

# Fenómenos electromagnéticos

**Aprendizaje esperado:** Describirás la generación, diversidad y comportamiento de las ondas electromagnéticas como resultado de la interacción entre electricidad y magnetismo.



1. Para que conozcas la utilidad del dinamo, investiga sobre sus diversas aplicaciones. ¡Te sorprenderás! Responde las preguntas en tu cuaderno.
  - ¿El uso del dinamo será importante en la actualidad? ¿Por qué?
  - ¿Podrías utilizar un dinamo en tu bicicleta? ¿Será útil?
2. Analiza tus respuestas y concluye de qué depende que el dinamo genere electricidad.

## Herramientas académicas



Sobre Faraday y la inducción magnética, puedes consultar: [www.esant.mx/fasecf2-048](http://www.esant.mx/fasecf2-048)

Con los experimentos de Oersted y Faraday se crearon las bases del electromagnetismo, pues se encontró que una corriente eléctrica puede producir magnetismo y que el magnetismo puede producir corriente eléctrica. Lo que se debe tomar en cuenta es que en ambos casos tiene que haber variación o cambio. En el caso de la corriente eléctrica es el movimiento de la carga eléctrica a través del conductor y, en el caso del magnetismo, que este cambie o varíe en el tiempo, como un imán en movimiento. Si no hay variación de la electricidad ni del magnetismo, no hay ningún efecto o interacción entre ellos.

Lo que Faraday estableció se denomina **inducción electromagnética** y se enuncia como: Una corriente eléctrica puede ser generada o inducida por un campo magnético variable. Por campo magnético se denota el espacio donde hay interacción o presencia de una fuerza magnética. Por ejemplo, si tienes un imán y acercas un clip, notarás que el imán atrae al clip en un área que se encuentra alrededor del imán. Este espacio en el que se manifiesta esa atracción es el espacio que corresponde al campo magnético. ¿Cómo podrías hacer para que su campo magnético sea variable? Propón acciones que provoquen algún movimiento del imán.

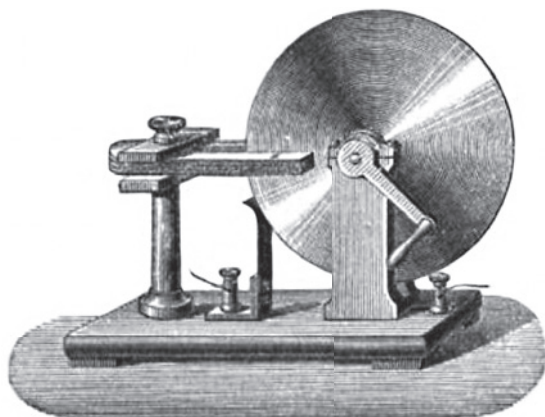


Figura 13.1  
Dinamo de Faraday.

Este instrumento fue el principio del generador eléctrico y mostró cómo con un proceso mecánico —como mover la manivela— y uno magnético —hacer que el magnetismo del imán variara—, se podía producir electricidad, siempre y cuando se mantuviera el movimiento de la manivela. Imagina que, en lugar de una manivela, el disco del dinamo de Faraday puede moverse con el viento, una corriente de agua o con vapor. ¿Se obtendría electricidad de forma continua y en grandes cantidades? ¿Por qué pasará ese fenómeno eléctrico?

# Electroimanes

Posteriormente se encontró que, con la electricidad, también se podía producir un movimiento mecánico. Con ello se inició el desarrollo de los motores eléctricos. ¿En tu vida cotidiana utilizas objetos con motores eléctricos?, ¿como cuáles? ¿Los consideras útiles?

Los electroimanes son una aplicación del experimento de Oersted. Consisten en un alambre enrollado sobre un objeto de hierro, puede ser una barra o de otra forma. El alambre se conecta a la corriente.

Si la corriente es como la de una pila, el electroimán se comporta de manera muy semejante a un imán de barra, que solo funciona mientras haya corriente eléctrica (figura 13.2). Por ello puede servir para atraer y soltar objetos, por ejemplo, en las puertas que tienen un pestillo eléctrico.

## Tu proyecto

Observar es una acción básica en la ciencia y consiste en fijar la atención en alguna característica o variable de un fenómeno natural. Te puede ser de gran utilidad apuntar en tu cuaderno tus observaciones cuando emprendas tu proyecto.

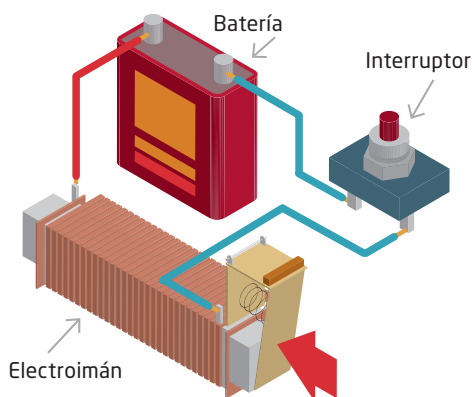


Figura 13.2 Esquema de un electroimán para una cerradura magnética; a la derecha, una cerradura magnética activada por una tarjeta.

En los electroimanes también se pueden usar imanes y hacer que cambie su efecto magnético. Una aplicación de este dispositivo son las bocinas con las que escuchas música: tienen un pequeño electroimán que hace que se mueva el cono de la bocina conforme la corriente cambia, de acuerdo con las señales eléctricas que se generan en el aparato que reproduce la música.

## Actividad experimental



1. Para que puedas observar cómo se genera un fenómeno electromagnético y describirlo, te sugerimos que con tus compañeros construyan un electroimán. Organicen la actividad de manera equitativa.
  - Elaboración del electroimán. Lo pueden hacer con un trozo de alambre delgado (que tenga un recubrimiento con barniz o forrado de plástico), una barra de metal y una pila de 9V.
  - Lleven a cabo experiencias semejantes a las que han hecho con un imán de barra y describan semejanzas y diferencias.
  - Presenten ante el grupo su electroimán. Para ello elaboren dibujos o esquemas con una breve descripción. También pueden tomar fotografías y hacer una presentación electrónica.
2. Analicen el diseño del electroimán y las observaciones con todo el grupo, discútanlas y lleguen a una conclusión.

## La luz, un fenómeno electromagnético

La luz es tal vez uno de los fenómenos más fascinantes y asombrosos de la Naturaleza. Gracias a ella conocemos nuestro entorno cotidiano así como en todas sus escalas: el microcosmos de los objetos cotidianos que no podemos ver a simple vista —mezclas, compuestos, moléculas y átomos— y el macrocosmos, que constituye el Universo poblado de estrellas y galaxias, y que tampoco podemos abarcar con nuestra vista.

No es extraño que uno de los primeros retos de los científicos de la Antigüedad fuera explicar la naturaleza de la luz: unos pensaban que se trataba de una emanación de nuestros ojos que, al alcanzar los objetos, nos permitía verlos; otros, que eran partículas pequeñísimas emitidas por los objetos.

### Actividad



1. Para comprender el comportamiento de la luz como un fenómeno electromagnético, que está presente en el microcosmos y el macrocosmos, realiza una investigación.
2. Esa investigación debe estar sustentada en fuentes validadas por tu profesor. Trabaja en equipo y de manera equitativa.

- ¿Qué significa microcosmos y macrocosmos?

---

- ¿Cómo puedes relacionar estos “universos” con instrumentos como el microscopio y el telescopio?

---

---

- ¿Por qué el común denominador del microscopio y telescopio es la luz?

---

3. Comparen sus resultados con otro equipo y obtengan conclusiones.

Hoy en día es posible afirmar que la luz es una onda electromagnética. (La luz también tiene manifestaciones de partícula, pero ello lo estudiaremos cuando se analice la estructura de la materia.) ¿Qué significa esto?

### Glosario

#### **pulso electromagnético.**

Variación repentina y periódica en una cantidad que por lo general es constante.

Como se ha descrito en páginas anteriores, cuando una carga eléctrica está en movimiento produce un efecto magnético. Con esto en mente, imagina un objeto muy pequeño que tiene carga eléctrica, la cual puede ser positiva o negativa.

Este objeto, de pronto, presenta un movimiento brusco, entonces produce un **pulso electromagnético** que se extiende a su alrededor. Para entender este fenómeno, a continuación **haremos una analogía con una actividad experimental.**



1. Reúnete con tu equipo de trabajo y realicen la siguiente actividad.
2. Llenen de agua una tina, de preferencia circular. Esperen unos minutos hasta que no haya ningún movimiento en el agua y la superficie esté totalmente quieta, como un espejo. Entonces genera un pulso introduciendo y sacando tu dedo rápidamente una sola vez en el centro de la tina, como se muestra en la figura 13.3.
  - Describan en su cuaderno lo que observaron.

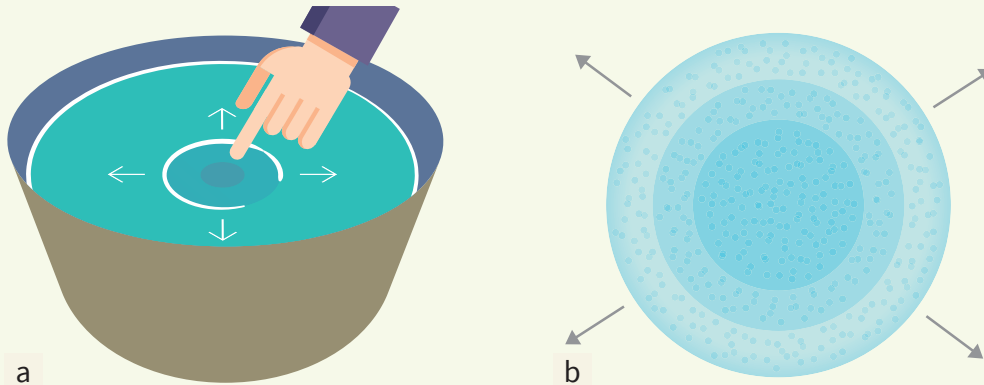


Figura 13.3  
a) Un pulso de onda que se desplaza en la superficie del agua. b) Una imagen figurada del pulso de una onda electromagnética que se desplaza en el espacio.

3. Ahora, de nuevo, da pequeños golpecitos con tu dedo en la superficie del agua, a intervalos regulares de tiempo, como si estuvieras tamborileando en una mesa.
  - ¿Qué ocurre en la superficie del agua? Describan en su cuaderno lo que observaron y hagan un dibujo.
4. Comparen sus representaciones con otros equipos y muéstrenle a su profesor sus esquemas.
  - Reciclen el agua. Pueden utilizarla para regar plantas o árboles.

De modo semejante a lo que observaste en la superficie del agua, un pulso electromagnético viaja, pero en el espacio, en tres dimensiones. Este pulso, a diferencia del pulso en el agua, no requiere ningún medio para viajar. Puede viajar en el vacío o en un medio transparente como el aire.

El tiempo que transcurre entre cada golpecito que das con el dedo en la superficie del agua es el periodo  $P$ . Así, el periodo es corto si golpeas rápidamente y largo si lo haces lentamente. De esta manera puedes producir una onda, que es la sucesión de pulsos que tendrá un periodo corto o largo (figura 13.4).

Ahora bien, el número de veces que puedes repetir el golpecito en la superficie del agua en un segundo es la frecuencia  $f$ . Si puedes repetirlo muchas veces tu frecuencia es grande y si solo puedes hacerlo pocas veces será pequeña.

Como podrás darte cuenta, si la frecuencia  $f$  es grande, el periodo  $P$  es corto y viceversa. Una frecuencia muy grande implica, entonces, un periodo muy pequeño, es decir, un intervalo de tiempo muy corto entre cada perturbación.

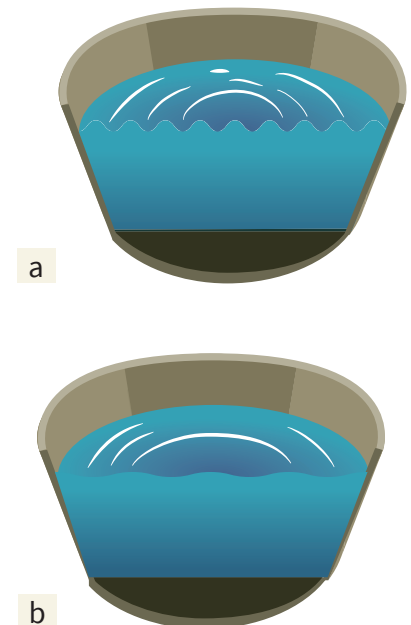


Figura 13.4 a) Ondas de periodo corto y b) ondas de periodo largo propagándose en el agua.

## Actividad



1. Con base en la actividad experimental anterior, ¿cuál sería la relación matemática entre el periodo y la frecuencia?
  - Escríbela y explica qué significa.
  - Busca en otras fuentes de información esa relación y compárala con la que obtuviste.
2. Compara tus resultados con los de otro compañero, escriban la relación matemática y sus conclusiones.

Ahora imagina de nuevo la pequeña partícula con carga eléctrica que se mueve mediante vibraciones, es decir, con pequeños pulsos, pero muy rápidos. Haciendo la analogía con lo que hiciste con tu dedo en el agua, en el espacio se producirán pulsos electromagnéticos regulares que se desplazan en el espacio, es decir, se genera una onda electromagnética. Si el periodo de movimiento de vibración de esa partícula es muy pequeño, entonces tendrá una frecuencia muy grande y viceversa.

Si esta partícula cargada vibrara a una frecuencia de  $f = 4 \times 10^{14}$  veces por segundo (esto es un 4 seguido de 14 ceros) entonces esa onda electromagnética la verías como una luz roja. ¿Puedes imaginar lo rápido que tiene que vibrar, es decir, lo pequeño que es el periodo? La luz tiene un rango de frecuencia  $f$  que va entre  $4 \times 10^{14}$  y  $8 \times 10^{14}$  vibraciones por segundo. Esta última cantidad corresponde a la luz violeta.

### Herramientas académicas



Acerca del espectro visible y la historia de sus explicaciones, puedes informarte en:  
[www.esant.mx/fasecf2-049](http://www.esant.mx/fasecf2-049)

Todos los demás colores, incluyendo la luz blanca, se encuentran entre ese rango o intervalo. Hay una unidad que se aplica a la frecuencia, denominada hertz (Hz) en honor a Heinrich Hertz (1857-1894), un célebre físico alemán, e indica el número de oscilaciones o vibraciones por segundo. Así,  $f = 10$  Hz, indica 10 vibraciones en 1 segundo.

## Actividad



1. Para que puedas comprender y relacionar las frecuencias con un fenómeno físico muy conocido, te proponemos realizar una investigación en fuentes de información validadas por tu profesor.
  - Investiga las frecuencias de cada color del arcoíris. Escribe tus resultados en una tabla como la siguiente:

Frecuencia	Color

- ¿Hay alguna relación entre el color de la frecuencia y su valor numérico?
- ¿Habrá otro fenómeno como el arcoíris que se relacione con colores?
- ¿Consideras importante conocer otros fenómenos relacionados con frecuencias? ¿Por qué?



# ¿Cómo percibimos esa onda electromagnética y la identificamos como luz?

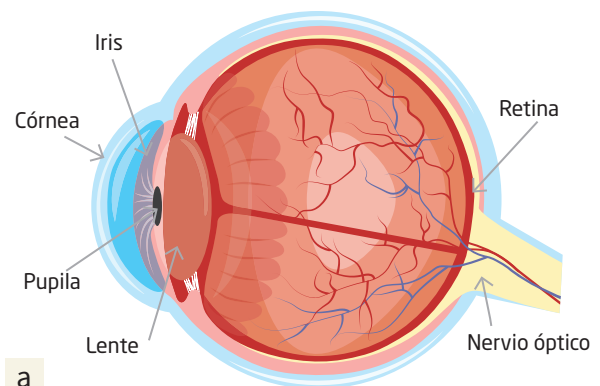
## Actividad experimental



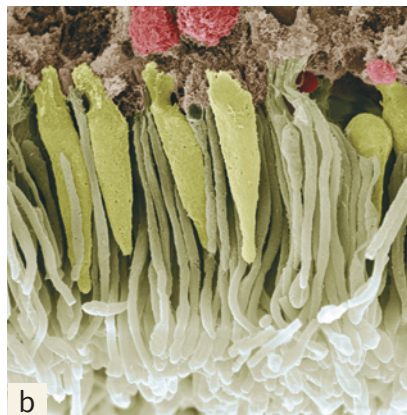
1. Para responder a la pregunta anterior nos será útil la analogía con las ondas en el agua.
2. Imagina que estás en un lago muy quieto en una pequeña barca y, de pronto, sientes que esta se mueve, sube y baja. Responde en tu cuaderno.
  - ¿Qué puedes inferir de ello?
3. En una tina con agua, similar a la que se utilizó en la actividad experimental anterior, coloca una pelotita de *unicel*, corcho o madera cerca del borde. Luego da un golpecito en la superficie del agua en el centro de la tina. Responde y describe tus observaciones en tu cuaderno.
  - ¿Qué ocurre con el objeto?
  - ¿Podrías decir que se movió porque el pulso llegó hasta él? Explica tu respuesta.
  - ¿Cómo se movería el objeto con muchas ondas si repitieras el golpecito en el agua varias veces? Describe lo que observas.
4. Analiza tus respuestas con tus compañeros de equipo, discútanlas y lleguen a una conclusión de qué es lo que ocurre con los objetos que experimentaron. Fundamenten sus respuestas.

Ahora, en lugar del objeto pequeño y las ondas en el agua, piensa en una partícula cargada que vibra con la frecuencia de la luz roja. La onda que se genera llega hasta nuestros ojos, pasa primero por la pupila y luego llega a la retina. En la retina se encuentran unas células denominadas bastones y conos (debido a su parecido con esas formas) (figura 13.5), los cuales interactúan con esta onda electromagnética y envían una señal eléctrica al cerebro, que interpreta dicha onda como luz roja: entonces ocurre la visión. Así, todo lo que vemos se debe a la interacción de las ondas electromagnéticas (en el intervalo de frecuencias correspondiente a la luz) y nuestros ojos.

La luz que percibimos tiene una fuente, ya sea el Sol, una lámpara de mesa o la pantalla de una computadora, pero también viene de objetos que la reflejan, como la luz de la Luna, el parabrisas de un automóvil o un espejo. Los objetos que percibimos de color rojo los vemos así porque reflejan el color rojo, las hojas de los árboles reflejan el color verde y la hoja de tu cuaderno refleja el color blanco, que está formado por todos los colores.



a



b

**Figura 13.5**  
Anatomía del ojo: a) el haz luminoso entra a través del ojo y alcanza la retina, donde b) las células denominadas conos (verdes) y bastones (blancos) interactúan con las ondas electromagnéticas y envían impulsos eléctricos al cerebro por medio del nervio óptico.

Más adelante veremos cuáles son esas partículas cargadas que producen las ondas electromagnéticas y cómo interaccionan con la materia para que, por ejemplo, podamos ver los colores de los objetos.

## Otras ondas electromagnéticas

La luz no es la única onda electromagnética que podemos sentir, también podemos percibir las **ondas infrarrojas**, es decir, las que están por debajo del rojo, que tienen frecuencias menores. Aunque no podemos ver estas ondas, las percibimos en la piel como calor.

Las ondas electromagnéticas infrarrojas, también conocidas como **radiación térmica**, tienen frecuencias que van desde  $10^{12}$  Hz hasta  $10^{14}$  Hz. Además de su importancia para calentar la atmósfera terrestre, permiten a ciertos animales cazar de noche, pues esos animales perciben esas ondas infrarrojas emitidas por otros animales, y desde luego, cualquier objeto a cierta temperatura. Cuanto mayor sea la temperatura de un objeto, mayor cantidad de radiación emitirá.

Actualmente la radiación infrarroja se puede detectar con sensores y dispositivos electrónicos con los que se construyen las cámaras infrarrojas.

Las ondas infrarrojas, además, permiten conocer aspectos del Universo que no se pueden apreciar con la luz visible (figura 13.6).

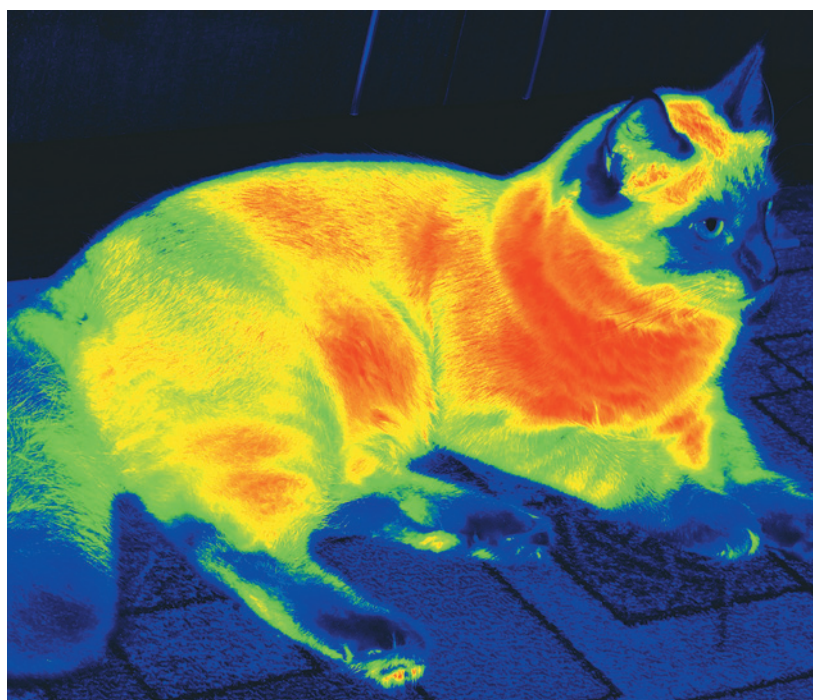


Figura 13.6

- a) Imagen infrarroja de un gato.
- b) Imagen infrarroja de una nebulosa.

A menores frecuencias, se encuentran las microondas, que son ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van de  $10^9$  Hz a  $10^{12}$  Hz. Estas ondas permiten la comunicación satelital, cocinar alimentos y conocer otros aspectos del Universo. Con menor frecuencia aún, se encuentran otras ondas electromagnéticas, las cuales fueron las primeras ondas en ser utilizadas por el ser humano cuando se inventó la radio; estas ondas tienen frecuencias que van desde  $10^4$  Hz hasta  $10^8$  Hz.

En el orden de  $10^9$  Hz se encuentran las ondas de transmisión de televisión, la frecuencia modulada (FM) en radio, en radar y de telefonía celular. Como verás, estas ondas tienen grandes implicaciones para las comunicaciones y nuestra vida cotidiana, y su aprovechamiento fue posible con el desarrollo de los dispositivos eléctricos y electrónicos que permiten detectarlas y emitirlas.

Ahora bien, si vamos en dirección al aumento de la frecuencia con relación a la luz visible, encontramos que las ondas electromagnéticas del ultravioleta (literalmente más allá del violeta) tienen frecuencias que van de  $10^{15}$  Hz a  $10^{16}$  Hz. Esta radiación ultravioleta es dañina para nuestra piel y puede causar cáncer. Aunque la radiación ultravioleta es emitida por el Sol en cantidades importantes, afortunadamente la composición de la atmósfera, en particular la capa de ozono, nos protege de ella, pues impide que llegue hasta la superficie de la Tierra.

Con mayores frecuencias aún, están las ondas electromagnéticas denominadas rayos X, que van desde  $10^{16}$  Hz hasta  $10^{25}$  Hz. Los rayos X también son perjudiciales para los seres vivos, pues la exposición prolongada a ellos puede causar cáncer y mutaciones genéticas; sin embargo, se han aprovechado en la medicina, para conocer la estructura de los materiales, e identificar aspectos del Universo más allá del espectro visible (figura 13.7).



**Figura 13.7**  
Dos aspectos de los rayos X: a) radiografía de la mano de una persona; b) imagen de rayos X de una flor donde pueden apreciarse todos sus componentes.

Los rayos X deben ser utilizados con sumo cuidado. Es importante no exponerse sin protección a ellos, principalmente, quienes utilizan aparatos de rayos X en los hospitales y centros de salud, de igual manera hay que protegerse de las ondas electromagnéticas ultravioleta y, en general, de cualquier **materias radiactivo**.

Por último, se encuentran las ondas electromagnéticas que tienen frecuencias arriba de  $10^{25}$  Hz, conocidas como rayos gamma. Estas ondas de altísima frecuencia se producen en los materiales radiactivos, como el uranio y el plutonio, que emiten de manera natural radiación electromagnética (rayos X, gamma, partículas alfa o beta), presentes en las armas y los reactores nucleares, y en eventos en el Universo como la explosión de supernovas.

Como puedes apreciar, las ondas electromagnéticas más allá de la luz visible, pueden ser sumamente peligrosas, pues pueden ocasionar desde leves quemaduras en la piel como el ultravioleta, hasta mutaciones genéticas, e incluso, la muerte, como los rayos X y gamma.

## Tu proyecto

Cuando llesves a cabo experimentos en tu proyecto, redacta previamente el procedimiento y considera los materiales que utilizarás, así como las medidas de seguridad. (Consulta Tu proyecto al final del libro.)

## Glosario



**materias radiactivo.** Material natural o artificial que emite energía en forma de partículas o radiación electromagnética, que puede ser nociva para la salud.

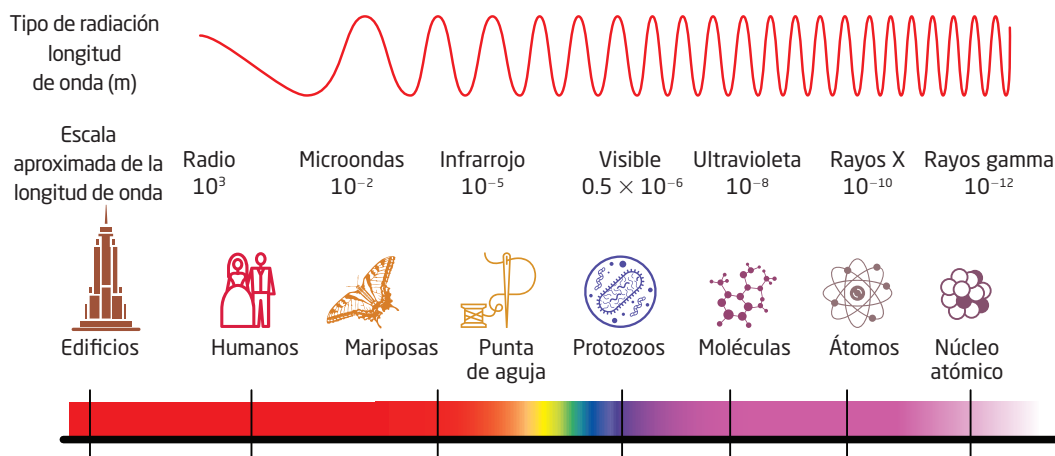


## Herramientas académicas



Te presentamos un interactivo del espectro electromagnético que será útil para que tengas más claridad con la escala, consulta [www.esant.mx/fasecf2-010](http://www.esant.mx/fasecf2-010)

El conjunto de ondas electromagnéticas —desde las ondas de radio hasta los rayos gamma— se conoce como espectro electromagnético (figura 13.8).



## Actividad



1. Para que puedas comprender la importancia de conocer y describir el comportamiento de las ondas electromagnéticas en lo cotidiano, es decir, cómo influyen en la vida de todos, te proponemos realizar una investigación en fuentes de información validadas por tu profesor.
2. Reúnete con tus compañeros de equipo y repartan las preguntas de manera equitativa; respondan en su cuaderno.
  - ¿Cómo puedes proteger tu piel de las ondas o radiación ultravioleta?
  - ¿Cómo funcionan y de qué están compuestos los filtros solares que se ponen en la piel?
  - ¿Cuáles son los daños en la piel que causa la radiación ultravioleta?
  - ¿El color de la piel implica que puedes recibir más o menos radiación ultravioleta sin que te cause daño?
  - Entrevista a tu médico sobre la importancia y los riesgos de los rayos X. Escribe en tu cuaderno las ideas más importantes.
  - ¿Cuáles fueron los efectos de la radiación que se originó en el accidente de la planta nuclear de Chernobyl, el 26 de abril de 1986? ¿Aún están presentes en las personas y en el ambiente?
  - ¿Cómo fueron posibles las transmisiones de radio, denominadas de onda corta, y cuándo se iniciaron? Puedes consultar: [www.esant.mx/fasecf2-011](http://www.esant.mx/fasecf2-011) y [www.esant.mx/fasecf2-012](http://www.esant.mx/fasecf2-012)
3. Analicen en equipo las respuestas, discútanlas con el grupo y obtengan conclusiones.
4. ¿Comprendiste la importancia de conocer más acerca del comportamiento de las ondas electromagnéticas? ¿Por qué?