

<b>Nivel</b>	<h2>Usos de las ondas de radio y asignación de frecuencias</h2>
Escuela preparatoria	
<b>Tiempo requerido</b>	<b>Resumen de la lección</b>
5 periodos de clase de 50 min. (250 min.)  2 periodos de clase de 50 min. (100 min.) sin el proyecto de investigación.	Esta lección describe los múltiples usos de las ondas de radio, un concepto que muchos estudiantes no entienden bien. Los estudiantes aprenderán que las radiofrecuencias tienen diversas aplicaciones y requieren de una reglamentación por parte del gobierno para evitar las interferencias y la competencia desleal, además de que tendrán la oportunidad de investigar sus propias cuestiones sobre la radio.
<b>Estándares</b>	
<p>NGSS</p> <p>HS-PS4-2 Evaluar las ventajas de utilizar un sistema digital de transmisión y almacenamiento de información</p> <p>HS-PS4-5 Comunicar información técnica sobre cómo algunos dispositivos técnicos utilizan los principios del comportamiento ondulatorio y las interacciones de las ondas con la materia para transmitir y captar información y energía</p>	
<b>Vocabulario</b>	<b>Objetivos</b>
Frecuencia Longitud de onda Hertz, MHz, GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes conocerán los múltiples usos del espectro radioeléctrico, incluso con dispositivos personales como teléfonos y computadoras portátiles.</li> <li>• Los estudiantes comprenderán cómo se comparte el espectro entre los numerosos usuarios y evaluarán las ventajas e inconvenientes de un creciente campo de la tecnología.</li> </ul>
<b>Materiales</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes deberán acceder a dispositivos con conexión a Internet para realizar una investigación</li> <li>• Papel milimétrico o papel de estraza y marcadores para cada grupo</li> <li>• Gráfico de asignación de radiofrecuencias - Hay tres opciones para obtener este recurso. 1) Se puede adquirir a un costo de \$16 cada uno con envío gratis en</li> </ul>	

<https://bookstore.gpo.gov/products/united-states-frequency-allocations-radio-spectrum-poster> (último acceso 6/12/23). 2) También se puede descargar aquí: [https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/january\\_2016\\_spectrum\\_wall\\_chart.pdf](https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/january_2016_spectrum_wall_chart.pdf) (último acceso 6/12/23). 3) El documento de las piezas de rompecabezas incluye el gráfico dividido en piezas que se pueden imprimir y recortar. Debido a que el cartel es grande (36" x 48") y tiene algunas letras pequeñas, se recomienda comprarlo. De ser posible, compre al menos dos para tener un segundo cartel de referencia o como repuesto.

- Opcional: Imanes o cinta adhesiva para colgar las tarjetas en la pared. También se puede elaborar un tendedero con cuerda y pinzas para ropa. (Estos artículos suelen estar disponibles en las tiendas de dólar locales). Asegúrese de que haya espacio y materiales suficientes para todas las tarjetas. Si se utiliza cinta adhesiva, asegúrese de que no dañe las tarjetas o plastifíquelas previamente para evitar daños.

### Requisitos previos

Los estudiantes deben haber completado las lecciones de introducción a las ondas, la frecuencia y el espectro electromagnético.

### Consideraciones de seguridad

Ninguna

### Programa

Día 1 - Lectura de un artículo, actividad de clasificación de tarjetas sobre la asignación de radiofrecuencias

Día 2 - Actividad sobre tecnología y uso de radiofrecuencias, elaboración de preguntas sobre el espectro radioeléctrico

Usted puede suspender la lección en este punto.

Día 3 - Investigación

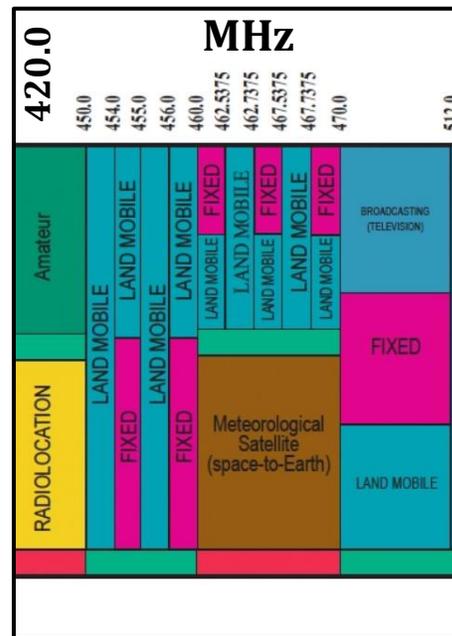
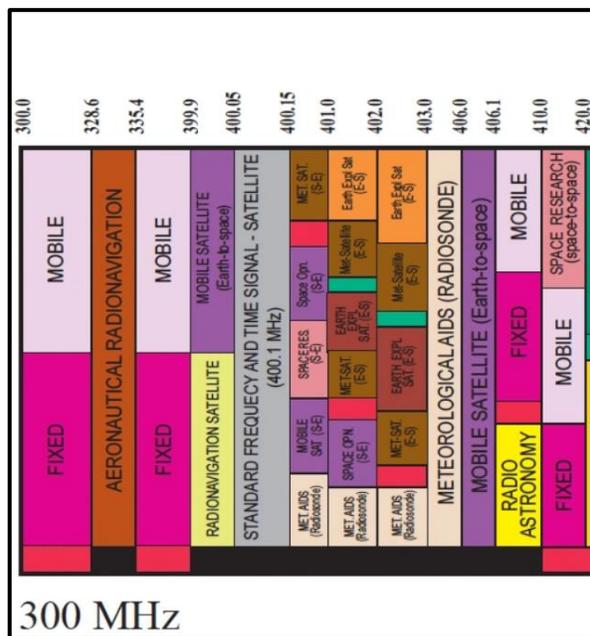
Día 4 - Elaboración de presentaciones

Día 5 - Presentaciones en clase

### Antes de la lección

- I. Imprima los siguientes documentos para cada estudiante:
  - a. Asignación de radiofrecuencias
  - b. Hoja de trabajo opcional: Tecnología y uso de radiofrecuencias

2. Para preparar las tarjetas del gráfico de asignación de radiofrecuencias, el profesor deberá recortar en secciones el gráfico de asignación de radiofrecuencias arriba mencionado para la actividad. Adquiera el cartel con varias semanas de anticipación.
  - a. Recorte en secciones la parte del espectro del gráfico. Asegúrese de que la longitud de las tarjetas sea variable, ya que algunas partes del espectro son muy sencillas en un rango largo y otras secciones son muy complejas. Cerciórese de que las frecuencias de la parte superior de cada sección estén incluidas en las tarjetas para que los estudiantes puedan colocarlas en orden durante la actividad. Usted tendrá que anotar a mano las unidades de cada tarjeta cuando éstas no aparezcan. Si sus estudiantes necesitan un mayor apoyo, tal vez tenga que copiar las frecuencias de forma que el final de una tarjeta y el principio de la siguiente tengan las frecuencias visibles, pero esto no debería ser necesario para todos los estudiantes. El profesor puede utilizar su criterio en cuanto al nivel de sus lecciones. Vea el siguiente ejemplo.



La unidad "MHz" se escribió en la parte superior de la segunda tarjeta para que las unidades fueran evidentes. La frecuencia inicial de "420.0" se anotó en la segunda tarjeta, de manera que ambas tarjetas muestran las frecuencias inicial y final correctas.

3. Los profesores pueden optar por plastificar las tarjetas para que duren mucho tiempo.

Evaluaciones	Instrucciones para el salón de clases
Evaluaciones previas a la actividad	<b>Introducción</b>
<p>Camine alrededor del salón de clases mientras los estudiantes trabajan y haga comentarios sobre las respuestas correctas e incorrectas.</p> <p>Los estudiantes pueden entregar las actividades semanalmente o se pueden evaluar mediante revisiones de cuadernos. El profesor puede utilizar sellos como una retroalimentación positiva para las respuestas bien pensadas a fin de sumar más puntos a la calificación.</p>	<p>I. Actividad de calentamiento rápido: <i>Con todos los aparatos que usamos a diario, ¿creen que hay un límite en las frecuencias que tenemos disponibles?</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Anote esta pregunta en el pizarrón a medida que los estudiantes entren al salón de clases.</li> <li>b. Dé a los estudiantes unos 5 minutos para responder por escrito, ya sea en sus cuadernos o en hojas sueltas.</li> <li>c. Cuando se acabe el tiempo, pida a los estudiantes que compartan sus respuestas con los demás.</li> <li>d. Luego pregunte a los estudiantes si alguna vez han observado alguna interferencia al utilizar un dispositivo, por ejemplo, si el llavero con control remoto de un coche no funciona o si el monitor para bebé capta las señales de un vecino.</li> </ol>
Evaluaciones integradas en actividades	<b>Actividades</b>
	<p style="text-align: center;"><b>Día I</b></p> <p>I. Artículo - "Nuestros dispositivos están saturando cada vez más el espectro radioeléctrico. También están saturando a la ciencia"</p> <p><a href="https://laptrinhx.com/news/our-gadgets-increasingly-crowd-the-radio-">https://laptrinhx.com/news/our-gadgets-increasingly-crowd-the-radio-</a></p>

[spectrum-they-re-crowding-out-science-too-qldr37p/amp/](#) (último acceso 6/14/23)

a. Pida a los estudiantes que lean el artículo individualmente o en grupos pequeños.

Otra opción es que usted lea el artículo en voz alta.

b. El profesor puede hacer preguntas como:

¿Cuáles fueron los tipos de investigaciones que se mencionaron y que utilizaban ondas de radio?

¿Cuáles fueron algunos de los aparatos que causaron interferencias?

¿Cuál fue una solución propuesta a todas las interferencias?

¿Cuál era la idea principal de esa historia?

2. Actividad de clasificación de tarjetas sobre la asignación de radiofrecuencias

a. **Diga:** Las radiofrecuencias son un bien muy valioso que es asignado y monitoreado por la Comisión Federal de Comunicaciones como si fueran propiedades en un juego de Monopoly. Veamos cuánto espacio tenemos en la gama de radiofrecuencias. Dentro de un momento nos dividiremos en grupos para investigar cómo se divide el espectro radioeléctrico, pero antes tenemos que saber cuáles serán nuestros roles en los grupos.

b. Reparta la hoja de trabajo de la actividad (Asignación de radiofrecuencias) que se incluye con esta lección. Pida a los estudiantes que suspendan lo que estén haciendo y escuchen las indicaciones antes de ponerse a trabajar.

c. **Diga:** En la parte superior derecha de su hoja verán los roles de los integrantes del grupo.

El **lector** es el encargado de leer y comprender los números de las tarjetas. Él o ella deberá colocar las frecuencias en el orden correcto.

El **corredor** será el único estudiante del grupo que podrá levantarse de su asiento. Él o ella colocará las tarjetas en la pared o conseguirá los suministros necesarios.

El **portavoz** dirá las instrucciones en voz alta mientras ustedes responden a las preguntas. También es la única persona del grupo que puede hablar en voz alta en nombre del grupo.

Por último, el **capitán** estará a cargo del equipo y se asegurará

<p>Mientras los estudiantes leen, camine alrededor del salón en busca de personas distraídas. La proximidad ayudará a controlar los comportamientos en esta situación.</p> <p>Camine y monitoree a los estudiantes mientras trabajan, haciéndoles preguntas como "¿Qué es más grande, gigahercios o megahercios?". Asegúrese de que todos los integrantes de un grupo puedan</p>	<p>de que todos se comporten. También verificará que todos participen y sigan las reglas de su rol asignado.</p> <p>Recuerden que es posible que algunos de ustedes tengan que asumir más de un rol si su grupo tiene menos de cuatro integrantes. ¿Tienen alguna pregunta?</p> <p>c. Permita que los equipos se integren tranquilamente en grupos de 3-4 personas. Los estudiantes pueden empezar a llenar la sección de miembros del grupo y roles en su página.</p> <p>d. Una vez que los grupos estén formados, indique a los estudiantes que el portavoz puede leer los objetivos y la actividad previa a su grupo cuando esté listo.</p> <p>e. Cuando la clase esté lista para continuar, muestre el gráfico de asignación de radiofrecuencias en los Estados Unidos:  <a href="https://ntia.gov/sites/default/files/publications/january_2016_spectrum_wall_chart_0.pdf">https://ntia.gov/sites/default/files/publications/january_2016_spectrum_wall_chart_0.pdf</a></p> <p>Observe que este gráfico incluye las ondas de radio y lo que se podría considerar como microondas.</p> <p>Usted puede preguntar a los estudiantes en este momento si notan algo en el gráfico a primera vista.</p> <p>Repase la unidad de frecuencia, el hercio (Hz), y los prefijos que aparecen en el gráfico:</p> <p>KHz - mil Hz  MHz - millón de Hz  GHz - mil millones de Hz</p> <p>f. <b>Diga:</b> En un momento repartiré unas tarjetas a cada grupo. Las tarjetas son un recorte de este gráfico y muestran las actividades permitidas en ese rango del espectro electromagnético. Asegúrense de que todos los miembros de su grupo puedan ver las frecuencias en cada tarjeta.</p> <p>El lector de cada grupo deberá poner en orden las tarjetas de menor a mayor frecuencia.</p>
--	---

explicar el proceso de clasificación de las tarjetas.

Lectores, asegúrense de explicar al grupo en voz alta cómo se puede saber cuál tarjeta tiene una frecuencia más alta o más baja, y presten atención a las unidades, como los megahercios o gigahercios.

g. Reparta las tarjetas del gráfico de asignación de radiofrecuencias en los Estados Unidos tan uniformemente como pueda a cada grupo.

Estas tarjetas deben ser de varias secciones del espectro y de dificultad variable.

A medida que los grupos reciban sus tarjetas, recuérdelos que todos los miembros del grupo deben poder leerlas, y el lector debe explicar amablemente a sus compañeros de equipo cómo pueden determinar el orden de sus tarjetas de menor a mayor frecuencia.

Cuando hayan ordenado las tarjetas, continúen con el siguiente paso

h. **Pregunte:** ¿Cuáles son algunos de los usos que están viendo en sus tarjetas respecto a las ondas de radio?

i. Permita que los estudiantes digan las respuestas en voz alta y las anoten en sus hojas en la Parte I.

Aclare cualquier duda sobre las actividades que los estudiantes hayan oído hablar pero no todos conozcan, como la "radionavegación aeronáutica", "fija" y "amateur".

j. El profesor puede mostrar la leyenda de colores de los servicios de radio después de que los estudiantes hayan terminado de ofrecer voluntariamente sus respuestas.

Responda a cualquier duda que tengan los estudiantes antes de continuar.

Asegúrese de que los estudiantes se fijen en las actividades que utilizan en la vida cotidiana, como el servicio de telefonía y el GPS.

Informe a los estudiantes de que las empresas de telefonía móvil

como Verizon y AT&T pagan MILES DE MILLONES DE DÓLARES para tener acceso a secciones muy pequeñas pero ideales de la gama de frecuencias (ver [este artículo](#) para más información).

k. Antes de que la clase ponga en orden todo el espectro, asegúrese de explicar con claridad la actividad de clasificación de tarjetas en la cuerda del tendedero.

Usted puede preparar el área donde se alinearán las tarjetas antes de tiempo para mostrar dónde empiezan los KHz, MHz, etc.

Para minimizar la confusión, es útil si el inicio del espectro se realiza con la guía como ejemplo.

l. **Diga:** Todos tienen tarjetas de diferentes partes del espectro de radio.

Ahora colocaremos nuestras tarjetas en la pared en orden de menor a mayor frecuencia para ver la longitud total de este espectro.

¡Veamos qué grupo tiene la tarjeta con la menor frecuencia!  
¿Quién tiene 0 kHz?

m. El grupo con la tarjeta de 0 kHz deberá enviar a su corredor a colocar la tarjeta en la pared.

Pregunte al corredor cuál es la frecuencia final de su tarjeta y repita esa frecuencia en voz alta para que la clase la escuche.

Espere a que el primer corredor regrese a su asiento. Averigüe qué grupo tiene la siguiente tarjeta en la secuencia, pero todavía no pida que coloquen la tarjeta en la pared.

**Nota:** La clase puede realizar la actividad en la pared o el pizarrón del salón de clases, o bien, con el permiso de un administrador, puede realizar la actividad en un pasillo u otra área amplia si todos los estudiantes se comportan bien.

Si hay casilleros los pasillos de la escuela, los estudiantes pueden utilizar imanes para sujetar sus tarjetas.

En caso de que no, pueden usar cinta adhesiva o elaborar un tendedero con suficientes pinzas según el número total de tarjetas.

¡Es probable que la longitud total del tendedero sea de más de 20 pies de largo!

El profesor puede colgar varias filas a fin de que haya suficiente espacio para todas las tarjetas, pero asegúrese de que los alumnos comprendan el orden de las frecuencias colocadas en las distintas filas.

n. **Diga:** Antes de que terminemos de colgar nuestras tarjetas, voy a repetir las expectativas. Diré en voz alta la frecuencia en la que estamos para que todos la escuchen.

Los equipos, y en especial los lectores, escucharán y verán si tienen la siguiente tarjeta.

Si su equipo tiene esa tarjeta, deberán enviar a su corredor con la tarjeta para que podamos colgarla.

Yo lo revisaré y si es la tarjeta correcta, entonces leeré la siguiente frecuencia.

Recuerden que solamente el portavoz de su grupo puede hablar en voz alta durante el juego y solamente el corredor puede levantarse y caminar.

Los capitanes deben asegurarse de que todos vayan por el camino correcto.

¿Alguien tiene alguna pregunta?

o. Responda a cualquier pregunta o proporcione las indicaciones necesarias, como por ejemplo si los estudiantes saldrán del salón de clases para realizar la actividad.

Mencione nuevamente la siguiente frecuencia y continúe con el juego hasta que todas las tarjetas estén en orden.

	<p>p. <b>Diga:</b> Buen trabajo a todos. ¿Qué vieron o aprendieron sobre el espectro radioeléctrico que no sabían antes?</p> <p>q. Permita que los estudiantes respondan a esta pregunta en voz alta sin importar el rol que tengan en el grupo.      Señale cualquier uso interesante del espectro en el que no se hayan fijado antes y hágales preguntas sobre su interpretación de las partes más saturadas del espectro.</p> <p>"¿Por qué creen que esta área está tan saturada?"      Pida a algunos voluntarios que ayuden a retirar las tarjetas si es necesario y solicite a los estudiantes que completen el resto de sus hojas de trabajo.</p> <p>3. Conclusiones      a. Pida a los estudiantes que respondan a esta pregunta donde normalmente llenan los tickets de salida o en notas adhesivas para entregarlas cuando salgan.      ¿Cuáles son las principales ideas de lo que aprendimos hoy?      ¿Cuál es un dato nuevo que han aprendido?</p> <p style="text-align: center;"><b>Día 2</b></p> <p><b>Hoja de trabajo opcional: Tecnología y uso de radiofrecuencias</b></p> <p>Dé a los estudiantes entre 5 y 10 minutos para responder. Camine alrededor del salón de clases mientras los estudiantes trabajan y haga comentarios sobre las respuestas correctas e incorrectas. Cuando la mayoría haya terminado, pida a la clase que comparta sus respuestas.</p>
	<p><b>Hoja de trabajo opcional: Tecnología y uso de radiofrecuencias</b></p>

Dé a los estudiantes entre 5 y 10 minutos para responder. Camine alrededor del salón de clases mientras los estudiantes trabajan y haga comentarios sobre las respuestas correctas e incorrectas. Cuando la mayoría haya terminado, pida a la clase que comparta sus respuestas.

**Actividad 3: Preguntas sobre el espectro radioeléctrico (~25 min.)**

Pida a los estudiantes que se reúnan en sus grupos. Conserve los mismos grupos que había en la última actividad para que los estudiantes puedan continuar con los mismos roles.

Abra el archivo con las diapositivas de Formulación de preguntas y preséntelo a la clase. Explique a los estudiantes que van a realizar una actividad de lluvia de ideas con sus grupos. Recuérdeles cuáles son sus roles e indíqueles que, en esta actividad, el lector se convertirá en el anotador y deberá realizar anotaciones en el papel milimétrico del grupo. Dé tiempo a los estudiantes para que lean la diapositiva 2 y hagan preguntas antes de continuar.

Pase a la diapositiva 3 y explique las reglas de esta actividad. Explíqueles que es muy importante que el salón de clases sea un espacio seguro para cualquier pregunta apropiada para la actividad. Dígales que se agradecen las preguntas creativas. Todos los miembros del grupo deben participar. Además, deben permitir que el anotador escriba cada pregunta antes de pasar a la siguiente. Repase las reglas descritas en la diapositiva y deje que los equipos consigan los suministros antes de comenzar.

Cuando la clase esté lista, pase a la diapositiva con las indicaciones. Dé a los grupos 2 ó 3 minutos para anotar en el papel milimétrico todas las preguntas que puedan. Algunos grupos pueden necesitar más de un papel milimétrico. Anímelos a seguir trabajando durante todo el tiempo dedicado a la actividad.

En el siguiente paso, los estudiantes deberán clasificar sus preguntas en preguntas cerradas o abiertas. Pueden escribir una "C" o una "A" junto a cada pregunta. Luego deberán elegir 3 preguntas cerradas para convertirlas en preguntas abiertas y viceversa. Este paso puede resultar difícil para algunos estudiantes, pero anímelos a intentarlo. Recorra el salón de clases para ver el avance que tengan los estudiantes hasta ese momento.

A continuación, los equipos elegirán sus tres preguntas favoritas

	<p>de la lista y se prepararán para comentarlas. Los portavoces deben estar preparados para hablar en nombre del grupo y explicar el proceso mediante el que llegaron a esos resultados. El profesor puede continuar con la discusión del tema y pedir a los estudiantes que se fijen en los patrones que hay en las preguntas que eligió cada grupo, además de hacer preguntas aclaratorias y pedir a otros equipos que ofrezcan ideas adicionales.</p> <p>Una vez que termine la discusión del tema, pase a la diapositiva 8 y explique el proyecto de investigación. Los estudiantes elegirán e investigarán una de las preguntas del gráfico de su grupo, pero el profesor deberá guiar a los alumnos hacia preguntas que indaguen sobre los usos de la radio, la asignación de la radio, el futuro de las señales de radio u otras preguntas que sean significativas para explorar en la clase de ciencias. El profesor puede decidir si los estudiantes deben trabajar con todo el grupo en un mismo proyecto o dividirse en grupos más pequeños/individuales. Deje en claro que se les va a calificar en base a la investigación y preparación que lleven a cabo para este proyecto. Pida a los estudiantes que hagan una lista en el pizarrón sobre qué van a hacer sus proyectos para que no haya dos proyectos demasiado similares.</p> <p>Una vez que los estudiantes tengan claras las instrucciones, pídale que utilicen la Hoja de Trabajo de Desarrollo del Proyecto mientras investigan su pregunta. La hoja de trabajo puede llenarse en línea o en papel.</p> <p><b>Actividad 4:</b> Investigación y presentación del proyecto (1-2 periodos de clase, ~180 min.)</p> <p>El profesor puede determinar cómo se calificarán las presentaciones. Para ahorrar tiempo, la presentación a la clase puede ser voluntaria para obtener créditos adicionales, o bien, los estudiantes pueden ver los proyectos publicados en línea como parte del horario de clase. Revise el proyecto de cada grupo para asegurarse de que vayan por buen camino y comprendan la asignatura.</p>
Evaluaciones posteriores a la actividad	<b>Conclusión</b>
	Ticket de salida: Una cosa que aprendí y otra cosa sobre la que todavía tengo dudas.

## Componentes culturalmente inclusivos/relevantes

Los estudiantes tendrán la oportunidad de compartir sus experiencias y opiniones personales respecto a esta lección. Los estudiantes trabajarán en grupos y se les enseñará lo valioso que es la aportación de cada uno.

El estudio de los pioneros en la historia de la radio puede incluir lecciones sobre figuras poco representadas, como Hedy Lamar, inventora del salto de frecuencias como codificación de señales, y Gladys West, matemática y desarrolladora del GPS.

## Recursos para educadores

## 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

¿Quién decide si recibes 5G?

### Escuela preparatoria

**Usos de las ondas de radio y asignación de frecuencias**

¿Es segura la radiotecnología?

Difracción de las ondas de radio

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

