

Dirección General de Educación Tecnológica Industrial y de  
Servicios

Academia Nacional de Física

**Cuadernillo de Productos para Aprendizajes Esenciales**

Sexto Semestre

**TEMAS DE FÍSICA**

Enero 2021

# APRENDIZAJE ESPERADO 1.

Identifica los fenómenos inductorios en uno o varios dispositivos experimentales y en la naturaleza (sismos y tsunamis)

## NATURALEZA DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO

Guerrero y Tamaulipas

¿Por qué si un temblor ocurre en las costas de Guerrero se siente en otras partes de la República Mexicana?

La corteza terrestre está formada por placas tectónicas que al moverse provocan vibraciones constantes, llamadas microsismos que muchas veces no sentimos pero que pueden ser detectadas por instrumentos muy sensibles llamados sismógrafos. Una estación sismológica está formada por al menos tres de estos aparatos, las ondas sísmicas se registran en un sismograma.

Los sismos o terremotos ocurren en los límites de las placas tectónicas (mar o tierra). Pueden originarse por: hundimiento o desplome de cavidades subterráneas, obturación de los conductos que dan salida a los vapores volcánicos y separación de placas. Pueden detectarse en estaciones sismológicas de todo el mundo. Las estaciones del Servicio Sismológico Nacional (SSN) se presentan en el sitio web a continuación.



fig. 1



fig. 2

La misión del SSN es registrar, almacenar y distribuir datos del movimiento del suelo para informar sobre la sismicidad del país a las autoridades y a la población en general, promover el intercambio de datos y cooperar con otras instituciones de monitoreo e investigación a nivel nacional e internacional.

A continuación, se muestran las principales estaciones sismológicas de México.



fig 3

Los efectos de los movimientos telúricos del 19 de septiembre de 1985 en la sociedad mexicana constituyeron el más importante factor para la reconsideración de los fenómenos naturales como procesos presentes en la vida cotidiana de la población del país. Contingencias y desastres no han estado ausentes en la historia de la nación, sin embargo, la pérdida de vidas como consecuencia directa de la destrucción sin precedentes ocurrida en la ciudad de México en 1985, la ausencia total de formas organizadas para enfrentar situaciones de esa naturaleza obligó a la organización espontánea de la sociedad civil. Por lo anterior se crea El Sistema Nacional de Protección Civil, para coordinar acciones dirigidas a proteger a la población de daños ante la eventualidad de desastres naturales.

En la ciudad de México se ha instalado el Sistema de Alerta Sísmica que está constituida por 12 estaciones a lo largo de las costas de Guerrero. Este sistema da aviso con 50 segundos antes de que ocurra un sismo cuyo epicentro se localice en el estado de Guerrero, dando tiempo a la población a tomar medidas.

¿Cómo piensas que estas estaciones sismológicas pueden detectar terremotos que ocurren lejos (por ejemplo, en el mar, en otro país)?

---



---



---



---

¿Cómo piensas que se propagan estas ondas sísmicas en las capas de la Tierra? Escribe algunas ideas iniciales.

---



---



---



---



*Onda es una perturbación que transfiere energía a través de un medio (por ejemplo, sólido, líquido, gas). Por ejemplo, las vibraciones que perturban el aire crean ondas sonoras. Un terremoto crea ondas perturbadoras que se propagan en las capas de la Tierra, a manera de ondas mecánicas clasificadas como: ondas P (internas y longitudinales), ondas S (internas y transversales) y ondas L (largas y superficiales).*

¿Las ondas sísmicas se pueden comparar con las ondas creadas cuando una gota de agua cae al agua? ¿Por qué?



---

---

---

---

---

## APOYO DIDÁCTICO



VICTOR HUGO MEDINA. (2020). Ondas sísmicas. 2020, de ENCARTA Sitio web: <https://youtu.be/8ayeCxDbTBw>

Norma Apaza. (2019). Tipos de ondas sísmicas. 2020, de Norma Apaza Sitio web: [https://youtu.be/liDnlvkr\\_k4](https://youtu.be/liDnlvkr_k4)

## APRENDIZAJE ESPERADO 2. ONDAS MECÁNICAS

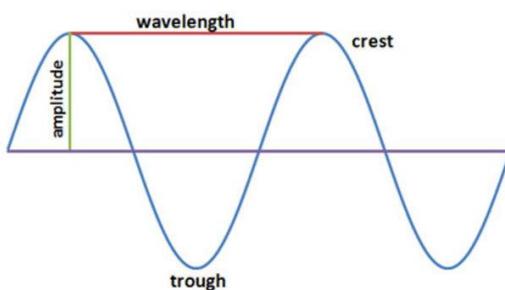
El movimiento ondulatorio es el proceso por medio del cual se transmite energía de un punto a otro sin que se dé una transferencia de materia. Una Onda es una perturbación que transfiere energía a través de un medio (por ejemplo, sólido, líquido, gas). Por ejemplo, las vibraciones que perturban el aire crean ondas sonoras. Un terremoto crea ondas perturbadoras que se propagan en las capas de la Tierra.

Una onda tiene tres características medibles: amplitud ( $A$ ), longitud de onda ( $\lambda$ ) y frecuencia ( $f$ ).

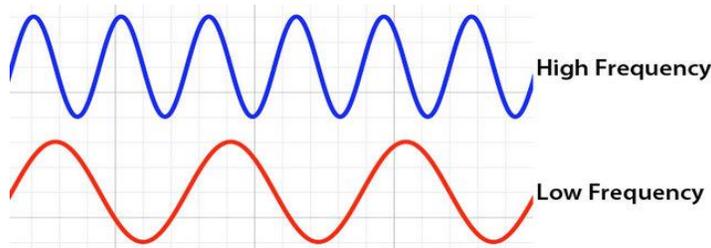
### Características de la onda

**Amplitud (A):** la amplitud se determina midiendo desde la posición de reposo de la onda hasta su altura máxima. La *cresta* de una onda es el punto de máxima perturbación por encima de la posición de reposo y la *depresión* de una onda es el punto de máxima perturbación por debajo de la posición de reposo. La amplitud medida en la cresta es la misma que la medida en la depresión. La amplitud se mide en metros (m) o sus múltiplos.

**Longitud de onda ( $\lambda$ ):** La distancia entre un punto de una onda y el punto idéntico de la siguiente onda (de cresta a cresta o de valle a valle). La longitud de onda se mide en metros (m) o sus múltiplos.



**Frecuencia (f):** una medida de la rapidez o la lentitud con que se repite el patrón de onda. Puede medir la frecuencia observando un solo punto y contando el número de crestas de onda que pasan por él cada segundo. La frecuencia se mide en hertz (Hz) o sus múltiplos.



¿Existe una relación entre frecuencia, amplitud y longitud de onda? Si es así, ¿cuál es la relación?

---

---

---

## ACTIVIDAD 1. INVESTIGACIÓN Y CUADRO COMPARATIVO

INSTRUCCIONES	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Investiga e ilustra: frente de onda, reflexión de ondas, difracción e interferencia de ondas.	Cuadro comparativo	

Aspecto investigado	Descripción	Ilustración

### Lista de Cotejo Actividad 1

CRITERIO	SI	NO	PONDERACIÓN
Describe lo que es un frente de onda y lo ilustra.			
Describe lo que es la reflexión de onda y lo ilustra.			
Describe lo que es la difracción de onda y lo ilustra.			
Describe lo que es la interferencia de onda y lo ilustra.			
		<b>TOTAL</b>	

## ACTIVIDAD 2. PRÁCTICA EXPERIMENTAL

### ONDAS MECÁNICAS

INDICACIONES	PROCEDIMIENTO
<p><b>Objetivo:</b></p> <p>Identificar las características de las ondas mecánicas producidas en la superficie de un líquido.</p> <p><b>Materiales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tanque de ondas (refractario, contenedor de comida transparente, etc.).</li> <li>Lámpara</li> <li>Hoja blanca</li> <li>Pequeñas tablitas</li> <li>Piedra pequeña o dado</li> <li>Transportador</li> <li>Regla de 30 cm</li> <li>Pedazo de manguera semicurva</li> <li>Agua</li> <li>Celular (para tomar foto o video)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Busca un lugar preferentemente alejado de una ventana, para que puedas observar el reflejo de las ondas.</li> <li>Coloca el recipiente de manera que se pueda colocar la hoja blanca abajo del recipiente.</li> <li>Coloca la lámpara si es fija, si es portátil no es necesario fijarla.</li> </ul> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vierte agua en el recipiente transparente.</li> <li>Observa (si puedes toma foto o vídeo de las ondas que se forman para que puedas apreciar en cámara lenta el proceso, si no puedes no hay problema puedes repetirlo) y registra tus observaciones haciendo un dibujo de las ondas proyectadas.</li> <li>Agrega agua al recipiente, deja caer la piedra en su centro. Observa y registra. Puedes repetirlo o tomar video.</li> <li>Ahora en uno de los extremos del recipiente introduce un lápiz para producir una perturbación llamada de fuente puntual, después mueve el lápiz de arriba hacia abajo con movimientos regulares. Observa y registra.</li> <li>Coloca la regla a manera de barrera enfrente de la fuente, pero separada y vuelve a introducir el lápiz en un extremo de manera que puedas observar cómo se comportan las ondas al impactar la barrera que generaste. Observa y registra.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coloca la regla ahora a 40° respecto a la fuente puntual (lápiz generador de los pulsos), observa el ángulo de incidencia de las ondas reflejadas con relación al ángulo de reflexión.</li> <li>• Coloca ahora el pedazo de manguera en lugar de la regla, a manera de barrera semicircular separada de la fuente, observa y registra las ondas reflejadas.</li> <li>• Ahora coloca las tablitas de madera en lugar de la manguera, de manera que quede una abertura entre ellas y con la regla empuja de manera suave el agua hacia las tablitas, observa como pasan las ondas por la abertura. Observa y registra.</li> <li>• Repite dos veces más reduciendo la abertura. Observa y registra.</li> <li>• Retira las tablitas, ahora con dos lápices uno en cada extremo genera pulsos al mismo tiempo. Observa y registra.</li> <li>• Entrega un reporte que contenga:             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Portada (datos de la escuela, materia, grupo y nombre completo)</li> <li>➤ Objetivo y materiales a usar</li> <li>➤ Observaciones y registros (ilustrados) e identifica si las ondas que generaste corresponden a alguno de los aspectos que investigaste con anterioridad (Frente de onda, reflexión, difracción, etc.).</li> <li>➤ Conclusiones</li> </ul> </li> </ul>
--	---

### LISTA DE COTEJO. Actividad 2

CRITERIO	SI 5 puntos	NO 0 puntos	PONDERACIÓN
Contiene Portada (datos de la escuela, materia, grupo y nombre completo)			
Contiene Objetivo y materiales			
Presenta observaciones y registros (ilustrados) e identifica si las ondas que generaste corresponden a alguno de los aspectos que investigados con anterioridad (Frente de onda, reflexión, difracción, etc.).			
Contiene conclusiones			
		<b>TOTAL</b>	
<b>PORCENTAJE DE LA ACTIVIDAD</b>			

Después de lo investigado, observado y registrado, responde la siguiente pregunta de este tema. Tus argumentos deben basarse en lo aprendido.

¿Por qué si un temblor ocurre en las costas de Guerrero se siente en otras partes de la República Mexicana?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Bibliografía**

Montiel, H. P. (2018). *Física General*. México: Grupo Patria.

Montiel, H. P. (2018). *Física para Bachilleratos Tecnológicos*. México: Grupo Patria.

### **Referencias:**

GRUPO DE TRABAJO DEL SSN. (2015). SISTEMA SISMOLOGICO NACIONAL. 2015, de UNAM Sitio web: <http://www.ssn.unam.mx/>

VICTOR HUGO MEDINA. (2020). Ondas sísmicas. 2020, de ENCARTA Sitio web: <https://youtu.be/8ayeCxDbTBw>

### **Elaborado:**

Ing. Nasty Alcaraz Romo /Guerrero, Mx. 2021

Ing. Juan Alberto Balderas Aguilar/Tamaulipas, Mx. 2021

## APRENDIZAJE ESPERADO 3. EL SONIDO

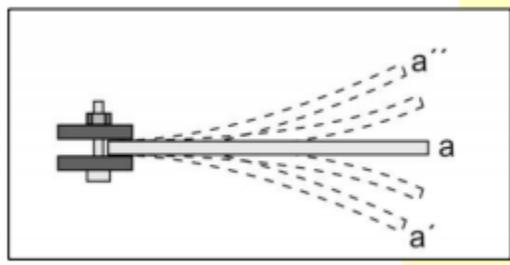
El sonido se define como una vibración mecánica que se propaga a través de un medio material elástico y denso (habitualmente el aire), y que es capaz de producir una sensación auditiva.

Atendiendo a esta definición podemos considerar el sonido desde dos aspectos diferentes:

- Como fenómeno físico
- Como fenómeno fisiológico

### El sonido como fenómeno físico

Consideremos una varilla sujeta por uno de sus extremos. Si la doblamos por el otro lado hasta la posición  $a'$ , al soltarla oscilará alrededor de su posición de equilibrio creando unas presiones y depresiones en el aire que la rodea, produciendo así ondas sonoras.



Por tanto, el sonido como fenómeno físico puede definirse como la perturbación producida por un cuerpo en vibración dentro de un medio, identificado por sucesivas variaciones de presión que dan lugar a un determinado tipo de ondas sonoras o de presión que se propagan a través de este medio, transportando energía a una determinada velocidad.

Se enumeran a continuación las principales características de una onda sonora.

- Ciclo
- Amplitud de la vibración
- Amplitud pico a pico de la vibración
- Período
- Frecuencia
- Longitud de onda

### Ciclo

Es el recorrido efectuado por la varilla al pasar por la posición (a) dos veces consecutivas y en el mismo sentido.

### Amplitud de la vibración

Es el máximo desplazamiento que recorre la varilla desde su posición de equilibrio a un extremo, recorrido (a-a').

### Amplitud pico a pico de la vibración

Es la distancia máxima que recorre la varilla de un extremo a otro (a'-a'').

## Período

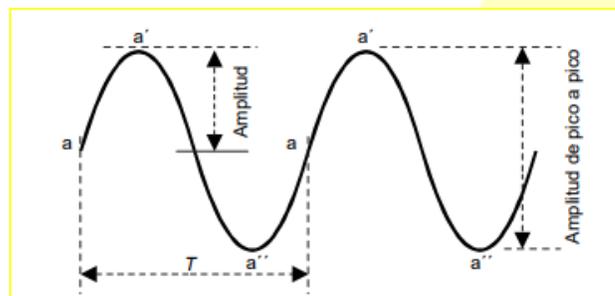
Es el tiempo empleado por la varilla en completar un ciclo completo. Se mide en segundos (s) y su símbolo es T.

## Frecuencia

Es la inversa del período y representa el número de ciclos efectuados en un segundo. La unidad es el Hertz (Hz) y su símbolo es f.

$$f = \frac{1}{T}$$

Todo el proceso descrito se representa gráficamente en función del tiempo en la figura:



## Longitud de onda

Es la distancia que recorre una onda sonora en el tiempo de un período. Depende de la velocidad de propagación y de la frecuencia. La unidad de medida utilizada es el metro (m). su símbolo es  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Asimismo, como la frecuencia es la inversa del período se tiene que:

$$\lambda = cT$$

- $\lambda$  longitud de onda en m
- c velocidad de propagación del sonido en m/s
- T período en s
- f frecuencia en Hz

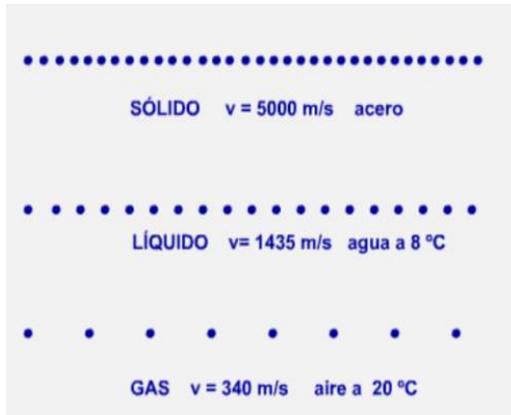
## Velocidad de propagación

La velocidad de propagación del sonido es la velocidad a la que se propagan las ondas sonoras a través del medio. Sólo depende de las características del mismo. Se mide en m/s.

Según lo anterior, sabiendo que la longitud de onda es la distancia recorrida por un frente de ondas en un tiempo igual a un período y que la velocidad es igual al espacio recorrido dividido por el tiempo empleado tenemos que:

$$c = \frac{\lambda}{T}$$

- c = Velocidad de propagación en m/s
- $\lambda$  = Longitud de onda en m
- T = Período en s



El sonido es una onda mecánica que se propaga tridimensionalmente, es decir la "perturbación" llega a cualquier punto del espacio.

El sonido precisa de un medio material para propagarse; decimos que es una onda mecánica, a diferencia de las que no lo necesitan y pueden propagarse en el vacío, como la luz o las ondas de radio.

La velocidad de propagación de la perturbación dependerá de la proximidad de las partículas del medio y de sus fuerzas de cohesión.

Así, la velocidad de propagación será mucho mayor en los sólidos que en los líquidos, y ,sobre todo, que en los gases.

A la presión normal de 1 atm y 20 °C, en un ambiente seco, la velocidad del sonido es de 5600 m/s en el acero, 1460 m/s en el agua y 340 m/s en el aire.

**Actividad.** *Velocidad de propagación*

1. El sonido, a diferencia de otras "perturbaciones" que se propagan en medios materiales, lo hace:
  - A. En una única dimensión
  - B. En dos dimensiones
  - C. Tridimensionalmente
  
2. Por ser una onda mecánica, la rapidez de su propagación depende del medio de propagación elástico.
  - A. Verdadero
  - B. Falso
  
3. La velocidad de propagación de la perturbación, dependerá de la proximidad de las partículas del medio y de sus fuerzas de cohesión.
  - A. Así, la velocidad de propagación será mucho mayor en los gases que en los líquidos, y sobre todo, que en los sólidos.
  - B. Así, la velocidad de propagación será mucho mayor en los sólidos que en los líquidos, y sobre todo, que en los gases.
  - C. Así, la velocidad de propagación será mucho mayor en los líquidos que en los gases, y sobre todo, que en los sólidos.

A continuación, se presenta una tabla con la velocidad de propagación del sonido en diferentes medios.

Aire a 0°C	331 m/s
Aire a 20°C	343 m/s
Agua	1290 m/s
Madera	1000-5000 m/s
Cemento	4000 m/s
Acero	4700-5000 m/s
Vidrio	5000-6000 m/s
Goma	40-150 m/s

## El sonido como fenómeno fisiológico

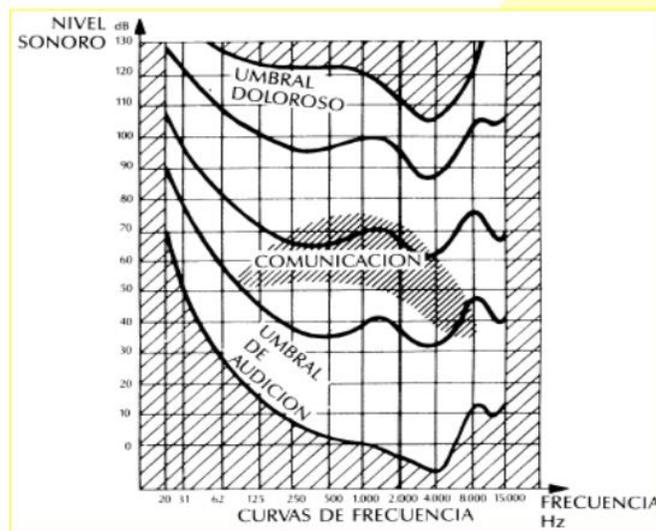
Desde el punto de vista fisiológico, el sonido es una perturbación del medio que produce sensaciones auditivas al alcanzar el oído.

Los sonidos pueden ser periódicos o pseudoperiódicos con o sin carácter musical, o también no periódicos (ruidos). Los sonidos periódicos podemos distinguirlos por su tono, que cuando aumenta se pasa de los sonidos graves (bajas frecuencias) a los sonidos agudos (altas frecuencias), por su timbre y por su intensidad.

En lo que respecta al oído, podemos decir que el margen de presiones acústicas sobre las que puede operar el oído humano es muy extenso, ya que no sólo puede resistir sonidos con una presión que exceda de los 1000  $\mu\text{bar}$ , sino que puede percibir sonidos con una presión de tan solo 0.0001  $\mu\text{bar}$ , es decir presiones 10 millones de veces más pequeñas de las que puede soportar.

Por otra parte, el oído humano es capaz de responder a frecuencias comprendidas entre 20 y 20000 Hz y distinguir entre ellas con gran selectividad. Este rango audible se descompone generalmente en tres bandas frecuenciales: frecuencias bajas o graves ( $f < 250$  Hz), medias ( $250 \text{ Hz} < f < 1000$  Hz) y altas o agudas ( $f > 1000$  Hz)

La sensibilidad del oído no es igual a todas las frecuencias, sino que varía en función de la misma.



Como se puede observar la sensibilidad es máxima para las frecuencias cercanas a las de la voz humana siendo notablemente inferior para los graves.

El umbral auditivo es aquel a partir del cual el oído comienza a percibir sensaciones sonoras. Su valor de presión es de  $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$  (para una frecuencia de 1 kHz).

El umbral doloroso aparece cuando la presión acústica supera los 200 Pa (140 dB), pudiendo ocasionar lesiones graves e irreversibles en el oído.

Algunas características del sonido son:

**Tono:** Es la cualidad de los sonidos que permite distinguir entre los agudos y graves. El tono de un sonido queda determinado por la frecuencia del mismo, o por la frecuencia del sonido fundamental en el caso de que no sea puro.

**Timbre:** Dos instrumentos musicales, interpretando la misma nota, no producen la misma impresión a nuestro oído. Por ejemplo, una nota producida por un piano no es igual a la misma nota producida por un violín, aunque ambas notas tengan idéntica frecuencia, es decir el mismo tono. La cualidad que distingue a ambas notas se denomina timbre. El timbre hace posible que cada instrumento pueda tener un “color” determinado y particular que lo distinga de otros aun cuando su espectro sonoro pueda parecer similar.

El timbre viene determinado por el número e intensidad de los armónicos que acompañan a un sonido fundamental cuando este es emitido, y depende de las características de cada fuente sonora.

El sonido puro, es decir, desprovisto de armónicos, no existe. Los sonidos reales siempre van acompañados de un cierto número de armónicos.

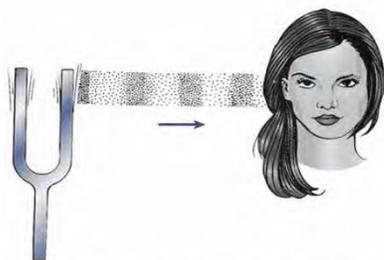
**Nivel de intensidad:** Es la energía que atraviesa una superficie en la unidad de tiempo. Es proporcional al cuadrado de la presión acústica, se mide en  $w/m^2$  y se define como 10 veces el logaritmo de la relación entre la intensidad acústica y el umbral referido a dicha intensidad ( $I_0 = 10^{-12}W/m^2$ )

$$L_I = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

- $L_I$  Nivel de intensidad, en dB
- $I$  Intensidad acústica, en  $w/m^2$
- $I_0$  Umbral auditivo de intensidad acústica ( $10^{-12}W/m^2$ )

## EL SONIDO Y SU RAPIDEZ

El sonido es una onda mecánica longitudinal que se propaga por un medio elástico.



Un diapasón funciona como la fuente de ondas sonoras longitudinales.

En el aire, todos los sonidos se propagan con la misma rapidez, depende de las condiciones del viento, la temperatura y la humedad. En el aire seco a  $0^\circ C$  es, aproximadamente de 331 metros por segundo; es decir, casi 1200 km por hora (un poco más que un millonésimo de la rapidez de la luz).

Una forma aproximada para calcular la velocidad del sonido en el aire es:

$$v = (331 \text{ m/s}) \sqrt{\frac{T}{273 \text{ K}}}$$

donde T = temperatura del medio ambiente en grados K (escala de temperatura absoluta)

Para convertir  $^\circ C$  a K, ocupamos :  $K = ^\circ C + 273$

El sonido no se propaga en el vacío, para que el sonido se transmita es necesario un medio. Sí no hay una sustancia que se comprima y que se expanda NO puede haber sonido. Puede haber vibraciones, pero sin un medio no hay sonido.

Casi todos los sonidos que escuchamos se transmiten a través del aire, pero el sonido también se propaga en los sólidos o en los líquidos. En general, el sonido se transmite con más rapidez en los

líquidos que en los gases, y aún más aprisa en los sólidos. El sonido se propaga con una rapidez alrededor de quince veces mayor en el acero que en el aire y unas cuatro veces más aprisa en el agua que en el aire.

## Volumen del sonido

Cuando se estudian los sonidos audibles que están en un intervalo de frecuencias de 20 a 20000 Hz, los fisiólogos usan los términos volumen, tono y timbre para describir las sensaciones producidas que lamentablemente son subjetivas. Lo que es volumen fuerte para una persona es moderado para otra. Por lo anterior, los físicos han trabajado para hacerlas mensurables, estas correlaciones se resumen de la siguiente manera:

Efecto sensorial		Propiedad física
Fuerza (Volumen)	←-----→	Intensidad
Tono	←-----→	Frecuencia
Timbre ( calidad)	←-----→	Forma de la onda

Niveles de intensidad para sonidos comunes

Sonido	Nivel de intensidad, dB
Umbral de audición	0
Susurro de las hojas	10
Murmullo de voces	20
Radio a volumen bajo	40
Conversación normal	65
En una esquina de una calle transitada	80
Transporte subterráneo	100
Umbral de dolor	120
Motor de propulsión	140-160

El volumen del sonido, aunque es subjetivo, guarda relación con la intensidad. En vista de la amplitud del intervalo de intensidades al que es sensible el oído, es más práctico establecer una escala logarítmica y no lineal para las mediciones de intensidades sonoras, la cual se basa en la siguiente ecuación:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Donde “ $\beta$ ” es el nivel de intensidad del sonido en decibeles (dB) llamada así en honor a Alexander Graham Bell inventor del teléfono, “I” es la intensidad de cualquier sonido, “ $I_0$ ” es la intensidad del umbral auditivo (cero decibeles).

La anterior ecuación nos indica que cada incremento de 10 dB significa que la intensidad del sonido aumenta por un factor de diez. Un sonido de 10 B es 10 veces más intenso que un sonido de 0 dB; uno de 20 dB NO es dos veces, sino diez veces más intenso que uno de 10 dB o 100 veces más intenso que el umbral auditivo. Un sonido de 60 dB es 100 veces más intenso que un sonido de 40 dB. De manera similar, se interpreta la escala Richter para medir la intensidad de los sismos.

## EFEECTO DOPPLER

Este se refiere al cambio aparente en la frecuencia de una fuente de sonido cuando hay un movimiento relativo de la fuente y del oyente.

El efecto Doppler (en honor al científico Austriaco Christian Doppler) se hace patente cuando una ambulancia pasa junto a ti haciendo sonar su sirena. Cuando la ambulancia se aproxima, el tono es más alto que lo normal (agudo), esto se debe a que las crestas de las ondas sonoras llegan a ti con mayor frecuencia; cuando la ambulancia pasa y se aleja, el sonido se hace más grave porque la crestas de las ondas llegan a ti con menor frecuencia. La ecuación que explica matemáticamente lo anterior es:

$$f_o = \frac{f_s(V+v_o)}{V-v_s}$$

Donde “fo” es la frecuencia observada (Hz), “fs” es la frecuencia de la fuente ( Hz), “V” es la rapidez del sonido en el aire, “vo” se refiere a la rapidez del observador (evidentemente, si esta estático, este valor es cero), “vs” velocidad de la fuente sonora.

La convención de signos es de suma importancia al aplicar esta relación. El signo de la velocidad del sonido siempre es positivo. Las velocidades “vo” y “vs” se consideran positivas para las rapideces de aproximación y negativas para cuando se alejan.

## PRACTICANDO

- Si una ola en el agua sube y baja tres veces cada segundo y la distancia entre las crestas de las olas es 2 m, ¿Cuál es la frecuencia del oleaje? ¿Cuál es la longitud de onda? ¿Cuál es la rapidez de la ola?

Datos:  $f = 3\text{ Hz}$        $\lambda = 2\text{ m}$

Ecuación:  $v = \lambda f$       Sustitución:  $v = 2\text{ m} (3\text{ Hz})$

Resultado:  $6\text{ m/s}$

- ¿Cuál es la distancia aproximada a un relámpago cuando mides que la demora entre el destello de luz y el trueno es de 3 segundos?

**Respuesta:**

Suponiendo que la rapidez aproximada del sonido en el aire sea de 340 m/s, en 3 segundos recorrerá  $(340\text{ m/s} \times 3\text{ s}) = 1020\text{ m}$

- ¿Cuál es la rapidez del sonido en el aire a temperatura ambiente (20 °C)

**Plan:** Primero determinamos la temperatura absoluta ( $20 + 273 = 293^\circ\text{ K}$ ) y luego sustituimos directamente el resultado en la ecuación:

**Solución:**

$$V = (331\text{ m/s}) \sqrt{\frac{T}{273\text{ K}}} = (331\text{ m/s}) \sqrt{\frac{293\text{ K}}{273\text{ K}}} \quad v = 343\text{ m/s}$$

- Un automóvil se desplaza a la izquierda a 20 m/s con la bocina sonando a una frecuencia de 360 Hz. ¿Qué frecuencia escucha una persona que va frente al auto conduciendo una bicicleta a 12 m/s y que también va a la izquierda? Suponga que la velocidad del sonido es de 340 m/s.

**Plan:** El problema se reduce a elegir bien los signos para la velocidad del observador y de la fuente. El auto se *aproxima*, así que  $v_s = +20\text{ m/s}$ ; el ciclista se *aleja*, de modo que  $v_o = -12\text{ m/s}$

**Solución:** La velocidad de la fuente es  $v_s = +20\text{ m/s}$ ,  $V = 340\text{ m/s}$  y  $f_s = 360\text{ Hz}$

$$f_o = \frac{f_s(V+v_o)}{V-v_s} = \frac{(360\text{ Hz})\left[340\frac{\text{m}}{\text{s}} + \left(-12\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)\right]}{340\frac{\text{m}}{\text{s}} - \left(+20\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}$$

$$f_o = = \frac{(360\text{ Hz})(328\text{ m/s})}{320\text{ m/s}} = 369\text{ Hz}$$

- Un día en que la rapidez del sonido es de 340 m/s, un tren emite un sonido de 400 Hz de frecuencia. (a) ¿Cuál es la frecuencia del sonido escuchado por un observador inmóvil cuando el tren se mueve hacia él con una velocidad de 20 m/s? (b) ¿Cuál es la frecuencia que se escucha cuando el tren se mueve alejándose del oyente a esa velocidad?

**Plan:** Para contestar ambas preguntas sólo se necesita sustituir los valores conocidos en la ecuación general del efecto Doppler. Sin embargo, los signos sustituidos para la velocidad de la fuente deben ser *positivos* en el caso de la primer pregunta y *negativos* para la segunda. La velocidad del observador es igual a cero en ambos casos.

**Solución (a):** La velocidad de la fuente es  $v_s = 20 \text{ m/s}$ ,  $V = 340 \text{ m/s}$  y  $f_s = 400 \text{ Hz}$

$$f_o = \frac{f_s(V+v_o)}{V-v_s} = \frac{(400 \text{ Hz})\left[340\frac{\text{m}}{\text{s}}+(0)\right]}{340\frac{\text{m}}{\text{s}}-(+20\frac{\text{m}}{\text{s}})}$$

$$f_o = = \frac{(400 \text{ Hz})(340 \text{ m/s})}{320 \text{ m/s}} = 425 \text{ Hz}$$

**Solución (b):** La fuente se aleja, así que en este caso  $v_s = -20 \text{ m/s}$

$$f_o = \frac{f_s(V+v_o)}{V-v_s} = \frac{(400 \text{ Hz})\left[340\frac{\text{m}}{\text{s}}+(0)\right]}{340\frac{\text{m}}{\text{s}}-(-20\frac{\text{m}}{\text{s}})}$$

$$f_o = = \frac{(400 \text{ Hz})(340 \text{ m/s})}{360 \text{ m/s}} = 378 \text{ Hz}$$

## EVALUANDO

Actividad	Producto (s)	Ponderación
Resuelve los ejercicios en tu cuaderno indicando claramente su explicación y/o procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de situaciones problemáticas no numéricas para profundizar en la comprensión del fenómeno.</li> <li>Resolución de problemas numéricos que vayan más allá de una simple sustitución en la expresión algebraica.</li> </ul>	

- Una abeja emite una frecuencia de 600 Hz ¿Qué significado tiene, en términos del movimiento de sus alas?
- Como hacer ondas:* Haz que un marcador oscile transversalmente sobre una hoja de papel mientras tiras de ella en dirección perpendicular a la oscilación (observa la ilustración). Obtendrás una curva senoidal (como cuando graficas la función trigonométrica seno) (a) Dibuja la gráfica obtenida escribiendo sus componentes de una onda, (b) ¿Qué le ocurre a la longitud de onda si tiras del papel con mayor rapidez? (c) incorpora evidencias (fotos) de esta actividad.



3. Coloca en una “bolsita” de plástico una pelota de esponja, amárrala a un cordel y hazla girar formando círculos con ella. Gírala 20 veces y pide a un familiar que tome el tiempo con el cronometro de tu celular. ¿Calcula el valor de la frecuencia y el período?
4. Si la rapidez de una onda se duplica mientras que la longitud de onda permanece constante, ¿Qué sucede con la frecuencia?
5. Las ondas de radio viajan a la rapidez de la luz, a 300,000 km/s. ¿Cuál es la longitud de las ondas de radio que se reciben de la estación de 100.1 MHz en tu radio de FM?
6. Un barco oceanográfico explora el fondo del mar con sonido ultrasónico que se propaga a 1530 m/s en el agua de mar. ¿Qué profundidad tendrá el agua, si desde la emisión del sonido hasta la llegada del eco pasan 2 segundos?
7. Un murciélago emite su sonido característico al volar con dirección a un muro. ¿la frecuencia del eco del sonido que recibe es mayor, menor o igual que la del sonido emitido?
8. ¿Cuántas veces más intenso que el umbral de audición es un sonido de 10 dB? ¿y de 30 dB?
9. ¿Cuántas veces más intenso que una radio a un volumen bajo es un sonido que se origina en una esquina de una calle transitada?
10. Una locomotora se dirige hacia ti, sonando su silbato. (a) la frecuencia que escuchas aumenta, disminuye o queda igual?, (b) ¿Y la longitud de onda que llega al oído?
11. Una ambulancia viaja hacia el norte a 15 m/s. Su sirena tiene una frecuencia de 600 Hz en reposo. Un automóvil avanza hacia el sur a 20 m/s en dirección hacia la ambulancia. ¿Qué frecuencias escucha el conductor del automóvil antes y después que su vehículo pasa junto a la ambulancia?
12. Explica el funcionamiento del oído humano ocupando algunos términos explicados en esta sección:

## APRENDIZAJE ESPERADO 4. EL MODELO FISICO DE LA VISIÓN

Introducción:



Los seres humanos tenemos cinco sentidos que nos sirven para conocer y relacionarnos con nuestro entorno; éstos son el gusto, la vista, el olfato, el oído y el tacto. Los órganos de los sentidos captan impresiones las cuales son transmitidas al cerebro y éste las convierte en sensaciones.

### ACTIVIDAD 1:

Experimenta cada uno de estos sentidos y en los espacios correspondientes, describe de manera breve la actividad y las experiencias sensoriales que recibiste.

SENTIDO	ACTIVIDAD	EXPERIENCIA SENSORIAL
GUSTO		
VISTA		
OLFATO		
TACTO		
OIDO		

Sería muy complicado decidir cuál de los sentidos es el más importante ya que todos forman parte de nuestra forma de vida; pero se cree que el de la vista es el más desarrollado en los seres humanos, porque cuando este sentido es limitado, todos los demás sentidos entran en un estado de "alerta" lo cual los potencializa .

En esta ocasión estudiaremos el sentido de la vista con el propósito de proporcionar las herramientas para que puedas establecer un modelo (explicación) acerca del fenómeno físico de la visión.

## LA VISTA

Todos sabemos que estos órganos sirven para que podamos ver, pero te has hecho alguna de estas preguntas:

¿Te has puesto a pensar lo valioso que son nuestros ojos?



- ¿Cómo podemos saber si las cosas sí son como las vemos?
- ¿Por qué vemos colores?
- ¿En verdad existen?

Lo más importante sería saber que responderías a estos cuestionamientos, anota en tu cuaderno de trabajo tu respuesta.

## ACTIVIDAD 2

A continuación te presento una serie de problemáticas y cuatro respuestas posibles para cada una de ellas. Entre las opciones dadas, **ELIGE SÓLO AQUELLA** que te parece **MÁS ADECUADA** para dar **EXPLICACIÓN** a cada problema planteado.

1. Un grupo de amigos discuten acerca del contenido de un «regalo de cumpleaños». Como no logran abrirlo para ver qué tiene dentro, comienzan a proponer las siguientes justificaciones para explicar por qué no pueden ver el regalo.
  - a. No vemos porque la luz proveniente de la fuente no es transmitida por la caja (porque es un cuerpo opaco) y si el objeto no está iluminado no es visible a nuestros ojos
  - b. No lo vemos porque no llega a nuestros ojos luz proveniente del regalo (ya que la caja es opaca y no transmite luz); por lo tanto, no se producen en el sistema visual los procesos que conducen a la visión.
  - c. No vemos porque el cartón de la caja y el papel que la envuelve son cuerpos opacos y no se puede ver a través de ellos. Si estuviera envuelto con un cuerpo transparente (papel celofán por ejemplo), sí lo podríamos ver.
  - d. No vemos porque los cuerpos opacos (en este caso la caja) no transmiten la luz que refleja el regalo, y es gracias a dicha luz por lo que podemos ver los distintos objetos.
2. ¿Por qué ves roja una manzana deliciosa cuando la iluminas con un foco común?
  - a. Porque la manzana naturalmente es roja, además está iluminada y yo la miro
  - b. Porque de la luz que ilumina la manzana, ésta refleja la luz roja y eso permite que la vea de dicho color
  - c. Porque de todos los colores que tiene la luz blanca, la manzana es iluminada principalmente por la luz roja y entonces la veo de dicho color .
  - d. Porque la manzana refleja principalmente luz roja, que al interactuar con mi sistema visual hace que la perciba roja.
3. Si colocaras esta hoja dentro de una carpeta transparente, podrías seguir viéndola: ¿por qué?
  - a. La carpeta, al ser un cuerpo transparente, deja pasar la luz proveniente de la fuente y entonces la hoja permanece iluminada; por consiguiente, puedo seguir viéndola.
  - b. A diferencia de los cuerpos opacos, podemos ver a través de los cuerpos transparentes. La carpeta es un cuerpo transparente, y por ello seguiré viendo la hoja.
  - c. La carpeta transmite la luz, por lo que la radiación reflejada por la hoja puede llegar a mi sistema visual y desencadenar los múltiples procesos que hacen que pueda seguir viéndola.
  - d. Como la carpeta es un cuerpo transparente, transmite la luz «hacia y desde» lo que hay detrás de él, en este caso la hoja, y por eso puedo seguir viéndola.

4. Un pintor expresa su «arte» sobre un paño «blanco». Usando pintura roja, representa uno de los paisajes que más le ha gustado: el amanecer sobre el mar. Para representar el alba mezcla pinturas roja y amarilla. ¿Por qué al utilizar estas pinturas el Sol representado en su cuadro se ve naranja, al ser iluminado con un foco común?
- Porque al ser iluminadas por luz blanca, los colores que han sido mezclados absorben la mayoría de los colores y reflejan luz roja y amarilla, motivo por el cual el Sol aparece anaranjado en el cuadro.
  - Porque los colores (iluminados con luz blanca) reflejan luz roja y amarilla y cuando estas interaccionan con el sistema visual del observador producen una sensación que lleva a percibir el Sol anaranjado.
  - Porque los colores mezclados tienen pigmentos, en este caso de color amarillo y rojo, que tiñen el paño. La mezcla de esos colores forman el color anaranjado y por eso se ve el Sol de dicho color.
  - Porque de todos los colores que componen la luz blanca que ilumina el cuadro, los que principalmente le llegan al Sol que ha sido dibujado es el rojo y el amarillo y por ello se lo ve anaranjado.
5. Cuando en un día soleado, tras permanecer al «aire libre» por un tiempo, entramos a una habitación, nos cuesta «ver con claridad» los objetos que hay dentro; ¿por qué?
- Dado que la intensidad de la luz es diferente si proviene de un foco o del Sol, los objetos que se encuentran dentro de la habitación reflejan menos luz que los que están al «aire libre», y por ello no los vemos (dentro de la habitación) con tanta claridad.
  - Por permanecer tanto tiempo al aire libre estamos encandilados, y entonces al entrar a la habitación cuesta mucho distinguir los objetos (hay que esperar a que las pupilas se dilaten para poder verlos).
  - Sucede que la luz que ilumina las cosas que hay en la habitación es menos intensa que la luz del Sol que ilumina los objetos que hay fuera, por ello no vemos con tanta «claridad» lo que hay dentro de la habitación.
  - Al estar en contacto con la luz solar, las pupilas se contrajeron, lo que hace que la luz (proveniente de los objetos) que puede ingresar al ojo no sea la suficiente para estimular el sistema visual y así verlos con claridad.

### ACTIVIDAD 3

En base a las respuestas que proporcionaste en la actividad 2, elabora un mapa conceptual para que determines **TU** modelo Físico de la VISIÓN

## **APRENDIZAJE ESPERADO 5. LA FÍSICA DE LA VISIÓN: EL ESPECTRO VISIBLE Y SU RELACION CON EL OJO HUMANO)**

### **La Luz visible.**

La luz visible es una de las formas como se desplaza la energía. Las ondas de luz son el resultado de vibraciones de campos eléctricos y magnéticos, y es por esto que son una forma de radiación electromagnética (EM). La luz visible es tan sólo uno de los muchos tipos de radiación EM, y ocupa un pequeño rango de la totalidad del espectro electromagnético. Sin embargo, podemos percibir la luz directamente con nuestros ojos, y por la gran importancia que tiene para nosotros, elevamos la importancia de esta pequeña ventana en el espectro de rayos EM. Las ondas de luz tienen longitudes de onda entre 400 y 700 nanómetros (4 000 y 7 000 Å).

### **Relación de la luz visible con el ojo humano.**

El ojo humano es el órgano de la visión. Recibe las imágenes del ambiente y envía información al cerebro sobre su forma, tamaño, color y distancia. El ojo humano es un órgano foto receptor, cuya función, ya implícita, consiste en recibir los rayos luminosos procedentes de los objetos presentes en el mundo exterior y transformarlos en impulsos eléctricos que son conducidos al centro nervioso de la visión en el cerebro.

Para entender el fenómeno físico de la visión es necesario conocer las partes del ojo y como es que la luz se comporta en este órgano para poder hacer que el cerebro pueda interpretar la realidad de los objetos.

### **Fenomenos ópticos relacionados con la visión.**

La luz se puede analizar desde dos puntos de vista:

- a) Óptica Geométrica: se basa en el concepto de rayo luminoso como trayectoria que siguen las partículas materiales emitidas por los cuerpos luminosos sin preocuparse de estudiar cual es la naturaleza de la luz. La óptica física estudia los fenómenos luminosos e investiga cual es la naturaleza de la luz.
- b) Óptica Física (ondulatoria): Considera la luz como una radiación electromagnética visible para nuestros ojos.

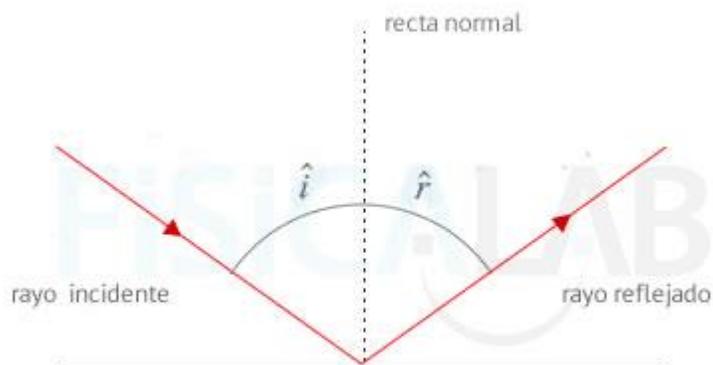
La cantidad de energía de una radiación electromagnética es proporcional a su frecuencia. Las radiaciones emitidas a frecuencias altas (longitudes de onda cortas) poseen la mayor cantidad de energía.

En este caso trabajaremos con los principios de la óptica geométrica para poder establecer el modelo de la visión.

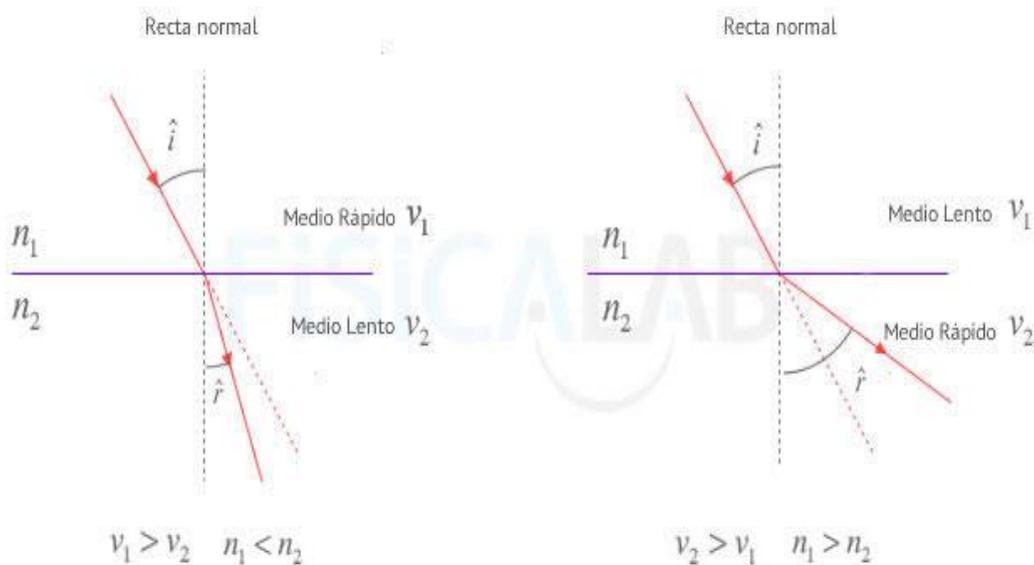
## Fenómenos de la luz que se relacionan con la visión

En el fenómeno de la visión se relacionan dos Leyes ópticas del comportamiento de la luz:

- A) La reflexión: Cuando los rayos de luz llegan a un cuerpo en el cual no pueden continuar propagándose, salen desviados en otra dirección, es decir, se reflejan. La forma en que esto ocurre depende del tipo de superficie sobre la que inciden y del ángulo que forma. En la reflexión no cambia la velocidad de la luz  $v$ , ni su frecuencia  $f$ , ni su longitud de onda  $\lambda$ .

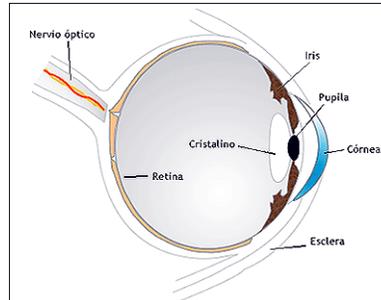


- B) Refracción: La refracción de la luz es el cambio de dirección de los rayos de luz que ocurre tras pasar estos de un medio a otro en el que la luz se propaga con distinta velocidad.



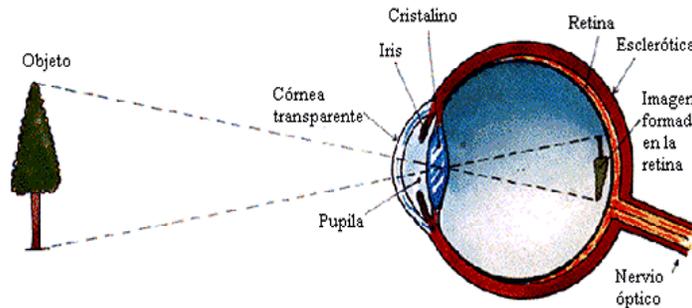
## Formación de imágenes en el ojo humano

Para entender el fenómeno de visión en el ojo humano es necesario conocer como está conformado este órgano, a continuación se muestra la estructura del Globo Ocular:

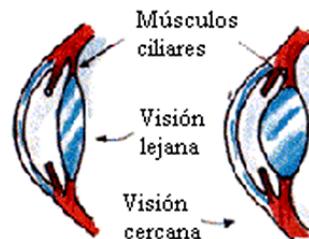


Para ver un objeto claramente es necesario que la luz proveniente de él sea centrada en la retina, en la parte posterior del ojo. Este enfoque es logrado por dos de sus componentes, la córnea y el cristalino. La córnea es la superficie transparente anterior del ojo y es la que hace la mayor parte del enfoque de la luz que entra. El cristalino, la lente que yace detrás de la córnea, logra el enfoque fino de objetos localizados a diversas distancias. El cristalino es una estructura transparente unida a los músculos ciliares que la rodean.

La córnea se comporta como una lente tipo menisco y el cristalino como una lente biconvexa.



Para que el cristalino mantenga en foco a los objetos situados en diversas distancias, debe sufrir cambios y es necesario que la lente pueda cambiar su espesor, es decir, se “acomode”; de allí que se emplee el término acomodación. Se han postulado por lo menos cuatro teorías en cuanto a este fenómeno, pero todas coinciden en que el nivel de acomodación del cristalino es controlado por la constricción y la dilatación del cuerpo ciliar que rodea la lente, gracias a la acción de los músculos ciliares controlados por el sistema nervioso simpático y parasimpático. La acción de los músculos ciliares cambia el grosor y la curvatura del cristalino y por lo tanto su poder óptico.



El nivel de acomodación se expresa en dioptrías (D). Unidad que muestra con valores positivos o negativos el poder de refracción de una lente, y que equivale al valor recíproco o inverso de su longitud focal, expresada en metros, en los cuales se enfoca la lente. Por ejemplo, si el ojo se enfoca en el infinito, el nivel de acomodación será 0 D. Si el ojo se enfoca en 2 m, el nivel de acomodación será 0.5 D. Los objetos pueden, sin embargo, aparecer nítidos aunque el nivel de acomodación no sea el correcto para ese objeto. Esto es porque el ojo tiene cierta profundidad de foco, que es un grado de acomodación dentro del cual los objetos aparecerán aceptablemente enfocados.

## EVALUACIÓN : NOCIONES BÁSICAS DE ÓPTICA

Anota las respuestas en tu cuaderno de trabajo, ya que serán enviadas al docente para su evaluación:

1. ¿Qué es la óptica y cuáles son sus aplicaciones?
2. ¿Qué es la luz y cómo está constituida?
3. Enumere las diversas teorías que se han planteado en el transcurso de los años para explicar la naturaleza de la luz.
4. Explique el concepto actual sobre la naturaleza de la luz.
5. ¿Qué es la longitud de onda? ¿En cuáles unidades se expresa?
6. ¿Qué son las lentes? ¿Cuáles son sus características y sus propiedades?
7. ¿Cuáles son los efectos de las lentes sobre un rayo de luz visible?
8. ¿Qué es la refracción? Cite ejemplos de situaciones de la vida cotidiana en las que se pueda apreciar este fenómeno.
9. ¿Qué es la reflexión? Cite ejemplos de situaciones de la vida cotidiana en las que se pueda apreciar este fenómeno.
10. ¿En qué consiste el índice de refracción? ¿Cuál es su aplicación? Cite ejemplo del índice de refracción de algunos medios y sustancias transparentes.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ELECTRÓNICAS:

1. <https://www.fisicalab.com/apartado/reflexion-refraccion-luz#:~:text=Cuando%20un%20rayo%20de%20luz,%2C%20es%20decir%2C%20se%20refracta.>
2. [http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2\\_5.htm](http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2_5.htm)

## Visión del Color. Laboratorio virtual.

Este laboratorio usa Visión del Color de Simulaciones Interactivas PhET en la Universidad de Colorado Boulder, bajo la licencia de CC-BY 4.0, en la siguiente URL:

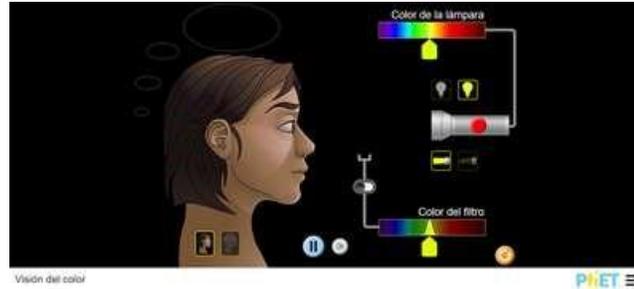
[https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_es.html)

### Objetivos de Aprendizaje

- A. Describir que el color de la luz que es capaz de pasar a través de diferentes filtros de color.
- B. Determinar qué color ve la persona para varias combinaciones de luz roja, verde y azul.

### Desarrolla tu comprensión:

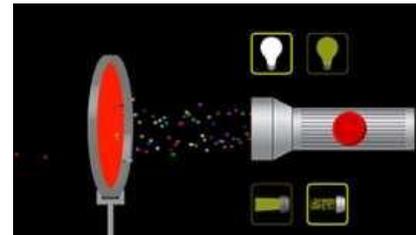
Abre la ventana Bombilla Individual, luego explora para desarrollar tus propias ideas sobre cómo los filtros afectan la forma en que vemos la luz, en la siguiente imagen se da una visión de los que obtendrás en el simulador.



Describe varios de tus experimentos y tus observaciones con imágenes capturadas de la simulación.

**Explica tu comprensión:**

En la imagen a la derecha, la luz se muestra como partículas llamadas fotones. Investiga para descubrir qué son los fotones y luego explicar con tus propias palabras por qué pueden ser útiles para modelar la luz. (cite referencias).



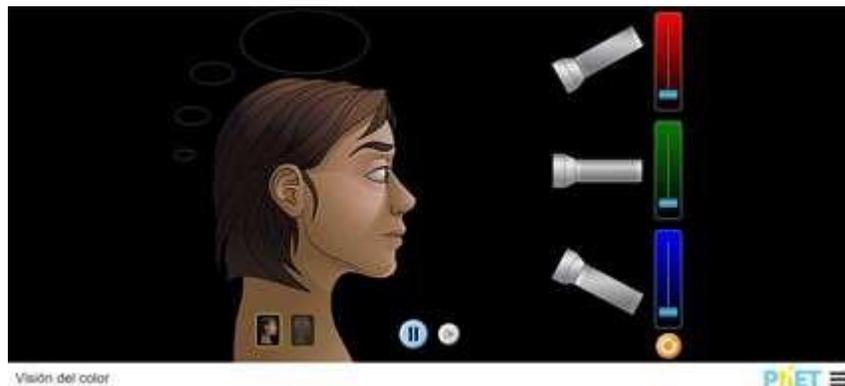
**Demuestra tu comprensión:**

Cuando respondas las preguntas, explica con tus propias palabras por qué tu respuesta tiene sentido y proporciona evidencia de tus experimentos #1. Agrega más experimentos al #1 si necesitas obtener mejores pruebas.

- A. ¿Qué colores de luz verías si miras a través de lentes de color rosa?
- B. Si estás usando gafas de sol azules, ¿qué colores verías si mirás una luz de parada que es roja, amarilla y verde en diferentes momentos?

**Desarrolla tu comprensión:**

Abre la ventana Visión del Color, luego explora para desarrollar tus propias ideas sobre cómo se mezcla la luz.



Describe varios de tus experimentos y tus observaciones con imágenes capturadas de la simulación.

### Explica tu comprensión:

¿Por qué crees que el modelo de fotones se usa en esta ventana?

Escribe una pregunta que podrías hacerle a un compañero para probar su comprensión del objetivo de aprendizaje.

### PARTE II

¿Cómo se forma el arcoíris?, ¿Qué experimento hizo Newton para descomponer la luz blanca?



Entre 1670 y 1672, Isaac Newton desarrolló en gran medida los problemas que existían con la óptica y la naturaleza de la luz. Demostró mediante la proyección de una luz blanca, a través de un prisma, que estaba formada por una banda de colores (rojo, naranja, amarillo, verde, cian, azul y violeta).

Abre el simulador "Reflexión y Refracción de la Luz" y entra a la pestaña "Prismas"...Durante 5 minutos manipula "virtualmente" sus componentes.



Después de haber manipulado las herramientas y opciones en el simulador, responde a los siguientes cuestionamientos, anotando tus respuestas en tu cuaderno de trabajo.

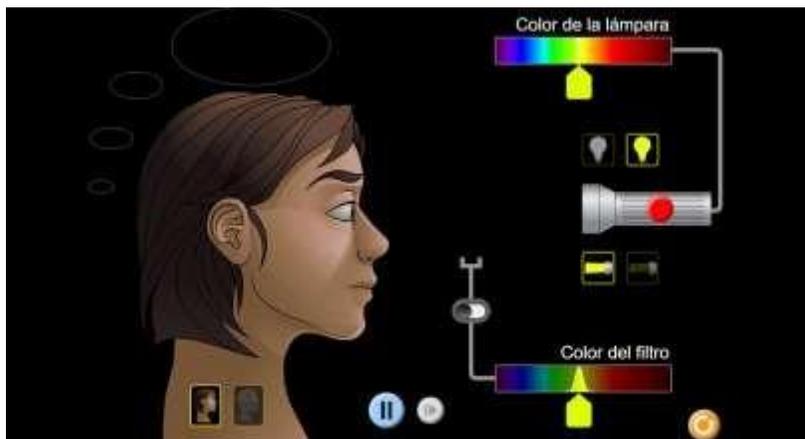
- 1) ¿De cuantas formas puedes obtener luz en el simulador?
- 2) ¿Cómo puedes obtener diversos colores de luz (verde, azul, rojo..)?
- 3) Determina la manera de hacer que la luz forme un arcoíris (Refracción) . Dibújala en el espacio de abajo.
- 4) ¿Cómo demostró Newton que la combinación de los colores del arcoíris forma la luz blanca?



**Newton's Color Disc**  
componentes.

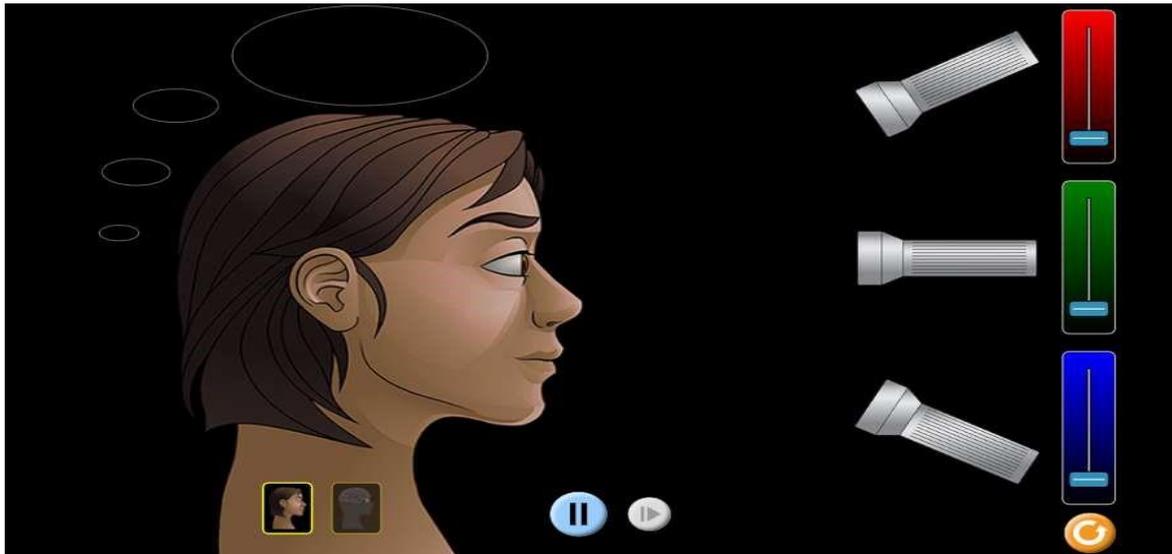
El disco de Newton es un dispositivo atribuido a Isaac Newton, consistente en un círculo con sectores pintados en colores, rojo, anaranjado, amarillo, verde, cian, azul, y violeta. Al hacer girar el disco a gran velocidad, se ven los colores combinados formando el color blanco. Con este dispositivo se demuestra que el color blanco está formado por los siete colores del arco iris.

Abre el simulador "Visión de Color" y entra a la pestaña "Lámpara simple"...Durante 5 minutos manipula "virtualmente" sus



- 1) Encuentra la forma de hacer que la persona vea azul.
- 2) ¿Cómo puedes hacer que la persona no vea colores (solo negro) cuando la lámpara está encendida? Anota las 2 formas.
- 3) Encuentra dos formas para hacer que la persona vea el color verde.
- 4) Determina que pasa cuando luz blanca pasa a través de un filtro. Házlo como onda y como partícula.

Ahora entra a la pestaña "Lámparas RGB"



- 5) Encuentra una manera de hacer que la persona vea el color púrpura (morado). Coloca una X si utilizaste ese color:  
Rojo: \_\_\_\_\_ Verde: \_\_\_\_\_ Azul: \_\_\_\_\_
- 6) Encuentra una manera de hacer que la persona vea amarillo.  
Rojo: \_\_\_\_\_ Verde: \_\_\_\_\_ Azul: \_\_\_\_\_
- 7) Encuentra una manera de hacer que la persona vea anaranjado ¿Cuánto rojo, verde y azul necesitaste?  
Rojo: \_\_\_\_\_ Verde: \_\_\_\_\_ Azul: \_\_\_\_\_
- 8) Encuentra una manera de hacer que la persona vea BLANCO.

**Redacta tus conclusiones.**

## **APRENDIZAJE ESPERADO 6. ESPECTROS CONTINUOS Y DISCONTINUOS (Aportación Tlaxcala)**

**Aprendizaje esperado:** Identifica, a partir de los experimentos, que hay espectros continuos y discontinuos.

### **Introducción:**

Los espectroscopios son instrumentos destinados al análisis de la luz. Con este análisis se puede obtener información sobre un gran número de fenómenos físicos o propiedades de los cuerpos, por lo que, en la actualidad se emplean en una gran diversidad de áreas, que incluyen desde la investigación teórica en química o física cuántica hasta la industria química o la medicina.

El fundamento de los primeros espectroscopios es muy sencillo de entender, se basaban en un proceso que separaba la luz blanca visible en sus diferentes colores. Un proceso natural en el que se da esta situación es el arco iris, que aparece en momentos de lluvia con presencia de luz solar suficiente, de modo que las gotas de agua actúan como pequeños prismas que separan las diferentes radiaciones.

### **Marco teórico**

En 1666, Newton observó que cuando un haz de luz blanca incide en un prisma de vidrio, éste se descompone en un haz de luz de distintos colores (espectro continuo) con el rojo en un extremo y el azul en el otro. Esto se debe a que las diferentes radiaciones que constituyen el haz de luz policromática, al entrar en el prisma se desvían con un distinto ángulo de refracción, separándose. Por lo que la luz blanca se compone de radiaciones simples, cada una con una frecuencia determinada.

### **¿Qué es un espectro continuo y un espectro discontinuo?**

Un sólido o líquido, al ser calentado lo suficiente, son capaces de emitir una radiación que se registra con una serie de colores sin interrupción, por eso se llama, espectro continuo.

En cambio, si es un gas, que ha sido excitado previamente con calor o electricidad, el espectro que se obtiene es diferente, se compone de una serie de líneas, y cada una corresponde a una longitud de onda o frecuencia determinada. Este espectro discontinuo es característico de cada elemento (como una prueba de ADN), por lo que sirven para identificarlos.

Es decir, el espectro continuo sólo depende de un factor, la temperatura, por lo que cualquier cuerpo de alta densidad a una determinada temperatura es capaz de emitirlo. En cambio el discontinuo aparte de la temperatura, depende de otros factores propios de la sustancia. Para que lo entiendas bien, el espectro continuo es una emisión gradual de energía que al emitirse en diferentes frecuencias tienen un color diferente; mientras que el espectro discontinuo sólo emite a determinadas frecuencias que dependen de la sustancia.

### **Tipos de espectros**

**1. Espectros de emisión:** Es el espectro que encontramos al captar la emisión de cuerpo que irradia. Como ya hemos comentado antes puede ser un espectro continuo o un espectro discontinuo.

**1.1 Espectros continuos.** Son los emitidos por sólidos, líquidos o gases densos que se encuentran a temperaturas elevadas, y están relacionados con la radiación del cuerpo negro. El aspecto cualitativo general de estos espectros es el mismo si las sustancias se encuentran a la misma temperatura, y sólo difieren en su intensidad relativa. Los espectros continuos casi no aportan información sobre la composición química de las sustancias.



Fig 1. Espectro continuo.

**1.2 Los espectros de líneas** (figura 2) son característicos de la radiación emitida por los átomos de un gas rarificado, cuando se le excita por algún medio. Consisten de líneas brillantes sobre un fondo oscuro. Todos los espectros de líneas son distintos y en ese sentido son como “huellas digitales” atómicas. Si el gas es una combinación de varios tipos de átomos, entonces el espectro contendrá líneas características de cada elemento o tipo de átomo presente. Así el espectro de emisión es de gran importancia en la determinación de la composición química del gas analizado.



Figura 2. Espectro de líneas

Para hacer que un elemento cuya temperatura de evaporación es muy elevada se ponga en estado incandescente, generalmente se requiere colocarlo en una flama de alta temperatura (puede ser un mechero de Bunsen) o en la región donde se esté produciendo una descarga eléctrica. Los espectros obtenidos de esta manera tienen el aspecto de líneas superpuestas sobre un fondo brillante (figura 3).



Figura 3. Espectro de líneas superpuesto a un fondo brillante.

### 1.3 Espectros de bandas.

Los espectros de banda consisten en grupos de un gran número de líneas espectrales, las cuales están muy cercanas entre sí (figura 4). Estos espectros en general están asociados con moléculas.



Figura 4. Espectro de bandas del hidrógeno molecular.

## 2. Espectros de absorción

En contraposición a los espectros de emisión recién descritos, si la luz de una fuente que presenta un espectro continuo pasa a través de un gas que esté a menor temperatura que la fuente del espectro continuo, se produce un espectro de absorción, el cual consta de líneas oscuras sobre un fondo brillante coloreado (figura 5). Se ha encontrado que el patrón (la disposición) de estas líneas corresponde exactamente al de las líneas de emisión del mismo gas. Así, para la identificación de la composición del gas, estas líneas de absorción son tan útiles como las líneas de emisión. En particular, parte de la luz proveniente del “interior” de una estrella puede ser absorbida por los átomos presentes en su atmósfera, como descubrió Franhofer en el espectro de la luz solar.



Figura 5. Espectro de absorción

Los resultados experimentales asociados con la espectroscopia resultaban ser misteriosos, pues sin tener una idea clara de cuál era la constitución de la materia resultaba difícil explicarlos. La única idea subyacente disponible era la predicción de J. C. Maxwell, en 1856, de que la luz era una onda electromagnética generada por cargas eléctricas aceleradas, lo cual implicaría que en el interior de la materia deberían existir tales cargas, a pesar de la neutralidad eléctrica macroscópica observada para ella.

## PARTE EXPERIMENTAL. Espectrómetro v2.0.8

### Instrucciones

Esta plantilla se puede fotocopiar para su reutilización. Para mejor resultados, utilice cartulina o un papel grueso similar. Hacer asegúrese de hacer copias a doble cara para que el cuadro negro y el corte de la hendidura se imprimirá en el lado opuesto. <https://youtu.be/ORJkTW8sd0E>

### Materiales:

- Tijeras
- Cinta o pegamento
- cutter o un bolígrafo
- un DVD-R o CD

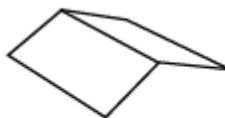
### Instrucciones:

1. Recorta el espectrómetro por las líneas rojas. (Estos pueden ser grises si se fotocopian en blanco y negro).
2. Usa la regla o un bolígrafo para marcar las líneas de puntos para doblar.

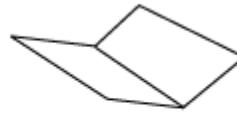


Fold over on dotted lines,  
then cut out window

3. Dobla y corta las "ventanas" en A1, A2 y A3

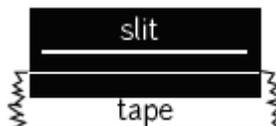


Mountain fold



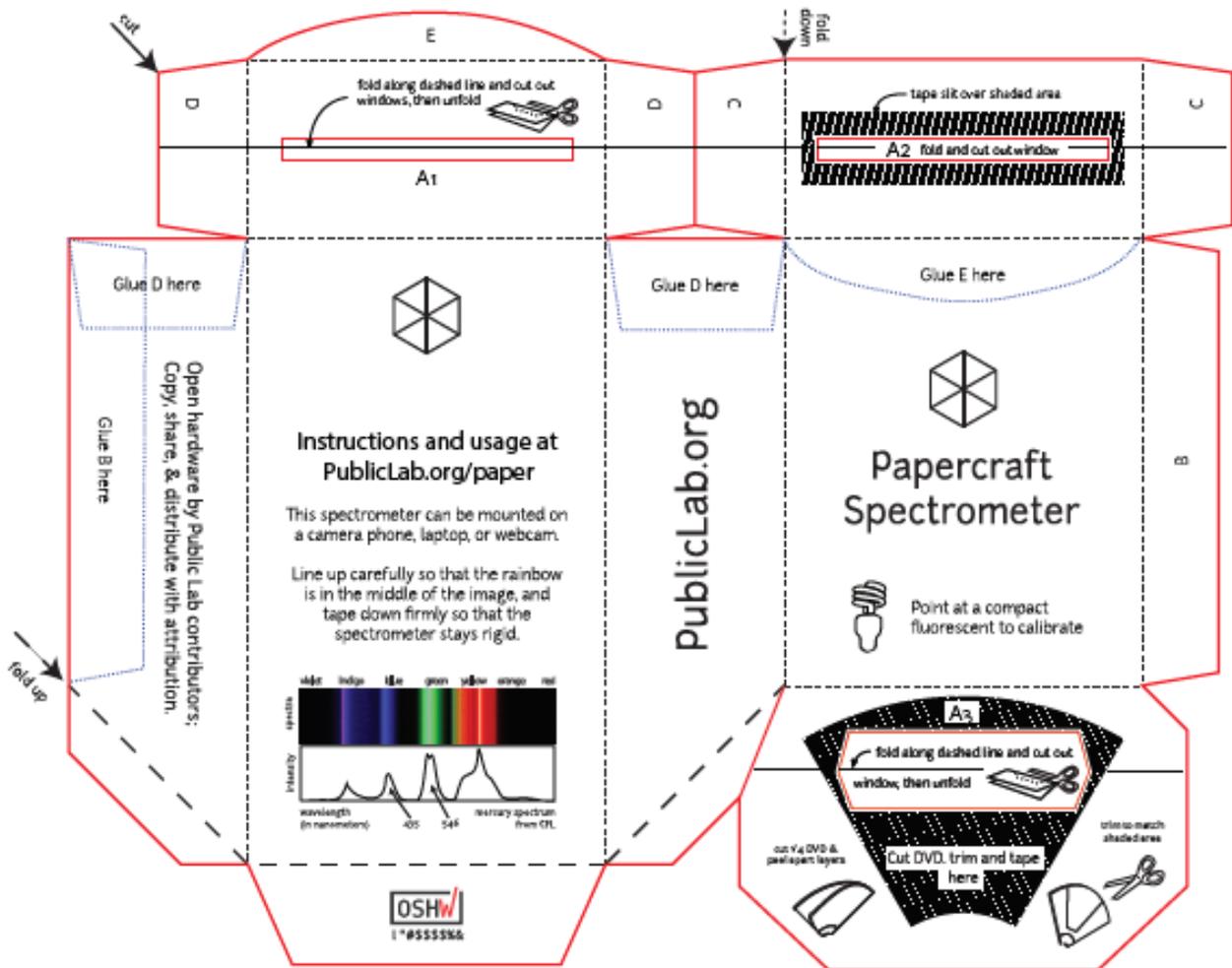
Valley fold

4. Doblez "montaña" a lo largo de las líneas punteadas: .....
5. Pliegue en "valle" a lo largo de líneas discontinuas: - - - -
6. Cortar, pelar y pegar un fragmento de DVD-R (ver A3 para direcciones)



7. Monte el corte de la hendidura en el lado opuesto. Pegue el corte sobre la ventana A2 y recorte según sea necesario.
8. Alinee las pestañas B, C, D y E y péguelas con cinta adhesiva.

9. Visite [PublicLab.org/makespec](http://PublicLab.org/makespec) para aprender cómo calibrar y usar su nuevo espectrómetro!



Una vez construido el espectroscopio colócalo en la lente de tu dispositivo móvil y enciende la cámara para ver los diferentes espectros, observaremos los espectros producidos por la luz de Sol y por la luz que emiten determinadas bombillas.

**Cuestiones para los alumnos:**

- ¿Qué aspecto debe tener el espectro de la luz del Sol? ¿Por qué?
- ¿Qué aspecto debe tener el espectro producido por la luz emitida por las bombillas? ¿Por qué?
- ¿A qué se debe cada línea del espectro?

**Resultados obtenidos:**

Simplemente haciendo incidir la luz a través de la rendija del espectroscopio, hemos analizado los espectros de varias fuentes luminosas:

- Bombilla de bajo consumo “blanco frío”
- Bombilla de bajo consumo “blanco cálido”
- Bombilla incandescente
- Tubo fluorescente
- El Sol
- Bombilla led

A partir de los resultados obtenidos podemos clasificar las observaciones realizadas (a simple vista) en tres grupos:

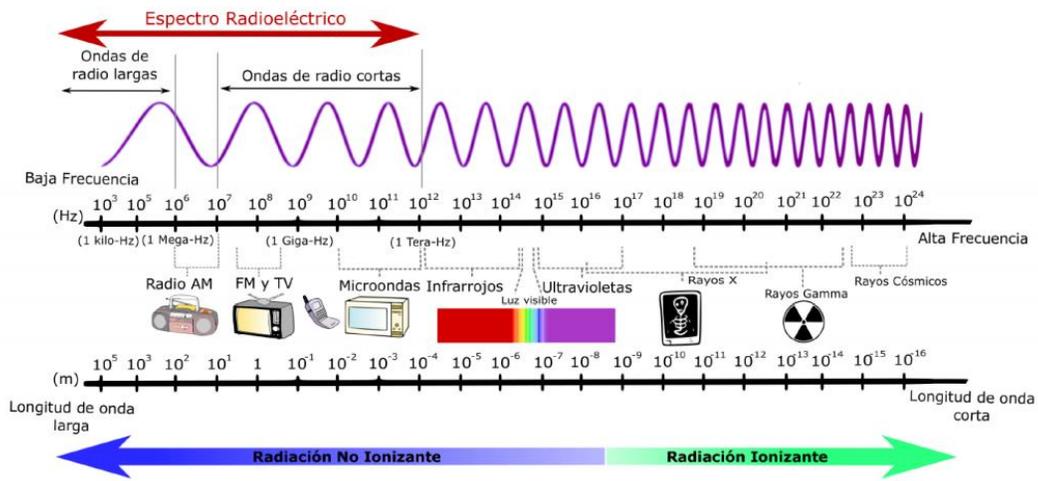
<b>Fuente de luz</b>	<b>Tipo de Espectro</b>	<b>Dibujo del espectro</b>
Bombilla de bajo consumo "fría"		
Bombilla de bajo consumo "fría"		
Bombilla incandescente		
Tubo fluorescente		
El Sol		
Bombilla Led		

**Escribe tus conclusiones:**

## APRENDIZAJE ESPERADO 7. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

El espectro electromagnético se puede organizar de acuerdo con la frecuencia correspondiente de las ondas que lo integran, o análogamente, de acuerdo con sus longitudes de onda. Hacia un extremo del espectro se agrupan las ondas de frecuencias más bajas y longitudes de onda más largas, como las correspondientes a frecuencias de sonidos que puede percibir el oído humano, mientras que en el otro extremo se agrupan las ondas más cortas y de mayor frecuencia en Hertz, como las pertenecientes a las radiaciones gamma y los rayos cósmicos. La diferencia existente entre un grupo de ondas y otras dentro del espectro electromagnético es su frecuencia en Hertz (Hz). Y dada la relación matemática con la longitud de onda, también se pueden diferenciar según su longitud en metros (m).

El espectro electromagnético es el conjunto de todas las frecuencias posibles a las que se produce radiación electromagnética. El límite teórico inferior del espectro electromagnético es 0 Hz (ya que no existen frecuencias negativas) y el teórico superior es infinito.

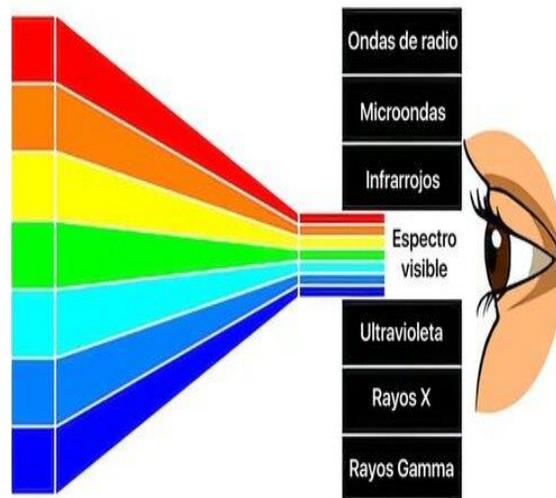


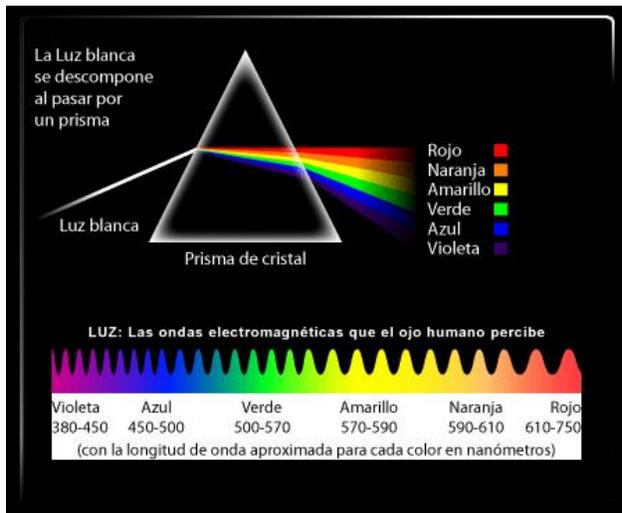
### Reconoce que el espectro visible es una pequeña parte del espectro electromagnético

La luz visible es una pequeña región del espectro electromagnético cuyas ondas tienen una longitud que va desde los 780 nanómetros de la luz roja a unos 380 en la violeta.

Esta pequeña región del espectro es la luz que percibe el ojo humano y nos permite ver los objetos.

La luz blanca es el conjunto de todas las longitudes de onda del espectro visible en proporciones iguales. Cada longitud de onda corresponde a un color diferente del rojo al violeta.





Otro Significado: Luz visible La luz visible es la pequeña porción de radiación que el ojo humano puede detectar, con una longitud de onda (para los humanos) entre los 400 y 700 nanómetros aproximadamente. Los humanos que por mala suerte han llegado a perder una lente del ojo, y los han operado para reemplazarla, pueden a veces ver un poco más. Si la lente es reemplazada por especial, se ha sabido que ven mejor que nosotros la estrella central de una nebulosa planetaria.

Su visión se para a los 300 nm, lo cual está bastante bien, ya que la capa de ozono quita todas las ultravioleta o longitudes de onda más cortas. Los insectos, peces y pájaros son también más perceptivos en el rango de longitud de onda entre 300 y 400 nm. Cuando la longitud de onda es más

corta de los 400 nm (violeta), la luz se describe como ultravioleta (justo más allá de la luz violeta visible), y luego los rayos-X, y rayos gamma. Y cuando es más larga de los 700 nm, la luz se denomina infrarroja (justo más allá de la luz roja visible), y luego microondas, y radio. Los objetos astronómicos muestran muchas propiedades interesantes fuera de la luz visible, pero por supuesto, se necesita un equipamiento apropiado (aparte de los ojos y un telescopio) para detectarlas.

Clasifica diversas aplicaciones relacionadas con el espectro electromagnético con base en la longitud de onda o la frecuencia utilizada.

Los usos del espectro electromagnético pueden ser muy diversos. Por ejemplo:

**Las ondas de frecuencia de radio.** Se emplean para transmitir información por el aire, tales como emisiones de radio, televisión o Internet Wi-Fi.

**Las microondas.** Se emplean también para transmitir información, como las señales de telefonía móvil (celular) o las antenas microondas. También lo emplean los satélites como mecanismo de transmisión de información a tierra. Y sirven, al mismo tiempo, para calentar comida en los hornos microondas.

**La radiación ultravioleta.** Es emitida por el Sol y absorbida por las plantas para la fotosíntesis, así como por nuestra piel cuando nos bronceamos. También alimenta los tubos fluorescentes y permite la existencia de instalaciones como los solárium.

**La radiación infrarroja.** Es la que transmite el calor desde el Sol a nuestro planeta, desde un fuego a los objetos a su alrededor, o desde una calefacción al interior de nuestras habitaciones.

**El espectro de luz visible.** Hace visibles las cosas. Además, puede aprovecharse para otros mecanismos visuales como el cine, las linternas, etc.

**Los rayos X.** Se emplean en la medicina para tomar impresiones visuales del interior de nuestros cuerpos, como de nuestros huesos, mientras que los rayos gamma, mucho más violentos, se emplean como forma de radioterapia o tratamiento para el cáncer, dado que destruyen el ADN de las células que se reproducen desordenadamente.

## Compara ondas de luz y de sonido.

El sonido: Una onda longitudinal

¿Cómo se produce el sonido?

El sonido es una onda longitudinal que necesita de un medio material (gaseoso, líquido o sólido) para propagarse.

Cuando el guitarrista toca las cuerdas de su guitarra hace vibrar las partículas de aire que la rodean. Primero estas se separan, disminuyendo la presión (el aire se enrarece) y después al volver la cuerda hacia su posición original, se comprimen aumentando la presión.

La vibración de la cuerda se propaga por el aire en forma de separaciones y comprensiones de las partículas de aire formando lo que llamamos: “onda sonora” que transmiten la energía producida en la vibración.



Para que haya sonido deben de existir: un emisor, un receptor y un medio material elástico para su transporte.

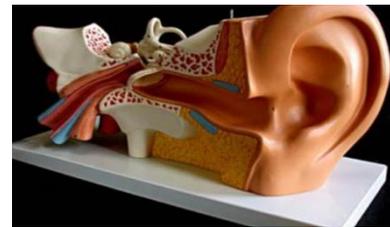
## Percibimos el sonido a través del oído

El oído transforma las vibraciones exteriores en impulsos nerviosos que envía al cerebro. Sus partes son:

Oído externo

Oído medio

Oído interno



Además, el oído humano es capaz de localizar la fuente de donde procede el sonido debido a que, cuando el sonido llega desde un lado, alcanza a uno de los oídos antes que al otro. Con ese pequeño retraso, el cerebro es capaz de localizar la zona de donde procede el sonido.

***El sonido es la interpretación que hace el cerebro de las vibraciones del aire.***

**Actividad: ¿Cómo se produce el sonido?**

1. El sonido es una onda mecánica que se propaga únicamente en:
  - A. Medios materiales
  - B. En el vacío
  - C. Medios materiales y en el vacío
2. Las ondas sonoras se producen como consecuencia
  - A. De una incompresión del medio a lo largo de la dirección de propagación.
  - B. De una disolución del medio a lo largo de la dirección de propagación.
  - C. De una compresión del medio a lo largo de la dirección de propagación.
3. Para que haya sonido deben de existir
  - A. Un foco emisor que produzca las vibraciones.
  - B. Un medio material elástico que las propaga.
  - C. Un detector, que en el caso de los seres humanos y el resto de los animales es el oído.
  - D. Todas las respuestas anteriores son correctas.

**LA LUZ: UNA ONDA TRANSVERSAL**



**Naturaleza de la luz** La luz es una onda electromagnética que no requiere medio material para su propagación (la luz del Sol llega a la Tierra después de recorrer una gran distancia en el vacío).

Las ondas electromagnéticas no requieren medio material para su propagación. La luz que procede de un objeto visible se transmite mediante un movimiento ondulatorio hasta llegar a nuestros ojos.

Desde allí se envía un estímulo al cerebro que lo interpreta como una imagen. La luz consiste en una forma de energía, emitida por los cuerpos y que nos permite percibirlos mediante la vista.

La naturaleza de la luz ha intrigado al hombre desde los tiempos más remotos. La luz en la antigüedad: Demócrito consideraba a la luz como un flujo de partículas que partían de los focos de luz.

Para Pitágoras la visión de los objetos se producía porque los ojos emitían una especie de rayos de luz que, a modo de tentáculos, se propagaban hacia los objetos.



La luz en la ciencia: Huygens considera a la luz como una onda y con esta teoría explica todas las propiedades conocidas en la época. Sin embargo, Newton consideraba la luz como una corriente rectilínea de pequeñas partículas materiales emitidas por los cuerpos luminosos.

Ello explicaba la propagación rectilínea de la luz. También explicaba la reflexión mediante rebote de esas partículas sobre la superficie. Actualmente se acepta que la luz tiene doble naturaleza: se comporta como materia en movimiento (tiene naturaleza de partícula) y como onda que se propaga asociada a la materia (tiene naturaleza ondulatoria).

El carácter material de la luz ha sido confirmado por numerosos experimentos, como el "efecto fotoeléctrico" de Einstein, el cual llamó cuantos de luz (fotones) a dichas partículas.

Esta teoría explica por qué la luz se puede transmitir por el vacío, mediante movimiento de los fotones. Louis De Broglie concluye que "la luz, cuando se propaga se comporta como una onda, pero cuando interacciona con la materia se comporta como una partícula".

**Propagación de la luz a diferencia del sonido**

Vacío (aire)	Agua
En este medio el índice de refracción es:	En este medio el índice de refracción es:
$n = \frac{C}{V} = 1,00000$	$n = \frac{C}{V} = 1,33000$
La velocidad de la luz en este medio es:	La velocidad de la luz en este medio es:
$V = 300000000,00000 \text{ m/s}$	$V = 225563909,77440 \text{ m/s}$
La velocidad de la luz en el vacío es:	La velocidad de la luz en el vacío es:
$C = 300000000 \text{ m/s}$	$C = 300000000 \text{ m/s}$
Hielo	Diamante
En este medio el índice de refracción es:	En este medio el índice de refracción es:
$n = \frac{C}{V} = 1,31000$	$n = \frac{C}{V} = 2,42000$
La velocidad de la luz en este medio es:	La velocidad de la luz en este medio es:
$V = 229007633,58780 \text{ m/s}$	$V = 123966942,14880 \text{ m/s}$
La velocidad de la luz en el vacío es:	La velocidad de la luz en el vacío es:
$C = 300000000 \text{ m/s}$	$C = 300000000 \text{ m/s}$

La luz se puede propagar en el vacío o en otros medios materiales, sin embargo, estos medios materiales ofrecen resistencia al paso de la luz.

Esta velocidad viene dada por una magnitud llamada índice de refracción, que es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad en ese medio.

La velocidad de propagación de la luz depende del medio. En el vacío (o en el aire) es de 300 000 km/s; en cualquier otro medio su valor es menor.

## APRENDIZAJE ESPERADO 8. ELECTRICIDAD EN LOS SERES VIVOS

***Identifica que los fenómenos eléctricos son habituales en nuestro entorno.***

Guadalupe Contreras Leal, B.C.S. y Oscar Armando Trujillo Macal, Chiapas.

### Fenómenos eléctricos

Los fenómenos eléctricos son un objeto de estudio importante en la física, se trata del estudio de la electricidad, se analiza el comportamiento de la carga eléctrica tanto estática como en movimiento, analiza las leyes que gobiernan a la electricidad y su aplicación sirve para solucionar problemas, mejorar la calidad de vida, etc. como veremos más adelante en esta entrada.

Algunos fenómenos de electrización pusieron de manifiesto la naturaleza eléctrica de la materia. Para explicar estos fenómenos los científicos idearon un modelo según el cual los fenómenos eléctricos son debidos a una propiedad de la materia llamada carga eléctrica.

Las propiedades de los cuerpos eléctricos se deben a la existencia de dos tipos de carga: positiva y negativa.

Dos cuerpos que hayan adquirido una carga del mismo tipo se repelen, mientras que si poseen carga de distinto tipo se atraen.

En general, la materia es eléctricamente neutra, es decir, tiene la misma cantidad de cada tipo de carga. Si adquiere carga, tanto positiva como negativa, es porque tiene más cantidad de un tipo que de

### Qué son los fenómenos eléctricos

Son aquellos fenómenos que ocurren con la presencia de carga eléctrica, ya sea en forma estática o dinámica; todos los cuerpos están compuestos por átomos, estos a la vez por electrones, protones y neutrones. Los electrones son las partículas subatómicas cargadas negativamente y los protones cargadas positivamente. Un fenómeno eléctrico puede ocurrir por ejemplo cuando los electrones fluyen a través de un material conductor.



Los fenómenos eléctricos son estudiados por la física; la electrostática estudia las cargas en reposo o estáticas y la electrodinámica a las cargas en movimiento, es decir cuando los electrones fluyen a través de un conductor.

### Ejemplos de fenómenos eléctricos

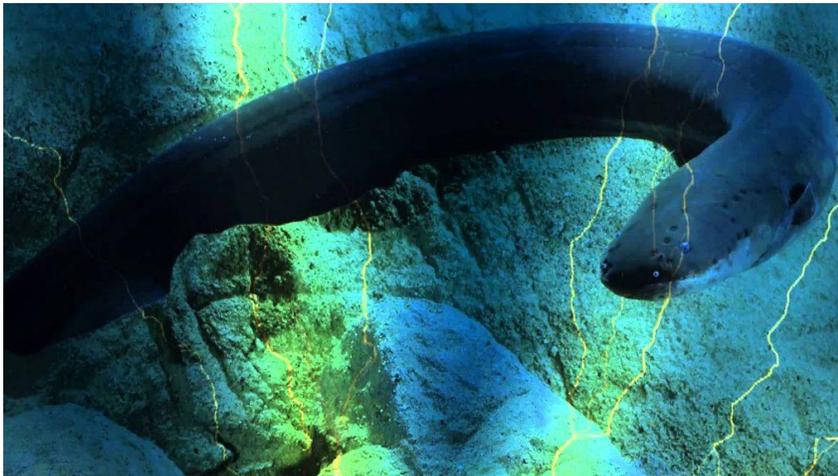
- **Los rayos.**- fenómeno eléctrico que se produce por una descarga eléctrica entre las nubes y la tierra.
- **Relámpagos.**- se trata de una descarga eléctrica en el interior de las nubes.
- **Campo magnético terrestre.**- fenómeno electromagnético originado por el movimiento de masas de hierro fundido en el núcleo de la tierra.
- **Electrización.**- proceso por el cual un cuerpo gana o pierde electrones, existen diversas maneras en la que sucede este fenómeno, por ejemplo por frotación, inducción, contacto, etc.
- **Resistencia eléctrica.**- este fenómeno se presenta en los materiales, básicamente hace referencia a dificultad o facilidad con la que se mueven los electrones en un material determinado; materiales conductores presentan menor resistencia y materiales no conductores presentan alta resistencia eléctrica.
- **Capacitancia eléctrica.**- capacidad de un material para almacenar o mantener una carga eléctrica.

### Algunos ejemplos:

- Cuando el pelo se electriza al peinarnos con un peine de plástico.
- La chispa de un encendedor piezoeléctrico.
- La falda que se nos pega a las piernas al andar con medias de nylon.
- El funcionamiento de los electroimanes.
- La descargas de las anguilas eléctricas.
- El fuego de San Telmo.
- La atracción de pedacitos de papel por un globo o un plástico cuando se frotran con tela.

**Reconoce o infiere que aún dentro de los seres vivos existen fenómenos eléctricos.**

### ¿Electricidad en los animales?



La electricidad está presente en toda la naturaleza, desde los seres humanos hasta las plantas y por supuesto los animales. Podemos observar su gran intensidad en un relámpago, en un día de tormenta o podemos simplemente ignorarla como la electricidad que se produce al moverse un músculo dentro de nosotros; los seres humanos no somos precisamente seres “eléctricos”, pero sí tenemos presencia de pequeños fenómenos eléctricos, como en el caso de nuestras neuronas. Sin embargo, hay organismos singulares que podría llamárseles “baterías andantes”.

Dentro de estos organismos destacan, por mayoría, los acuáticos, como la bien conocida anguila eléctrica, que no es nada cercana a la anguila normal. Tiene un sentido de la visión extremadamente reducido, no naturalmente, sino por las aguas turbias donde vive, así que el uso de su visión se vuelve nula y la suplanta por unos sensores eléctricos que se encuentran en su piel capaces de detectar los cambios de voltaje en su entorno, facilitándole la convivencia con su especie, alertándolo de su siguiente presa o depredador.

¿Cómo generan este tipo de animales su electricidad?, gracias a sus órganos compuestos por electrocitos que funcionan como minúsculos generadores y condensadores eléctricos. En el caso de la anguila eléctrica, estos órganos se encuentran a lo largo de su cuerpo y tienen un funcionamiento parecido al de las neuronas, y pueden llegar a generar una descarga de hasta 500 voltios.

Otro animal capaz de generar descargas es la manta torpedo, cuyas descargas eran recetadas por médicos como cura para la gota y la jaqueca, ya que éstas no superan los 50 voltios. También están el pez gimnoto eléctrico y el siluro eléctrico, cuyas descargas son menores, pero usan sus sensores eléctricos de la misma manera que las anguilas eléctricas.

Aunque resulta sorprendente la presencia de electricidad dentro de estos organismos, los científicos se han concentrado en investigar los procesos eléctricos (sobre todo en el cerebro) del ser humano, pues la forma en que transportan información ayuda a esclarecer los procesos neuronales.

Sin embargo, las especies terrestres que producen electricidad no van más allá de la mitología o la fantasía, pero podemos encontrar otro fenómenos parecido, que no debemos confundir, como la luminiscencia en la que se destacan y reconocen fácilmente varios insectos como la luciérnaga, los saltapericos y los gusanos ferroviarios. ¿Conoces alguna otra especie con electricidad?

## ¿Y cómo es que se relaciona la electricidad con el cuerpo humano?

El cuerpo humano en su estado de homeostasis o equilibrio requiere básicamente de tres componentes para su óptimo funcionamiento: oxígeno, sangre y glucosa. El oxígeno es tomado del medio ambiente y procesado a través del sistema respiratorio; el ser humano requiere del 21% de oxígeno para realizar las funciones básicas.

La sangre, suministrada a todo el organismo a través del corazón (un adulto registra de 60 a 80 latidos por minuto), transporta los nutrientes necesarios. Y finalmente la glucosa aporta la energía tomada de los nutrientes de los alimentos.

El cerebro es el encargado de administrar las funciones de muchos órganos, aparatos y sistemas del cuerpo, todo ello a través de la sinapsis. Y que de manera general permite la unión especializada de las neuronas, a través de los impulsos eléctricos que se originan de una descarga química.

Haciendo una analogía del cuerpo humano con la electricidad, el cuerpo humano por un lado actúa como conductor al permitir el impulso eléctrico o paso de la corriente eléctrica que se define como el flujo de electrones a través de un conductor en función al tiempo que tiene como unidad de medida el Amper; asimismo, el cuerpo humano actúa como una resistencia eléctrica, como la oposición al paso de dicha corriente cuya unidad de medida es el Ohm y que además, en caso de una descarga eléctrica, dicha corriente buscaría el menor camino de resistencia en el cuerpo (tejido, piel, músculos, etcétera), teniéndose por lo regular una salida en extremidades como son los brazos y pies, etcétera.

**Aunque el cuerpo humano actúa como conductor al permitir el impulso eléctrico o paso de la corriente eléctrica, también lo hace como una resistencia eléctrica.**

## ¿Cuáles son los efectos de la electricidad en el cuerpo humano?

Los efectos son diversos, desde un simple cosquilleo hasta efectos fatales, los cuales dependen del tiempo de exposición, la magnitud de la corriente, el tipo de corriente que puede ser de tipo alterno o directo, condiciones de salud, estado físico del accidentado, entre otros.

Cosquilleo que puede al principio de la exposición causar una sensación placentera; asimismo otro efecto es el dolor y la contracción muscular, donde los músculos se tensan como cuando un trabajador toca los conductores eléctricos y que comúnmente se dice que “quedó pegado”, este fenómeno se da en la exposición con corriente alterna, como la que existe en los hogares o casa-habitación.

En el caso de una exposición con corriente continua el efecto es contrario, es decir tiende a aventar a la víctima, generando un posible trauma; cuando la persona se desmaya por el trauma u otra razón, la lengua –al considerarse un músculo- pierde su tonalidad y tiende irse hacia atrás, lo que provocaría una obstrucción de la vía aérea, generándose un posible paro respiratorio.

Asimismo, cuando la corriente eléctrica alterna pasa por el corazón, ésta provoca un desorden desde el punto de vista eléctrico. Imagínese una gráfica de dicha corriente alterna con su característica: la forma de onda senoidal, pasando por un ciclo positivo, negativo, y como común denominador de pasar por cero como parte de esta alternancia. Al llegar esta corriente o choque eléctrico esa forma de onda se distorsiona generando un caos, y si el corazón –como ya se mencionó- trabaja con esos impulsos eléctricos a través de la sinapsis, físicamente el corazón no tendría la capacidad de bombear sangre adecuadamente, por el caos provocado por la corriente externa, produciéndose una fibrilación ventricular.

Asimismo, en el caso de estar expuesta la víctima a una corriente directa, que viaja en una sola dirección, ya sea en el ciclo positivo o negativo, la lesión provocada en el corazón generaría una arritmia cardíaca, y en consecuencia una lesión llamada asistolia, que se caracteriza por la ausencia de la actividad eléctrica en el corazón.



## ***Reconoce que el fenómeno eléctrico más importante en los seres vivos se encuentra en el sistema nervioso de los animales.***

El **sistema nervioso** es un conjunto de células especializadas en la conducción de señales eléctricas. Está formado por neuronas y células gliales. Las neuronas tienen la función de coordinar las acciones de los seres vivos del reino animal por medio de señales químicas y eléctricas enviadas de un lugar a otro del organismo.<sup>34</sup> La mayor parte de los animales pluricelulares tienen sistemas nerviosos con funciones básicas similares, aunque con un grado de complejidad muy variable. Únicamente carecen de él los animales que no tienen tejidos y órganos bien diferenciados, como los poríferos (esponjas), placozoos y mesozoos.<sup>56789</sup>

El sistema nervioso capta estímulos del entorno, (estímulos externos) o señales del mismo organismo (estímulos internos), procesa la información y genera respuestas diferentes según la situación. A modo

de ejemplo podemos considerar un animal que a través de las células sensibles a la luz de la retina capta la proximidad de otro ser vivo. Esta información es transmitida mediante el nervio óptico al cerebro que la procesa y emite una señal nerviosa que a través de los nervios motores provoca la contracción de ciertos músculos con el objetivo de desplazarse en dirección contraria al peligro potencial.<sup>1</sup>

## Neuronas

La neurona al igual que todas las células, dispone de un citoplasma en el que existe un núcleo y diversos orgánulos como las mitocondrias y el aparato de Golgi. Su particularidad está en que del cuerpo celular arrancan diversas prolongaciones ramificadas que se llaman dendritas y otra única que recibe el nombre de **axón**. Las dendritas reciben la señal nerviosa en dirección al cuerpo celular, mientras que el axón la emite desde el cuerpo celular a otra neurona o una célula muscular, el axón puede dividirse en miles de ramas, cada una de las cuales lleva a la información a una célula diferente. La estructura básica del sistema nervioso está formada por redes de neuronas interconectadas por sus dendritas y axones. La zona de conexión entre dos neuronas recibe el nombre de sinapsis.<sup>5 y 6</sup>

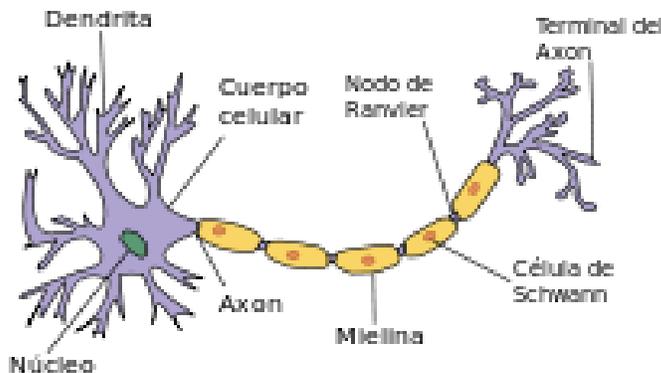
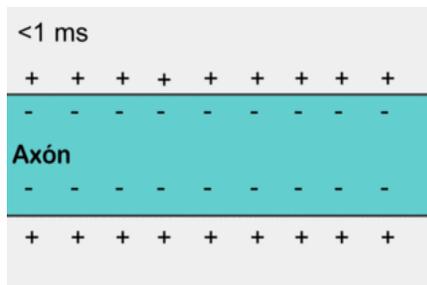


Diagrama básico de una neurona

## Atribuye propiedades eléctricas al funcionamiento del impulso nervioso en los seres vivos

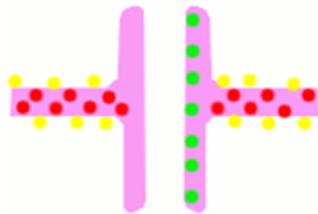
El impulso nervioso es un impulso eléctrico. Para que el impulso eléctrico se transmita, los iones positivos de sodio que en estado de descanso están presentes fuera de la neurona deben traspasar la membrana celular. En estado de reposo el interior de la neurona tiene carga eléctrica negativa (membrana repolarizada).

**Cuando los iones positivos de sodio ingresan a la neurona, cambian la carga interna de negativa a positiva (membrana despolarizada). En la medida que el impulso avanza por la membrana, su interior recobra la carga negativa. De esta forma, el impulso va pasando a través de los axones de las neuronas y mediante la acción de los neurotransmisores desde una neurona a otra.**



Archivo:Cellmembranion.gif - Wikipedia, la enciclopedia libre.  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cellmembranion.gif>

Los mensajes no llegan por continuidad, sino que lo hacen por impulsos en la contigüidad. Dado que las neuronas no están íntimamente conectadas, utilizan un sistema de contacto especializado que recibe el nombre de sinapsis.



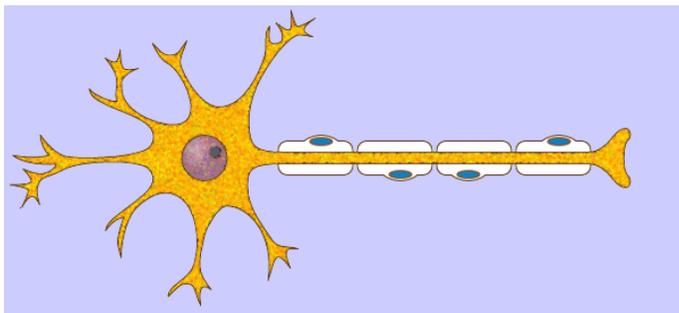
1. Amarillo: Moléculas de sodio
2. Rojo: Moléculas de potasio
3. Verde: Vesículas de neurotransmisores

Esquema del funcionamiento de una sinapsis. [Archivo:Nerve impulse.gif – Wikipedia, la enciclopedia libre](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Nerve_impulse.gif) [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Nerve\\_impulse.gif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Nerve_impulse.gif)

Inducida la corriente de información, son los neurotransmisores (moléculas biológicas que tienen distintas funciones) los que sirven de mediadores para la transmisión del impulso nervioso entre neuronas y provocar respuestas en la neurona a la que va destinado el mensaje.

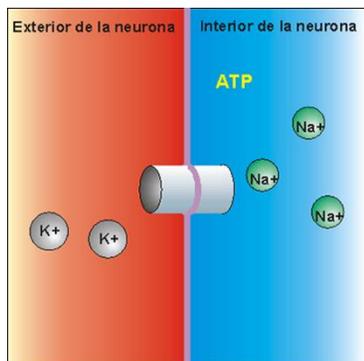
La comunicación entre células nerviosas es muy precisa; aunque un fallo en el proceso es irreversible.

### Propagación del impulso nervioso



Las neuronas son unas células que tienen la capacidad de transmitir el impulso nervioso en forma de corriente eléctrica. El impulso nervioso sólo se propaga en un sentido. Cuando una neurona es estimulada, se originan unos cambios eléctricos que empiezan en las dendritas, pasan por el cuerpo neuronal, y terminan en el axón.

*Impulso\_nervioso.gif* (imagen GIF, 600 × 276 píxeles) - Escalado (0%). (s. f.). Recuperado a partir de [http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Relacor/imagenes/Impulso\\_nervioso.gif](http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Relacor/imagenes/Impulso_nervioso.gif). Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 España



El impulso nervioso transmite a lo largo de una neurona mediante un proceso de despolarización.

*Bomba de sodio-potasio. Animacionak.gif* (imagen GIF, 400 × 400 píxeles) - Escalado (0%). (s. f.). Recuperado a partir de

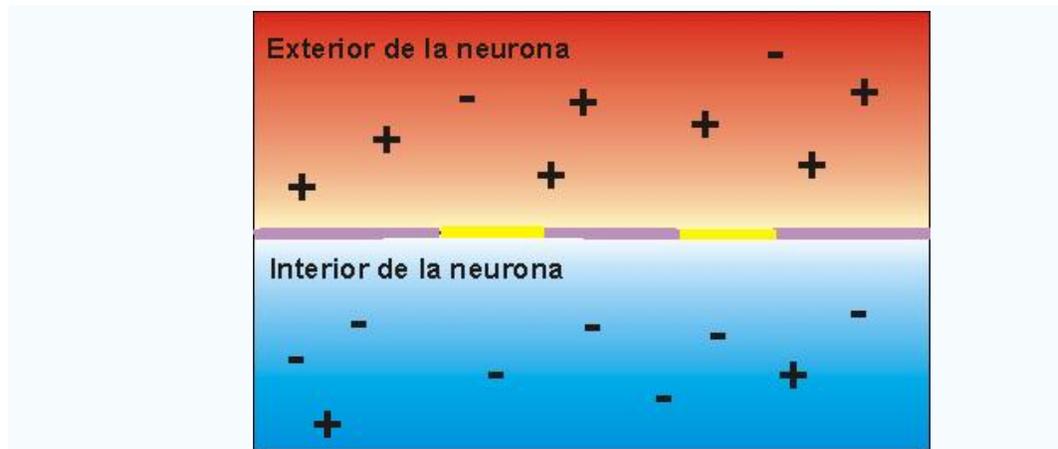
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/animal/imagenes/nervio/Animacionak.gif>

En un principio la membrana está polarizada. En la parte exterior e la membrana abundan los iones con carga positiva y en la parte inferior, los de carga negativa. Esto se mantiene por la acción de la bomba sodio-potasio y se denomina **potencial de reposo**.

Cuando llega un estímulo aumenta la permeabilidad para los iones de sodio que entran en la célula, con lo que la polaridad se invierte en ese punto, quedando más carga positiva en el interior en esa zona. A esta alteración se le llama **potencial de acción**.

Esta despolarización lleva a la distribución de los iones, los canales de sodio cercanos se abren, y también se despolariza la zona contigua, y esta, a su vez, a la dde la zona que le sigue, como si fueran fichas de dominó. De esta manera el impulso nervioso se desplaza como si fuera una onda a lo largo del axón.

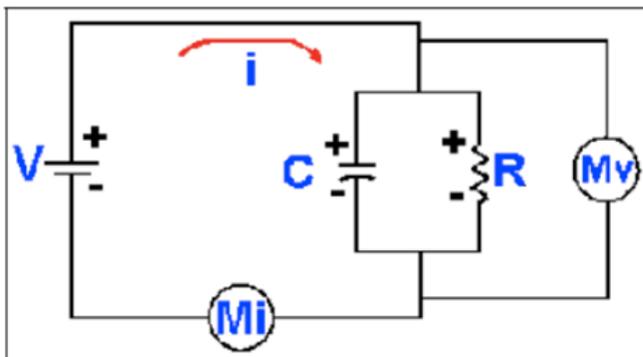
Una vez que el impulso nervioso ha recorrido todo el axón, en milésimas de segundo, se produce la **repolarización** o restablecimiento de las concentraciones de iones características del estado de reposo.



*Paso de potencial de acción a potencial de reposo. potenciacion.gif (imagen GIF, 400 x 260 píxeles) - Escalado (0%). (s. f.). Recuperado a partir de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/animal/imagenes/nervio/potenciacion.gif>*

### Propiedades eléctricas de las membranas

La membrana de las neuronas se comporta como un circuito eléctrico simple que tiene una resistencia y un capacitor en paralelo.



Un circuito simple con resistencia y capacitancia. El voltaje a través del resistor y el capacitor es el mismo voltaje que el de la batería, V, y el mismo que se lee en el voltímetro, Mv. La polaridad del voltaje está indicada por los signos + y -.

En circuitos como el de la Figura, sin rectificación, las constantes de tiempo para cargarse y descargarse son iguales. Sin embargo, como veremos, las membranas celulares tienen propiedades rectificantes que hacen estos tiempos diferentes.

**La membrana de una neurona se comporta como una resistencia; esto es, cuando se pasa corriente a través de la membrana, hay una caída de voltaje que se predice con la ley de Ohm.** Generalmente los valores de la resistencia de la membrana son expresados como una resistencia específica, en  $\Omega\text{cm}^2$ . (La resistencia de la membrana disminuye con el aumento en el área de membrana; por lo tanto, es medida en  $\Omega \times \text{cm}^2$ , mientras la capacitancia de la membrana aumenta con el aumento en el área y por lo tanto es expresada en  $\mu\text{F}$  por  $\text{cm}^2$ ).

Las motoneuronas de la langosta (una neurona grande en la que fácilmente se pueden hacer mediciones) tienen una resistencia de la membrana de  $2,300 \Omega\text{cm}^2$ .

**La membrana neuronal también se comporta como un capacitor, esto es, es capaz de separar y almacenar carga.** La capacitancia de la mayor parte de las membranas neuronales es del orden de  $1 \mu\text{F}/\text{cm}^2$ , lo que quiere decir que la membrana puede separar y almacenar una carga de  $1 \times 10^6$  coulombs/volt de potencial a través de cada  $\text{cm}^2$  de membrana. Por lo tanto, la membrana puede separar cargas debidas a  $10^{-12}$  moles de iones univalentes/volt (la constante de Faraday es  $96,516$  coulombs/mole de iones univalentes).

#### Referencias:

1. Enfísica.com. (2020). Fenómenos eléctricos. enero 21,2021, de Curso de Física Sitio web: <https://enfisica.com/fenomenos-electricos/>
2. Bioelectromagnetismo. (17 de mayo de 2017). Recuperado el 06 de julio de 2017, de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bioelectromagnetismo>
3. Electrophorus electricus. (23 de mayo de 2017). Recuperado el 06 de julio de 2017, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Electrophorus\\_electricus](https://es.wikipedia.org/wiki/Electrophorus_electricus)
4. Los animales con más voltaje del planeta. (06 de marzo de 2016). Recuperado el 06 de julio de 2017, de La patria en línea: <http://lapatriaenlinea.com/?nota=249329Rodríguez>,
5. Rodríguez, Y., ¿Electricidad en los seres vivos). Ciencia UANL. Recuperado el 19 de enero de 2020. <http://cienciauanl.uanl.mx>
6. Pérez, V., (septiembre/octubre 2014). La relación de la electricidad con el cuerpo humano y sus efectos. Eléctrica, 56, s/p. Recuperado el 19 de enero de 2020.
7. Medina, M.. (2007). Transmisión del impulso nervioso. enero 19,2021, de Unizar.es Sitio web: [http://www.unizar.es/departamentos/bioquimica\\_biologia/docencia/ELFISICABIOL/ImN/INerFB.htm](http://www.unizar.es/departamentos/bioquimica_biologia/docencia/ELFISICABIOL/ImN/INerFB.htm)
8. Instituto d educación secundaria Ramon Pignatelli. (2013). Propagación del impulso nervioso. enero 20,2021, de agrega.educación.es Sitio web: [http://agrega.educacion.es/repositorio/14062013/46/es\\_2013061412\\_9103939/SistemaNervioso/propagacin\\_del\\_impulso\\_nervioso.html](http://agrega.educacion.es/repositorio/14062013/46/es_2013061412_9103939/SistemaNervioso/propagacin_del_impulso_nervioso.html)
9. *Propiedades eléctricas de las membranas.* Recuperado en Enero 21, 2021, de UNAM Sitio web: <http://www.facmed.unam.mx/Libro-NeuroFisio/06-SistemaNervioso/Potenciales/Circuitos.html>

## **APRENDIZAJE ESPERADO 9. Construye un electroscopio y guía para que se “descubra” que hay dos tipos de carga**

### **ELECTROSCOPIO**

Un electroscopio es un instrumento que mide la carga eléctrica de un objeto. Los objetos al frotarse cargan positiva o negativamente y son estas cargas las que detecta el electroscopio. Con un electroscopio se conoce si están presentando las cargas eléctricas y cuál es su signo.

Es un aparato sencillo, fácil de construir, que permite demostrar la presencia de cargas eléctricas y comparar sus signos. Existen diversas versiones, la más popular usar dos láminas metálicas delgadas unidas a un cuerpo conductor, muchas veces una esfera. Se suele insertar el conjunto en un bote de vidrio o un matraz para aislarlo del exterior.

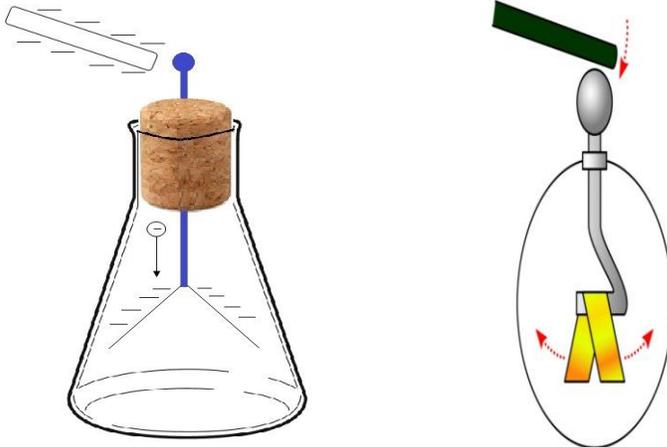
La demostración más sencilla consiste en cargar la esfera exterior tocándola con un cuerpo cargado como una varilla de vidrio que se ha frotado con un tenido o un trozo de papel. La varilla se carga electrostáticamente y al tocar la esfera parte de la carga pasa a ésta. A su vez, parte de la carga pasa a las láminas, que al tener cargas de igual signo se separan por repulsión electrostática. El ángulo de separación depende de la carga acumulada. Si a continuación tocamos la esfera con otro cuerpo cargado de forma apreciable podemos ver si las láminas se juntan o no, lo que dependerá de si la carga del cuerpo es del mismo signo o distinto que la que almacenaba el electroscopio.

Podemos también usar el electroscopio, para observar el efecto de la separación de carga y la carga de inducción. Si acercamos un cuerpo cargado a la esfera conductora esta, en particular la zona más cercana al cuerpo acumulará una carga neta de signo opuesto al del cuerpo. Si el conjunto de los conductores del electroscopio era inicialmente eléctricamente neutro las láminas adquirirán una carga neta de signo opuesto al de la esfera y se separarán.

#### **Materiales y montaje**

- Dos láminas de papel de aluminio
- Alambre conductor
- Matraz o bote de cristal
- Tapón de corcho o “corcho blanco”
- Esfera conductora (opcional)
- Varilla de vidrio
- Trozo de tejido o papel

Es fácil construir un electroscopio casero, que permite demostrar la presencia de cargas eléctricas y comparar sus signos. Los de trozo de papel de aluminio se cuelgan con un gancho hecho doblando el alambre conductor. A su vez el alambre se conecta a un cuerpo conductor, muchas veces una esfera o sencillamente se dobla un trozo de alambre. Se inserta el conjunto en un bote de vidrio o un matraz para aislarlo del exterior. A su vez, se aísla el conductor de la botella usando un dieléctrico como “corcho blanco”. En nuestro caso en un bote de cristal hechos usado un matraz donde es más fácil fijar un tapón de poliestireno expandido, corcho blanco.



Para hacer la demostración se carga la varilla y la frotamos con el alambre de la esfera. Vemos que si añadimos más cargas las láminas se separan más, muestra que la fuerza electrostática es proporcional a las cargas de los cuerpos. Si lo tocamos con el dedo o algún cuerpo conductor se descarga y las láminas se juntan.

Construcción y funcionamiento de un electroscopio casero:

[https://www.youtube.com/watch?v=RAri5Ax2R5s&feature=emb\\_rel\\_end](https://www.youtube.com/watch?v=RAri5Ax2R5s&feature=emb_rel_end)

<https://www.youtube.com/watch?v=e8y8mFifgZs>

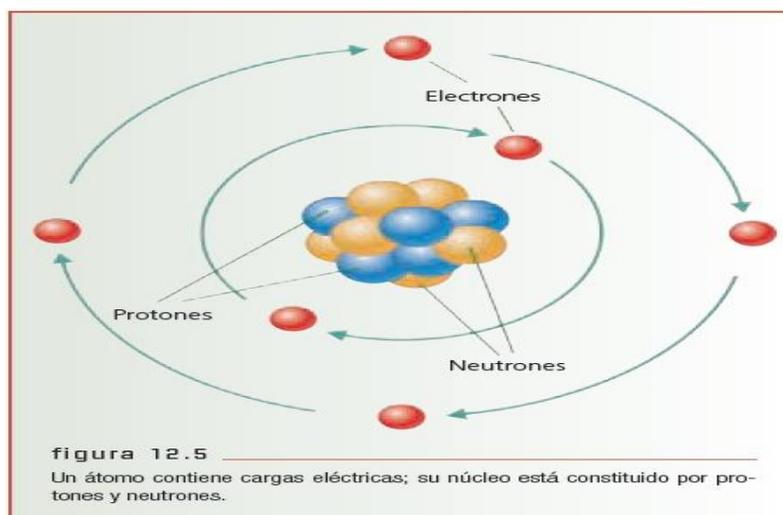
[https://www.youtube.com/watch?v=nwYyXHsg6dM&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=nwYyXHsg6dM&feature=emb_logo)

## APRENDIZAJE ESPERADO 10. IDENTIFICA QUE LA MATERIA ES NEUTRA, PERO PUEDE ELECTRIZARSE MEDIANTE DIFERENTES MECANISMOS.

Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a tus conocimientos previos.

1. ¿Qué es la electricidad estática?
2. ¿Cuántos tipos de carga existen?
3. ¿Qué fenómeno se produce si frota un globo inflado en tu cabello?

Toda la materia, es decir, cualquier tipo de cuerpo, se compone de átomos y éstos de partículas elementales como los electrones, protones y neutrones. Los electrones y los protones tienen una propiedad llamada carga eléctrica (figura 12.5).



Los neutrones son eléctricamente neutros porque carecen de carga. Los electrones poseen una carga negativa, mientras los protones la tienen positiva. El átomo está constituido por un núcleo, en él se encuentran los protones y los neutrones, y a su alrededor giran los electrones. Los átomos de cualquier elemento químico son neutros, ya que tienen el mismo número de protones o cargas positivas y de electrones o cargas negativas. Sin embargo, un átomo puede ganar electrones y quedar con carga negativa, o bien, perderlos y adquirir carga positiva.

La masa del protón es casi 2 mil veces mayor a la del electrón, pero la magnitud de sus cargas eléctricas es la misma. **Por tanto, la carga de un electrón neutraliza la de un protón.**

**Los cuerpos se electrizan al perder o ganar electrones.** Si un cuerpo tiene carga positiva, esto no significa exceso de protones, pues no tienen facilidad de movimiento como los electrones. Por tanto, debemos entender que la carga de un cuerpo es positiva si pierde electrones y negativa, cuando los gana. Los cuerpos se electrizan por:

### Frotamiento

Ya señalamos que el frotamiento es una forma sencilla de cargar eléctricamente un cuerpo. En la figura 12.6 se señala que cuando el cabello se peina con vigor, pierde algunos electrones, adquiriendo entonces carga positiva. Mientras tanto, el peine gana dichos electrones y su carga final es negativa. Por tanto, los cuerpos electrizados por frotamiento quedan con cargas opuestas.

Como seguramente ha observado, los cuerpos electrizados por frotamiento producen pequeñas chispas eléctricas, como sucede cuando después de caminar por una alfombra se toca un objeto metálico o a otra persona, o bien, al quitarse el suéter o un traje de lana.

Si el cuarto es oscuro las chispas se verán además de oírse. Estos fenómenos se presentan en climas secos o cuando el aire está seco, ya que las cargas electrostáticas se escapan si el aire está húmedo.



### Contacto

Este fenómeno de electrización se origina cuando un cuerpo saturado de electrones cede algunos a otro cuerpo con el cual tiene contacto. Pero si un cuerpo carente de electrones, o con carga positiva, se une con otro, atraerá parte de los electrones de dicho cuerpo.

### Contacto



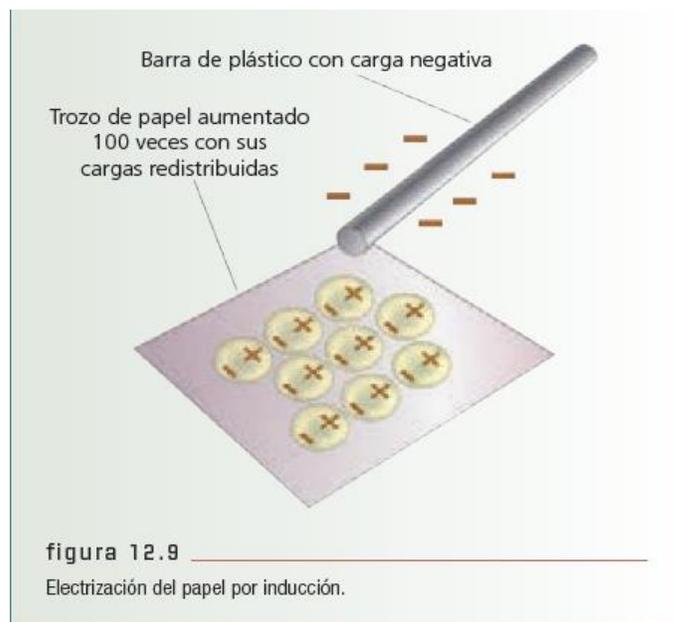
### Inducción

Esta forma de electrización se presenta cuando un cuerpo se carga eléctricamente al acercarse a otro ya electrizado. En la figura 12.9 una barra de plástico cargada se acerca a un trozo de papel en estado neutro o descargado a medida que la barra se aproxima, repele los electrones del papel hasta el lado más alejado del átomo.

Así pues, la capa superficial del papel más próxima a la barra cargada, tiene el lado positivo de los átomos, mientras la superficie más alejada tiene el lado negativo. Como la superficie positiva del papel

está más cerca de la barra que la superficie negativa, la magnitud de la fuerza de repulsión es menor a la de atracción y la barra cargada atrae el pedazo de papel.

El trozo de papel, considerado como un todo, es eléctricamente neutro así como cada uno de sus átomos; pero las cargas se han redistribuido, aunque no hubo contacto entre el papel y la barra, la superficie del papel se cargó a distancia, esto es, por **inducción**.



## Reconoce que existen dos tipos de carga, con valores fijos de carga y masa

¿Alguna vez te has preguntado por qué se produce un rayo?...

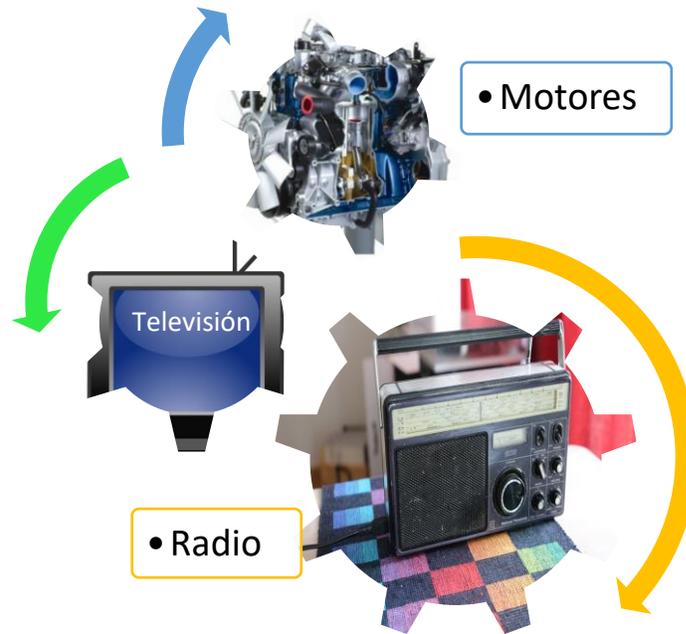
La clave está en su relación con la electricidad, está es producida por cargas en movimiento.

Cuando las nubes están cargadas de electricidad, al acercarse dos de ellas con cargas contrarias, se produce una chispa, formando un relámpago ante nuestros ojos y la descarga pone en movimiento estas cargas hacia la superficie terrestre, las cargas pueden ser positivas o negativas.



## ¿Qué es la carga eléctrica?

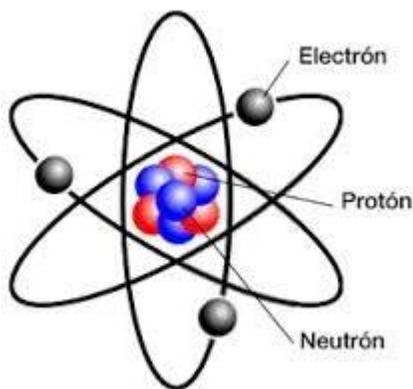
En el siglo VII a.C. Tales de Mileto describe una nueva propiedad de la materia: *la carga eléctrica*, es una propiedad intrínseca de la materia responsable de producir las interacciones electroestáticas, gracias a este descubrimiento permitió al hombre utilizar dispositivos como:



La carga eléctrica se manifiesta cada vez al frotar una barra de vidrio con seda, ésta atrae objetos pequeños como plumas, pedacitos de papel o cabello.



**Efecto de atracción entre cuerpos con cargas eléctricas distintas**

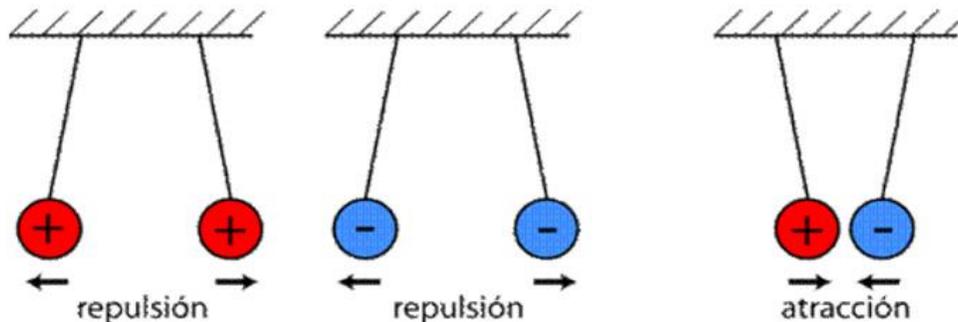


Lo que sabemos de la materia es que se compone de átomos y estos a su vez de otras partículas llamadas protones ( $p^+$ ) y electrones ( $e^-$ ). Los primeros se encuentran en el núcleo del átomo y poseen carga positiva y los segundos giran alrededor del núcleo y poseen carga negativa.

La magnitud de la carga del electrón fue descubierta por Robert Millikan, en 1909 donde un electrón ( $e^-$ ) tiene una carga de  $-1.60218 \times 10^{-19} \text{ C}$  y un protón ( $p^+$ ) tiene una carga de  $1.60218 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

Por lo tanto, a continuación se presentan las propiedades de la carga eléctrica:

- Un cuerpo está cargado cuando presenta un exceso de cargas positivas o negativas.
- Cuando el número de cargas positivas es igual al número de cargas negativas, se dice que el cuerpo está eléctricamente **neutro**.
- Cuando un cuerpo tiene más electrones que protones su carga será **negativa**.
- Cuando un cuerpo tiene más protones que electrones, su carga será **positiva**.
- Las cargas de igual signo se repelen, llamado este fenómeno **repulsión**.
- Cargas de distinto signo se atraen, conocido este hecho como **atracción**.



Actividad 1	Producto	Ponderación
Elabora en tu cuaderno un <b>mapa mental</b> con la información dada en este documento sobre la carga eléctrica.	Mapa mental	15 %

### Rúbrica de evaluación del mapa mental

Criterio	Excelente (5)	Regular (3)	Necesita mejorar (0)
<b>Diseño del mapa mental</b>	Presenta un diseño creativo, original y se ayuda con imágenes para su explicación del tema.	Presenta un diseño ligeramente no adecuado para el tema y hay escasas imágenes para su explicación.	Presenta un diseño no adecuado del tema y no posee imágenes para la explicación.
<b>Orden del mapa mental</b>	El mapa mental posee orden lógico respecto a los elementos principales que se abordan en el tema.	El mapa mental guarda un cierto orden con respecto al tema o no posee todos los elementos esenciales.	El mapa mental no tiene orden lógico respecto a los elementos principales del tema.
<b>Claridad de conceptos</b>	El mapa mental se trasmite con claridad títulos, conceptos e ideas clave del tema.	El mapa mental no presenta del todo claridad del contenido del tema.	El mapa mental carece de claridad del tema.

Porcentaje total: \_\_\_\_\_

Actividad 2	Producto	Ponderación
Práctica experimental: <b>Experimento “Figuras Saltarinas”</b> .	Cuestionario contestado	20%
<p><b>Objetivo:</b> Que el alumno sea capaz de describir y argumentar con sus propias palabras ¿Qué es una carga eléctrica?, describir el fenómeno, identificación de la existencia de una carga positiva y negativa y comprensión de las propiedades de la carga eléctrica</p> <p><b>Materiales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• folio de papel aluminio,</li> <li>• unas tijeras</li> <li>• un globo</li> <li>• paño de lana.</li> </ul> <div style="text-align: right;">  </div> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recortamos unas figuras de papel aluminio (todas iguales y del mismo tamaño, pueden ser cuadritos o círculos o triángulos, se debe ser creativo).</li> <li>2. Llenamos el globo con airea y lo frotamos con un paño de lana.</li> <li>3. Acercamos el globo sin tocar, a las figuras del papel de aluminio, Para que el experimento funcione correctamente las figuritas tiene que ser pequeñas y ligeras.</li> <li>5. Observe que sucede y argumente su experiencia.</li> </ol> <p><b>Cuestionario:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Al frotar el globo con el paño de lana ¿Cómo se le denomina a este proceso?</li> <li>b) ¿Cómo quedará cargado el globo?</li> <li>c) Cuando aproxime el globo “cargado” a las figuritas de papel aluminio. Observe que sucede y explique el fenómeno.</li> <li>d) El papel aluminio sufre alguna alteración en cuanto a ceder o ganar, explique el fenómeno.</li> <li>e) ¿Aparece alguna fuerza?, ¿De qué tipo es? ¿Cómo se manifiesta, de atracción o repulsión? Explique.</li> </ol>		

**Lista de cotejo**

Criterio	Si	No	Porcentaje	Observación
Describió claramente la relación del fundamento teórico con la práctica.			4	
Comprendió el concepto de carga eléctrica			4	
Logro explicar satisfactoriamente las propiedades de una carga eléctrica con el fenómeno de la experimentación			4	
Añadió dibujo o fotografía del experimento			4	
Entendió la carga eléctrica como propiedad de la materia.			4	

Porcentaje total: \_\_\_\_\_

**APRENDIZAJE ESPERADO 11. LEY DE COULOMB**

**Objetivos específicos:**

- 1) Comprobar la ley fundamental de la electrostática.
- 2) Comprobar la existencia de dos cargas eléctricas distintas.
- 3) Comprobar experimental, cuantitativa y cuantitativamente, la fuerza eléctrica entre dos objetos electrizados.

**Marco teórico**

La electrización no es una propiedad fundamental de la materia, ya que en condiciones normales (estado neutro) la materia no está electrizada dado que se manifiesta, después de que por diferentes causas los cuerpos pueden electrizarse. Se dice que un cuerpo está electrizado cuando pierde o gana electrones y esta pérdida o ganancia dependerá de la sustancia o material de que este hecho. Un cuerpo está electrizado positivamente cuando pierde electrones y negativamente cuando gana electrones. A finales del siglo XVIII, el físico americano y hombre de estado Benjamín Franklin, llamó positivas a las cargas eléctricas producidas por materiales vítreos y negativas a las producidas por materiales resinosos. Los cuerpos se pueden electrizar por varios métodos: frotamiento, contacto e inducción

Las partículas subatómicas poseen propiedades y una de ellas es la carga eléctrica. La carga eléctrica puede ser de dos signos distintos positiva (+) o negativa (-). Esta propiedad es una cantidad medible que se expresa en coulombs (C), en honor a Charles Agustín Coulomb, general francés que realizó

ciertos estudios sobre el tema de las interacciones eléctricas. Debido al signo de la carga eléctrica, dos partículas pueden atraerse si sus cargas son de diferente signo o rechazarse si son del mismo signo, este es el principio fundamental de la electrostática.

En sus estudios experimentales para determinar la intensidad de la fuerza de atracción o de repulsión entre dos objetos cargados, Coulomb encontró que la intensidad de la fuerza entre los objetos es directamente proporcional a la magnitud de las cargas de éstos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de separación entre ellos. La constante eléctrica del medio en el aire o vacío resulta ser  $k=9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . La relación matemática que describe la fuerza entre dos partículas con carga eléctrica es:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Donde:

$\vec{F}$  : Fuerza de atracción o repulsión en Newtons (N)

$k$  : La constante eléctrica en el aire o vacío  $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

$q_1, q_2$  : Magnitud de carga eléctrica en Coulombs (C)

$r$  : Distancia de separación entre las cargas en metros (m)

Si se tiene un conjunto de cargas cercanas entre sí, cada carga interactuará con de las demás, ejerciendo una fuerza de atracción o de repulsión de acuerdo con el signo de sus cargas correspondientes. Así, la fuerza eléctrica en cada una de ellas será la suma vectorial de las fuerzas eléctricas que ejercen las demás sobre ella. Este análisis se hará suponiendo que todas las cargas están inmóviles, a pesar de la fuerza que experimentan.

## Material y equipo:

- esferitas de unicel
- 1 regla
- 1 tela de lana
- papel aluminio
- 1 m de hilo
- 1 m de alambre
- 1 transportador
- corchos
- 2 círculos de plástico o rondanas como bases

## Desarrollo experimental: Estimación de la fuerza eléctrica.



Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

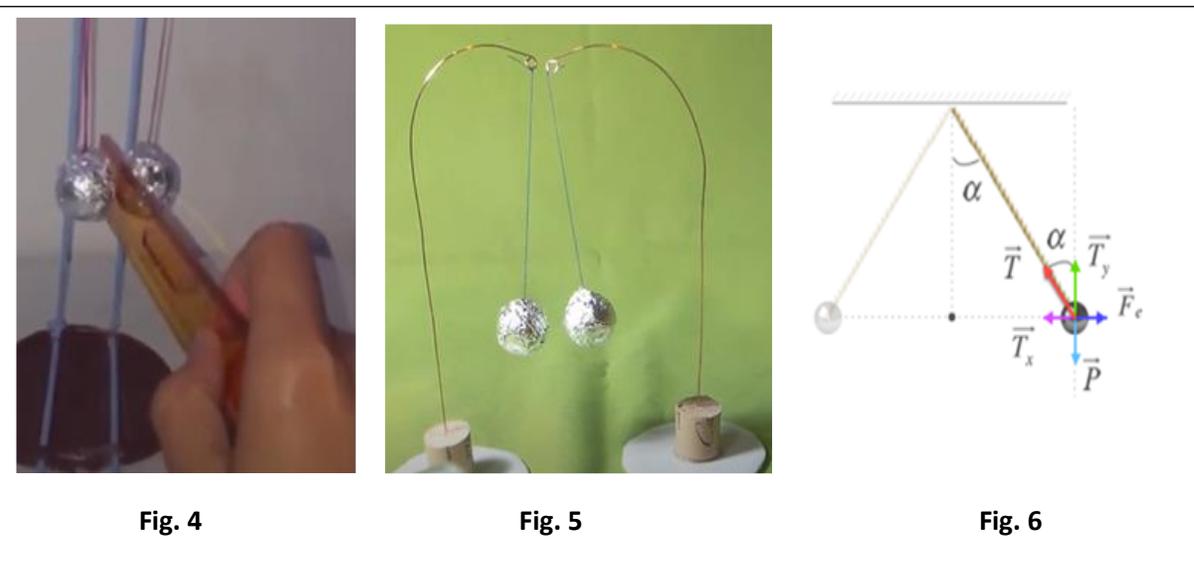


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

### Procedimiento.

- Con el corcho, el alambre, los círculos de plástico, las bolitas de unicel y el papel aluminio solicitados elabora dos artefactos como el mostrado en la figura No. 1, cada alumno lo construirá con diferentes medidas.
- Pesa las bolitas forradas de aluminio y divídelas entre dos para conocer la masa de cada bolita y calcular el peso de cada una de ellas.
- Acerca los dos artefactos construidos hasta pegar las dos bolitas (Fig. 2)
- Electriza la regla con la tela de lana, frotando vigorosamente toda su superficie (Fig. 3), pon la regla entre las dos bolitas dejándola unos segundos como muestra la Fig. 4.

- e. Retira la regla y observa que las bolitas se separan, mide la distancia de separación de éstas con la regla y la longitud de los hilos donde están colgadas las bolitas (Fig. 5).
- f. Con los datos obtenidos y el peso de las bolitas elabora un diagrama de cuerpo libre del arreglo experimental para obtener la tensión y la fuerza eléctrica de las bolitas en ese sistema que está en equilibrio (Fig. 6).
- g. Con la Fuerza encontrada en el inciso anterior, calcula la carga eléctrica de las bolitas utilizando la fórmula de Ley de Coulomb, recuerda que las dos bolitas tienen la misma carga.

## Conclusiones.

Compara tus resultados con los de tus demás compañeros y saca una conclusión de estos resultados considerando las medidas de los hilos y las masas de las bolitas.

## GUIA PARA LABORATORIO VIRTUAL CAMPO ELÉCTRICO CON SIMULADOR PhET.

### Análisis del campo y el potencial eléctricos para distribuciones de cargas puntuales.

1. Reinicia la simulación y activa la casilla Grilla. Sitúa una carga positiva en un punto central del área de trabajo y observa el campo eléctrico E. Describe tu observación analizando cómo es el campo con respecto a la carga y la distancia (puedes añadir capturas de pantalla para realizar un informe). ¿Qué sucede con la intensidad de campo si superpones más cargas positivas sobre la carga inicial? Repite la experiencia con cargas negativas. ¿Es compatible tu observación con la expresión matemática para la intensidad de campo creada por una carga puntual? (Puedes utilizar los sensores y activar la casilla Valores para medir el valor de la intensidad de campo en diferentes posiciones).

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

Donde: E = intensidad del campo eléctrico ( N / C )  
F = fuerza ( N )  
q = carga ( C )  
r = distancia ( m )

2. Reinicia la simulación y activa la casilla Grilla. Sitúa una carga positiva en un punto central del área de trabajo y observa el campo eléctrico E. Describe tu observación analizando cómo es el potencial eléctrico con respecto a la carga y la distancia (puedes añadir capturas de pantalla para tu informe). ¿Qué sucede con el potencial si superpones más cargas positivas sobre la carga inicial? Repite la experiencia con cargas negativas. ¿Es compatible tu observación con la expresión matemática para el potencial eléctrico creado por una carga puntual? (Puedes utilizar el voltímetro para medir el valor del potencial en diferentes posiciones).

$$V = Er = \frac{Kq}{r}$$

Donde: V = voltaje ó potencial ( V )  
E = intensidad del campo eléctrico ( N / C )  
r = distancia ( m )  
K = constante de Coulomb  
q = carga eléctrica ( C )

3. Reinicia la simulación y sitúa una carga positiva de 5 nC en el centro del entorno de trabajo, luego habilita la opción "mostrar números", posteriormente ubique el sensor de superficies equipotenciales y muévelo a algún punto de la pantalla de trabajo cercano a la carga y presione dibujar superficie equipotencial, indique cómo es la superficie encontrada, desplácese sobre la misma e indique que observa en el dato numérico. Determine que sucede con el valor mostrado en la superficie

equipotencial si aumenta el valor de la carga. Trata de verificar las propiedades de las superficies equipotenciales que se pueden resumir en:

- Las líneas de campo eléctrico son, en cada punto, perpendiculares a las superficies equipotenciales y se dirigen hacia donde el potencial disminuye.
  - El trabajo para desplazar una carga entre dos puntos de una misma superficie equipotencial es nulo.
  - Dos superficies equipotenciales no se pueden cortar.
4. Reinicia la simulación y ubica un dipolo eléctrico, una carga positiva de 5 nC y otra negativa de -5 nC (que puedes ir modulando en intensidad) sobre una misma línea recta, separadas 1 cuadrícula. Realiza el estudio del campo eléctrico obtenido mostrando su intensidad y dirección en diversos puntos. Dibuja 5 superficies equipotenciales alrededor de cada carga, y haz un testeo con un sensor de campo moviéndolo sobre una superficie equipotencial indicando qué observaste y qué conclusiones extraes en esta situación.
  5. Reinicia la simulación y coloca diferentes cargas positivas (y luego con negativas) continuas a lo largo de una línea recta horizontal intentando formar una línea infinita de carga.
  6. Reinicia la simulación y ubica cargas positivas (y luego negativas) formando una circunferencia de diámetro media cuadrilla intentando formar un anillo o distribución circular de carga positiva. Repite el estudio anterior dentro y fuera de esta distribución de carga.
  7. Reinicia la simulación y construye un condensador de placa paralela. Repite el estudio anterior en el interior del condensador de esta distribución de carga.

Problema 1: Para una carga puntual de  $q = +1\text{nC}$  sitúa un punto alejado de dicha carga aproximadamente a unos 150 cm de esta. Calcula el valor de la intensidad de campo y el potencial eléctricos. Compara y analiza la situación mediante el uso de la simulación de las líneas de campo y el vector campo eléctrico.

Problema 2: Para un dipolo eléctrico como el descrito en la imagen y sabiendo que la distancia de la carga negativa a A es de 100 cm y de la carga positiva a A es 175 cm y que las cargas son de 1nC:

¿Cuál debe ser?:

- a) La magnitud y dirección del vector campo eléctrico en el punto A.
- b) El valor del potencial eléctrico para el punto A.
- c) El valor del trabajo para desplazar un electrón desde A hasta un lugar muy alejado del dipolo.



**REPORTE: (Para cada caso solicitado)**

Predicción	Observación
Discusión	Conclusión

**Enlace para el simulador:**

[https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_es.html)

## **APRENDIZAJE ESPERADO 12. CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

Un circuito eléctrico es una interconexión que se compone de una serie de elementos distintos los cuales cumplen la función de **conducir energía eléctrica**.

En este artículo, hablaremos de las características que posee un circuito eléctrico dado a que hay de varios tipos. Se explicarán cómo funcionan los **elementos que integran un circuito** y cómo se construye uno a través de un ejemplo sencillo.

Un circuito eléctrico es un sistema que se compone tanto de **materiales conductores como de materiales aislantes** de la energía eléctrica, al ser cerrado, en dicho circuito pueden circular los electrones de forma segura y continuamente.

Se obtiene energía eléctrica al mantener en movimiento las cargas por todo los medios conductores, al desplazarse esa energía se transporta y se transforma. Este desplazamiento es lo que garantiza la energía y su correcta distribución, así como el control de la misma.

Un circuito básico se compone de **elementos denominados conductores** los cuales cumplen la función de conducir la corriente dentro del circuito. Suelen ser de aluminio o de cobre ya que estos por naturaleza conducen electricidad al ofrecer poca resistencia.

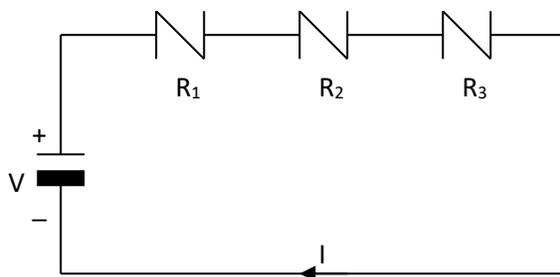
Un circuito básico suele tener una **serie de cables (conductores) conectados entre sí y otros elementos** o dispositivos lo cual ayuda a formar el circuito. Como resistencia, condensadores, interruptores, semiconductores, fuentes y cables diversos.

- Una **bombilla eléctrica**
- Una **batería o pila común** como las que se les pone a los equipos electrodomésticos, hay diversos desde AA o AAA
- **Cable** con suficiente extensión y preferiblemente tener disponibles dos de diferentes colores para poder diferenciarlos.

### CIRCUITOS CON RESISTENCIAS EN SERIE

**CIRCUITOS EN SERIE.** - Los dos o más elementos solo tienen un solo punto en común que no está conectado a un tercer elemento. La corriente fluirá únicamente por una trayectoria.

Tres resistores conectados en serie y encerrados en una caja, la resistencia efectiva  $R$  se puede determinar a partir del voltaje externo  $V$  y de la corriente  $I$ . A partir de la ley de Ohm:  $R = V/I$



La corriente que circula por cada resistor debe ser idéntica porque existe una sola trayectoria.

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

Tomando en cuenta que la ley de Ohm se aplica por igual a cualquier parte del circuito.

$$V = IR \quad V_1 = IR_1 \quad V_2 = IR_2 \quad V_3 = IR_3$$

El voltaje externo  $V$  representa la suma de las energías perdidas por unidad de carga al pasar a través de cada resistor. Por consiguiente,

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Si sustituimos:

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3 \quad \text{por lo tanto}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

**En las corrientes conectadas en serie:**

1.-La corriente es igual en cualquier parte de un circuito en serie.

2.-El voltaje a través de cierto número de resistores es igual a la suma de los voltajes correspondientes a cada resistor.

3.-La resistencia efectiva de cierto número de resistores en serie es equivalente a la suma de las resistencias individuales.

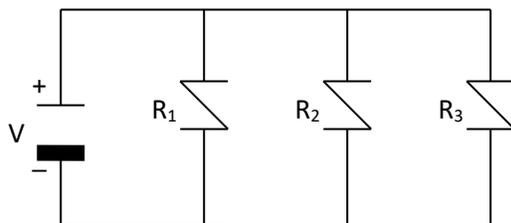
## CIRCUITOS CON RESISTENCIAS EN PARALELO

En los circuitos en serie, si falla un solo elemento, al proporcionar una trayectoria para el flujo, el circuito completo queda abierto y la corriente se interrumpe.

CONEXIÓN EN PARALELO. - Tipo de conexión, en la que la corriente se puede dividir entre dos o más elementos. Es aquel en el que dos o más componentes se conectan a dos puntos comunes en el circuito.

La corriente  $I$ , suministrada por una fuente  $fem$ , se divide entre las resistencias  $R_2$  y  $R_3$ .

Tres resistores se colocan dentro de una caja, la corriente total  $I$  suministrada a la caja se determina mediante su resistencia efectiva y el voltaje aplicado:  $I = V/R$



En una conexión en paralelo, la caída de voltaje a través de cada resistor es igual y equivalente a la caída de voltaje total.

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

La misma energía debe perderse por unidad de carga, independientemente de la trayectoria seguida en el circuito. La carga puede fluir a través de cualquiera de los tres resistores. Por lo tanto, la corriente total suministrada se divide entre los resistores.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Aplicando la ley de Ohm:

$$V/R = V/R_1 + V/R_2 + V/R_3$$

Pero los voltajes son iguales, y podemos dividir la expresión anterior entre ellos.

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

**Para resistores en paralelo:**

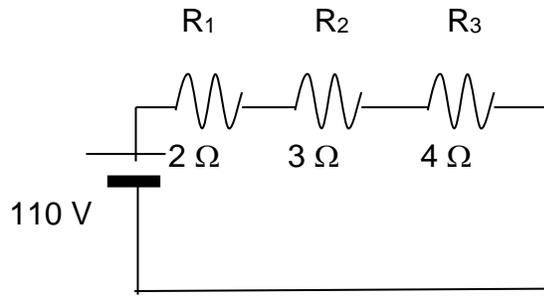
1.-La corriente total en un circuito en paralelo es igual a la suma de las corrientes en los ramales individuales.

2.-Las caídas de voltaje a través de todos los ramales del circuito en paralelo deben ser de igual magnitud.

3.-El recíproco de la resistencia equivalente es igual a la suma de los recíprocos de las resistencias individuales conectadas en paralelo.

Ejemplos:

Calcule la resistencia total, la corriente y el voltaje que circulan a través de cada resistencia.



Datos:                      Formulas:                      Sustitución:                      Resultado

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 2 + 3 + 4 = \mathbf{9 \Omega}$$

$$I_T = V_T / R_T = 110 \text{ Volts} / 9 \Omega = \mathbf{12.22 \text{ Amp.}}$$

$$V_1 = I_T R_1$$

$$V_1 = 12.22 \text{ Amp} (2\Omega)$$

$$\mathbf{V_1 = 24.44 \text{ volts}}$$

$$V_2 = I_T R_2$$

$$V_2 = 12.22 \text{ Amp} (3\Omega)$$

$$\mathbf{V_2 = 36.6 \text{ volts}}$$

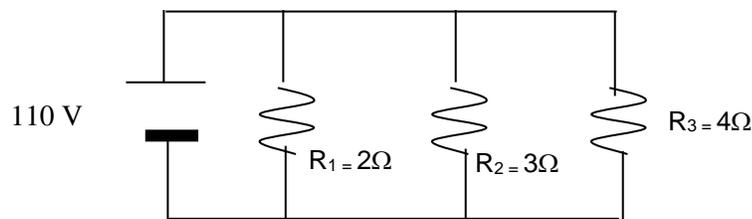
$$V_3 = I_T R_3$$

$$V_3 = 12.22 \text{ Amp} (4\Omega)$$

$$\mathbf{V_3 = 48.8 \text{ volts}}$$

$$V_T = 24.44 + 36.66 + 48.88 = \mathbf{109.9 \text{ Volts.}}$$

Calcule la resistencia total, la corriente y el voltaje que circulan a través de cada resistencia



$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

$$\mathbf{V_T = 110 \text{ Volts}}$$

$$1/R_T = 1/2 \Omega + 1/3\Omega + 1/4\Omega$$

$$1/R_T = 1(6)/12 + 1(4)/12 + 1(3)/12$$

$$1/R_T = 6/12 + 4/12 + 3/12$$

$$1/R_T = 13/12$$

$$R_T = 12/13 = 0.92 \Omega$$

$$I_T = V_T/R_T \quad I_T = 110 \text{ Volts}/0.92 \Omega \quad I_T = 119.56 \text{ Amp}$$

$$I_1 = V_1/R_1 \quad I_1 = 110 \text{ Volts}/2 \Omega \quad I_1 = 55 \text{ Amp}$$

$$I_2 = V_2/R_2 \quad I_2 = 110 \text{ Volts}/3 \Omega \quad I_2 = 36.66 \text{ Amp}$$

$$I_3 = V_3/R_3 \quad I_3 = 110 \text{ Volts}/4\Omega \quad I_3 = 27.5 \text{ Amp}$$

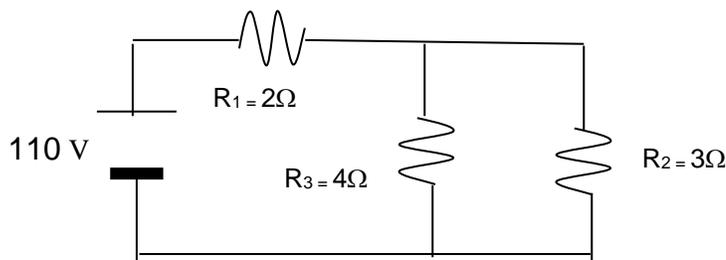
Calcule la resistencia total, la corriente y el voltaje que circulan a través de cada resistencia

$$R_1 = 2\Omega$$

$$R_2 = 3\Omega$$

$$R_3 = 4\Omega$$

$$V = 110 \text{ Volts}$$



Datos:

Fórmulas:

Sustitución:

Resultado

$$1/R_{2,3} = 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R_{2,3} = 1/3 \Omega + 1/4\Omega$$

$$1/R_{2,3} = 1(3)/12 + 1(4)/12$$

$$1/R_{2,3} = 3/12 + 4/12$$

$$1/R_{2,3} = 7/12 \Omega$$

$$R_{2,3} = 12/7 \Omega = 1.714 \Omega$$

$$R_T = R_{2,3} + R_1$$

$$R_T = 1.714\Omega + 2 \Omega$$

$$R_T = 3.714\Omega$$

$$I_T = 110\text{V}/3.714\Omega$$

$$I_T = 29.617$$

$$V_T = I_T R_T$$

$$V_2 = 29.617 \text{ Amp} (2\Omega)$$

$$V_2 = 59.23 \text{ V}$$

$$V_{1.75} = 29.617 \text{ Amp} (1.75)$$

$$V_{1.75} = 50.76 \text{ V}$$

$$\text{APROX. } 109.99 \text{ V}$$

$$I_2 = 50.76\text{V}/3\Omega$$

$$I_2 = 16.92 \text{ Amp}$$

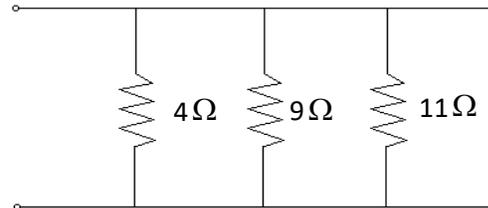
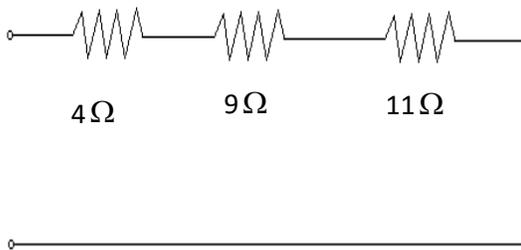
$$I_3 = 50.76\text{V}/4\Omega$$

$$I_3 = 12.69 \text{ Amp}$$

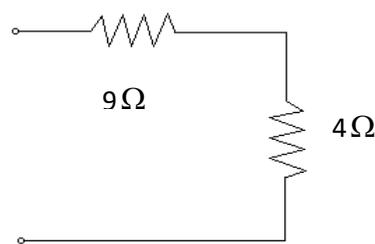
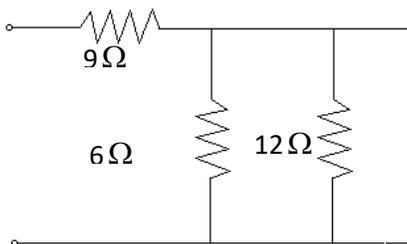
$$\text{APROX. } 29.617 \text{ Amp}$$

**Ejercicios:**

1. Un resistor de  $15\ \Omega$  está conectado en paralelo con un resistor de  $30\ \Omega$  y una fuente de fem de  $30V$ . ¿Cuál es la corriente en los resistores de  $15\ \Omega$  y  $30\ \Omega$ ?
2. Un resistor de  $18\ \Omega$  y un resistor de  $9\ \Omega$  se conectan primero en paralelo, y después en serie, con una batería de  $24\ V$ . ¿Cuál es la resistencia efectiva con cada conexión? Sin considerar la resistencia interna, ¿Cuál es la corriente total que suministra la batería en cada caso?
3. Un resistor de  $8\ \Omega$  y un resistor de  $6\ \Omega$  se conecta primero en paralelo, y después en serie, con una fuente de  $12\ V$ . Halle la resistencia efectiva y la corriente total con cada conexión.
4. Tres resistencias de  $4, 9$  y  $11\ \Omega$  se conectan primero en serie y después en paralelo. Calcule la resistencia efectiva con cada conexión.



5. Un resistor de  $9\ \Omega$  está conectado en serie con dos resistores en paralelo de  $6$  y  $12\ \Omega$ . ¿Cuál es el voltaje a través del resistor de  $6\ \Omega$ ? Si el voltaje del circuito es de  $20\ \text{Volts}$ .



**Circuito eléctrico sencillo**

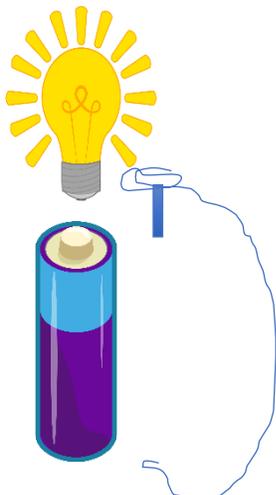
Objetivo: hacer brillar un foco

Material a utilizar

- Una pila o batería
- Un foco (bombilla) sencillo de batería de  $1.5\ \text{Volts}$
- Un cable

Procedimiento: se pelan los extremos del cable, un extremo se coloca alrededor del foco y el otro extremo en el polo negativo de la pila, luego se une o se pega el borde central del foco al polo positivo de la pila.

Esquema:



Observaciones y conclusiones

La bombilla debe ser colocada en la parte positiva de la batería. Se comprueba que funciona al hacer contacto la batería y el foco (bombilla), se observa que la bombilla se enciende. ¡Muy sencillo de hacer sin ninguna duda!

### **APRENDIZAJE ESPERADO 13. EL EFECTO JOULE**

A manera de introducción

La práctica de efecto Joule fue realizada para lograr los siguientes objetivos:

- Enunciar la “Ley de Ohm” y expresar la potencia disipada en la parte externa de un circuito, en términos de la corriente, la tensión y las resistencias externas.
- Reconocer las diversas funciones de un multímetro y utilizarlo para mediciones de corriente y de tensión alterna; definir valores eficaces asociados a corriente alterna.
- Identificar las partes de un circuito eléctrico simple.
- Describir el funcionamiento de un calorímetro.
- Definir los siguientes conceptos: calor, capacidad térmica, equivalente mecánico del calor y equivalente en agua del calorímetro.
- Aplicar las ecuaciones de balance energético en las cuales interviene el calor.
- Determinar el equivalente en agua de un calorímetro.

Algo interesante: <https://hipertextual.com/2015/05/efecto-joule>

¿Les ha pasado alguna vez que, después de cargar o tener encendido un aparato eléctrico, lo has notado caliente?

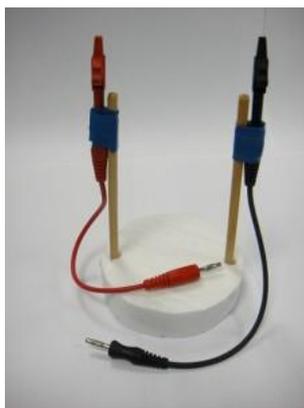
¿Qué está pasando por el cable y el aparato? Electricidad, pero... ¿Por qué está caliente?

En esta práctica proponemos un experimento sobre este fenómeno, tan importante en el transporte de la electricidad: el Efecto Joule, que se podría definir como “la energía calorífica producida por una corriente eléctrica al pasar por un material conductor” o “la cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica que circula por el conductor y la resistencia de éste”.

¿Qué necesitamos para experimentar el efecto Joule?

- 2 palillos japoneses de madera o plástico.
- Poliestireno y cinta aislante.
- 2 cables de cobre con pinzas de cocodrilo.
- Pilas de 1.5 V y 4.5 V (o varias de 1.5 V ).
- Hilo de nylon e hilo metálico de diferentes materiales de conductores y/o grosores, por ejemplo:
  - ✓ Hilo de hierro de una esponja metálica.
  - ✓ El filamento de wolframio de una bombilla rota.
  - ✓ Hilos de plomo.
  - ✓ “Minas” de grafito (de un lápiz).

¿Cómo se experimenta con el efecto Joule?



Atención: La preparación de este experimento no es complicada, pero sí hay que tener cuidado, ya que los materiales que utilizaremos como conductores pueden quemarse al hacer pasar la corriente eléctrica.

Antes de empezar, tenemos que preparar un pequeño montaje para simular una torre eléctrica. Así nos será más fácil realizar las diferentes partes del experimento.

Uniremos los dos palillos a un trozo de Poliestireno, clavándolos en éste, dejando una separación de unos 10 centímetros. A continuación, uniremos con cinta aislante los cables, por la parte central, de manera que los extremos queden libres.

### Experimento 1: los materiales y el efecto Joule

Para este primer experimento, necesitaremos:

- Una pila de 1.5 V.
- Dos hilos de diferentes materiales: uno de cobre y otro de plástico o nylon.
- El montaje realizado (nuestra torre eléctrica).

A las pinzas de cocodrilo conectaremos uno de los hilos y los otros extremos del cable a cada borne de la pila. Tenemos que observar qué sucede cuando pasa la corriente por el hilo de plástico o nylon, tocándolo ligeramente con el dedo. Notaremos que está frío.

Ahora sustituiremos el hilo de plástico o nylon por el de cobre, comprobando que éste último está más caliente, utilizando un trozo de Poliestireno.

¿Qué sucede y cómo lo explicamos?

Hace más de 100 años, un físico llamado James Prescott Joule descubrió que cuando una corriente eléctrica circulaba por un conductor, se generaba calor en éste, debido al efecto de la resistencia del material al paso de la corriente eléctrica.

Dicha resistencia del material se produce porque la intensidad eléctrica, o corriente, es el movimiento de los electrones por un conductor. Estas cargas eléctricas, al tener masa y velocidad, poseen una energía cinética, que se libera en forma de calor cuando las cargas chocan contra los átomos del conductor.

Con el hilo de cobre (material conductor), el circuito está cerrado y fluye corriente eléctrica, apareciendo así el efecto Joule.

Sin embargo, éste no aparece cuando en el circuito insertamos el hilo de plástico, ya que es un material aislante que no permite la circulación de corriente.

### **Experimento 2: Factores que intervienen en el efecto Joule**

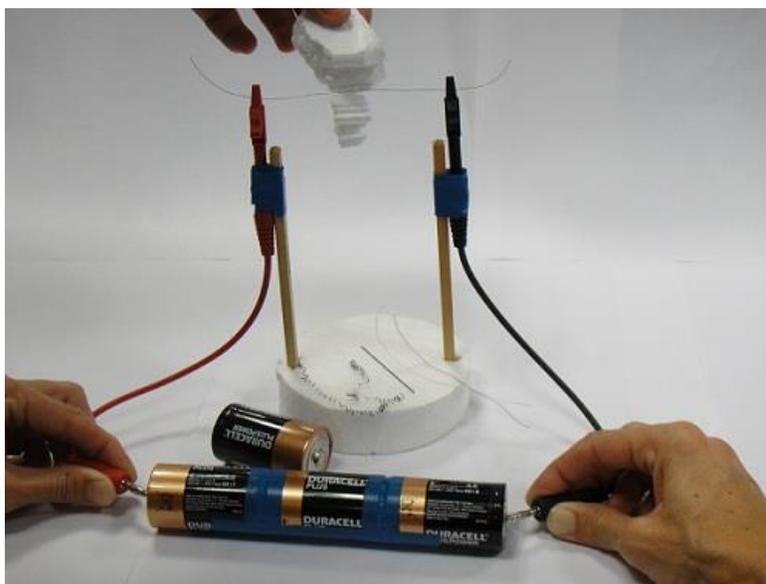
Ahora necesitaremos:

- Una pila de 1.5 V y otra de 4.5 V (o tres de 1.5 V conectadas en serie),
- Hilos de diferentes tipos y materiales conductores.

Primero, conectaremos a nuestra peculiar torre eléctrica la pila de 1.5 V e iremos intercambiando los diferentes hilos de material conductor para identificar cuál de ellos desprende más calor, tocándolos con un trozo de Poliestireno.

Posteriormente, reemplazaremos la pila de 1.5 V por la de 4.5 V, y repetiremos el proceso para comprobar la energía disipada en forma de calor. También podemos fijarnos si el cable cambia de color, si desprende humo... o si no sucede nada.

¿Qué le sucede a un mismo hilo al someterlo a más voltaje? Para una misma pila... ¿Todos los hilos se comportan de igual manera?



¿Por qué sucede y cómo lo explicamos?

El efecto Joule depende de la resistencia que ofrece el conductor al paso de la corriente (resistividad), así como de la cantidad de intensidad que circula por el circuito.

Así, si nuestro generador eléctrico aumenta el voltaje (añadiendo pilas en serie), el calor desprendido en nuestro circuito será mayor.

Y, lógicamente, a mayor resistencia opuesta por el material, apreciaremos mayor efecto Joule. Es decir, el hilo de hierro se calienta antes que el de cobre, que es mejor conductor.

### **Experimento 3: experimentemos con la sección del material**

Por último, proponemos que experimentemos sólo con 2 hilos de un mismo material, pero de diferente sección o grosor.

En el montaje (torre eléctrica), y con la pila de 4.5 V, conectaremos primero un hilo de mayor sección y le acercaremos un trozo de Poliestireno. Luego lo cambiaremos por el hilo más fino y le acercaremos un trozo de Poliestireno.

¿Qué le sucede al Poliestireno en ambas situaciones? ¿Qué circuito se calienta más?

¿Por qué sucede y cómo lo explicamos?

Observamos que el cable grueso apenas desprende calor. Sin embargo, el fino se calienta mucho más, llegando a cortar el Poliestireno. Este fenómeno es debido a que, al tener menos espacio, las cargas eléctricas impactan más con los átomos del material conductor, desprendiendo más energía calorífica.

### **El efecto Joule y el transporte de electricidad**

De la misma manera que ocurre en nuestro experimento, el efecto Joule está presente siempre que existe carga eléctrica en movimiento. Aunque no siempre es un fenómeno perjudicial (las bombillas incandescentes funcionan bajo este fenómeno, por ejemplo), normalmente es una energía disipada que siempre se busca minimizar, siendo clave dicha reducción en el transporte eléctrico a grandes distancias.

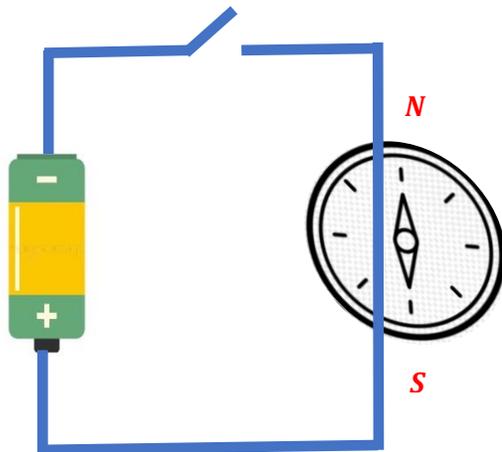
Para ello, en los cables conductores se modifican los factores que hemos analizado en este experimento:

- Se utilizan buenos conductores eléctricos, como el cobre o el aluminio, en lugar de otros que pueden ofrecer más resistencia eléctrica.
- Gracias a los transformadores eléctricos, se reduce la intensidad eléctrica que circula por los cables.
- Se transporta en redes trifásicas (más cables).

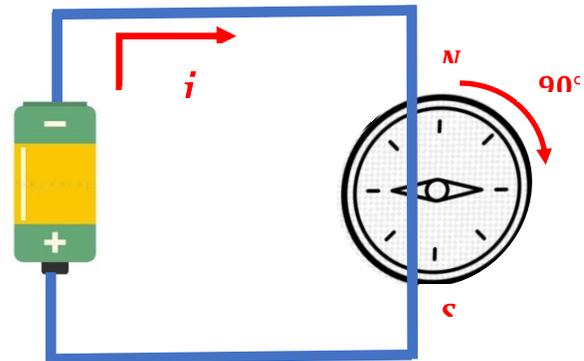
## APRENDIZAJE ESPERADO 14. INDUCCIÓN MAGNÉTICA

Reconoce que una corriente eléctrica puede modificar la dirección de la aguja de una brújula.

El electromagnetismo tuvo su origen en el invento de la pila eléctrica realizado por el italiano Alessandro Volta en 1800. Veinte años más tarde se hizo por casualidad otro importante descubrimiento: mientras el físico danés Hans Christian Oersted impartía una clase de física a sus alumnos, empujó en forma accidental una brújula que se encontraba bajo un alambre conectado a una pila, el cual conducía una corriente eléctrica continua; **observo con asombro como la aguja realizaba un giro de 90° para colocarse de manera perpendicular al alambre.**



Antes de cerrar el circuito, la brújula se encuentra paralela al alambre conductor.



Cuando se cierra el circuito, circula una corriente a través del alambre que forma un campo magnético alrededor de él cual se detecta por el giro de 90° de la brújula

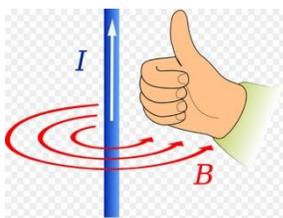
Con ello se demostraba que el alambre, además de conducir electricidad, generaba a su alrededor una fuerza parecida a la de un imán. Es decir, generaba un campo magnético, así se descubrió el electromagnetismo.

Si quieres ver el experimento realizado por Oersted puedes consultar el siguiente video en Youtube.

[https://www.youtube.com/watch?v=Mwfl7BKgQLk&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=Mwfl7BKgQLk&feature=emb_logo)

Infiere la importancia del movimiento relativo en la inducción electromagnética.

Oersted encontró que la desviación de la aguja variaba de sentido cuando se invertía el sentido de la corriente, y más tarde se pudo determinar, debido a la contribución de ampere, que el polo norte de la brújula se desvía siempre hacia la izquierda de la dirección de la corriente.



Esto se explica por medio de la regla de la mano derecha, que nos dice que si apuntamos nuestro pulgar a lo largo de la dirección del flujo de la corriente ( $i$ ), nuestros dedos se doblan en la dirección de las líneas del campo magnético ( $B$ ).

## APRENDIZAJE ESPERADO 15. CONOCE LAS FORMAS EN LAS QUE SE GENERA ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO.

Nadia Campos(Durango) Martha Felix Barraza (Baja California)

### PRODUCTO ESPERADO

Análisis sobre el impacto ambiental producido por las diversas formas de generar energía eléctrica.

#### ¿Qué sabes sobre la energía eléctrica en tu país?

México obtiene su energía de diferentes recursos en porcentajes muy distintos; ¿Sabes tú cuál es la diferencia entre energía renovable y no renovable? ¿Sabes cómo se produce cada una de las energías en el país? ¿En dónde se encuentran los centros generadores de dichas energías? ¿Cuáles son las ventajas y las desventajas de cada tipo de energía? Enseguida conoceremos acerca de la energía en nuestro país.

Lectura de apoyo

#### *“Generación de energía eléctrica en México”*

Se observa en el mundo que la generación de energía eléctrica está muy relacionada con el desarrollo de un país. La razón de esta lectura es dar a conocer las formas en las que se genera energía eléctrica en México.

Hoy en día el consumo de energía eléctrica es una necesidad indispensable. La importancia de la electricidad está en que es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Las comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, y la mayor parte de los servicios de los hogares, oficinas y fábricas dependen de un suministro confiable de energía eléctrica.

Desde el año de 1960, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la empresa del Estado mexicano que se encarga de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país. Con dicha empresa, el gobierno federal maneja el parque eléctrico en México.



La capacidad instalada en 2011 se integró mediante una diversificación de fuentes de generación, siendo las centrales termoeléctricas las que tienen una mayor participación con 45.1%; las hidroeléctricas un 21.9%; las carboeléctricas un 5.1%; la única central nucleoelectrica 2.7%; dos fuentes más con recursos renovables, las geotermoeléctricas, con un 1.7%, y las eoloeléctricas con 0.20% de la potencia total de país. El resto del porcentaje, 23.3%, constituye un caso especial, denominado productores independientes (PIE's). La generación en 2011 estaba compuesta de la siguiente forma: las centrales termoeléctricas, con una mayor participación, 43.77%, mediante el uso de hidrocarburos (diesel, combustóleo, etcétera); las hidroeléctricas, con un 12.84% (6.23% mediante el uso del carbón, 3.58% a través de nucleoelectrica); las geotermoeléctricas, con un 2.30%, y las eoloeléctricas con sólo un 0.04% de la generación eléctrica nacional. El porcentaje restante de la generación la aportan los productores independientes (PIE's), quienes mantienen un mejor aprovechamiento de sus respectivas fuentes y representan el 31.24% de la producción, utilizando centrales termoeléctricas principalmente

(ciclo combinado y convencionales). Los clientes a los que CFE suministra energía eléctrica están divididos en los siguientes sectores: industria, 52.81%; residencial, 20.35%; comercial y servicios públicos, 9.09%; usos propios, 6.49%; agrícola, 3.46%; transporte, 0.44% y, finalmente, pérdidas por un 7.36%.

En la actualidad, la CFE y los diferentes agentes que permiten la disponibilidad de energía eléctrica de las industrias, comercios, calles y hogares del país afrontan diversos desafíos, relacionados con la búsqueda del desarrollo, la estabilidad y la sustentabilidad.

Entre los grandes retos que enfrenta la generación de energía eléctrica en México destacan 4 que explicaremos a continuación.

#### 1. Incremento del respaldo de generación de energía eléctrica

En meses recientes, México no ha experimentado colapsos totales en sus líneas de transmisión y las redes de distribución —lo que se conoce comúnmente como “apagones”. Sin embargo, sí se han presentado frecuentes interrupciones en el servicio eléctrico, conocidas como tiros de carga, las cuales tienen una duración promedio de entre 30 y 60 minutos. Entre enero y julio de este año 2020, estas fallas afectaron a cerca de 2 millones de usuarios en el país, de acuerdo a cifras de la CFE citadas por la revista Forbes.

Según estimaciones del Gobierno Federal, la CFE solo genera la mitad de la energía que se consume en el país. Entre otras cosas, esto llevó al desarrollo de una nueva regulación del Código de Red, que entró en vigencia el 8 de abril de 2019.

Esta reforma busca mantener una condición técnica en la que se opere sin sobrepasar límites y que, en cambio, deje suficientes márgenes de reserva para soportar contingencias sencillas.

Para lograrlo, no solo es necesario la modernización de centrales manejadas exclusivamente por la CFE, sino que también es importante que siga incrementándose el respaldo de productores independientes, que en la actualidad ya es bastante significativo.

De acuerdo al Programa de Desarrollo Eléctrico Nacional 2018-2032 de la Secretaría de Energía (SENER), estos actores contribuyen con el 26.7% de la generación de energía eléctrica en México.

#### 2. Incremento de generación a través de tecnologías limpias

La generación de energía eléctrica en México, como en muchos otros países, enfrenta el reto de la modernización y el desarrollo de centrales con tecnologías limpias.

En la actualidad, la nación tiene una capacidad instalada de energía eléctrica de unos 75.6 GW, de los cuales el 70.5% corresponde a centrales convencionales y el 29.5% es proveniente de energías renovables, según estimaciones de Siemens incluidas en un artículo de El Universal (publicado el 21/05/2019).

La meta del país es que en 2024 el 35% de la generación provenga de tecnologías limpias. Además, se espera que esta cifra se incremente a 55% en 2031, año en el cual el parque eléctrico nacional podría generar 66.9 GW más que en la actualidad.

En el caso de los parques eólicos y solares, la falta de almacenamiento origina que solo exista producción eléctrica en condiciones ideales, es decir, cuando haya fuertes vientos y en días soleados, respectivamente. Esto representa un pobre aprovechamiento de los recursos y la inversión.

En ambos casos, de acuerdo a Siemens, las baterías de litio de gran envergadura resultan una buena opción de almacenamiento de excedentes, ya que pueden mantener constante y estable el flujo de voltaje.

### 3. Suplir el déficit en el centro y el suroeste

Algunos de los retos inmediatos de la generación de energía eléctrica en México están relacionados con la optimización del sistema de transmisión.

Por ejemplo, la gran existencia de gas natural en el noroeste y noreste del país, sumados a la alta disponibilidad de energías renovables (sol y viento), le ha brindado a estas regiones una concentración eficiente e, incluso, excesos de recursos.

Para [energiahoy.com](http://energiahoy.com), esta sobrecapacidad puede aprovecharse para mejorar el servicio en el centro y sur del país, donde además las tarifas suelen ser mucho más elevadas.

### 4. Regularización del abastecimiento de gas natural en Yucatán

Aunque parezca un tema regional, la regulación del abastecimiento de gas natural en Yucatán es un aspecto de interés para toda la generación de energía eléctrica en México.

Entre otras cosas, esto reduciría significativamente los costos de electricidad en la región y, a nivel general, contribuiría con el incremento de los parámetros de seguridad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

En la última semana de agosto del 2019, Petróleos Mexicanos (PEMEX) informó que duplicaría el suministro de gas natural a Yucatán para intentar estabilizar el sistema.

México tiene un enorme potencial en el aprovechamiento de las energías renovables, en casi todo el territorio se tienen altos niveles de recursos energéticos en forma de radiación solar, viento, corrientes de agua o biomasa.

Pero la producción y el uso de la energía suponen la principal causa, junto con el transporte y la industria de las emisiones de gases de efecto invernadero, gases responsables del cambio climático y sus consecuencias. Por ello, una de las formas de actuar para limitar e impedir sus gravísimas consecuencias ambientales, sociales y económicas es en el modelo de generación de energía, transporte eficiente y consumo actual de energía.

Referencias bibliográficas para la elaboración de la lectura:

- 1) RAMOS-GUTIERREZ, Leonardo de Jesús y MONTENEGRO-FRAGOSO, Manuel. La generación de energía eléctrica en México. *Tecnol. cienc. agua* [online]. 2012, vol.3, n.4, pp.197-211. ISSN 20072422.
- 2) <https://blog.generaclatam.com/generacion-de-energia-electrica-en-mexico?success=true>

Si tienes medios electrónicos te recomendamos observes el siguiente video (3.33 min)

“Cómo se genera la energía” <https://www.youtube.com/watch?v=YWEXLSjaYf0>

Actividades a realizar:

1. Investiga las cualidades de cada tipo de energía. Puedes apoyarte en las preguntas de la introducción para empezar tu investigación.
2. Elabora un cuadro sinóptico con los datos obtenidos.
3. Contesta las siguientes preguntas:
  - a. ¿Cuál es la principal diferencia entre la energía renovable y la no renovable?
  - b. ¿Cuáles son las energías que consideras más factibles para la conservación del medio ambiente?
  - c. ¿Cuál es el tipo de energía que requiere una menor infraestructura, cuál es más económica, y cuál representa menos trabajo e inversión?