



<b>Guía de trabajo del área : Ciencias Naturales - Física</b>	<b>Grado: 9</b>
<b>Nombre del docente: Nathaly Milanés Osorio</b> <b>Celular: 305 935 9538</b>	<b>Email: nmilanesieelrecuerdo@gmail.com</b>
<b>TEMAS Y/O SABER</b>	<b>DBA (APRENDIZAJES)</b>
Ondas sonoras	Explica las cualidades del sonido (tono, intensidad, audibilidad) y de la luz (color y visibilidad) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).

**Metodología:** analiza los saberes previos y resuelve de manera oral las preguntas hechas allí, esto no se debe transcribir en el cuaderno. Lee atentamente la siguiente explicación del tema y transcribe en tu cuaderno los conceptos y ecuaciones básicas, analiza y transcribe el ejemplo dado en la guía. Resuelve el taller en el cuaderno.

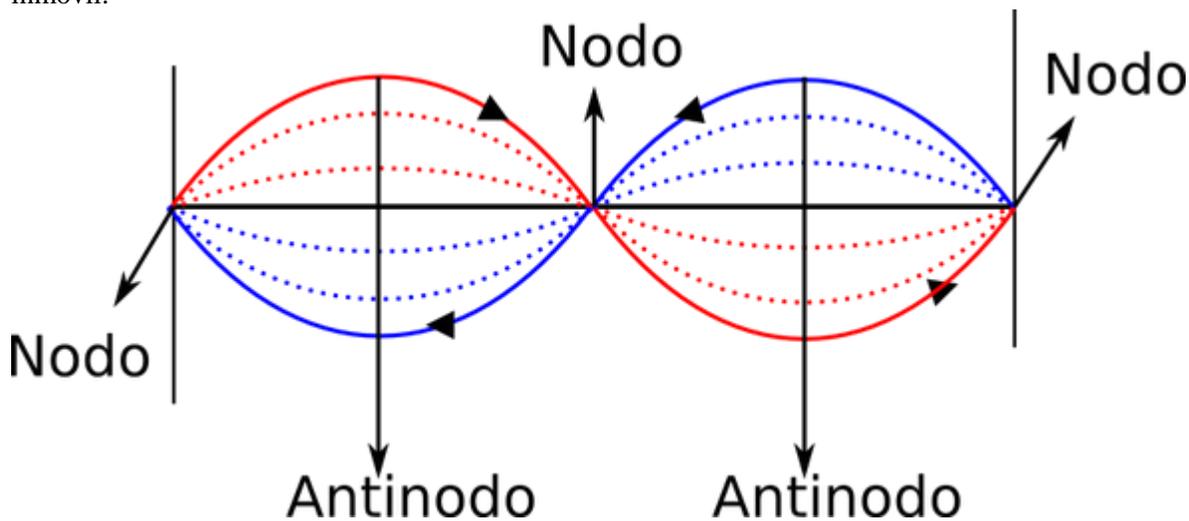
**SABERES PREVIOS:** El sonido es la sensación percibida por el oído debida a las variaciones rápidas de presión en el aire. Desde el punto de vista físico consiste en la vibración mecánica de un medio elástico (gaseoso, líquido o sólido) y la propagación de esta vibración a través de ondas. Surgen una serie de preguntas: ¿como se dan los sonidos en los diferentes instrumentos musicales?

### GUÍA N° 7: ONDAS ESTACIONARIAS

#### Ondas Estacionarias en Instrumentos Musicales

Las ondas estacionarias nos permiten explicar cómo se produce el sonido en los instrumentos musicales y, además, ayudan a los fabricantes a trabajar de forma casi matemática en su construcción.

Las ondas estacionarias resultan de la interferencia y de la resonancia de ondas. Cuando ondas de igual amplitud y longitud de onda se interfieren en sentidos opuestos, se forman las ondas estacionarias, que a simple vista parecen inmóvil.



Los puntos donde interfieren de manera destructiva se denominan **nodos** y en los que interfiere de manera no destructiva **antinodos**. Es muy importante hacer notar que una onda estacionaria hay dos onda, por lo que por ejemplo en la figura superior hay:

- 3 nodos
- 2 antinodos
- 1 Ciclo completo, o sea un periodo completo (T) o una longitud de onda

Cuando una onda se refleja en una pared experimenta un cambio de fase en  $\pi/2$ , o sea en medio ciclo, pues esta empuja la pared hacia arriba, entonces esta se opone y genera una fuerza de igual magnitud pero en sentido contrario, y por ello se devuelve por "abajo".

## Ondas con ambos extremos fijos

$$v = \sqrt{\frac{TL}{m}}$$

$$f = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{TL}{m}}$$

Las ondas estacionarias con los extremos fijos son las que se dan en instrumentos de cuerda como guitarras, violines y pianos. Estos instrumentos constan de una o más cuerdas de longitud  $L$ , con una tensión determinada que permite seleccionar la frecuencia de su sonido.

Cuando se pulsa la cuerda sobre el mástil, disminuye la longitud de la cuerda y esto hace cambiar su frecuencia.

En las ecuaciones mostradas tenemos que:

$v$  = rapidez de propagación de la onda en una cuerda mecánica.

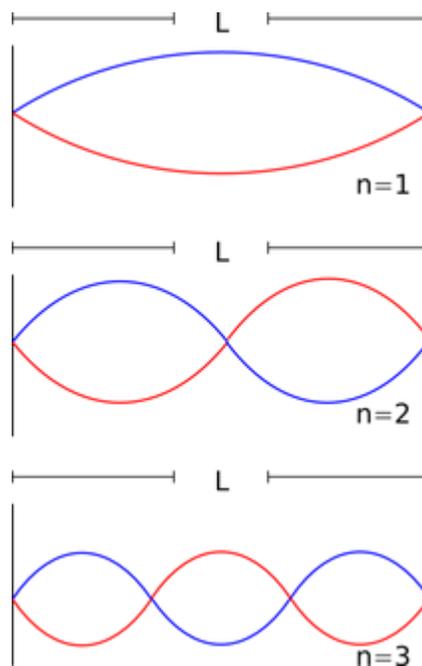
$T$  = Es la tensión de la cuerda medida en Newton

$m$  = Es la masa de la cuerda medida en kilogramos

$L$  = es la longitud de la cuerda medido en metros

$f$  = es la frecuencia medida en Hz

$\lambda$  = La longitud de onda medida en metros



¿Cómo se selecciona la frecuencia en los instrumentos musicales?

Suponemos que la longitud del medio, en este caso la cuerda es  $L$ , y debe cumplirse que en los extremos límites (condiciones de contorno)  $x=0$  y  $x=L$ . Tiene que haber un **nodo**, es decir, una zona de ausencia de vibraciones o de mínima energía y un **antinodo** o punto donde la energía es máxima.

De esta manera, la longitud de onda  $\lambda$ , de la primera onda estacionaria o **primer armónico** que se forma es:

Para el primer armónico  $\frac{\lambda}{2} = L$   $\lambda = 2L$

Para el segundo armónico  $\lambda = L$   $\lambda = \frac{2L}{2}$

Para el tercer armónico  $\frac{3}{2}\lambda = L$   $\lambda = \frac{2L}{3}$

Para el cuarto armónico  $\frac{4\lambda}{2} = L$   $\lambda = \frac{2L}{4}$

Si lo escribimos mediante una fórmula, la longitud de onda del  $n$ ésimo modo de vibración será

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

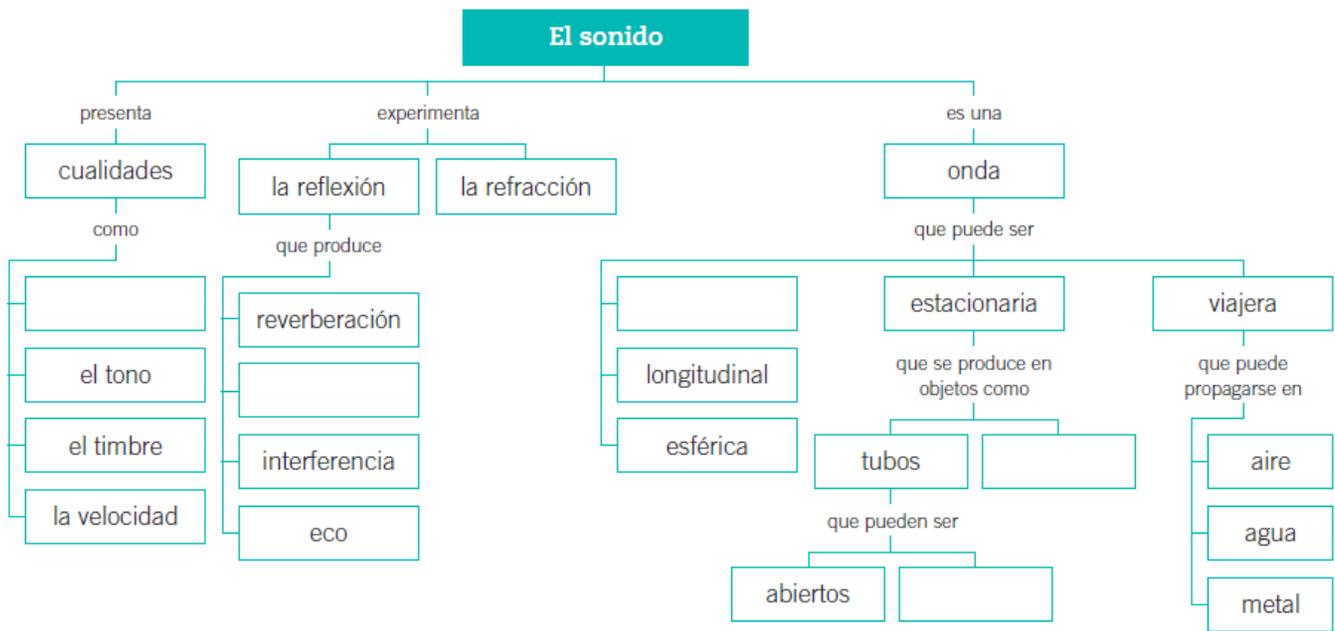
y si lo consideramos en función de la frecuencia tenemos  $f_n = \frac{v}{\lambda} = n \frac{v}{2L}$

En general tenemos:

- La frecuencia del modo  $n$ ésimo es  $n$  veces la frecuencia del modo fundamental  $f_n = n \cdot f_0$
- La distancia entre dos nodos consecutivos es  $\lambda/2$
- La distancia entre un nodo y antinodo consecutivo es  $\lambda/4$
- La rapidez de la onda se mantiene constante, a menos que cambie la tensión.
- A mayor modo de vibración mayor frecuencia y menor longitud de onda.

**TALLER APLICATIVO** (realiza el siguiente taller con ayuda de las guías 6,7 y 8)

1. Completa el mapa conceptual



2. Calcula el tiempo que toma escuchar el eco de un sonido a diferentes distancias y define si un humano puede escuchar el eco o no. Recuerda que la velocidad del sonido es 340 m/s.

Distancia (m)	Tiempo (s)	¿Hay eco? (Sí/No)
5		
10		
15		
40		
50		

Ver: <https://www.youtube.com/watch?v=CYivNIQHL7Q>  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZCjrYfw1RqU>

ASESORIA: si tiene alguna duda o no entiende algo sobre esta guía, comuníquese con el número que aparece en la parte de arriba”.



<b>Guía de trabajo del área : Ciencias Naturales - Física</b>	<b>Grado: 9</b>
<b>Nombre del docente: Nathaly Milanés Osorio</b> <b>Celular: 305 935 9538</b>	<b>Email: nmilanesieelrecuerdo@gmail.com</b>
<b>TEMAS Y/O SABER</b>	<b>DBA (APRENDIZAJES)</b>
Ondas sonoras	Explica las cualidades del sonido (tono, intensidad, audibilidad) y de la luz (color y visibilidad) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).

**Metodología:** analiza los saberes previos y resuelve de manera oral las preguntas hechas allí, esto no se debe transcribir en el cuaderno. Lee atentamente la siguiente explicación del tema y transcribe en tu cuaderno los conceptos y ecuaciones básicas, analiza y transcribe el ejemplo dado en la guía. Resuelve el taller en el cuaderno.

**SABERES PREVIOS:** El sonido es la sensación percibida por el oído debida a las variaciones rápidas de presión en el aire. Desde el punto de vista físico consiste en la vibración mecánica de un medio elástico (gaseoso, líquido o sólido) y la propagación de esta vibración a través de ondas. Surgen una serie de preguntas: ¿Cómo se generan los sonidos en una guitarra, flauta, tambores?

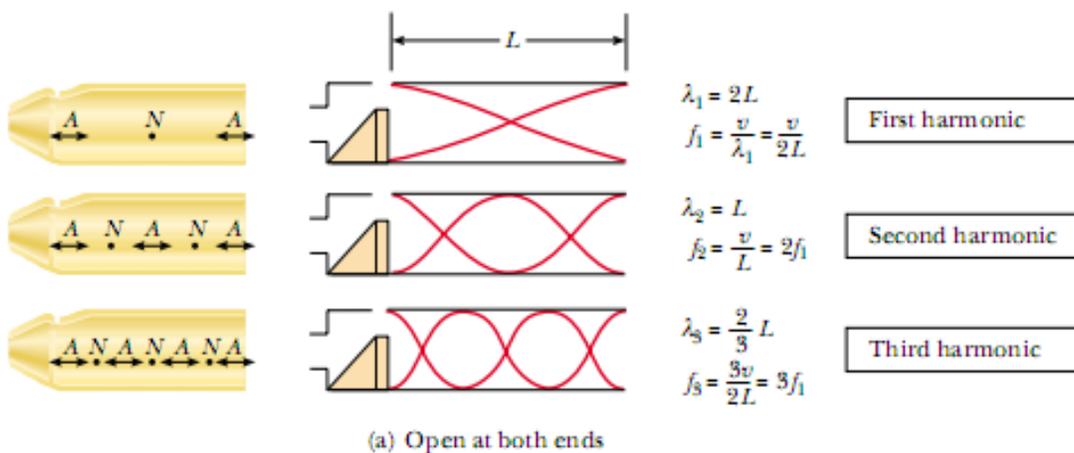
### GUÍA N° 8: ONDAS ESTACIONARIAS

#### Ondas con extremos libres

La mayoría de los instrumentos de viento son de extremos libres. La excepción la encontramos en los órganos, la flauta de pan o el clarinete. Cuando una onda estacionaria está confinada a un espacio con los dos extremos libres, coincide un **antinodo** con la zona abierta. Las condiciones que se imponen es este caso es que tanto en  $x=0$ , como en  $x=L$  debe haber un antinodo. De esta manera nos damos cuenta que se cumple la misma condición que las ondas estacionarias con ambos extremos fijos, o sea  $\lambda = 2L$ .



Flauta dulce Bajos



Tomada de Serway 7 edición

$$\lambda = \frac{2L}{n}; \text{ con } n = 1, 2, 3 \dots f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L} n$$

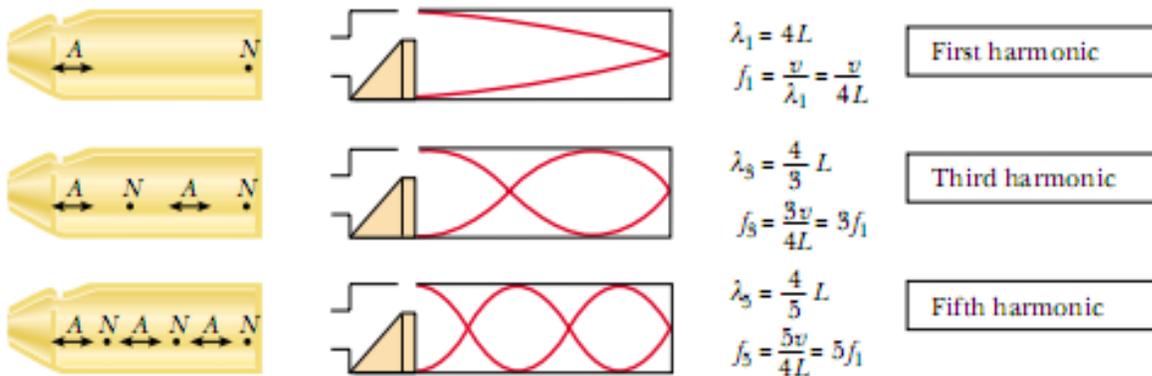
en un tubo con ambos extremos libres, las frecuencias de vibración natural forman una serie armónica, es decir, los armónicos más altos son múltiplos enteros del frecuencia fundamental.

**NOTA:** En la siguiente imagen se muestra ondas transversales, sin embargo el sonido es una onda longitudinal, se ha hecho de esta manera porque es más gráfica y simple de entender que un dibujo de una onda longitudinal.

### Ondas con un extremo fijo y otro libre



Cuando las ondas estacionarias están confinadas en un tubo con un extremo libre y uno fijo, como la zampoña, tenemos que  $x=0$  y debe situarse un **nodo**, en cambio en  $x=L$  debe haber un **antinodo**. Así el primer armónico encontramos que la longitud del tubo coincide con una cuarta parte de la longitud de la onda



(b) Closed at one end, open at the other

$$\frac{1}{4}\lambda = L \Rightarrow \lambda = 4L$$

El segundo armónico se produce cuando en el tubo hay tres cuartas partes de la longitud de onda.

$$\frac{3}{4}\lambda = L \Rightarrow \lambda = \frac{4}{3}L$$

Si nos fijamos en la imagen inferior, podemos llegar a la fórmula general para cualquiera longitud de onda de cualquier modo.

$$\lambda = \frac{4L}{2n-1} \text{ con } n=1,2,3\dots$$

Por lo que la frecuencia del modo enésimo es:

$$f_n = \frac{v}{4L}(2n-1)$$

## TALLER APLICATIVO

1. Cuando en una guitarra se acorta la longitud de una cuerda, ¿por qué el sonido resulta más agudo?
2. Observa en la siguiente tabla el máximo permitido de niveles de ruido ambiental durante las horas del día y de la noche en Colombia.

Subsector	Máximo permitido de niveles de ruido ambiental dB	
	Día	Noche
Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Zonas residenciales, hostelería, universidades, colegios, parques.	65	50
Centros comerciales, gimnasios, restaurantes, discotecas, casinos.	70	55
Zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70

Fuente: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n1/v11n1a19.pdf>.

A partir de la información de la siguiente tabla, la cual muestra los valores de ruido en diferentes lugares comunes, compara cada nivel de intensidad con la norma vigente y determina si se cumple o no.

Lugar	Nivel de ruido (dB)
Biblioteca	35
Salón de clases	70
Centro de investigación	90
Bar	110

3. La siguiente tabla muestra las frecuencias de las notas musicales de la escala mayor. Frente a cada una, calcula la longitud de un tubo cerrado necesario para reproducir estas notas.

Nota	Frecuencia (Hz)	Longitud (m)
Do	261	
Re	293	
Mi	329	
Fa	349	
Sol	372	
La	440	
Si	493	

4. Determina si la siguiente afirmación es cierta o no y explica por qué puedes asegurarlo. “La longitud de un tubo abierto que reproduce una frecuencia  $f$  debe ser el doble de la longitud de un tubo cerrado que interprete la misma frecuencia”.
5. El profesor de música de Fernando afirma que dos instrumentos musicales que interpretan la misma nota musical se escuchan exactamente igual, a lo que Fernando responde que es lo contrario, por lo aprendido en su clase de física. Plantea una hipótesis acerca de la afirmación de Fernando y escribe los pasos para verificarla experimentalmente, de manera que Fernando pueda demostrar a su profesor de música que tiene razón.

Ver: <https://www.youtube.com/watch?v=CYivNIQHL7Q>  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZCjrYfW1RqU>



**INSTITUCIÓN EDUCATIVA "EL RECUERDO"**  
Resolución de Aprobación de Carácter Oficial No. 0143 de 2017 en los  
niveles de Preescolar, Básica y Media Académica  
DANE. 123001800064 NIT. 901048820-9

**GUIA # 9**

<b>Guía de trabajo del área : Ciencias Naturales - Física</b>	<b>Grado: 9</b>
<b>Nombre del docente: Nathaly Milanés Osorio</b> <b>Celular: 305 935 9538</b>	<b>Email: nmilanesieelrecuerdo@gmail.com</b>
<b>TEMAS Y/O SABER</b>	<b>DBA (APRENDIZAJES)</b>
La naturaleza de la luz.	Aplica las leyes y principios del movimiento ondulatorio (ley de reflexión, de refracción y principio de Huygens) para predecir el comportamiento de una onda y los hace visibles en casos prácticos, al incluir cambio de medio de propagación. Explica los fenómenos ondulatorios de sonido y luz en casos prácticos (reflexión, refracción, interferencia, difracción, polarización).

**Metodología:** analiza los saberes previos y resuelve de manera oral las preguntas hechas allí, esto no se debe transcribir en el cuaderno. Lee atentamente la siguiente explicación del tema y transcribe en tu cuaderno los conceptos y ecuaciones básicas, analiza y transcribe el ejemplo dado en la guía. Resuelve el taller en el cuaderno.

**SABERES PREVIOS:** Tenemos la luz tan a la mano, tan cercana, que podríamos decir que la conocemos como a nuestra madre o a nuestro hermano. Pero en realidad, si analizamos con cuidado, veremos que empezamos a entender qué es la luz hace cosa de doscientos años, lo cual es relativamente poco si lo comparamos con la historia de la humanidad. Y si no sabíamos qué es la luz, tampoco podíamos explicar qué son y por qué se dan los colores. ¿Qué es la luz? ¿De dónde surgen los colores? Y en la luz blanca, ¿de qué manera se nos ocultan los matices que la componen?

## **GUÍA N° 9: OPTICA- NATURALEZA DE LA LUZ**

La **óptica** es una rama de la Física que estudia los fenómenos que impresionan nuestro sentido visual, y que reciben el nombre de **fenómenos luminosos**. En especial, la óptica tiene por objeto estudiar la luz, la visión de objetos, los colores de los cuerpos; y construir aparatos tales como microscopios, telescopios, anteojos astronómicos, etc., que permiten observar cuerpos que, a simple vista, no son visibles por un observador. La óptica se divide en: Física, Geométrica y Cuántica.

### **NATURALEZA DE LA LUZ**

El estudio de la luz ha ocupado a la comunidad científica desde hace muchos siglos. A lo largo del tiempo, sólo dos teorías han sido refutadas, una en contra de la otra. Una de estas teorías indica que la luz está compuesta por partículas que viajan en línea recta, mientras la otra defiende el hecho que la luz presenta un comportamiento ondulatorio.

Las primeras participaciones acerca de la naturaleza de la luz pertenecen a los griegos, entre ellos Leucipo (450 a.C.), quien consideraba que todo cuerpo desprendía una imagen que era captada por los ojos e interpretada por el alma. Posteriormente, Euclides (300 a.C.) introdujo la idea de que la luz era un rayo emitido por el ojo y que se propagaba en línea recta hasta alcanzar el objeto.

- Aproximadamente en el siglo IV a.C. los seguidores de **Demócrito** favorecían la teoría que enunciaba que los cuerpos visibles emitían un flujo de partículas llamado luz. Mientras la corriente aristotélica explicaba que la luz era un pulso emitido por los cuerpos visibles.
- El médico árabe **Alhazén** (956-1039), fue el encargado de determinar que la luz procedía del Sol, siendo los ojos receptores y no emisores; y que en ausencia de la luz los objetos que no tenían luz propia no pueden reflejar nada y, por lo tanto, no se pueden ver.
- Durante la segunda mitad del siglo XVII, el estudio de la naturaleza de la luz cobró gran importancia entre los científicos de la época. En este contexto, **Isaac Newton** consideró que la luz estaba compuesta por pequeñas partículas denominadas corpúsculos; los corpúsculos se mueven en línea recta y a gran velocidad. Bajo este postulado, Newton construyó la **teoría corpuscular**, con la cual logró explicar los fenómenos de la reflexión y de la refracción de la luz, aunque para este último supuso que la velocidad de la luz aumenta al pasar de un medio menos denso a uno más denso. Como en aquella época no era posible medir la velocidad de la luz, sólo hasta 1850 el físico **Jean Bernard Foucault** demostró, vía experimental, la falsedad de este hecho.
- Paralelamente a la teoría corpuscular de Newton, en 1678, surgió la **teoría ondulatoria** de la propagación de la luz, divulgada por **Christian Huygens** y **Robert Hooke**. En ella se consideraba la existencia de un material denominado **éter**, que cubría todo el universo y por el cual se propagaba la luz. De esta manera, Huygens explicó con bastante sencillez las leyes de la reflexión y de la refracción de

luz, así como la doble refracción que exhiben algunos minerales y la lentitud con la que se propaga la luz en los medios más densos, contrario a lo expuesto por Newton.

Aunque la teoría ondulatoria de Huygens explicaba algunos fenómenos observados por Newton, en particular los colores que se formaban en películas delgadas, casi toda la comunidad científica decidió respaldar los fundamentos de Newton, quien para aquella época era considerado como una gran celebridad. Por tanto, la teoría corpuscular se consideró correcta durante todo el siglo XVIII.

- Al comienzo del siglo XIX, surgió nuevamente la polémica entre la teoría corpuscular de Newton y la teoría ondulatoria de Huygens. El inglés **Thomas Young** (1773-1829), quien realizó una serie de experimentos sobre la interferencia y la difracción inclinó la balanza de manera definitiva del lado de la naturaleza ondulatoria de la luz, solucionando así la controversia sobre la dualidad onda-corpúsculo con relación a la naturaleza de la luz.
- Dichas conclusiones fueron reforzadas por los trabajos realizados por el francés **Augustin-Jean Fresnel** (1788-1827), quien además del desarrollo de las bases matemáticas de la teoría ondulatoria, demostró que la propagación rectilínea de la luz, era consecuencia del valor extremadamente pequeño de la longitud de onda de las ondas luminosas.
- El respaldo final a la naturaleza ondulatoria de la luz se produjo a mediados del siglo XIX. En primer lugar gracias a la medición de la velocidad de la luz realizada por Foucault y posteriormente, a la predicción de la existencia de las ondas electromagnéticas realizada por **James Clerk Maxwell** (1831-1879), el cual sugirió que la luz representaba una pequeña porción del espectro de ondas electromagnéticas, aquella cuyo intervalo de longitudes de onda era capaz de impresionar el ojo humano.
- La explicación de Maxwell fue confirmada por **Heinrich Rudolf Hertz** (1857-1894), quien generó ondas **electromagnéticas a partir de circuitos eléctricos (radioondas), las cuales presentaban los mismos fenómenos de reflexión, refracción, polarización y difracción de la luz.**
- A pesar de que se ponía fin a la polémica sobre la naturaleza de la luz, aún faltaba revisar el antiguo concepto del éter. **Albert Michelson** (1852-1931) y **Edward Morley** (1875-1955) realizaron un experimento cuyo objetivo era calcular la velocidad de la Tierra con respecto al éter. Debido a que el experimento realizado no mostraba que la Tierra tuviera una determinada velocidad con respecto al éter, se supuso que la Tierra, en su movimiento, arrastraba la capa de éter que la rodeaba. Sin embargo, este experimento no presentó las propiedades del éter, sino que puso en evidencia que su existencia era altamente improbable.
- Por otro lado, Albert Einstein (1879-1955) proponía la teoría de los cuantos de luz (actualmente denominados fotones), en la que explicaba que los sistemas físicos podían tener tanto propiedades ondulatorias como corpusculares. Este concepto lo utilizó para explicar el efecto fotoeléctrico descrito por Hertz.

De esta manera, se cierra el círculo de la naturaleza de la luz que se podría resumir en la siguiente conclusión fundamental:

*“La luz se comporta como una onda electromagnética en todo lo referente a su propagación, sin embargo se comporta como un haz de partículas (fotones) cuando interacciona con la materia.”*

## LA VELOCIDAD DE LA LUZ

Durante muchos siglos se creyó que la luz viajaba a velocidad infinita. Galileo hizo un intento de medirla pero fue incapaz de determinarla. En 1676 O. Römer midió, con gran error, la velocidad de la luz, demostrando con ello que era una cantidad finita. Casi doscientos años después, H. Fizeau y posteriormente L. Foucault hicieron una medida directa obteniendo un valor ligeramente superior al aceptado hoy día. Este es:  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

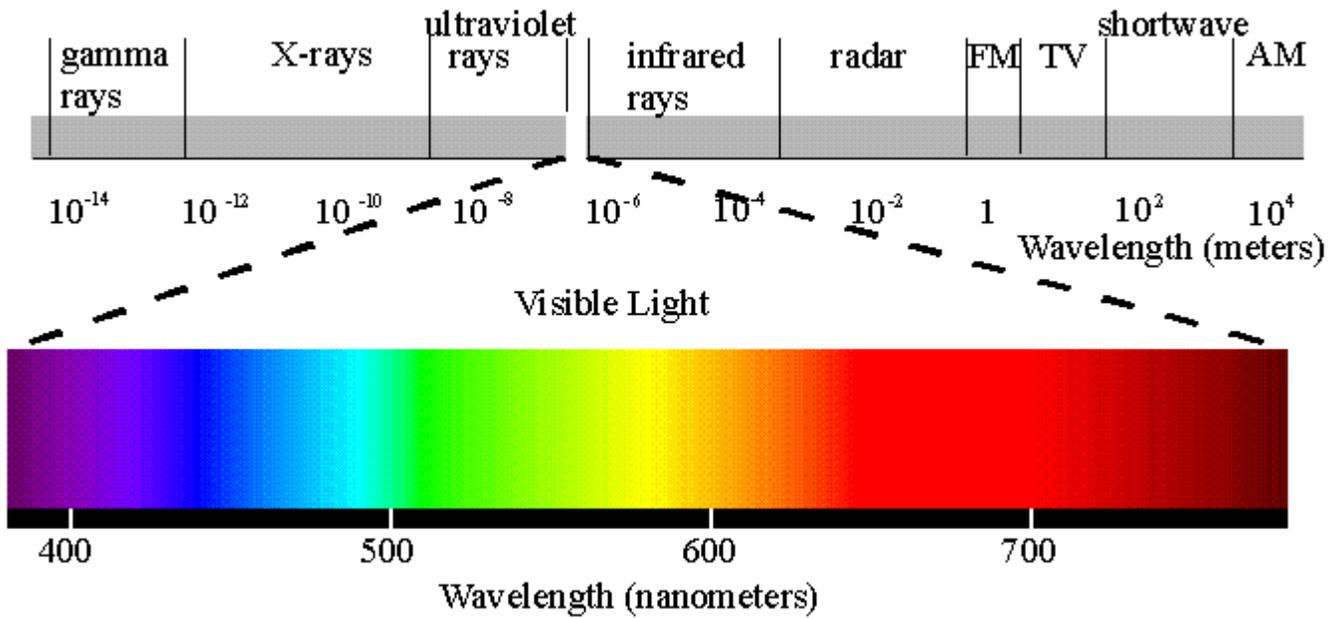
## CARACTERÍSTICAS DE LA LUZ

La luz es, pues, radiación electromagnética (EM), fluctuaciones de campos eléctricos y magnéticos en la naturaleza. Concretamente, la luz es energía y el fenómeno del color es un producto de la interacción de la energía y la materia. Las ondas electromagnéticas existen como consecuencia de dos efectos: Un campo magnético variable genera un campo eléctrico; un campo eléctrico variable produce un campo magnético. Las ondas electromagnéticas, pues, consisten en campos eléctricos y magnéticos oscilatorios que están en ángulo recto (perpendiculares) entre sí y también son perpendiculares (ángulo recto) a la dirección de propagación de la onda. En definitiva, las ondas electromagnéticas son por naturaleza transversales.

Es irradiada a partir de una fuente (sol, lámpara, flash, etc.). Puede desplazarse en el vacío a altísimas velocidades (casi 300.000 km/s), y atravesar sustancias transparentes, descendiendo entonces su velocidad en función de la densidad del medio. Se propaga en línea recta en forma de ondas perpendiculares a la dirección del desplazamiento.

## ESPECTRO Y LONGITUD DE ONDA

Como se demostró por Maxwell en 19 la luz es energía que viaja en forma de onda con un componente eléctrico y magnético. En la naturaleza se encuentran otros tipos de radiación electromagnética que difieren al de la luz en su amplitud y frecuencia que les da características especiales y únicas. Resumiendo se puede decir que las ondas electromagnéticas son una forma de transporte de energía y que la luz visible es una parte de ellas. Aunque todos los tipos de Energía Electromagnética poseen las mismas características, sus diferencias en cuanto a longitud de onda pueden ser enormes; así por ejemplo, la separación entre dos crestas de onda larga de radio llega a los 10 kilómetros, mientras que en los rayos gamma, descende hasta milésimas de Angstróm.



### ACTIVIDAD DE APLICACIÓN

1. Realiza una línea del tiempo en donde se observe el avance de la naturaleza de la luz en el tiempo.
2. Describe que significa que la luz se refleje, se refracte, se absorba, se disperse, se difracte y se polarice.

Complemente su estudio con la película “historia de la luz” en estos link,  
<http://youtu.be/wSrryvbM3dA> , <http://youtu.be/Qt3s5dZs6n0> , <http://youtu.be/jbPzBMDrYM>

*ASESORIA: si tiene alguna duda o no entiende algo sobre esta guía, comuníquese con el número que aparece en la parte de arriba”.*