

Nivel	<h1>Espectro electromagnético</h1>	
Secundario		
Tiempo necesario	Resumen de la lección	
125 min (2.5 periodos de 50 min de clase)	En esta lección, los estudiantes conocerán las categorías de las ondas electromagnéticas. Investigarán los usos y los peligros de uno de los tipos de onda y compartirán sus hallazgos con sus pares. Por último, debatirán sobre el uso que debe darse a una parte del espectro.	
Objetivos generales		
<p>Norma NGSS:</p> <p>HS-PS4-4. Evaluar la validez y confiabilidad de las afirmaciones en publicaciones acerca de los efectos que tienen distintas frecuencias de radiación electromagnética al ser absorbidas por la materia.</p>		
Vocabulario	Objetivos específicos	
<p>Rayos gamma</p> <p>Rayos X</p> <p>Rayos UV</p> <p>Radiación infrarroja</p> <p>Microondas</p> <p>Ondas de radio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes serán capaces de describir las categorías de las ondas electromagnéticas. • Los estudiantes establecerán los usos y los peligros de los distintos tipos de onda electromagnética. 	
Materiales		
<ul style="list-style-type: none"> • Copias del material impreso para los estudiantes 		



Prerrequisitos

Los estudiantes deben entender las características de las ondas y las ondas electromagnéticas.

Consideraciones de seguridad

Ninguna.

Ritmo de la lección

Esta lección está diseñada para impartirse en dos clases y media (50 min cada una). Si tus periodos de clase tienen una extensión diferente, tendrás que hacer ajustes al cronograma siguiente.

Día 1. La primera clase comprenderá la actividad inicial, el repaso de las conversiones en el sistema métrico y el inicio de las investigaciones de los estudiantes.

Día 2. En la segunda clase, los estudiantes realizarán la investigación, se reunirán con estudiantes afines, colaborarán con otros estudiantes y tú los guiarás durante toda la conversación en clase. Al final de este periodo, los estudiantes tendrán como tarea leer uno de los tres artículos que se indican más adelante en el apartado de cierre.

Día 3. La actividad para el tercer periodo de clases durará solo la mitad. En este periodo, los estudiantes participarán en un debate con toda la clase o en grupos más pequeños.

Antes de la lección

Imprime la hoja sobre el sistema métrico, la página de investigación sobre electromagnetismo y la página para el trabajo colaborativo.

Imprime tres artículos de debate o publica enlaces a ellos en tu sistema de gestión del aprendizaje (ver el apartado de conclusiones más adelante).

Evaluaciones

Lecciones en el salón de clases

Evaluaciones antes de la actividad

Introducción

El diagrama del espectro electromagnético que se entregó con esta lección debe proyectarse en el pizarrón o ser impreso para que esté disponible en cada escritorio. Luego, mientras tomas asistencia y realizas otras tareas administrativas, los estudiantes deben mirar la ilustración y hacer la mayor cantidad de observaciones que posibles. Consejo: si puedes, ofrece un pequeño premio a quienes hagan la mayor cantidad de observaciones de calidad (que no baste con decir que la línea es curva u ondulada).



Evaluaciones integradas en la actividad	Actividades
<p>Procura pausar la lectura (ya seas tú o un estudiante quien lee) y haz preguntas sobre la información en ese párrafo. Observa quiénes son los estudiantes menos participativos y evalúa su comprensión. Repite el párrafo si es necesario.</p> <p>Mientras responden las dos primeras a modo de ejemplo, permite que los estudiantes hagan preguntas de aclaración.</p>	<p>I. Analiza el diagrama del espectro electromagnético.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite a los estudiantes compartir sus observaciones con la clase y crea un listado en el pizarrón. Llama adelante a cuantos estudiantes puedas, para que todos tengan oportunidad de participar. Si haces la aclaración de que su observación debe ser distinta a lo que otros han puesto en el pizarrón, el tiempo de esta actividad debería reducirse. • Indica a los estudiantes los nombres de las categorías. Por ejemplo, los rayos gamma fueron una invención de quienes querían hablar sobre partes del espectro con sus pares. <p>***Alerta de error de concepto***: el nombre de la categoría "radio" puede generar malentendidos en tus estudiantes respecto de estas ondas. La radio que conocen los estudiantes son los aparatos que transmiten música y voz. Por eso, podrían creer que las ondas sonoras son ondas electromagnéticas, lo cual es incorrecto. Las ondas sonoras son ondas compresionales o longitudinales. Es posible que tengas que explicar la manera en que funciona una estación de radio y un aparato receptor de radio. En resumen, las estaciones de radio convierten la voz y la música en señales electrónicas que son transmitidas por antenas. Luego, la antena de un aparato receptor recibe la señal y convierte la onda electromagnética nuevamente en una onda sonora.</p> <p>Puedes encontrar algunas referencias sobre este proceso en el apartado de recursos para el docente al final de este documento.</p> <p>2. Presenta las unidades que se usan en el espectro.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es probable que los estudiantes no conozcan algunas de las unidades del diagrama. Por ejemplo, aunque puedan conocer el metro, un nanómetro (nm) podría resultarles desconocido. • Por este motivo, dedica algo de tiempo a repasar la escala métrica. Luego, entrega la hoja de repaso de unidades. Lee los párrafos superiores a los estudiantes o pide a uno de ellos que lo haga en voz alta para la clase. <p>a. Responde las primeras dos preguntas a modo de ejemplo.</p>

Recorre el salón mientras los estudiantes trabajan. Comprueba que estén obteniendo las respuestas correctas. Si un grupo de estudiantes tiene una respuesta equivocada, haz una pausa y repasa con ellos. Si varios equipos tienen una respuesta equivocada a la misma pregunta, haz una pausa y repasa con toda la clase.

Recorre el salón y evalúa a los estudiantes mientras trabajan. Observa a los estudiantes que parezcan confundidos y comprueba que estén obteniendo las respuestas correctas. De lo contrario, repasa con ellos.

Recoge las hojas y corrígelas.

Mientras los estudiantes investigan, recorre el salón.

Pregunta: ¿Qué tema están investigando?

¿Qué han descubierto?

Pregunta: ¿Creen que este tipo de onda

b. Pide a los estudiantes responder las preguntas 3 y 4 en pareja.

c. Haz que los estudiantes terminen la actividad por cuenta propia.

3. Investigación sobre el espectro

- Durante esta actividad, los estudiantes investigarán una parte del espectro electromagnético.
 - Divide la clase en seis grupos. Cada grupo investigará una parte distinta del espectro. Aunque la investigación es individual, habrá tiempo para colaborar con otros más adelante en la lección.
 - Distribuye las hojas y asigna a los estudiantes una parte del espectro a investigar. Dale 30 minutos a los estudiantes para realizar esta actividad.

Partes del espectro

Rayos gamma

Rayos X

Rayos UV

Luz visible

Radiación infrarroja

Microondas

Ondas de radio



electromagnética es más útil o más perjudicial? Pide a los estudiantes que indiquen un motivo para su respuesta.

Pregunta: ¿Qué es lo más interesante que han descubierto sobre este tipo de onda? Si un estudiante responde "nada", pregúntale lo que han descubierto, elige algo que creas que es interesante y háblales sobre ese tema.

Recorre el salón mientras los grupos comparten sus experiencias. Procura que haya varios estudiantes participando en la conversación. Si encuentras un grupo en que un solo estudiante habla, **comenta:** "esa información es muy interesante, x (nombre del estudiante), pero me gustaría saber lo que opina y".

Recorre el salón mientras los grupos comparten sus experiencias. Asegúrate de que los estudiantes estén anotando la

- Alternativa sin computadora: si tu establecimiento no tiene computadoras para los estudiantes, de todas maneras puedes realizar esta actividad. Encuentra algunas fuentes de información sobre cada parte del espectro e imprímelas. Para ahorrar papel, puedes crear paquetes para cada tema e indicar a los estudiantes que son material de clase que será reutilizado.

 - a. Intercambio entre pares con el mismo tema
Los estudiantes que investigaron la misma parte del espectro tendrán 12 minutos para conversar sobre su tema. En primer lugar, uno de los estudiantes compartirá su respuesta y los demás en el grupo aportarán información adicional. Para garantizar igual participación, cada estudiante responderá inicialmente una pregunta distinta (de ser posible, según el tamaño de los grupos). Al final, los estudiantes seleccionarán la información más importante de cada respuesta para compartirla con los demás grupos. Avísales que tendrán solo 3 minutos para compartir lo aprendido.

 - b. Método *jigsaw* de trabajo colaborativo
Forma grupos integrados por un estudiante de cada uno de los seis grupos temáticos. En algunos casos, y dependiendo del tamaño de la clase, puede haber dos estudiantes de un mismo grupo.

Distribuye las páginas de trabajo colaborativo entre los grupos. Indica a los estudiantes que la información que entreguen a sus pares debe ser concisa. Tendrán que dar sus respuestas en 2 minutos y tendrán 1 minuto para responder preguntas de sus pares.
4. Discusión con toda la clase
- Tras finalizar la actividad de colaboración, dedica algo de tiempo a analizar en conjunto los usos del espectro electromagnético. Aquí no es necesario repasar las preguntas de las páginas, ya que los estudiantes habrán pasado



<p>información importante que comparten sus pares.</p> <p><i>Recoge las hojas y corrígelas.</i></p> <p>Observa la participación de los estudiantes. Si hay varios que parecen no tener interés en la conversación, cambia tu enfoque. En su lugar, haz preguntas alternativas, como:</p> <p>Pregunta: Si fueras un superhéroe y quisieras proteger el planeta de los asteroides, ¿qué categoría de onda electromagnética necesitarías emitir?</p>	<p>bastante tiempo analizando esa información. En su lugar, sondea la comprensión de los estudiantes con preguntas como las siguientes:</p> <p>Pregunta: ¿Qué categoría de las ondas electromagnéticas es la más peligrosa? Fundamenta tu afirmación con evidencia.</p> <p>Pregunta: ¿Qué categoría de las ondas electromagnéticas es la más útil para la humanidad? Fundamenta tu afirmación con evidencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ten presente que las preguntas anteriores no tienen una sola respuesta. Hay varias posibilidades en la medida en que los estudiantes tengan evidencia que sustente sus afirmaciones.
<p><i>Evaluaciones después de la actividad</i></p>	<p><i>Cierre</i></p>
	<p>Al final de la reunión de la segunda clase, debes asignarles una de las lecturas siguientes como tarea. Puedes permitir que los estudiantes elijan uno de los artículos o asignarle a cada uno una lectura específica. Si les permites elegir, intenta mantener el tamaño de los tres grupos. Indica a los estudiantes que adoptarán la postura del grupo que se presenta en el artículo.</p> <p>Empresas de telefonía celular https://www.lifewire.com/5g-spectrum-frequencies-4579825 - (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)</p> <p>Fuerzas armadas https://www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/2404027/new-spectrum-strategy-reveals-dods-plan-to-master-airwaves/ (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)</p> <p>Investigadores</p>



Dada la naturaleza de los debates, esta actividad educativa no necesita calificaciones. Si quieres asignar una calificación a esta parte de la lección, considera pedir que escriban un ensayo basado en el debate.

Durante el debate, presta atención a las respuestas que dan los estudiantes. Si un estudiante ofrece información incorrecta, no intervengas. En su lugar, permite que los demás estudiantes corrijan la información errónea. Si el error persiste pese a que varios estudiantes hayan opinado sobre el asunto, haz la aclaración correspondiente.

<https://www.aip.org/fyi/2019/scientists-wary-interference-impending-telecommunications-initiatives> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

Hoy los estudiantes participarán en un debate. Queda a discreción del docente decidir si el debate será de toda la clase o en grupos pequeños. Independientemente del tamaño de los grupos de debate, debes explicar las reglas del debate antes de iniciar la actividad.

Los estudiantes deben hablar por turnos. Siempre deben dar un motivo para su postura, que debe estar respaldada por evidencia proveniente de las lecturas. Está bien que haya discrepancias, pero tienen que expresarlas de manera respetuosa. Se recomienda ofrecer frases para empezar una oración que ayuden a los estudiantes a encontrar las palabras correctas para interactuar con sus pares.

La pregunta principal del debate es:

¿Se debe permitir a las empresas usar las mismas frecuencias que usan los investigadores y las fuerzas armadas?

Recuerda a los estudiantes que deben sustentar su postura en el artículo que se les entregó para leer.

Si la discusión decae, intercala preguntas relacionadas adicionales para fomentar el debate entre los estudiantes.



Integración cultural

Ten en cuenta las diferencias culturales de tus estudiantes. Por ejemplo, en algunas culturas, es un tabú contradecir a los demás en público. Por ese motivo, algunas personas que comparten esas culturas pueden tener dificultades en la actividad de debate. De ser posible, conversa con esos estudiantes antes de la actividad. Explícales los objetivos del aprendizaje y pregúntales qué puede ayudarles a sentirse más cómodos durante esta actividad.

Las personas siguientes han hecho algunos aportes interesantes en relación con el espectro electromagnético. A continuación hay una breve descripción. Los estudiantes de minorías subrepresentadas deben saber que hay personas de su etnia que han participado en importantes investigaciones científicas. Puedes pedirles que investiguen sobre estas personas, que hagan una presentación en PowerPoint para la clase o que diseñen pancartas sobre estas personas y las cuelguen en las paredes del salón.

George Robert Carruthers: afroamericano que diseñó su primer telescopio a la edad de diez años. Creó una cámara que permitió a los astronautas tomar fotografías de los rayos UV.

<https://www.biography.com/inventor/george-carruthers> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/23)

Walter Samuel McAfee: afroamericano que participó en el Proyecto Diana durante la Segunda Guerra Mundial. Su equipo realizó experimentos para determinar si las radiofrecuencias eran capaces de atravesar la atmósfera terrestre. Esta investigación tuvo importancia para nuestras actuales comunicaciones satelitales.

http://www.math.buffalo.edu/mad/physics/mcafee_walters.html (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

France Córdova: mujer hispana que se convirtió en la primera mujer en liderar la Purdue University. Antes de llegar a ser presidenta de la universidad, Córdova estudió astrofísica y fue científica jefa en la NASA.

Durante su paso por la NASA, se dedicó a temas de política científica. <https://www.purdue.edu/fac/about/> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

Ellen Ochoa: mujer hispana que ocupó el cargo de directora del Johnson Space Center. Anteriormente, fue la primera mujer hispana en ir al espacio. Pasó nueve días en el espacio a bordo del transbordador

Discovery. <https://www.nasa.gov/centers/johnson/about/people/orgs/bios/ochoa.html> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

Adaptaciones

Modifica las tareas para satisfacer las necesidades de los estudiantes de los programas de educación individualizada (IEP).

Permite que los estudiantes de idioma inglés participen junto con un hablante nativo en el componente de investigación. Eso les ayudará a desarrollar sus habilidades lingüísticas mientras ejecutan la tarea.



Ten en cuenta a los estudiantes que sientan ansiedad por hablar en público. De ser necesario, permite que elijan trabajar con alguien que sea la persona que hable en su lugar.

Recursos para el docente

Funcionamiento de las estaciones de radio

<https://www1.udel.edu/nero/Radio/readings/classes.html> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

<https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-middle-school-physical-science-flexbook-2.0/section/18.5/primary/lesson/radio-waves-ms-ps> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

Categorías del espectro electromagnético

<https://courses.lumenlearning.com/boundless-physics/chapter/the-electromagnetic-spectrum/> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

Actividades optativas de extensión

Compositor de colores cósmico

<https://public.nrao.edu/color/> (disponible solo en inglés; último acceso, 08/08/2023)

Las imágenes de esta página se crearon combinando imágenes de distintos telescopios para ofrecer un cuadro completo de los fenómenos espaciales. Esta página web te permite seleccionar un color para representar cada categoría de radiación electromagnética. Al escoger un color diferente para cada tipo de radiación, el estudiante puede ver de qué manera contribuye cada tipo de onda a la imagen final. Como alternativa, los estudiantes pueden elegir un tipo de onda a la vez y comparar las imágenes que produce cada telescopio.

Agradecimientos

Esta es la tercera de una serie de nueve lecciones que buscan ayudar a los estudiantes a mejorar su comprensión de las radiofrecuencias. Puedes usar solo esta lección, pero te recomendamos revisar las demás lecciones de esta serie si te interesa este tema.

Lección 1. Ondas mecánicas

Lección 2. Ondas electromagnéticas

Lección 3. Espectro electromagnético

Lección 4. Argumentación y ondas radiales

Lección 5. Investigación sobre usuarios del espectro

Lección 6. Aeronaves y la segunda ley del movimiento de Newton

Lección 7. Pronósticos del tiempo y ondas de radio

Lección 8. Satélites y sociedad

Lección 9. Administración del espectro



La creación de las lecciones de esta serie fue financiada por una generosa donación de la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NSF). Las lecciones forman parte del proyecto de Zona Radiodinámica Nacional (NRDZ) del Observatorio Radioastronómico Nacional de Estados Unidos (NRAO).

