

5.º grado: Ciencia y Tecnología**SEMANA 21**

Descubrimos cómo se transmiten las señales de radio, TV y teléfono

Lee la siguiente situación y, a continuación, responde las preguntas.

Sin duda, el avance de las tecnologías de la información y comunicación ha transformado nuestros estilos de vida y ha incidido positivamente en nuestro estado emocional. Ahora es posible estar permanentemente comunicados con nuestra familia y seres queridos a grandes distancias y en tiempo real. Lo que hasta hace poco era ficción, como la realización de videollamadas, hoy es realidad y, lo mejor de todo, a un costo de llamada local.

Tanto se han desarrollado las TIC, que ahora es difícil separar las funciones que cumplen los aparatos tecnológicos. La transmisión de señales de video en tiempo real solo era posible vía televisión, pero ahora podemos ver la televisión en un celular moderno. La transmisión de información vía internet solo era posible mediante computadoras, pero ahora los televisores ya están conectados a la internet y puedes enviarte películas, enviar y recibir correos electrónicos, etc.

Hace solo algunos años, para recibir señales de radio y telefonía necesitabas dos aparatos: radio y teléfono. Ahora, los celulares inteligentes tienen incorporada la radio, y no solo la radio, sino también la televisión. Los celulares modernos, llamados smartphones, son ya pequeñas computadoras que reciben señales vía internet para hacer posible tus clases, comunicarte con tus amigas o amigos por redes sociales, o simplemente ver películas de tu preferencia.

Para sorprendernos más, cada vez hay más electrodomésticos conectados a internet. Por ejemplo, ya hay refrigeradoras que pueden comunicarte a tu celular la temperatura que mantienen o que ya tienes una carne mucho tiempo guardada. Pero también hay otros aparatos sencillos, por ejemplo, el control remoto, que te permite encender, apagar o cambiar los canales de televisión a distancia, y otros permiten programar la temperatura ambiental en el aire acondicionado.

Toda esta maravilla de la tecnología no hubiera sido posible si James Clerk Maxwell no hubiese descubierto las ondas electromagnéticas en 1873 en Escocia, si Heinrich Hertz no hubiera probado experimentalmente su existencia en 1886 en Alemania, o si Alexander Stepánovich Popov no hubiera inventado la primera aplicación de las OEM cuando inventó la radio en Rusia en 1894.

Pero ¿cuáles son las características de las ondas electromagnéticas? ¿Qué de particular tienen las ondas de radio? ¿Cómo se transmite la señal de radio? ¿Cómo se transmite la señal de televisión? ¿Cómo se transmite la señal de telefonía? ¿Qué es una radiación electromagnética? ¿Qué es la radiación infrarroja y ultravioleta? ¿Qué caracterizan a los rayos X y la radiación gamma?

Para responder estas preguntas y otras que tú formules, deberás usar conceptos, modelos, teorías y evidencias científicas. Tu reto también será construir explicaciones y argumentos, con base en conocimientos de la física, que permitan responder las preguntas que surjan en el uso de teléfono, televisión o internet, y que puedas elaborar un tríptico con los conocimientos científicos que has construido.

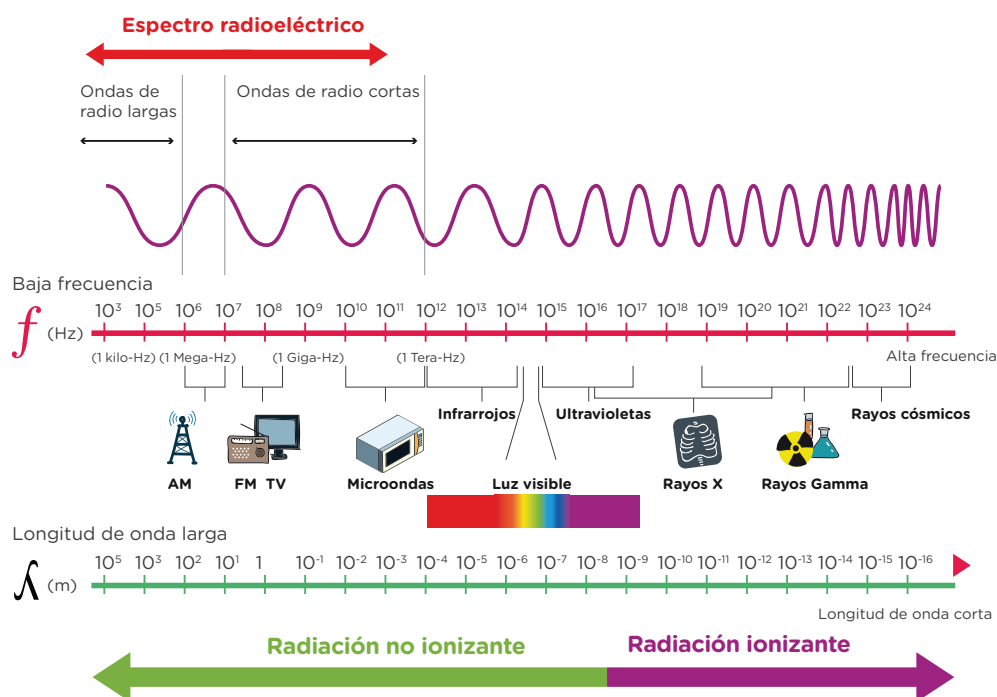
Sin duda, la madre de toda esta tecnología es el descubrimiento de las ondas electromagnéticas por el danés James Clerk Maxwell en 1873. Es impresionante que solo a partir de razonamientos teóricos haya formulado las ecuaciones matemáticas que vinculan los campos eléctrico y magnético. Maxwell debería subir al podio de la física junto a Newton y Einstein. Pero ¿qué características de las OEM hacen posible esta maravilla de la tecnología? Para responder estas y otras preguntas, deberás profundizar tus conocimientos sobre estas ondas. ¿Cómo? Leyendo las siguientes preguntas y los textos, y procurando construir tus propias respuestas.



1. ¿Cuáles son las características de las ondas electromagnéticas?

Las ondas electromagnéticas se caracterizan por dos propiedades fundamentales: frecuencia, longitud de onda y la velocidad de propagación. Frecuencia (f) es el número de veces que oscila la onda electromagnética en un segundo, es decir, es el número de ciclos completos que cumple en un segundo, y su unidad es el Hertz (1 ciclo/segundo). La longitud de onda (λ) es la distancia recorrida por un ciclo completo de la señal electromagnética y está dado en metros (m). La velocidad de propagación (c), cuyo valor depende del medio en el que se propaga, es igual a 300 000 km/s en el vacío.

Figura 1. Espectro de ondas electromagnéticas



2. ¿Cómo se caracterizan las ondas electromagnéticas de radio?

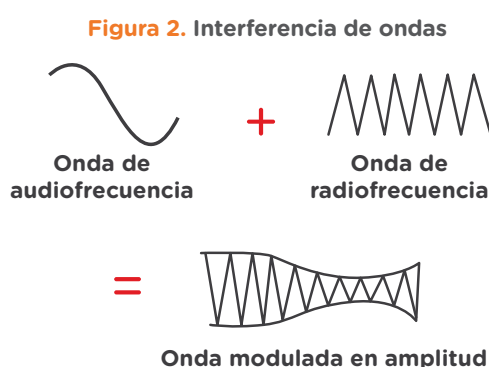
Las ondas de radio se ubican en la región de frecuencia baja con valores que varían de 10^3 a 10^{12} Hz, tal como se observa en el espectro de ondas electromagnéticas (figura 1). Asimismo, se caracterizan por la longitud de onda larga, cuyos valores varían de 10^5 a 10^{-4} m. La transmisión de señales de radio, televisión y telefonía se realiza mediante ondas del espectro radioeléctrico. La transmisión de señales de internet vía wifi también se realiza mediante ondas de radio, tal como se ha mencionado en el recurso anterior.

En el espectro radioeléctrico se discriminan las ondas de radio largas y las ondas de radio cortas. Las ondas de radio largas se encuentran en el intervalo de frecuencia de 10^3 a 10^6 Hz y longitudes de onda cuyos valores varían de 10^5 a 10^2 m, y las ondas de radio cortas en el intervalo de frecuencias de 10^7 a 10^{12} Hz y longitudes de onda de 10^1 a 10^{-4} m. Asimismo, para la transmisión de información por radio en amplitud modulada, la frecuencia de ondas electromagnéticas varía de 10^6 a 10^7 Hz.

3. ¿Cómo se transmiten las señales de voz y sonido por radio?

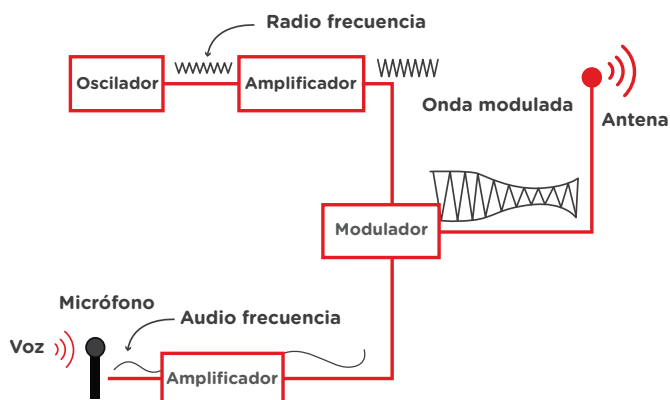
Un hecho importante a considerar para la transmisión de mensajes por radio es reconocer que las ondas acústicas que se producen cuando hablamos tienen frecuencias relativamente bajas. Nuestro oído es sensible a ondas acústicas cuyas frecuencias están comprendidas entre 20 y 20 000 Hz. Estas frecuencias son pequeñas si las comparamos con la frecuencia de luz visible que está entre 10^{14} y 10^{15} Hz.

Supongamos que se hacen interferir dos ondas, una de baja frecuencia y otra de alta frecuencia (figura 2). Si la diferencia de frecuencias es muy grande, entonces la onda resultante tiene la misma frecuencia que la onda de alta frecuencia, pero su amplitud va cambiando con la misma tendencia que la de la onda de baja frecuencia. Se dice que la onda resultante está modulada en amplitud.



Por tanto, si la señal es de baja frecuencia (audio), es posible incorporarla en una onda de alta frecuencia haciéndola interferir.

Tomando como base lo expuesto, **Figura 3. Diagrama de bloques de emisor de amplitud modulada** anteriormente se diseñó un aparato transmisor que se representa mediante un esquema (figura 3). En primer lugar, un oscilador produce una corriente eléctrica de frecuencia muy alta, llamada radiofrecuencia, cuyos valores están entre $3 \cdot 10^4$ y $3 \cdot 10^8$ Hz. En segundo lugar, esta corriente se amplifica y se alimenta a un modulador.¹



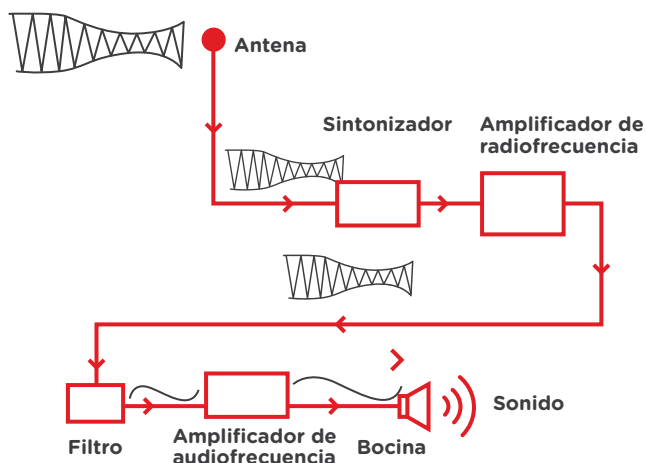
Una señal con frecuencias acústicas, como las de una voz o las de la música, se transforma por medio de un micrófono en una corriente eléctrica. Esta tiene frecuencia de valor muy pequeño, comparada con la radiofrecuencia generada por el oscilador. Después de ampliar la señal que sale del micrófono, se alimenta el modulador. Este hace interferir las corrientes con baja y alta frecuencia, produciendo una corriente de alta frecuencia modulada en su amplitud. Esta corriente lleva incorporada las características de la señal acústica. La corriente se hace pasar por una antena que emite ondas electromagnéticas con la misma frecuencia y amplitud que tiene la corriente que la alimentó. En particular, la amplitud de las ondas emitidas va cambiando con la misma frecuencia de la señal de baja frecuencia.

¹ Biblioteca Digital ILCE (s. f.). Desarrollo de la radio. Recuperado de <https://bit.ly/3QLQebw>

De esta manera, el aparato emite ondas electromagnéticas en las que va incorporada la señal de la voz. La frecuencia de la estación de radio que emite de esta manera es precisamente la frecuencia que produce el oscilador. Los diferentes estados son los encargados de asignarle una frecuencia de emisión a la radio.

En la figura 4 se muestra el esquema de un receptor. Las ondas electromagnéticas que emite el transmisor se propagan en todas las direcciones y se pueden captar por medio de una antena. Estas ondas inducen en la antena una corriente eléctrica que tiene las mismas características de frecuencia y amplitud de las ondas, y así la corriente inducida en la antena lleva la señal. Si hubiese una sola transmisión en el área geográfica en la que está ubicado el receptor, entonces, la señal recibida sería precisamente la que envió el transmisor; sin embargo, en la práctica no sucede así, puesto que en muchas localidades hay más de una radioemisora. No obstante, como cada emisión se hace con diferente frecuencia, la antena capta todas las emisiones que se realizan en la localidad en ese instante y la corriente que se induce en ella está compuesta por todas estas frecuencias. Es por ello que se hace pasar la corriente de la antena por un aparato llamado sintonizador, formado por circuitos eléctricos que seleccionan la frecuencia de la señal de interés.

Figura 4. Diagrama de bloques de un receptor de amplitud modulada



Ahora, la onda que recibe la antena tiene muy poca intensidad, por lo que produce una corriente muy débil que es necesario amplificar. Esta corriente se hace pasar por el filtro que elimina el componente de alta frecuencia, es decir, es un circuito que solamente deja pasar la onda de baja frecuencia, que es precisamente la señal de interés. Una vez amplificada, la corriente resultante se hace pasar por una bocina que la transforma en una onda de sonido. De esta manera, el receptor transforma la señal eléctrica auditiva y se puede oír el mensaje que se transmitió.

4. ¿Cómo se transmiten las imágenes y videos por televisión??

El principio en que se basa la transmisión de imágenes a distancia consiste en lo siguiente: en la estación emisora se transforma la imagen en una sucesión de señales eléctricas. Estas señales modulan después las oscilaciones que produce un generador de alta frecuencia. La onda electromagnética modulada transporta la información a grandes distancias. En el receptor se efectúa la transformación inversa. Las oscilaciones de alta frecuencia moduladas se detectan y la señal que se obtiene se transforma en imagen visible. Para transmitir el movimiento se utiliza el principio cinematógrafo: imágenes del objeto en movimiento, que se diferencian muy poco entre sí (fotogramas), se transmiten decenas de veces por segundo.

La transformación de la imagen de un fotograma en una serie de señales eléctricas se consigue por medio de un tubo catódico especial llamado *iconoscopio* (figura 5). Dentro del iconoscopio hay una pantalla de mosaico sobre la cual se proyecta la imagen del objeto por medio de un sistema óptico. Cada una de las células del mosaico se carga de manera que su carga depende de la energía luminosa que incide sobre ella. Esta carga

varía cuando sobre la célula incide el haz electrónico que crea el cañón de electrones. El haz electrónico va incidiendo paso a paso sobre todos los elementos, primero de una línea de mosaico, después de otra, y así sucesivamente. De la intensidad con que varía la carga de la célula depende la intensidad de la corriente del impulso que pasa por la resistencia R . Por eso, la tensión en la resistencia R varía proporcionalmente a la variación que experimenta la iluminación a lo largo de las líneas de cuadro.

Figura 5. Iconoscopio



Una señal de este tipo se obtiene en los receptores de televisión después de la detección. Esta es la *señal de imagen o videoseñal*, la cual se transforma en imagen visible sobre la pantalla del tubo catódico receptor o cinescopio. El cañón electrónico de este tubo tiene un electrodo que regula el número de electrones que llevan el haz y, por consiguiente, la iluminación de la pantalla en el punto de incidencia de este. Un sistema de bobinas de desviación horizontal y vertical obliga al haz electrónico a explorar o barrer toda la pantalla exactamente del mismo modo en que en el iconoscopio el haz electrónico explora la pantalla de mosaico. El movimiento sincrónico de los haces de los tubos transmisor y receptor se consigue, emitiendo señales sincronizadoras especiales.

Las señales de televisión solo se pueden transmitir en la gama de ondas ultracortas (métricas). Estas ondas solo se propagan de ordinario dentro de los límites de visibilidad geométrica de la antena. Por eso, para que la radiación visual abarque un gran territorio, es necesario situar los transmisores de televisión poco espaciados y elevar sus antenas lo más alto posible. La torre de televisión de Moscú tiene 540 m de altura y asegura buena recepción a 120 km.

5. ¿Qué es la radiación electromagnética?

Es la radiación de energía en el campo electromagnético. Es un fenómeno de naturaleza tanto ondulatoria como corpuscular. El fenómeno de onda en la radiación electromagnética está dado por una onda en el campo eléctrico y magnético. En cambio, desde el punto de vista cuantificado o corpuscular, puede describirse como una corriente de fotones que viajan a la velocidad de la luz en el vacío.

6. ¿Qué es la radiación ionizante?

Las radiaciones ionizantes son aquellas que tienen una frecuencia lo suficientemente grande como para ionizar los átomos y las moléculas de las sustancias expuestas. Este tipo de radiación es capaz de modificar la estructura química de las sustancias sobre las que incide y puede producir efectos biológicos a largo plazo en los seres vivos. Un ejemplo sería la modificación de la estructura del ADN de las células, que pueden derivar en cáncer. Los rayos X y la radiación gamma son ejemplos de radiaciones electromagnéticas altamente ionizantes.

7. ¿Qué es una radiación no ionizante?

Son aquellas que no tienen suficiente frecuencia para provocar la ionización de los materiales expuestos. Las microondas o las ondas de radio son ejemplos de radiaciones no ionizantes. Este tipo de radiaciones no tienen energía suficiente para provocar mutaciones en el ADN y, por tanto, podrían no iniciar la carcinogénesis, pero podrían ser promotores.