.com.mx/wps/portal/3M/es_MX/GlobalScotchBrand/Scotch/Resources/ideas_y_tips_news/?PC_Z7_U00M8B1A089Q40ID0NHPN823P3000000_assetId=1319229293836
- Espejos y largos focales, Fuente: <http://www.physicsclassroom.com/reviews/refln/reflnprint.cfm>

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

- Espejos y lentes, Investigación y Ciencia: <http://www.investigacionyciencia.es/>
- Imágenes en un espejo, Fuente: <http://www.physicsclassroom.com/class/refln/Lesson-2/Ray-Diagrams-for-Plane-Mirrors>
- Imágenes en un espejo, Fuente: <http://www.physicsclassroom.com/class/refln/Lesson-2/Ray-Diagrams-for-Plane-Mirrors>
- Luz y sonido:
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iespicasso/doc_joomla/departamentos/fisica/luz.sonido/LUZ_Y_SONIDO_2%C2%BAESO/luz%20y%20sonidos/LUZ%20Y%20SONIDO/index.html
- Animaciones Flash interactivas sobre la óptica: http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/optica_interactiva.htm
- La luz como onda: <http://www.educaplus.org/luz/lcomoonda.html>
- Simulaciones de física: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics>
- Lentes y espejos: <https://sites.google.com/site/fisica2palacios/home/optica/lentes-y-espejos>
- Lentes y espejos: <http://ocw.uv.es/ciencias/fisica/clase18.pdf>
- El sonido: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena4/2q4_contenidos_2a.htm
- Ondas: <http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/MovOnd/>
- Lecciones sobre ondas y otros temas de la Física: http://www.skool.es/segundo_ciclo.aspx?id=50
- Pasos en el proceso de diseño para ingeniería: http://www.nasa.gov/audience/foreducators/plantgrowth/reference/Eng_Design_5-12.html#.U-e716PG-8A
- Redacción de una propuesta de investigación: http://ponce.inter.edu/acad/facultad/jvillasr/GUIA_INVEST.pdf

Unidad F.5: Ondas
Física
5 semanas de instrucción

Tareas de desempeño

Nota: Utilice los documentos: 1) Estrategias de educación diferenciada para estudiantes del Programa de Educación Especial o Rehabilitación Vocacional y 2) Estrategias de educación diferenciada para estudiantes del Programa de Limitaciones Lingüísticas en Español e inmigrantes (Título III) para adaptar las actividades, tareas de desempeño y otras evidencias para los estudiantes de estos subgrupos.

Dualidad onda-partícula

- Esta tarea de desempeño permite que los estudiantes demuestren que las ondas de luz son ondas de partículas con distintos niveles de energía, algunas de ellas lo suficientemente fuertes como para expulsar electrones de una placa de metal.
- Para llevar a cabo el ejercicio, se requiere un amperímetro para medir corriente, pegado a una placa de metal, una fuente de luz azul (fotones de longitud de onda corto) y una fuente de luz roja (fotones de longitud de onda larga). Los estudiantes alumbran con ambas luces por separado hacia la superficie de la placa de metal y observan si hay cambios en la corriente en el amperímetro. Como la luz se conoce como una onda, y una corriente eléctrica se conoce como un flujo de partículas (electrones), esto demuestra la naturaleza dual onda-partícula de la luz.
- Pida a los estudiantes que describan el efecto fotoeléctrico que ocurre cuando se le añade energía a un átomo. (Los electrones absorben energía, lo que provoca que se muevan a un nivel mayor de energía. Estos electrones en estado de excitación vuelven a descender a su nivel de energía original y liberan esta energía en forma de luz. Se emiten distintas longitudes de onda de la luz. Otras longitudes de onda se absorben.) Pida a los estudiantes que expliquen por qué la luz roja no puede hacerlo, pero la luz azul logra convertir energía de la luz en energía eléctrica. Pida a los estudiantes que predigan qué otros tipos de radiaciones electromagnéticas podrían mostrar el efecto fotoeléctrico (cualquier longitud de onda más corto que la luz azul, incluyendo los rayos UV), y cuáles no (cualquier longitud de onda más largo que la luz roja, incluyendo los rayos infrarrojos). Pida a los estudiantes que argumenten sobre por qué la luz roja no se puede absorber a un nivel acumulativo de energía lo suficientemente alto como para excitar los electrones del metal (aunque la luz tenga propiedades de onda, es también parcialmente radiación); cada quantum necesita ser lo suficientemente energético por sí mismo para excitar los electrones incidentes. Esto se refiere a la naturaleza de partícula de las ondas de radiación electromagnética. Pida a los estudiantes que usen sus observaciones y las respuestas a las preguntas anteriores para apoyar la teoría de la naturaleza dual de la luz como onda y partícula. Pídales que piensen en maneras para modelar este fenómeno con otros tipos de ondas. Una de las posibilidades consiste en crear ondas de agua en una bandeja para observar los efectos que tienen los cambios en las ondas sobre una partícula que flota en el agua, y los efectos de la “excitación” de la partícula.
- El maestro puede evaluar a los estudiantes a partir de sus interpretaciones correctas de las observaciones, incluyendo las respuestas a las preguntas anteriores.

Efecto fotoeléctrico

