|  |  |
| --- | --- |
| Título del guion | El sonido y la luz |
| Código del guion | CN\_11\_03\_CO |
| Descripción | En la naturaleza hay multitud de fenómenos relacionados con la luz y el sonido, que pueden ser explicados a partir del movimiento ondulatorio. Te invitamos a encontrar las similitudes y diferencias entre estos fenómenos, y a observar cómo se formularon las teorías que han soportado sus explicaciones. |

[SECCIÓN 1] **1. El sonido**

En la naturaleza hay muchos seres vivos capaces de percibir el sonido en rangos más amplios que el ser humano; las ballenas, por ejemplo, se comunican entre ellas con ondas que alcanzan 100 000 Hz, mientras los perros detectan ondas que alcanzan los 45 000 Hz; estos animales pueden percibir sonidos que los seres humanos muchas veces ignoramos aunque estén presentes. Conozcamos la naturaleza de estas ondas y la manera como alcanzan a los receptores.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC10 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | CN//8/ Las ondas: luz y sonido//La naturaleza y la propagación del sonido// |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | La naturaleza y la propagación del sonido |
| **Descripción** | Animación que permite ver las principales características del sonido y su propagación |

[SECCIÓN 2] **1.1 La naturaleza del sonido**

Cuando conseguimos que un objeto vibre lo podemos percibir como un sonido; por ejemplo, al golpear una lámina metálica con un martillo, al pulsar una cuerda tensada, como las de la guitarra, o cuando agitamos bruscamente un látigo en el aire, hacemos que estos objetos se muevan de manera repetitiva sobre un punto de equilibrio, produciendo una serie de **vibraciones**.

Las vibraciones de los cuerpos se transfieren al medio elástico en el que se encuentran, de manera que generan una **perturbación** que, eventualmente, llega a un aparato detector de sonido como son los oídos y otros órganos sensores en las plantas, que responden a las perturbaciones del medio ambiente.

De manera más precisa, cuando una partícula vibra en un **medio elástico**, como el aire, el agua u otros medios fluidos, choca contra otras partículas cercanas, transmitiéndoles esa misma vibración, de manera que se producen zonas de compresión (con mayor densidad y presión de lo normal) y zonas de relajación (de menor densidad y menor presión) generando una onda longitudinal. Esta, al alcanzar al **oído** **humano**, por ejemplo, ejerce presión sobre el tímpano, una membrana templada, capaz de moverse hacia adelante y hacia atrás, que transmite la vibración a un mecanismo de tres huesecillos del oído medio, y que se concentra en una estructura enrollada o caracol llena de líquido que sostiene un tabique apoyado en uno de sus extremos, por lo que oscila y es el encargado de percibir y detectar distintos desplazamientos y transformarlos en impulsos eléctricos que, en el **cerebro**, son interpretados como sensaciones sonoras de diferentes frecuencias.

Lo que el **oído humano** interpreta como sonidos solamente son ondas que llegan a él con **frecuencias** entre 16 y 20 000 vibraciones por segundo. Estos límites pueden tomarse como cifra media, ya que la **sensibilidad auditiva** varía de una persona a otra.

El **sonido** puede definirse como una **onda mecánica** que se propaga a través de diferentes **medios elásticos**, que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, en donde las ondas se difunden con diferentes velocidades, dependiendo de las fuerzas intermoleculares que existen en cada medio material. Por esta razón, el sonido se propaga de mayor a menor velocidad en los sólidos, los líquidos y los gases, y se explica desde las leyes de la mecánica.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG01 |
| **Descripción** | Carácter longitudinal de las ondas sonoras |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://thumb1.shutterstock.com/display_pic_with_logo/848740/205144384/stock-vector-how-sound-waves-work-when-an-object-vibrates-in-air-it-will-vibrate-air-molecules-around-it-when-205144384.jpg |
| **Pie de imagen** | En la onda sonora el movimiento de vibración de las partículas del medio elástico es paralelo al movimiento de propagación de la onda; es decir, se encuentran en la misma dirección, por lo que se puede afirmar que el sonido es una onda longitudinal. |

La vibración generada por un emisor produce **compresiones** y **expansiones** en el medio, en la misma dirección en que avanza o se propaga la onda. **El sonido no se puede propagar en el vacío**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| Contenido | El sonido es una **onda mecánica** porque requiere de un medio elástico para su propagación.  El sonido es también una **onda longitudinal** porque las vibraciones de las partículas tienen la misma dirección que la propagación de la onda. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC20 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | CN//8// Las ondas: luz y sonido//Las características del sonido |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Las características del sonido |
| **Descripción** | Actividad que permite completar un texto sobre las características del sonido |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC30 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | CN // 8// Las ondas: luz y sonido// ¿Qué tanto sabes sobre las ondas y el sonido? |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | ¿Qué tanto sabes sobre las ondas y el sonido? |
| **Descripción** | Actividad para conocer que has aprendido sobre el tema del sonido |

[SECCIÓN 2] **1.2** **La velocidad del sonido**

Las ondas sonoras viajan a través de diferentes medios con distintas velocidades dependiendo de factores como: la densidad, la elasticidad y la temperatura del medio. La velocidad del sonido aumenta dependiendo de la fase de la materia, por lo que entre mayor densidad tenga, mayor es su velocidad de propagación. En la siguiente tabla se muestran diferentes velocidades del sonido en medios distintos; estos son datos hallados experimentalmente.

|  |  |
| --- | --- |
| Velocidades del sonido en diferentes medios | |
| *Sustancia* | *Velocidad (*m/s) |
| Aire (a 0 °C) | 331 |
| Aire (a 15 °C) | 340 |
| Helio | 1000 |
| Alcohol | 1220 |
| Agua | 1440 |
| Agua del mar | 1500 |
| Vidrio | 4500 |
| Concreto | 3000 |
| Madera dura | 4000 |
| Hierro | 5000 |
| Aluminio | 5100 |

En los **medios gaseosos**, las fuerzas intermoleculares se ven afectadas por la **temperatura**, que a medida que se incrementa afecta la densidad y, por tanto, la velocidad con la que se propaga el sonido. En los **medios líquidos** y en los sólidos, la temperatura no afecta considerablemente la velocidad de propagación del sonido; sin embrago, el valor de la velocidad en cada material es una constante.

Experimentalmente, se ha encontrado que la velocidad del sonido en el aire aumenta 0,6 m/s por cada grado centígrado, determinándose la siguiente relación:

CN\_11\_03\_formula01

Donde: es la velocidad del sonido en el aire a 0 °C, y es igual a 331 m/s y es la temperatura en grados centígrados.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Destacado** | | |
| **Título** | ¿Dónde cayó ese rayo? y ¿cuánto demora el tren? | |
| **Contenido** | **Ejemplo 1**  En una tarde lluviosa, con una temperatura ambiente de 15 °C se escucha un trueno 15 segundos después de ver el relámpago, ¿a qué distancia cayó este rayo?  **Solución**  Como la velocidad del sonido es constante, entonces:  CN\_11\_03\_formula02  La velocidad del sonido es igual a  CN\_11\_03\_formula03  CN\_11\_03\_formula04  CN\_11\_03\_formula05  Entonces,  CN\_11\_03\_formula06  CN\_11\_03\_formula07  **Ejemplo 2**  En el riel de un tren el sonido se propaga a una velocidad de 4,5 km/s, ¿cuánto se demora la onda sonora que produce el tren en el riel para recorrer 72 km?  **Solución**  Como la velocidad del sonido es constante, entonces:  CN\_11\_03\_formula08  Así,  CN\_11\_03\_formula09  CN\_11\_03\_formula10 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC40 |
| **Título** | Conoce la velocidad como se mueve el sonido |
| **Descripción** | Actividad para realizar ejercicios sobre la velocidad del sonido |

[SECCIÓN 2] **1.3** **Características del sonido**

La sonoridad es una impresión subjetiva atribuida por quien escucha; en cambio, la energía de la onda sonora es una magnitud física. Los sonidos se distinguen unos de otros por sus características de intensidad, tono y timbre.

[SECCIÓN 3] **1.3.1** **Intensidad**

Para estudiar esta característica del sonido examinaremos en detalle las siguientes experiencias:

* Si se dejan caer dos objetos (uno de masa mayor que el otro) al piso, desde la misma altura, se escuchará con mayor “fuerza” el sonido del golpe producido por el objeto de mayor masa.

En este caso, se escucha con mayor **intensidad** el sonido producido por el objeto de mayor masa puesto que este genera una onda sonora de mayor **amplitud** que el sonido emitido por el de menor masa.

* El sonido producido por el golpe de un objeto al chocar contra el piso será escuchado con mayor fuerza por una persona que se encuentre cerca del evento que por otra persona que se encuentre a mayor distancia.

En este caso se dice que la persona que se encuentra más cerca del evento percibe con mayor **intensidad** el sonido que la persona que está más lejos debido a que la **amplitud** de la onda sonora va disminuyendo a medida que la energía vibrante abarca cada vez mayor área alrededor del punto de origen de propagación, como se ilustra en la siguiente gráfica:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG02 |
| **Descripción** | Intensidad del sonido |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | La energía sonora (flecha azul) que origina la onda en el punto O se propaga en todas las direcciones. A medida que se aleja de O, una misma cantidad de energía cubre mayores áreas disminuyendo su intensidad. |
| **Ubicación del pie de imagen** | Inferior |

El sonido es un caso de ondas que se propagan en tres dimensiones, es decir, se forman cascos esféricos alrededor del origen de la onda. Por tanto, cuando la onda se propaga la energía por unidad de tiempo debe distribuirse en un área cada vez mayor.

La **intensidad** depende del área que cubra la circunferencia y de la energía que se transporte por unidad de tiempo. Para estas ondas vemos que el área que debe cubrir la onda es la de un cascarón esférico, cuya fórmula es: , por lo que la intensidad queda definida así:

CN\_11\_03\_formula11

En conclusión, la intensidad del sonido disminuye proporcionalmente con el cuadrado de la distancia a la fuente sonora (***r***).

[SECCIÓN 3] **1.3.2** **Medida de la intensidad del sonido**

Para medir la intensidad del sonido se debe tener en cuenta la intensidad propia de la fuente sonora, que se mide en **watios** sobre metro cuadrado (***W/m2***) y la intensidad de la sensación sonora que se mide en **belios** (***B***).

La intensidad de la fuente sonora aumenta exponencialmente desde 10-12 W/m2 hasta 100 W/m2, y la intensidad de la sensación sonora varía linealmente desde 0 B hasta 12 B. Observa la siguiente tabla sobre intensidades del sonido:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Intensidad de la fuente sonora (W/m2) | Nivel del sonido  belios (B) | Nivel del sonido  decibelios (dB) | Sensación en el oído humano |
| 1 x 10-12 | 0 | 0 | Umbral audible |
| 1 x 10-11 | 1 | 10 |  |
| 1 x 10-10 | 2 | 20 | Murmullo |
| 1 x 10-9 | 3 | 30 |  |
| 1 x 10-8 | 4 | 40 |  |
| 1 x 10-7 | 5 | 50 |  |
| 1 x 10-6 | 6 | 60 | Conversación normal |
| 1 x 10-5 | 7 | 70 |  |
| 1 x 10-4 | 8 | 80 |  |
| 1 x 10-3 | 9 | 90 |  |
| 1 x 10-2 | 10 | 100 | Discoteca |
| 1 x 10-1 | 11 | 110 |  |
| 1 x 100 | 12 | 120 | Taladro neumático a dos metros de distancia |

Tabla

Con base en la tabla anterior, el nivel de la sensación sonora B se podría calcular en función del logaritmo de la relación entre la intensidad de la fuente y la intensidad del umbral audible, así:

CN\_11\_03\_formula12

CN\_11\_03\_formula13

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Destacado** | | |
| **Título** | ¡Qué intensidad la de esa sirena! | |
| **Contenido** | **Ejemplo**  En la esquina de una calle hay una ambulancia con las sirenas encendidas, y el nivel de sonido es de 90 dB. ¿Cuál es la intensidad del sonido que produce la sirena?  **Solución**  Tenemos que la sensación sonora depende de:  ,  CN\_11\_03\_formula14  donde, ,  por tanto,  ,  CN\_11\_03\_formula15  entonces se debe hallar  CN\_11\_03\_formula16  CN\_11\_03\_formula17  CN\_11\_03\_formula18  Utilizando las propiedades de los logaritmos,  CN\_11\_03\_formula19  CN\_11\_03\_formula20  CN\_11\_03\_formula21  CN\_11\_03\_formula22  CN\_11\_03\_formula23 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC50 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 8// CN//La luz y el sonido //¿Qué sabes sobre los decibelios? |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | ¿Qué sabes sobre los decibelios? |
| **Descripción** | Actividad que permite resolver preguntas sobre la intensidad del sonido y los decibeles |

[SECCIÓN 3] **1.3.3** **Tono**

Esta característica el sonido permite clasificarlo como **agudo** o **grave**, al comparar dos señales sonoras. Esta cualidad depende de la **frecuencia** de vibración de la onda.

Un sonido es **más agudo** que otro si tiene **alta frecuencia**, y es más grave que otro si la frecuencia de vibración es menor. Como se anotó, el oído humano percibe como sonido aquellas ondas cuyas frecuencias están comprendidas en un rango de 16 a 20 000 vibraciones por segundo (Hz).

[SECCIÓN 3] **1.3.4 Timbre**

Esta característica o cualidad del sonido permite identificar la **fuente** de la onda sonora. Por esto, por ejemplo, puedes distinguir e identificar las voces familiares cuando conversan en un recinto vecino aunque no los puedas ver, ya que cada uno tiene un timbre de voz característico.

De igual manera, cuando los distintos instrumentos de una orquesta emiten sonidos con la misma intensidad e igual frecuencia, el oído humano puede distinguirlos, porque cada instrumento, además de los sonidos fundamentales, produce otros sonidos secundarios, denominados **armónicos**, que acompañan al sonido fundamental. Si se registran gráficamente estos sonidos se obtienen curvas sinusoidales con diferentes formas, que se atribuyen al sonido característico del emisor: su **timbre**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG03 |
| **Descripción** | Registro de vibraciones sonoras |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | El registro de las ondas sonoras de diferentes instrumentos de la misma intensidad (igual amplitud) y del mismo tono (de la misma longitud de onda y, por consiguiente, la misma frecuencia) difieren en las pequeñas ondulaciones que acompañan al sonido fundamental. |

[SECCIÓN 2] **1.4 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC60 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | CN//8// Las ondas: luz y sonido//Las características del sonido |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Las ondas sonoras |
| **Descripción** | Actividad sobre las ondas sonoras |

[SECCIÓN 2] **2.** **El efecto Doppler**

El efecto Doppler, que se aplica para todo tipo de ondas, estudia la variación de la frecuencia con la que se percibe una onda, cuando la **fuente emisora** y el **receptor** se encuentran en **movimiento**,uno con respecto del otro.

Para las ondas sonoras, este efecto produce la **variación de la frecuencia** con la cual se percibe un sonido, cuando la fuente sonora se acerca o se aleja del receptor, cuando el receptor se acerca o se aleja de la fuente sonora y cuando ambos se acercan o se alejan simultáneamente.

Por esta razón, si una persona vendada se encuentra a la orilla de una carretera, puede percibir si un automóvil se acerca o se aleja, de acuerdo con la frecuencia del sonido generada por el motor del auto.

Para el estudio de este fenómeno se utilizarán las siguientes convenciones:

***v***: velocidad del sonido en el medio correspondiente (valor constante).

***ve***: velocidad del emisor.

***vr***: velocidad del receptor.

***f***: frecuencia de emisión (permanece constante).

***fr***: frecuencia de recepción.

* **Primera situación**: cuando el receptor se acerca o se aleja de la fuente sonora y esta permanece en reposo:

Cuando se acerca,

CN\_11\_03\_formula24

Cuando se aleja,

CN\_11\_03\_formula25

* **Segunda situación**: si la fuente sonora se acerca o se aleja del receptor, pero este permanece en reposo:

Cuando se acerca,

CN\_11\_03\_formula26

Cuando se aleja,

CN\_11\_03\_formula27

* **Tercera situación**: si tanto el receptor como la fuente se acercan o se alejan, simultáneamente:

Cuando ambos se acercan,

CN\_11\_03\_formula28

Cuando ambos se alejan,

CN\_11\_03\_formula29

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Destacado** | | |
| **Título** | ¿Ya llega la ambulancia? | |
| **Contenido** | **Ejemplo**  Un observador se mueve con una velocidad de 15 m/s y la fuente sonora, una ambulancia, va a una velocidad de 50 m/s mientras emite un sonido de 500 Hz, en una tarde donde la temperatura ambiente es de 15 °C, es decir, que la velocidad del sonido en el aire es 340 m/s.  Calcular la frecuencia con la cual el observador percibe el sonido en los seis casos posibles.  **Solución**  Los datos consignados en el enunciado son:  340 m/s,  *15 m/s, 50 m/s f = 500 Hz*  1. Cuando el observador o receptor se acerca a la fuente,    CN\_11\_03\_formula30  = 522 Hz  CN\_11\_03\_formula31  2. Cuando el observador se aleja de la fuente,  = 478 Hz  CN\_11\_03\_formula32  3. Cuando la fuente se acerca al observador,  = 586,2 Hz  CN\_11\_03\_formula33  4. Cuando la fuente se aleja del observador,  = 435,9 Hz  CN\_11\_03\_formula34  5. Cuando la fuente y el observador se acercan,  = 612 Hz  CN\_11\_03\_formula35  6. Cuando la fuente y el observador se alejan,  = 416.7 Hz  CN\_11\_03\_formula36 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC70 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | CN// 8// Las ondas: luz y sonido// El efecto Doppler |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | El efecto Doppler |
| **Descripción** | Animación que muestra las características de efecto Doppler |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC80 |
| **Título** | Resuelve problemas con el efecto Doppler |
| **Descripción** | Actividad que permite resolver ejercicios sobre el efecto Doppler |

[SECCIÓN 2] **2.1 Onda de choque**

La **onda de choque** es un fenómeno que se produce cuando una fuente sonora viaja con mayor velocidad que la del sonido, en el medio en el cual se mueve la fuente.

Ejemplos de esta situación se presentan cuando un avión supera la velocidad de 340 m/s que es la velocidad del sonido promedio en el aire, cuando los meteoritos entran a la atmósfera terrestre, cuando escuchamos los truenos durante las tormentas, o en el caso de las explosiones, controladas o no. Observa la siguiente gráfica:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG04 |
| **Descripción** | Onda de choque |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | La imagen enseña la representación de una onda de choque en cuatro pasos: 1) el tambor emite una onda, 2) el tambor se mueve en línea recta pero las ondas sonoras se mueven con mayor velocidad, 3) el tambor alcanza el sonido del aire, 4) el tambor supera la velocidad del aire y las ondas forman un **cono de Mach**, el cual representa la onda de choque. |

Para que se produzca la **onda de choque**, la fuente emisora del sonido debe realizar los siguientes pasos, en el caso del tambor:

1. El tambor, al ser golpeado por una baqueta, produce ondas sonoras que se propagan a través del aire en todas las direcciones.
2. El tambor que produce las ondas sonoras se mueve progresivamente en línea recta, pero las ondas sonoras se mueven más rápido que el tambor, de tal manera que frente este las ondas se comprimen, aumentando su frecuencia y, por el contrario, detrás del tambor las ondas se dispersan disminuyendo la frecuencia (efecto Doppler).
3. El tambor alcanza la velocidad del sonido en el aire.
4. El tambor supera la velocidad del sonido dejando atrás las ondas que produce, las cuales quedan dentro de una superficie que recibe el nombre de cono de Mach,que es propiamente la onda de choque.

Las ondas de choque son utilizadas para la destrucción controlada de edificaciones (explosiones controladas) y en medicina para el tratamiento desintegrador de cálculos renales, uretrales, pancreáticos y salivares, además de servir en tratamientos antiinflamatorios.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC90 |
| **Título** | Conoce sobre las ondas de choque |
| **Descripción** | Actividad que permite completar un texto sobre las ondas de choque |

[SECCIÓN 2] **2.2 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC100 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: El efecto Doppler |
| **Descripción** | Actividad sobre El efecto Doppler |

[SECCIÓN 1] **3. La luz**

La luz es una forma de energía utilizada por las plantas para fabricar su propio alimento, y por muchos animales para recibir información de lo que se encuentra a su alrededor, utilizando distintos mecanismos de percepción que dependen de las propiedades de la luz y de la sensibilidad de los órganos receptores que han desarrollado según su evolución. Así, por ejemplo, el ojo humano detecta distintas frecuencias, ve colores; mientras las abejas, además, detectan la polarización de las ondas.

Para empezar a estudiar la luz es importante saber que existen cuerpos que producen y emiten su propia luz, y se conocen como **fuentes luminosas**, y otros que la absorben y la reflejan, son los llamados **cuerpos opacos**.

La luz se propaga a través de diferentes medios, los cuales se pueden clasificar en **medios transparentes** y **medios traslúcidos**; así mismo, existen otros cuerpos por los que la luz no se propaga, estos son los **cuerpos opacos**.

Los **medios** o cuerpos **transparentes** permiten el paso de la luz sin dispersarla, como por ejemplo, los vidrios de los ventanales de las casas, que permiten identificar con claridad los objetos que se encuentran del otro lado.

Los cuerpos o **medios** **traslúcidos** permiten el paso de la luz pero la dispersan en diferentes direcciones, es decir, dejan pasar la luz pero no permiten identificar con claridad los objetos que tratamos ver al otro lado del medio.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG05 |
| **Descripción** | Medios transparentes y traslúcidos. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | El vidrio martillado que aparece a la derecha no deja ver con claridad la imagen que está tras él, aunque permite el paso de la luz, es traslúcido, mientras que el vidrio de la izquierda deja ver con claridad lo que hay tras él, por lo que se le llama un medio o cuerpo transparente. |

[SECCIÓN 2] **3.1 Naturaleza de la luz**

Un gran interrogante de la humanidad ha sido: ¿por qué vemos los objetos? Los antiguos griegos suponían que todos los cuerpos emitían partículas que impresionaban la visión humana permitiéndoles ser observados. Pero, ¿por qué la parte posterior de los objetos no era vista por un observador ubicado al frente de ellos?

En la segunda mitad del siglo XVII surge la primera teoría científica sobre la naturaleza de la luz, conocida como la **teoría corpuscular**,postulada por sir Isaac Newton, que expresaba lo siguiente: “De los cuerpos luminosos se desprenden corpúsculos finísimos que se mueven en línea recta, siguiendo las leyes de la mecánica, al tropezar con el ojo producen la sensación de luz”.De acuerdo con esto, estos llamados corpúsculos (que suponían partículas sin masa) podían atravesar los cuerpos transparentes y se reflejaban en las superficies de los cuerpos opacos, que podían absorber parte de ellos. Pero esta teoría no explicaba los fenómenos de difracción ni el de la interferencia de la luz.

Paralelamente a la teoría corpuscular se postuló la **teoría ondulatoria**, defendida inicialmente por el físico holandés **Christian Huygens** (1629-1695), y apoyada posteriormente por **Tomás Young** (1773-1829) y **Agustín Fresnel** (1788-1827). En dicha teoría se afirmaba que la luz era una onda mecánica transversal, que requería de un medio material para su propagación, por lo cual se supuso la existencia del **éter**,para explicar cómo se transmitía la luz del Sol hacia la Tierra. Esta última suposición nunca pudo ser probada. La principal objeción a la teoría ondulatoria era que la luz no parecía doblar en las esquinas sino que por evidencia viajaba en línea recta.

Ante las falencias de las teorías anteriores surge, a mediados del siglo XIX, la **teoría electromagnética**, propuesta por James Clark Maxwell (1831-1879), según la cual la luz es una onda electromagnética que se puede propagar con velocidad definida, incluso en el vacío y, por tanto, no era necesario suponer el **éter**.

La teoría electromagnética fue aceptada durante algún tiempo, hasta que no logró explicar satisfactoriamente otros fenómenos como el **efecto fotoeléctrico** y el **efecto Compton**. Esto provocó que en 1900el científico alemán **Max Planck** (1858-1947),apoyado posteriormente por **Albert Einstein** en 1905, propusiera la **teoría cuántica**, la cual considera a la luz como paquetes de energía indivisible, **fotones** o **quantum**, emitidos cuando los electrones pasan de un nivel de energíasuperior a otro de menor energía.

Actualmente se considera que la luz participa de una doble naturaleza: ondas y fotones, que son dos caras de una misma realidad; esta **teoría** **mecánica- ondulatoria** fue propuesta por el físico francés **Luis de la Broglie** en su tesis de grado en 1923.

Esta dualidad onda-partícula se reconoce a través de la ecuación *E = h.f*, donde: la frecuencia (***f***) es una propiedad ondulatoria y el quantum de energía (***E***)esuna propiedad corpuscular, siendo la mínima cantidad de luz amarilla que se puede absorber o emitir. La naturaleza ondulatoria se apoya en los experimentos de Young, y la corpuscular, sobre el efecto fotoeléctrico, en los de Philipp Lenard (1862-1947).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Destacado** | | |
| **Título** | El efecto fotoeléctrico y el efecto Compton | |
| **Contenido** | El **efecto fotoeléctrico** fue descubierto por Hertz en 1887; sin embargo, fue Albert Einstein quien pudo explicar tal fenómeno. Propuso que un **metal** emite electrones si sobre él se aplica una radiación con cierta intensidad. Para darse este efecto de expulsión de electrones, la luz debía estar compuesta por partículas a las que Einstein llamó **fotones**, y para lograr tal efecto estos debían vibrar con cierta frecuencia mayor a una frecuencia umbral, ***f0*** establecida por Lenard. Einstein demostró que, dado que la luz consta de fotones, cada electrón solo puede recibir la energía ***h.f*** de un fotón.  El **efecto Compton** es un efecto que muestra cómo una onda se comporta como una partícula. De esta manera, una onda de luz choca contra un electrón y, al hacerlo, se dispersa de acuerdo con la conservación del momentum de la onda, presentando un cambio en su frecuencia que está relacionada con este momemtum. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC110 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 5 y 6// FQ// El magnetismo// El espectro electromagnétic0 |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Las ondas de luz |
| **Descripción** | Animación que muestra las ondas de luz y el espectro electromagnético |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC120 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 5 y 6// FQ// El magnetismo// El espectro electromagnétic0 |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Las teorías de la luz |
| **Descripción** | Actividad que permite completar un texto sobre las teorías de la luz |

[SECCIÓN 2] **3.2 La propagación de la luz**

La luz, desde el punto de vista de la física, incluye todas las **radiaciones electromagnéticas,** las cuales **se propagan en línea recta** en todas las direcciones formando ondas transversales esféricas.

A partir del hecho de que la luz se propaga en línea recta se puede explicar qué son las zonas de sombra y penumbra que se producen cuando la luz impacta sobre cuerpos opacos.

La **zona de sombra** es aquella región donde no llega la luz proveniente de una fuente luminosa puntual, como se ilustra en la siguiente gráfica:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG06 |
| **Descripción** |  |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | Los rayos luminosos, provenientes de una fuente no puntual, impactan sobre un cuerpo opaco generando dos zonas perfectamente definidas: la zona de sombra, donde no llega ningún rayo luminoso procedente de la fuente luminosa, pues no logran atravesarlo, y otra región envolvente, donde llegan parcialmente los rayos luminosos emitidos en los extremos de la fuente, que es la zona de penumbra. |

Al formarse una sombra también se crea la **zona de penumbra**,donde llegan parcialmente los rayos procedentes de la fuente luminosa.

Los eclipses parciales y totales de Sol se explican de manera similar cuando la Luna (cuerpo opaco) se atraviesa entre el Sol y la Tierra.

[SECCIÓN 3] 3**.2.1 La velocidad de la luz**

La luz es una onda electromagnética que se propaga en línea recta en todas las direcciones, con una velocidad igual a 300 000 km/s (3 x 108 m/s) cuando lo hace en el vacío. Cuando la luz se propaga a través de otros medios, como el aire, el vidrio, el diamante o el agua, lo hace con velocidades inferiores, las cuales se han determinado de forma experimental y dependen de la estructura molecular del medio de propagación y, en particular, de las propiedades electromagnéticas (permeabilidad eléctrica y magnética) de cada medio.

|  |  |
| --- | --- |
| Velocidad de la luz en algunos medios | |
| Vacío | 300 000 km/s |
| Aire | 299 700 km/s |
| Agua | 249 800 km/s |
| Diamante | 125 000 km/s |

[SECCIÓN 3] **3.2.2 La experiencia de Fizeau**

Para obtener el valor de la velocidad de la luz se realizaron varios experimentos, entre ellos el del físico francés **Hippolyte Fizeau** a mediados de 1849, quien empleó un dispositivo consistente en una lámina semitransparente (***L***), una rueda dentada giratoria (***R***), un espejo (***E***)situado a una distancia (***d***)de la rueda, de manera que un rayo luminoso procedente de la fuente luminosa incidía en la lámina semitransparente y se reflejaba hacia el espejo, después de pasarpor un espacio vacío o escotadura de la rueda, sufriendo una segunda reflexión para volver por el mismo camino e incidir sobre el siguiente diente de la rueda giratoria, de tal manera que el observador nunca ve el rayo reflejado por el espejo, como se observa en la siguiente figura:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG07 |
| **Descripción** | Experimento de Fizeau |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | En este experimento de **Fizeau** los valores de los factores que se hallaron fueron: N=720 dientes, n=12,5 vueltas/segundo, d= para obtener un valor de *c**=**300 000**km/s*, que esla velocidad de la luz. |

La velocidad de la luz se halla calculando el tiempo en que la escotadura es reemplazada por el diente y la distancia recorrida por el rayo entre la rueda, el espejo y de nuevo la rueda, es decir, dos veces la distancia (**2d**) entre la rueda y el espejo,garantizando que la rueda giratoria mantenga un movimiento circular uniforme.

Por lo cual tenemos que:

***c****:* velocidad de la luz.

***N****:* número de dientes de la rueda.

***n***: frecuencia del movimiento circular (vueltas/s).

***d***: distancia de la rueda al espejo.

De acuerdo con estas convenciones,

**1/n**: es el periodo del movimiento circular (tiempo empleado por la rueda para realizar una vuelta).

**1/n N**: tiempo para que un diente sea reemplazado por otro diente.

**1/2n N**: tiempo para sustituir un diente por una escotadura.

**2d**: distancia recorrida por la luz

CN\_11\_03\_formula37

[SECCIÓN 2] **3.3 La luz como onda electromagnética**

La luz, al igual que las **ondas** **mecánicas**, presenta fenómenos como la **reflexión** y la **refracción**, que pueden ser explicados incluso si la luz se considera como partículas y no como ondas. Sin embargo, los fenómenos de **difracción** y de **interferencia** solo se pueden explicar gracias a las **ondas**. Estos últimos son los que mantienen vigente la teoría ondulatoria de la luz.

Pero en el espacio vacío, la luz no dispone de un medio elástico por el cual propagarse; luego, si es una onda, el medio por el que se propaga debe tener algo que oscile para poder constituir una onda. ¿Qué es lo que oscila?

La respuesta a esa pregunta lleva a la definición de onda electromagnética; es decir, son ondas que no necesitan de un medio elástico para propagarse.

En la naturaleza, la materia exhibe propiedades fundamentales, como la **masa** y la **carga eléctrica**. Gracias a la **masa** podemos hablar de la fuerza gravitacional, que es la fuerza que existe entre los cuerpos (más evidente entre los astros). Es una fuerza que que actúa a distancia y hace que estos se atraigan. Por ejemplo, la Luna gira alrededor de la Tierra porque esta la atrae y, sin embargo, nunca hacen contacto: entre ellas dos se crea un **campo gravitacional**. Ese campo gravitacional permite que la interacción o la fuerza gravitacional sea posible.

Al igual que de campo gravitacional podemos hablar del **campo eléctrico**, que es el que aparece entre cargas eléctricas que interactúan a través de la fuerza eléctrica, es decir, aquella que existe entre los protones y los electrones en un átomo. El **campo magnético** también está relacionado con las cargas eléctricas, y se origina cuando las cargas se mueven produciendo fuerzas atractivas o repulsivas, como las que se sienten cuando acercamos dos imanes.

Los conceptos de campo magnético y campo eléctrico fueron desarrollados por Faraday para considerar los fenómenos electromagnéticos, pero Maxwell estableció ecuaciones a fin de comprender el electromagnetismo, que explican que el campo magnético variable y el campo eléctrico variable coexisten, autopropagándose con la onda a través del espacio y generándose continuamente Se observa cómo estos campos son perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación de la onda.

Como hemos asociado los campos eléctrico y magnético a las cargas eléctricas deducimos que la luz tiene relación con estos campos.

Entonces, la luz se puede ver como ondas transversales en el espacio, en el que los campos eléctrico y magnético oscilan perpendicularmente a la dirección en la que la luz avanza, como muestra la siguiente figura:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG08 |
| **Descripción** | Onda electromagnética |
| **Código Shutterstock (61860361)** |  |
| **Pie de imagen** | La onda electromagnética es una onda transversal en la que el campo magnético (oscila en el plano rojo) es perpendicular al campo eléctrico (oscila en el plano azul), y ambos son perpendiculares a la dirección de propagación de la onda. |

[SECCIÓN 2] **3.4 El espectro de la luz**

El espectro electromagnético o espectro de la luz es el conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas: las ondas de radio y TV, las microondas usadas en los satélites y los hornos, los rayos X y gama, las ondas de infrarrojos que se perciben como calor y las ultravioleta presentes en la luz del Sol, y, desde luego, la luz visible. Por su carácter ondulatorio las radiaciones electromagnéticas pueden clasificarse de acuerdo con su frecuencia o su longitud de onda. Estas dos características son inversamente proporcionales, es decir, a mayor longitud de onda menor frecuencia y viceversa.

La luz visible está constituida por aquellas radiaciones electromagnéticas con frecuencias comprendidas entre 1014 y 1015 Hz, o longitudes de onda entre 750 nm para el rojo y 400 nm para el púrpura, pasando por el verde de 520 nm, aproximadamente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_IMG09 |
| **Descripción** | Espectro electromagnético |
| **Código Shutterstock (131443085)** |  |
| **Pie de imagen** | Este conjunto de radiaciones conforma el espectro electromagnético de la luz. Se ordenan de acuerdo con la frecuencia de las ondas. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | La longitud de onda de la luz amarilla |
| **Contenido** | **Ejemplo**  En nuestros hogares usamos distintas calidades de luz. Determine la longitud de onda de la luz amarilla que ilumina un recinto y que tiene una frecuencia de 5 x 1014 Hz.  **Solución**  En general, para cualquier onda se tiene que la velocidad de propagación es:  .  CN\_11\_03\_formula38  Para el caso de las ondas electromagnéticas, la velocidad siempre es de 3 x 108 m/s y se escribe con la letra ***c***, por lo que se establece la siguiente ecuación:  CN\_11\_03\_formula39  Reemplazando los valores tenemos que,  CN\_11\_03\_formula40  CN\_11\_03\_formula41 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC130 (Oculto) |
| **Título** | Conoce el espectro electromagnético |
| **Descripción** | Actividad que permite relacionar los componentes del espectro electromagnético y su significado |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC140 |
| **Título** | ¿Qué sabes sobre la luz? |
| **Descripción** | Actividad que permito conocer que has aprendidos sobre el tema de la luz |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC150 |
| **Título** | Crucigrama sobre las ondas de luz |
| **Descripción** | Actividad para completar un crucigrama sobre términos asociados a la luz |

[SECCIÓN 2] 3**.5 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica (recurso de ejercitación)** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC160 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Las ondas de luz |
| **Descripción** | Actividad sobre las ondas de luz |

**[SECCIÓN 1] 4. Competencias**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Competencias: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC170 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 8 CN La luz y el sonido Competencias: comprobación de las características de la luz CN\_08\_08 |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Competencias: comprobación de las características de la luz |
| **Descripción** | Actividad que permite comprobar las características de la luz |

|  |  |
| --- | --- |
| **Competencias: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC180 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 5 MN El sonido Competencias: observación del movimiento de las ondas sonoras MN\_3C\_22 |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Competencias: comprobación del movimiento de las ondas sonoras |
| **Descripción** | Actividad para comprobar el movimiento de las ondas sonoras |

[SECCIÓN 1] **Fin de tema**

|  |  |
| --- | --- |
| **Mapa conceptual** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC190 |
| **Título** | Mapa conceptual |
| **Descripción** | Mapa conceptual del tema El sonido y la luz |

|  |  |
| --- | --- |
| **Evaluación: Recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC200 |
| **Título** | Evaluación |
| **Descripción** | Actividad que evalúa los conceptos aprendidos sobre el tema El sonido y la luz |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Webs de referencia** | | |
| **Código** | CN\_11\_03\_REC210 | |
| **Web 01** | *El efecto foto eléctrico.* | *https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/photoelectric* |
| **Web 02** | *El experimento de Fizeau* | https://www.youtube.com/watch?v=ScN-btW8ST8 |
| **Web 03** | *El efecto Doppler* | https://www.saberespractico.com/curiosidades/que-es-el-efecto-doppler/ |