Del Big Bang a la cocina

El espectro electromagnético

Dinorah Rodríguez | Maestra. Profesora de Biología. Profesora en Formación Docente.
Coordinadora del Equipo de Ciencias Naturales de PAEPU.

¿Qué relación hay entre enviar un mensaje por WhatsApp, calentar la leche en el microondas, los colores del arcoiris, ver en la televisión a Uruguay jugando en un mundial o las placas radiográficas que nos manda el médico? Todos están asociados a la radiación electromagnética.

Encontrando sentido a un contenido complejo

En el programa de Física para sexto grado aparece como contenido: **Las ondas luminosas**. El espectro electromagnético.

Es importante preguntarnos qué saben y qué experiencias previas tienen los alumnos de sexto grado sobre ese contenido, y qué habilidades necesitan poner en juego para poder interactuar con las situaciones y actividades de enseñanza que se puedan desarrollar en la clase. Los docentes sabemos de la importancia de identificar contextos adecuados que permitan relacionar los contenidos de enseñanza con preguntas o problemas del mundo de los niños, esto creará interés y dará un sentido al aprendizaje de ideas y modelos científicos.

Algunas indagaciones muestran que los niños (y muchas personas adultas) asocian la radiación a eventos peligrosos o nocivos para la salud, no diferencian conceptos de radiación y de radiactividad, de ahí la asociación a peligros como accidentes nucleares o temor a radiación cósmica. Igualmente, aplicaciones tecnológicas como teléfonos celulares u hornos de microondas, algunas veces son consideradas nocivas para la salud a partir de ideas bastante confusas.

La pregunta que da inicio al tema puede generar una conversación "científica" que permita la expresión de ideas que los niños han construido en interacción con su medio. Algunas de esas ideas se pueden plantear como problemas o controversias socio-científicas, que den lugar a desarrollar una indagación con la guía del docente. Más adelante plantearemos algunos ejemplos de preguntas para discutir.

Conceptos

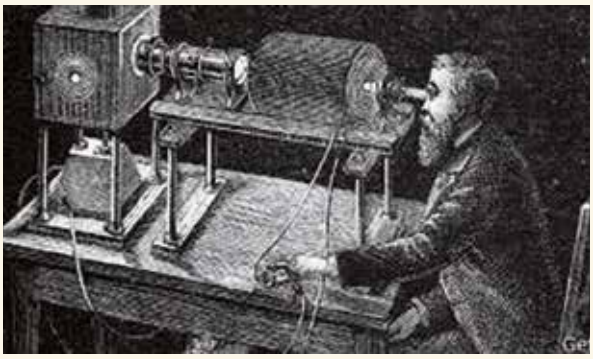
Necesitamos organizar algunas ideas con respecto a qué se llama *radiación electromagnética*, qué es una *onda electromagnética* (qué origen tienen, cómo se las reconoce, cómo se llegó a conocerlas) y cuál es el significado del concepto de *espectro electromagnético*.

Radiación

Uno de los usos del concepto se refiere a una forma de transferir energía mediante la emisión de ondas. Hewitt (1999) dice que la expresión tiene más de un significado, lo que hace necesario precisar qué es lo que se irradia. Si lo que se irradia son partículas denominadas fotones hablamos de radiación electromagnética, la más conocida es la luz. La particularidad de la radiación como forma de transmisión de energía en el espacio y en el tiempo es que no necesita de un medio material para transportarse. **Todos los objetos emiten energía radiante en virtud de su temperatura, hay varias formas de energía radiante dependiendo de qué tan caliente se encuentre un cuerpo.** Por ejemplo, el Sol debido a la gran temperatura emite luz visible y otras formas de radiación electromagnética que no vemos.

Radiación electromagnética

El concepto de *radiación electromagnética* llevó un largo tiempo de construcción. James Maxwell, un matemático que estudiaba fenómenos eléctricos y magnéticos, se dio cuenta de que había una relación entre la electricidad y el magnetismo, y que cuando se combinaban daban lugar a un tipo de *energía* que él llamó *electromagnética*. También pensó que esta energía podría viajar en forma de vibraciones u ondas de modo similar a como se mueve el mar. Usando sus ideas matemáticas calculó a qué velocidad podrían moverse esas ondas y llegó a la conclusión de que se movían a la velocidad de la luz (otros científicos calcularon esa velocidad). La conclusión de Maxwell fue que **la luz era un tipo de onda electromagnética y predijo que debía haber otras**.



Maxwell investigando magnetismo y luz[1]

¿Qué es una onda?

Seguramente hemos usado la expresión onda para hablar de muchas cosas, entre ellas ondas de luz, de sonido, que el agua forma ondas. Pero ¿qué dice la Física sobre las ondas? Dice que *una onda es una perturbación que se propaga en el espacio* y, como característica importante, *transporta energía*.

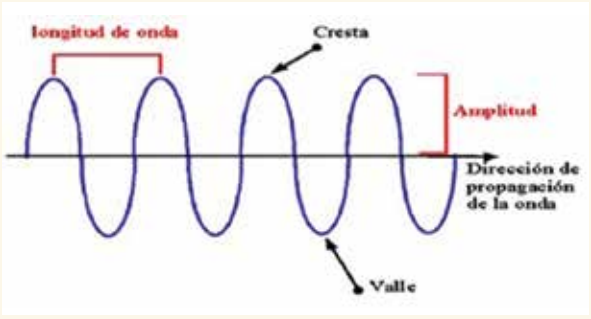
Las ondas que forma el agua se pueden observar, pero las ondas de sonido o de luz no se pueden ver, por eso los científicos construyeron un modelo que diera cuenta de sus características y su comportamiento.

Para entender más qué es una onda y cuáles son sus características vamos a usar la comparación o analogía con el agua en movimiento, que hizo pensar a Maxwell. Para hacerlo en forma práctica se necesita una fuente grande que se llena con agua y algunos pedacitos de corcho en ella.

Se coloca el recipiente en un lugar plano y se espera a que todo esté en reposo. Se introduce un dedo en forma vertical o se dejar caer una piedra. La perturbación se desplaza como ondulaciones en todas direcciones. El agua sube y baja pero no se desplaza, la energía se transfiere entre los corpúsculos de agua, por eso los pedacitos de corcho se mueven sin cambiar de lugar. Si tocamos la superficie varias veces, veremos que se forman ondas con poca distancia entre ellas.

Las ondas se representan

La siguiente imagen es la forma en que los científicos acordaron para representar una onda[2]. Tiene en cuenta algunos elementos como muestra la imagen: cresta, valle y dirección.



Este modelo representa a las ondas que se forman en el agua, las ondas de sonido o las ondas de luz. Es preciso diferenciar entre las ondas que necesitan un soporte, las que se propagan en un medio y las que no lo necesitan.

Las que se forman en el mar o en un estanque tienen como soporte el agua, ese medio material transmite la energía; las ondas de sonido también necesitan un medio que puede ser el aire, un medio sólido o el agua; y las ondas de luz no necesitan ningún medio de soporte, por eso son capaces de transportar energía a través del espacio vacío.

Las ondas se miden

Nos interesan dos aspectos: la *longitud de onda*, distancia comprendida entre dos crestas consecutivas; y la *frecuencia*, número de veces que se repite la onda por cada segundo.

La medida de la longitud de onda es importante porque se usa para reconocer y clasificar los distintos tipos de ondas. La longitud de onda y la frecuencia permiten saber cuánta energía transmiten, qué distancia son capaces de recorrer y qué barreras pueden atravesar. A mayor frecuencia

[1] En línea: http://ichef.bbci.co.uk/news/ws/304/amz/worldservice/live/assets/images/2015/05/08/150508184446_maxwell_trabajando_304x171_getty.jpg

[2] En el sitio **phet.colorado.edu/es/simulations** se accede a simulaciones con representaciones de ondas sonoras, luminosas y mecánicas.

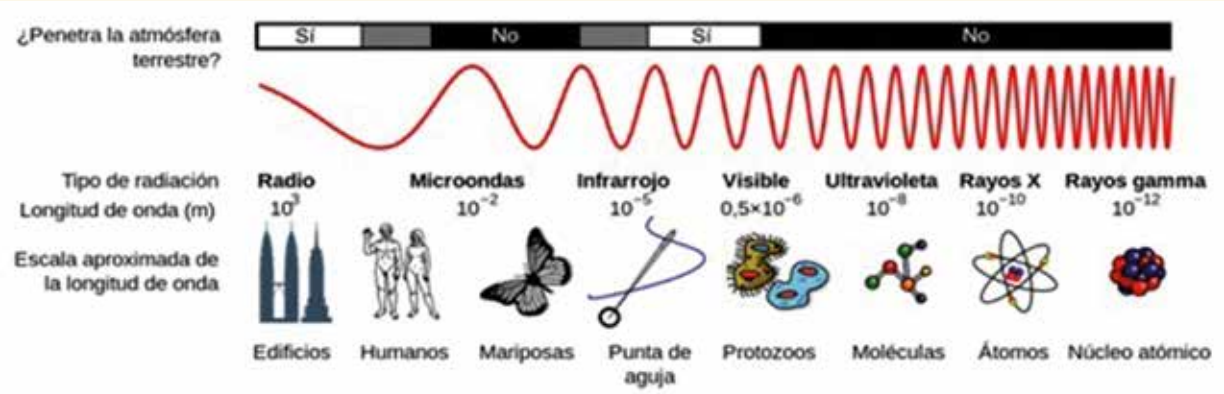


Imagen adaptada[3]

de vibración o, lo que es lo mismo, a menor longitud de onda, la energía que se transmite es mayor.

Las ondas que no necesitan un medio material para transportarse se llaman **ondas electromagnéticas** (por ejemplo, la luz visible). Aunque estas ondas electromagnéticas se desplazan a la misma velocidad en el vacío, se diferencian unas de otras por tener distintas longitudes de onda.

El espectro electromagnético

Después de que Maxwell afirmó que la luz era una forma de radiación electromagnética, otros científicos encontraron otras con diferentes longitudes de onda como las ondas de radio y los rayos X. Al conjunto de ondas electromagnéticas se le denomina **espectro electromagnético** y se representa con el modelo que encabeza esta página; va desde las longitudes de onda más largas a las más cortas.

La imagen del espectro electromagnético representa un modelo que permite clasificar los tipos de radiación según su longitud de onda. Agrega información sobre la escala que permite comparar con elementos conocidos. Indica cuáles son las ondas que pueden penetrar la atmósfera de la Tierra y cuáles no, porque sabemos que la emisión de radiación se produce en todo el Universo y llega a nuestro planeta.

Las ondas electromagnéticas interactúan con la materia en general y especialmente con los seres vivos. Algunas formas de radiación son necesarias como la luz para las plantas, pero otros tipos de radiación como los rayos gamma son muy dañinos para los seres vivos.

En este punto es importante generalizar algunos conocimientos sobre la luz, que los niños han construido en grados anteriores: las ondas electromagnéticas también se reflejan, se refractan o atraviesan materiales.

[3] Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:EM_Spectrum_Properties_es.svg

Las diferentes regiones del espectro

Ondas de radio

Son ondas muy largas y de baja energía. Las emiten diversos cuerpos en el Universo, los astrónomos las captan con radiotelescopios.

Se utilizan para enviar mensajes a grandes distancias. Muchas aplicaciones tecnológicas dependen de ellas: radios AM y FM, televisión, teléfonos celulares, GPS, controles remotos de juguetes, Internet inalámbrica, comunicación por satélites.

Microondas

Son un tipo de onda de radio de alta frecuencia. Llegan desde todas las direcciones del espacio. Los astrónomos piensan que la radiación de fondo en el espacio, microondas, es energía que queda del Big Bang. En la cocina las encontramos en el horno, pero también se usan en comunicaciones (televisión vía microondas, teléfonos celulares, radares de control aéreo y para estudiar huracanes).

Infrarrojo

Es una radiación de onda larga que emiten los cuerpos calientes. La Tierra la recibe del Sol y también emite gran cantidad de ella. No la podemos ver, pero nuestra piel la percibe como calor. Algunos animales tienen detectores de infrarrojos. Se han desarrollado muchas aplicaciones a partir de producir infrarrojos, un ejemplo es el control remoto.

Luz visible

Es una porción muy pequeña del espectro electromagnético, pero de ella depende la vida en la Tierra. La luz a su vez está formada por ondas de diferentes longitudes, el espectro visible, que corresponden a los colores que vemos los seres humanos.

Ultravioleta

Es una radiación de menor longitud de onda que la luz visible. Los seres humanos no tenemos detectores naturales para percibirla, pero puede dañar nuestra piel si nos exponemos a ella. Al considerar sus efectos sobre la salud humana y el ambiente, esta radiación se divide en UV de onda larga, media y corta. La mayor parte de la radiación UV que nos llega procedente del Sol, sobre todo la de menor longitud de onda y más energía, es absorbida en la capa de ozono de la atmósfera. Algunos animales como aves, reptiles e insectos como las abejas tienen ojos adaptados para ver en el UV.

El desarrollo de emisores y detectores de UV ha permitido su uso en muchas aplicaciones prácticas como detectores de contaminación y combustión, eliminación de gérmenes, etcétera.

Las radiaciones ultravioleta, infrarroja y visible forman la región óptica del espectro electromagnético.

Rayos X

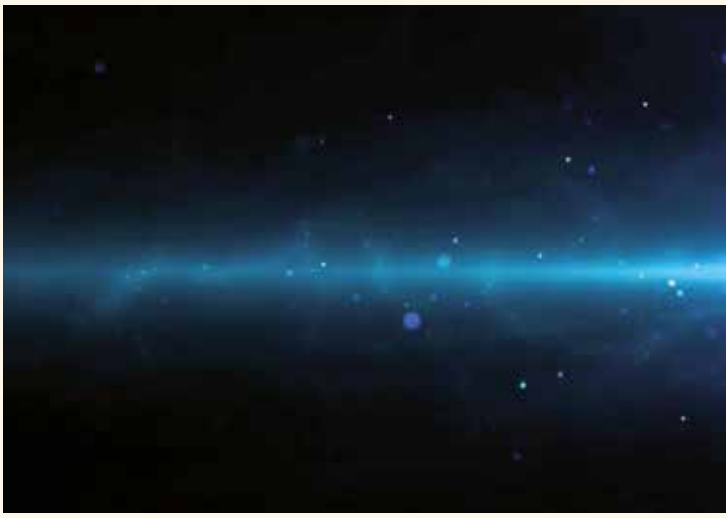
Son radiación de muy alta energía y longitud de onda corta, esto hace que puedan atravesar muchos materiales. Junto a los rayos gamma forman la región ionizante del espectro electromagnético, esto significa que por su alta energía pueden provocar cambios en la materia con la que interactúan.

Muchos procesos intensos en el Universo producen rayos X: colisiones entre galaxias o supernovas, agujeros negros, explosiones de estrellas de neutrones. La capa de la atmósfera llamada ionosfera impide que esta radiación llegue a la Tierra. Se han desarrollado aplicaciones médicas e industriales que permiten la producción y la detección de rayos X. Por ejemplo, en la radiografía se obtiene una imagen de la sombra de los rayos que atravesaron la piel y los tejidos, y rebotaron en los huesos porque el calcio, que es un metal, es opaco a los rayos X. La exposición a los rayos X debe ser cuidadosamente controlada, porque son capaces de dañar severamente las células.

Rayos gamma

Es la radiación electromagnética de mayor energía. En el Universo hay muchas fuentes de radiación gamma, las llamaradas o explosiones solares, la interacción de rayos cósmicos con gases interestelares. Al igual que en el caso de los rayos X, la ionosfera impide que está radiación llegue a la Tierra. Pero aun así, en la Tierra, las explosiones nucleares y la desintegración de materiales radiactivos son fuentes de emisión de rayos gamma.

Hay aplicaciones médicas e industriales que los utilizan por su poder para atravesar la mayoría de los materiales.



Actividades

Aplicaciones de la radiación electromagnética en los estudios astronómicos

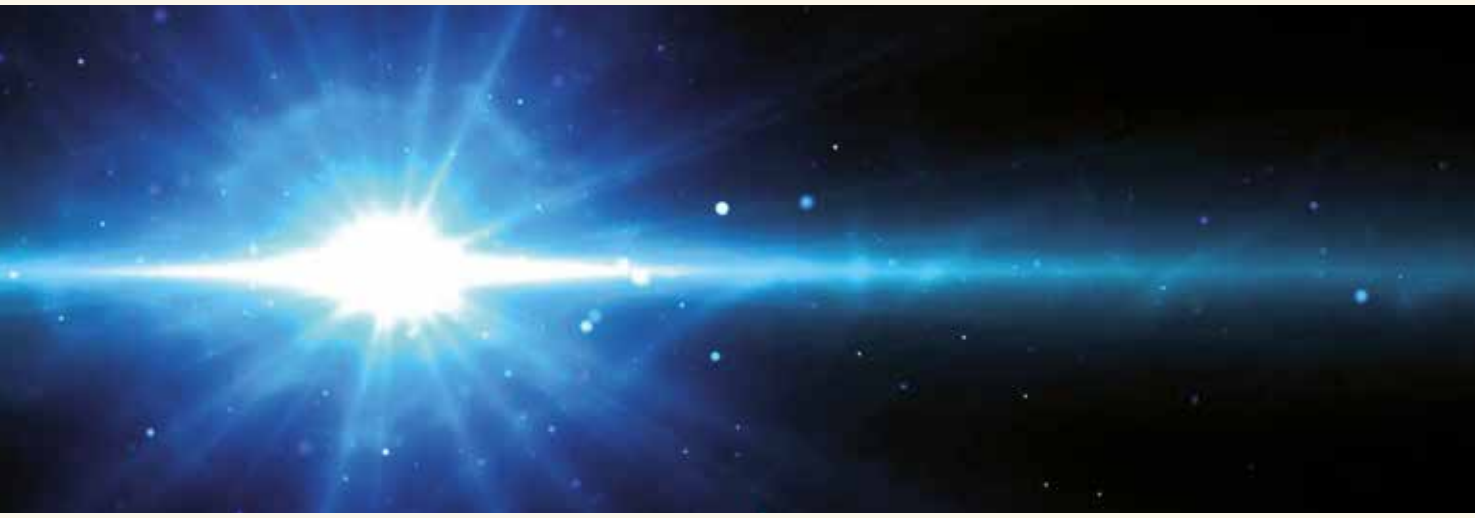
Las aplicaciones tecnológicas que permiten detectar los diferentes tipos de ondas electromagnéticas han permitido a los científicos obtener mucha información sobre el Universo. Los telescopios, ubicados en la Tierra o en el espacio, permiten captar y analizar las diferentes regiones del espectro.

Una tarea interesante puede ser la búsqueda en Internet de información sobre diferentes observatorios astronómicos, el tipo de telescopios que usan y las imágenes que obtienen. La clase puede dividirse en grupos, y cada grupo trabaja sobre un observatorio o telescopio. Pueden producir un panel con información, dibujos, fotografías e imágenes en pantalla de la XO para presentar su investigación.

El horno de microondas

El horno calienta los alimentos, haciendo que las moléculas de agua que estos contienen vibren y roten; esa agitación produce calor que se reparte por todo el alimento. El agua, las grasas y las moléculas de azúcar son los componentes del alimento que interaccionan con las microondas.

Para indagar y discutir en grupo se puede plantear: ¿cómo entran las microondas al horno? ¿Por qué es como una jaula de metal? ¿Las microondas pueden salir del horno? Los microondas tienen un dispositivo llamado magnetrón, ¿cuál es su función? Algunas personas dicen que el uso del microondas puede afectar nuestra salud; escriban lo que ustedes opinan.



¿Tienes un WhatsApp?

Esta actividad relaciona el conocimiento sobre el uso del teléfono celular con lo estudiado sobre ondas electromagnéticas.

- Los mensajes de voz, texto o imagen, ¿llegan a la misma velocidad a través del celular? Los niños pueden enviarse mensajes en diferentes formatos y buscar una forma de medir el tiempo que les permita comparar la velocidad.
- ¿Cómo viaja una fotografía *selfie* de un celular a otro? ¿Puede viajar como una imagen? Dibujar un esquema que represente la forma en que un mensaje sale de un celular y llega hasta otro.
- Para discutir: ¿es verdad que es peligroso dormir con el celular debajo de la almohada?

La mirada de Superman

Sabemos que la visión de rayos X de Superman le permite ver a través de diferentes materiales. ¿La forma en que funciona su visión de rayos X es igual a como funciona nuestra visión del espectro visible?

Explicar con un dibujo cómo creen ustedes que interactúan los rayos X, los objetos y los ojos del superhéroe. Hacer lo mismo para la visión humana. Comparar.



Referencias bibliográficas

ACEVEDO DÍAZ, José Antonio; VÁZQUEZ ALONSO, Ángel; MANASSERO MAS, Mª Antonia (2003): "Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas" en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 2, pp. 80-111. En línea: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf

GÜERCI, Alba M.; GRILLO, Claudia A. (2006): "El valor social de la alfabetización científica en radiobiología" en *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica*, Vol. 3, Nº 1, pp. 23-32. En línea: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92030103

HEWITT, Paul G. (1999): *Física conceptual*. México: Ed. Pearson/Addison-Wesley.

JUSTI, Rosária (2006): "La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos" en *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 24, Nº 2, pp. 173-184. En línea: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824/96328

NASA (s/f): "El espectro electromagnético" (video en español). En línea: https://youtu.be/ixwxOQf50kc

OMS (2010): "Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles". Nota descriptiva Nº 193. En línea: http://www.apccc.es/arch_apccc/tertulias/Radiacion/OMS_telefonos_moviles.pdf