

Guía 3



¡La luz!

Indicadores de Desempeño:

Conceptuales:

- Reconoce la luz como una onda electromagnética.
- Reconoce y diferencia modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.

Procedimental:

- Observa y describe fenómenos correspondientes con la luz, y los relaciona con los fenómenos ondulatorios en ondas mecánicas.

Actitudinal:

- Reconoce que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios de ellos pueden ser válidos simultáneamente.

¿QUÉ APRENDEREMOS EN ESTA GUÍA?

Desde sus inicios el hombre no se ha conformado con ser tan solo un receptor de información proveniente de su medio, sino que ha procurado reflexionar sobre éste para así entender el mundo con el que interactúa. Como resultado de esta constante reflexión histórica y valiéndose de sus sentidos, el ser humano ha desarrollado y fortalecido la ciencia. Sin lugar a dudas la luz es uno de esos fenómenos naturales que ha despertado en el hombre cierta curiosidad y fascinación a lo largo de la historia y que le ha permitido dinamizar el quehacer científico. En esta guía abordaremos la luz, sus características y fenomenología, su comportamiento y las distintas comprensiones que ha tenido el ser humano sobre este particular fenómeno.



Vivencia

TRABAJO INDIVIDUAL

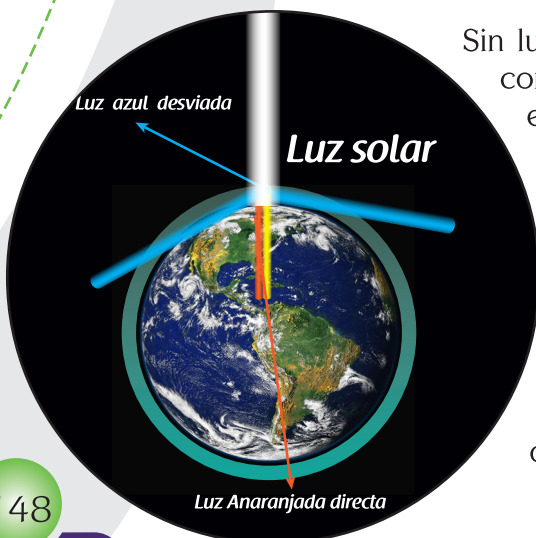
El fenómeno de la luz le ha permitido al ser humano, mediante el sentido de la vista, interactuar con el entorno y con ello le ha brindado la posibilidad de identificar lo que le rodea; es decir, tamaños, luminosidad, oscuridad, posiciones, distancias, colores y formas. Para comenzar voy a expresar los conocimientos que tengo sobre este fenómeno.

1. Leo con atención el siguiente texto para dar respuesta a las preguntas planteadas:

¿Por qué el cielo es azul?

Sin lugar a dudas todos hemos levantado la mirada al cielo para contemplar el azul que lo colorea, hemos imaginado cuán grande es y los secretos que le rodean, e incluso muchos hombres y mujeres se han preguntado: ¿Por qué el cielo es azul?

La respuesta a esta pregunta está relacionada con uno de los fenómenos de la luz, la refracción, y la humedad de la atmósfera. Cuando las ondas lumínicas de luz, provenientes del sol, interactúan con la atmósfera, estas experimentan una dispersión debido a la refracción que sufren al entrar a la atmósfera terrestre, distanciándolas en diferentes direcciones de las longitudes de onda que portan.



Vamos a suponer que un frente de onda lumínica proveniente del sol atraviesa la atmósfera; en estas ondas se produce una refracción a causa del cambio de medio, esta luz a su vez se dispersa y como resultado de esta dispersión las luces azul y violeta sufren una mayor refracción. Los rayos violetas y azules, una vez desviados, chocan con otras partículas de aire y nuevamente varían su trayectoria, y así sucesivamente hasta alcanzar el suelo terrestre. Cuando al fin llegan a nuestros ojos, estos no parecen que provinieran del sol, sino que nos llegan de todas las zonas del cielo. De ahí que el cielo nos parezca azul, mientras el sol nos parece de color amarillo, pues los rayos amarillos y rojos están poco desviados y van casi directamente en línea recta desde el sol hasta nuestros ojos.

2. Analizo la situación anterior y respondo en mi cuaderno las siguientes preguntas:

- ¿Cuál podrá ser la relación que tiene el sol y el ojo humano con la luz?
- ¿A qué se refiere el texto cuando dice fenómenos de la luz?
- ¿En qué podrá consistir el fenómeno de la refracción?
- ¿Cuáles creo que son los otros fenómenos de la luz?
- ¿Por qué la luz podrá ser una onda?
- ¿Cuáles son las características que tendrá una onda lumínica?
- ¿Qué clase de onda podrá ser?
- ¿A qué se referirá el texto cuando dice “distanciándolas en diferentes direcciones de las longitudes de onda que portan”?
- ¿Qué relación tendrá la luz y los colores?

3. Leo y analizo la siguiente afirmación:

“La luz tiene una naturaleza dual”.

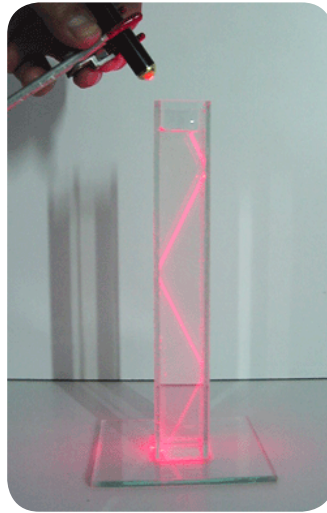
4. Analizo la afirmación anterior y reflexiono a qué se refiere que la luz tenga una naturaleza dual.

TRABAJO EN EQUIPO

- Comparto con mis compañeros de equipo las respuestas dadas a las actividades anteriores y las complemento, si es necesario.
- Nos dirigimos al CRA (centro de recursos de aprendizaje) para conseguir los siguientes materiales que nos permitirán construir el siguiente montaje:

IMPLEMENTOS

- 1 pecera o cubeta de vidrio.
- 1 diodo láser.
- 1 espejo pequeño.
- Cuarto oscuro.



PROCEDIMIENTO

- a. Tomamos la cubeta y la llenamos $\frac{3}{4}$ de su volumen con agua.
 - b. Oscurecemos el salón de la mejor manera posible.
 - c. Momento I: Iluminamos con el láser (como se muestra en la figura).
Dibujamos y describimos lo que observamos en nuestros cuadernos.
 - d. Ubicamos el espejo pequeño en el centro de la cubeta, sin retirar el agua.
 - e. Momento II: Iluminamos con el láser (como se muestra en la figura).
Dibujamos y describimos lo que observamos en nuestros cuadernos.
7. Describimos en nuestros cuadernos cuáles fueron las diferencias o semejanzas observadas entre los dos momentos de la experiencia. Para ello usamos el siguiente cuadro como apoyo y respondemos las preguntas planteadas:

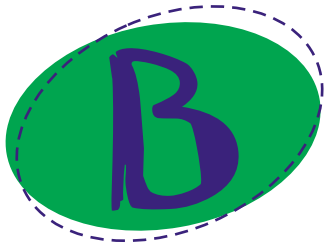
SEMEJANZAS	DIFERENCIAS

- a. ¿Qué relación tendrá esta experiencia con la luz?
- b. ¿Lo que observamos en los dos momentos serán fenómenos de la luz? Explicamos.
- c. Si fueran fenómenos de la luz, ¿serían iguales?
- d. ¿Qué nombre recibirían?
- e. ¿La luz se observa como onda? ¿Por qué?

Imagen tomada de: <https://sites.google.com/site/benarabifq/2o-de-bachillerato-fisica/optica/refexion-y-refraccion>

TRABAJO CON EL PROFESOR

8. Compartimos con nuestro profesor el trabajo realizado en la vivencia y le solicitamos valorarlo, además le pedimos que nos aclare las dudas e inquietudes con respecto a la actividad desarrollada.



Fundamentación Científica

TRABAJO EN EQUIPO

1. Nos reunimos por grupos de trabajo y de manera democrática asignamos a un compañero del grupo para que lea el siguiente texto.
2. Escribimos en nuestros cuadernos las ideas principales del texto y elaboramos un glosario con todas las palabras nuevas que encontremos:

¡La Luz!¹



Por siglos la humanidad ha percibido el día y la noche, y con ellos la luz y la oscuridad que les rodea, elementos que han desencadenado y desbordado la imaginación de hombres y mujeres. Pero la imaginación no ha sido lo único que se ha despertado en la humanidad gracias a estas dos percepciones, pues con ella despertó la curiosidad por comprenderlas.

Desde sus inicios los seres humanos han dado uso a sus sentidos para relacionarse con su entorno y para recolectar información del medio en el cual se encuentran inmersos para poderlo comprender, y entre esas comprensiones la luz y la oscuridad nunca han faltado. Buena parte de esa información es captada y recogida por el sentido de la visión, que en el ser humano ha venido mejorando con el paso del tiempo. Todos y cada uno de los sentidos han aportado de una u otra

¹ Tomado y adaptado de CALLEJAS, R (2008). Desarrollo de habilidades de pensamiento científico en estudiantes sordos de grado séptimo de aula integrada. Trabajo de grado para obtener el título de licenciado en física. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

forma al desarrollo de las explicaciones y construcciones teóricas que han hecho hombres y mujeres en su afán de entender y transformar su entorno. Pero entre todos los sentidos, la visión es la que les ha permitido en mayor parte conocer el entorno que les rodea, así como relacionarse con sus semejantes por medio de las imágenes “visuales” y sobretodo fascinarse con la luz y la oscuridad, usando el ojo como el órgano encargado para esta función.

Este órgano ha evolucionado para recibir la información sobre el color, la forma, la distancia, la posición acerca de los objetos externos al hombre, la oscuridad, entre otros. Así pues, en más de una ocasión, cuando el mundo se comunica con nosotros se vale de este sentido, reconociéndolo como uno de los más importantes que tiene el ser humano.

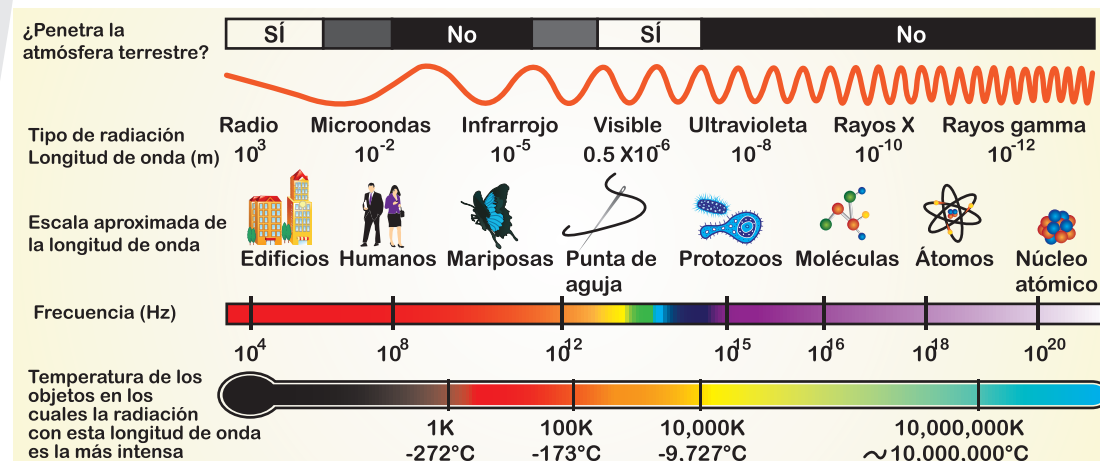
Es así, que para comprender qué es la luz se deben reconocer las dos partes que interactúan: La luz y el ojo.

Hablemos de la luz...

Todo cuerpo que se encuentre en agitación térmica, es decir, que posea su energía interna, es capaz de emitir radiación, esto implica que el espacio que le rodea se tensiona hasta perturbarse, generando que se propague desde él energía electromagnética en forma de onda. Estas ondas se conocen como ondas electromagnéticas que a diferencia de las mecánicas no requieren de un medio para transmitirse, lo que implica que son capaces de moverse en un espacio vacío. Una onda de este tipo es una oscilación del espacio tensionado y posee frecuencia y longitud de onda. La frecuencia determina cuántas oscilaciones realiza por segundo, mientras que la longitud de onda da cuenta de la distancia en la que se comienza a repetir la oscilación; ambas permiten determinar cuánta energía electromagnética transporta dicha onda.

Como todas las ondas, las ondas electromagnéticas poseen una velocidad de propagación que sin importar cuál sea su frecuencia o longitud de onda viajan siempre una velocidad constante de 300.000.000 m/s, dicha velocidad le permitiría a un cuerpo dar 7.5 vueltas a la Tierra por el Ecuador en un segundo.

Las ondas electromagnéticas se organizan dentro de un rango o espectro electromagnético donde se distribuyen u organizan según la longitud de onda, van desde las más grandes hasta las más pequeñas: Ondas de radio, microondas, infrarroja y región visible o luz, rayos ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Dado que la velocidad de estas ondas es la misma, al disminuir la longitud de onda aumenta la frecuencia.



Dentro de este espectro se encuentra un conjunto de ondas de radiación no ionizante que son perceptibles por el ojo humano, con un rango de longitudes de onda que va desde los 780nm (luz de color roja) a los 390nm (luz color violeta), a las que les corresponden frecuencias entre 384THz a 769THz respectivamente. A dicha radiación se le ha denominado luz.

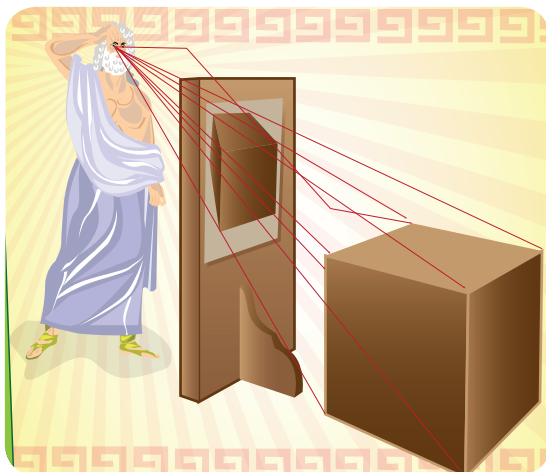
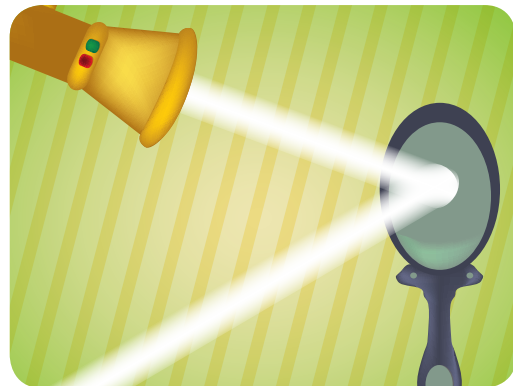
El sol es un cuerpo astronómico con una temperatura cercana a los 5.500°K, que es capaz de irradiar ondas electromagnéticas con diferentes longitudes de onda y por ende frecuencias, dentro de esas está la luz. Las ondas de luz provenientes del sol lucen blancas, razón por la cual reciben el nombre de luz blanca, pero no es de este color porque sea pura, por el contrario, es por la superposición o combinación de todas las ondas perceptibles por el ojo humano.

Por años, el ser humano se ha venido maravillando con los fenómenos y comportamientos de la luz, los cuales lo han llevado al hecho de definirlos y entenderlos, pero no siempre ha comprendido la luz como una onda electromagnética, su historia narra grandes cambios en la forma en la que hombres y mujeres la han comprendido.

Y... ¿Cuál es la historia de la luz?

El ser humano ha buscado comprender el fenómeno de la luz a través de los años, hasta lograr construir teorías que dan cuenta de los fenómenos luminosos, que lo han llevado a una posible comprensión de ellos. Pero con el paso del tiempo las explicaciones han ido cambiando, a medida que dan cuenta de nuevos fenómenos identificados con la evolución del conocimiento humano.

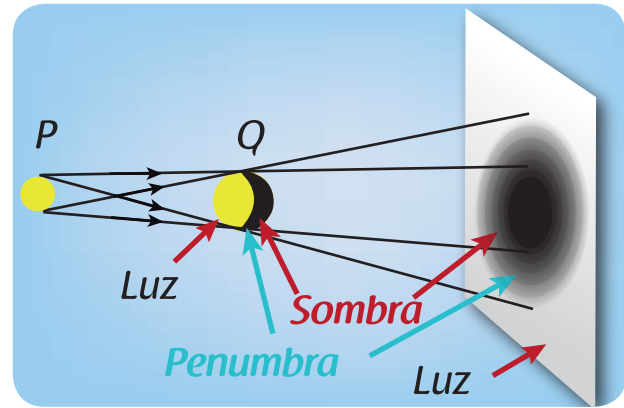
Una de las primeras comunidades interesadas en estos fenómenos fueron los griegos, quienes despreocupados por la naturaleza de la luz enfocaron sus explicaciones hacia sus efectos cuando esta interactuaba con la materia, llegando a la construcción de los conceptos de refracción y reflexión, estableciendo para esta última la igualdad de ángulos de incidencia y reflexión, bajo una serie de parámetros geométricos, asumiendo en la luz una propagación en línea recta, a lo que llamaron los rayos luminosos. Estos rayos cumplían con una característica particular, la cual era que partían de los ojos y llegaban a los objetos, siendo la luz y el sentido de la visión lo mismo².



Aunque no todos los griegos estaban de acuerdo con esta explicación, como fue el caso de Aristóteles, esta perduró por varios años, hasta finales del siglo X, cuando un árabe llamado Alazán logró desvincular el sentido de la visión con los efectos de la luz, al mostrar que cuando la luz del sol pasa por una lente que enfoca los rayos estos producen fenómenos energéticos térmicos, como por ejemplo la quema de papel, estén o no los ojos abiertos.

² A esta concepción de la luz se le conoce como los rayos táctiles, haciendo analogía con el sentido del tacto que debía estar en contacto con el objeto para poderle percibir.

Para el siglo XV, Snell consiguió lo que Tolomeo no había logrado, generalizar geoméricamente la refracción de la luz con una ley que lleva su nombre. La edad media trajo más que esta generalización, dio a conocer una teoría acerca de la naturaleza de la luz. Fue Isaac Newton, un científico inglés, quien en el siglo XVII no sólo argumentó la ya conocida propagación en línea recta de la luz, sino que también concluyó que los rayos de luz se componían de pequeñas partículas, las cuales provenían de los cuerpos luminosos, apoyado en las sombras tangencialmente rectas de los objetos al ser iluminados. Además de ello, este científico postuló que si la luz cambia de medio y este nuevo medio es más denso, la velocidad con la que se propaga la luz aumentará como sucede con las ondas acústicas. Vale la pena resaltar que esta idea exponía una velocidad infinita de la luz y una concepción de la luz con **naturaleza corpuscular** o de partículas que se mueven en el espacio en línea recta.

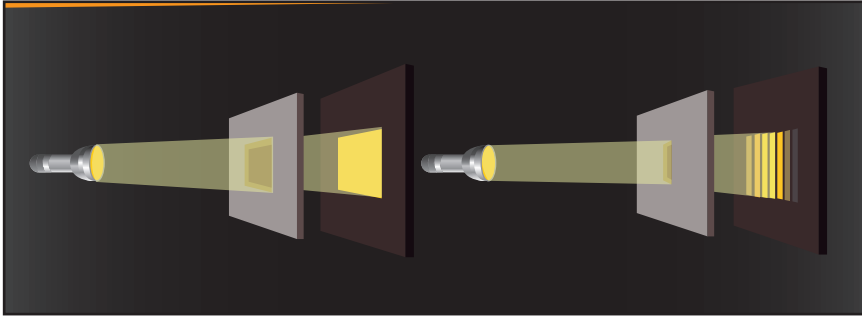


Un gran aporte de Newton a la comprensión de la luz, fue el de determinar que la luz blanca es la superposición de la luz de los diferentes colores, logrando esto al dispersar la luz con un prisma. Para aquella época los colores eran siete, primero porque así se percibían y segundo por las místicas cualidades que tenía en ese momento el número siete; hoy se sabe que son más y que no se puede determinar en dónde cambia el espectro visual de un color a otro.

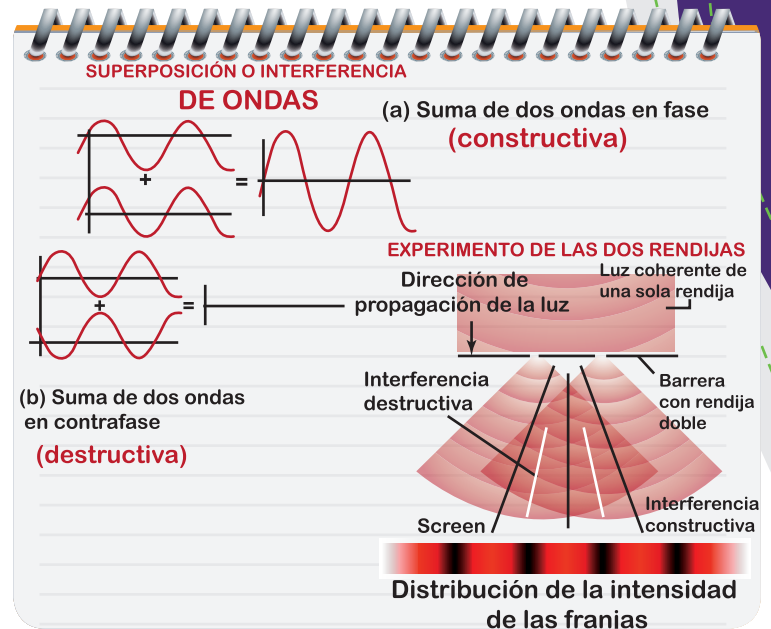


Para aquella época el científico danés Huygens propuso que la luz no era un conjunto de partículas sino una perturbación del medio que se propagaba como una onda, afirmando con ello una **naturaleza ondulatoria** de la luz y no corpuscular como lo afirmaba Newton, centrando sus estudios en los fenómenos ondulatorios de refracción y reflexión en la luz. La teoría de Huygens acerca de la naturaleza de la luz no contó con la misma aceptación de la teoría de Newton al no tener sólidas experiencias sobre su idea.

Pero la teoría corpuscular, como se le conoce a la planteada por Newton, no duró mucho como respuesta a la naturaleza de la luz, entonces las ideas de Huygens de una naturaleza ondulatoria debieron ser retomadas, pues en Italia el científico Grimaldi había descubierto un fenómeno al que llamó difracción, donde un haz de luz se hacía pasar por medio de una rejilla con una longitud muy pequeña y se observaban algunas fracciones luminosas y algunas fracciones oscuras cuando se proyectaban en una pantalla.



Fue en este momento donde la naturaleza corpuscular de la luz comenzó a tambalear. Años después el físico inglés Thomas Young, con la ayuda de Jean Fresnel en la parte matemática, comprobó el comportamiento ondulatorio de la luz con el experimento de las dos rendijas, determinando, bajo la experimentación y el carácter matemático, las interferencia constructiva y destructiva, a causa de la dispersión que sufre la luz cuando pasa por espacios con longitudes pequeñas que originan las franjas luminosas y oscuras por causa del fenómeno de la difracción. Con este trabajo Young (en 1815) consiguió establecer las pequeñas longitudes de onda que portaban las ondas luminosas.



La aceptación de esta nueva teoría, que exponía una naturaleza ondulatoria de la luz, se debió a que esta logró dar cuenta de los nuevos fenómenos al explicarlos y predecirlos, pero también a que fue capaz de dar cuenta de aquellos fenómenos que explicaba la teoría anterior.



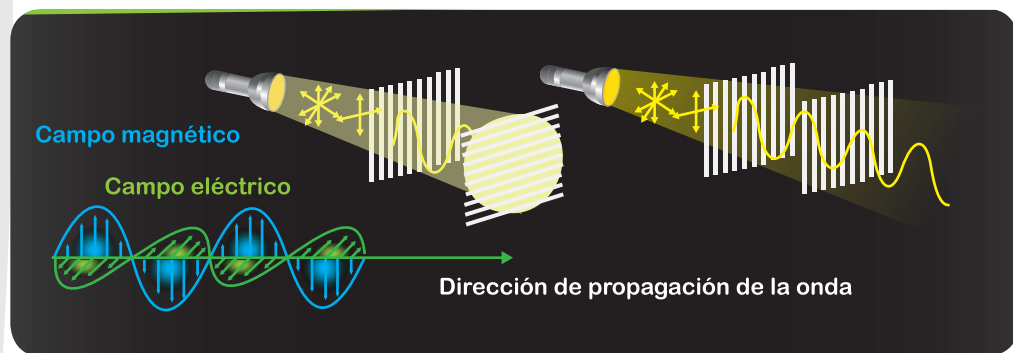
Los trabajos de Huygens resolvieron las cuestiones de la reflexión y refracción con un planteamiento del comportamiento análogo a las ondas mecánicas, lo que también podría aclarar la propagación rectilínea cuando se trazan los frentes de ondas, los cuales se hacen perceptibles cuando el ojo se encuentra en la misma dirección del radio de los frentes de onda esféricos.

A diferencia de lo postulado por Newton, la propagación ondulatoria de la luz como onda predice un cambio en el aumento de su velocidad cuando esta pasa de un medio a otro con menor densidad. Por otro lado, necesitaría de un medio de propagación que estuviese en todas partes, incluyendo el vacío; así fue como apareció el término éter, siendo este el medio de propagación de la luz. Esta sustancia debía cumplir con ciertas características, como por ejemplo, ser menos densa que el aire para evitar la resistencia de los objetos y ser más elástica que él, además de ser transparente y demasiado sutil, entre otras cualidades que aún no

se han podido demostrar.

Para Huygens, la existencia del éter suponía en la luz una onda longitudinal, donde la dirección de perturbación es paralela a la de la propagación, pues algunas ondas mecánicas, aquellas que necesitan un medio material para propagarse, como las acústicas, las cuales consideraba análogas a las ondas luminosas, lo hacen de esta forma.

Las ondas longitudinales presentan los fenómenos de la reflexión, refracción, interferencia y difracción, mas Fresnel encontró en las ondas luminosas un fenómeno que no presentan las ondas longitudinales pero sí las ondas transversales, aquellas en donde la dirección de la perturbación es perpendicular a la dirección de propagación. Fresnel observó que cuando un haz de luz se filtra por medio de una rendija lineal, por allí sólo pasan las ondas cuyas perturbaciones son paralelas al plano de la rendija, la cual impide el paso a aquellas perturbaciones que no son paralelas al plano; a este fenómeno se le conoce como polarización, y sólo se presenta en las ondas transversales, pues cuando una onda longitudinal pasa por un filtro, dependiendo del plano, se detienen todas las perturbaciones o pasan todas y entonces no hay polarización.



Sin embargo, a la par del desarrollo de las teorías acerca de la luz, algunos interesados direccionaron sus estudios a la determinación de la velocidad con la que se propagaba.

Así fue como Galileo se consideró como uno de los primeros en intentar darle un valor a la velocidad de propagación de la luz, la cual se creía infinita, pero él no pudo tener muy buenos resultados. En 1676, el astrónomo danés Roemer, al realizar unas observaciones en uno de los satélites naturales de Júpiter, estableció que esta luna tarda periodos iguales para completar una revolución alrededor de su planeta. Roemer observó dos eclipses seguidos esperando predecirlos y se dio cuenta que la luz proveniente de la luna tardaba más cuando la Tierra y Júpiter se distanciaban, pero disminuía cuando estos se acercaban, a lo que el astrónomo respondió afirmando que la luz debía recorrer una mayor distancia cuando los dos astros estaban menos próximos. A pesar de esto, no hay evidencia que demuestre que este científico haya hecho cálculos sobre la velocidad de la luz.

Casi dos siglos después, en 1849, el francés Fizeau construyó un montaje experimental no astronómico, con el que pudo dar un valor aproximado de $c = 3.15 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Con algunas modificaciones, el también francés Foucault, pudo precisar valores más exactos. Pero fue con los trabajos de Michelson, Pease y Pearson que en 1932 se dio un valor para la velocidad de la luz, el cual fue de

299.781 ± 10 km/s, que en 1976 se pudo confirmar.

Cien años antes de que este valor se diera, James Clerk Maxwell, quien había continuado con los trabajos e ideas de Faraday (el cual había demostrado la relación de los campos magnéticos y eléctricos) demostró que un circuito eléctrico oscilante debía radiar ondas electromagnéticas. Con el desarrollo de su teoría electromagnética compactada en cuatro ecuaciones, llamadas Ecuaciones de Maxwell, este científico escocés expresó matemáticamente la relación y efectos de los campos magnéticos y eléctricos unificándolos en un campo electromagnético.

Desde sus ecuaciones, Maxwell predijo un comportamiento ondulatorio de la propagación de los campos electromagnéticos. Lo importante de esto es que la velocidad de las ondas electromagnéticas tiene un valor igual al calculado en la velocidad de la luz. Esto dio pie para creer que la luz es de naturaleza electromagnética, pero fue hasta 1887 que Heinrich Hertz consiguió producir ondas electromagnéticas de corta longitud de onda con un circuito oscilante y demostró que estas ondas podían ser reflejadas, refractadas, polarizadas y mostrar las demás propiedades de las ondas luminosas.

Con estos dos hechos, las ondas luminosas se consolidaron como ondas electromagnéticas con determinadas longitudes de onda, a las cuales es sensible el ojo humano.

Pero esta nueva teoría no daba cuenta de los fenómenos de absorción (como el caso de la Tierra) y emisión de la luz (como el caso del sol), o por lo menos no con eficiencia. Sobre estos eventos, el científico alemán Max Planck había propuesto con su trabajo de emisión y absorción de radiación de los cuerpos, que la energía de un haz luminoso estaba concentrada en pequeños paquetes de energía, a los que Einstein llamó fotones, los que respondían satisfactoriamente a los eventos de absorción y emisión de luz. Los fotones son partículas elementales indivisibles portadoras de energía que se mueven a la velocidad de la luz y no la pueden superar, ya que uno de los postulados de la relatividad especial dice que esta es la máxima velocidad posible de alcanzar. Los fotones no poseen masa ni carga y su comportamiento es igual al de las partículas. Este comportamiento fue lo que le permitió a Einstein explicar el fenómeno fotoeléctrico donde la teoría ondulatoria no era capaz de predecir sus efectos.

Años más tarde Compton descubrió y determinó el movimiento de un fotón y un electrón antes y después de una colisión entre los dos, a lo que se le conoce como efecto Compton, lo que fortaleció la teoría de un comportamiento corpuscular de la luz.

Bajo estos hechos y retomando el trabajo de Planck sobre la radiación, Einstein



formuló que la energía transportada está dada por la expresión:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Donde E es la energía, h la constante de Planck, c la velocidad de la luz y λ la longitud de onda de la perturbación electromagnética.

La teoría ondulatoria no se abandonó, pues contaba con argumentos muy sólidos para seguir en pie, mas la teoría corpuscular volvió a ser tenida en cuenta. La interpretación matemática de la energía transportada por el fotón se deduce de una idea corpuscular pero que está íntimamente ligada a la idea ondulatoria, gracias a la necesidad de la frecuencia y longitud de onda implícita en la ecuación.

Esta aparente contradicción duró hasta 1930, cuando se desarrolló la teoría cuántica, la cual consiguió armonizar, a través de la probabilidad, las dos teorías, pues esta teoría incluye tanto las propiedades corpusculares y ondulatorias de la luz. De aquí se puede interpretar que los fenómenos de propagación de la luz se pueden explicar de mejor forma a partir de la idea ondulatoria y los procesos de emisión y absorción desde una mirada corpuscular.

La historia de las teorías acerca del comportamiento de la luz plantea un comportamiento dual de esta, como onda o como partícula. Vista como onda se reconoce como una onda electromagnética transversal que puede propagarse en el vacío, que se refleja o refracta dependiendo de la superficie en la que incida y que cambia de velocidad cuando pasa de un medio a otro con diferente densidad. La luz blanca es la superposición de un conjunto de ondas con longitudes de onda muy pequeñas. Al tener una superposición de ondas se puede generar una interferencia constructiva (cuando en la superposición inciden valle con valle y cresta con cresta de las ondas) o destructiva constructiva (cuando en la superposición inciden valle con cresta de las ondas). Además, se difracta cuando pasa por un espacio muy angosto y presenta el fenómeno de la polarización. Vista como partícula se le otorga un comportamiento corpuscular a través de los fotones o paquetes de luz que viajan en el espacio y con los cuales se puede explicar la propagación en línea recta, y los procesos de emisión y absorción de luz en la materia.

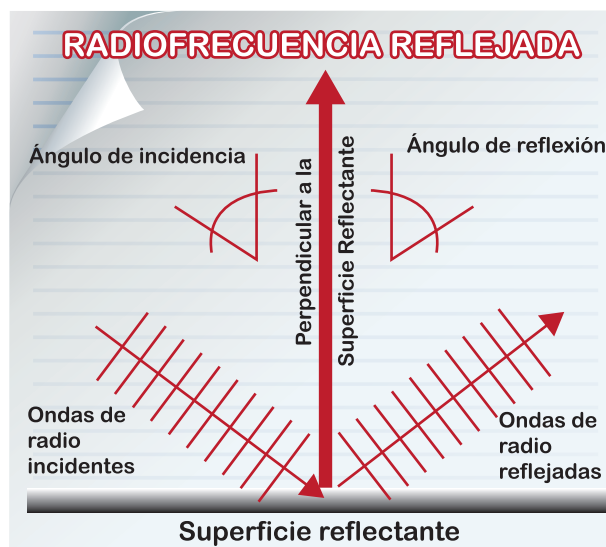
Así, antes de que la teoría cuántica revelara la coexistencia de la dualidad de la naturaleza onda-partícula tanto de la luz como de la materia, los fenómenos ópticos de la reflexión y la refracción podían ser explicados desde las dos distanciadadas teorías corpuscular y ondulatoria. Esto indica que dichos fenómenos se pueden explicar y predecir desde cualquiera de las dos miradas, donde lo único que importa es la propagación de la luz.

Y... ¿Qué es la reflexión?

Consideremos un frente de onda luminosa, luz que se propaga en un medio homogéneo e isótropo (medio con propiedades idénticas en todas sus direcciones), el cual incide sobre una superficie que separa dos medios; si este frente incidente retorna al medio del cual provino con un cambio de dirección, se tiene el fenómeno de la reflexión.

Este fenómeno cumple con dos leyes básicas y se cumplen tanto para la concepción ondulatoria como para la corpuscular. Estas leyes son:

1. Toda superficie de incidencia proyecta una línea perpendicular a la que se le denomina normal, la cual se proyecta en todos los puntos donde inciden los frentes de onda de luz. La normal y la superficie de separación generan un plano, en el cual se encuentran contenidos tanto los frentes incidentes como reflejados (frentes con la nueva dirección).
2. El ángulo que se forma entre el frente de onda de luz incidente y la normal es igual en magnitud al que se forma entre la normal y el frente reflejado. Dependiendo de la superficie en la que incida la luz, esta puede ser de tres tipos: Difusa, regular y especular.



- Reflexión difusa: Se da cuando la superficie del cuerpo o el medio incidente es áspero o granular debido a las irregularidades microscópicas del exterior del medio, esto genera que los frentes de onda de luz reflejados tomen distintas direcciones y no se consiga formar una imagen.
- Reflexión regular: Este fenómeno se da cuando la superficie del medio es liso y se permite la formación de imágenes.
- Reflexión especular: Son reflexiones regulares que se dan cuando la luz incide sobre una superficie perfectamente lisa, un ejemplo de ello sería la reflexión causada por un espejo.

Existen también cuerpos ópticos transparentes, ellos permiten el paso de la luz sin que se altere su composición; a pesar de permitir el paso de la luz estos cuerpos también son capaces de reflejar parte de la luz que incide en ellos.

Las reflexiones especulares y regulares se presentan en espejos, que son superficies planas lisas y pulidas reflectantes. Dependiendo de su forma, los espejos producen ciertos fenómenos de reflexión.

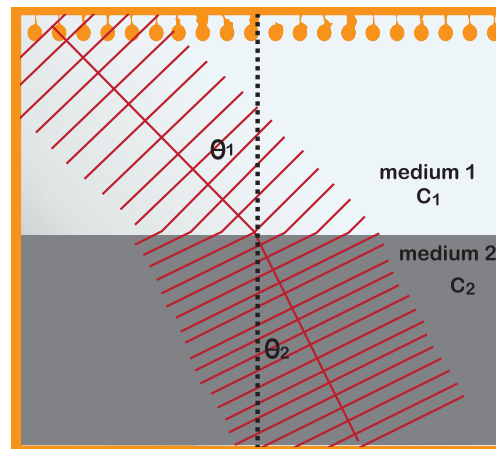
Los espejos planos producen imágenes virtuales (imágenes que no se pueden proyectar y dan la sensación al ojo de estar allí aunque en realidad no lo están) que invierten la simetría derecha-izquierda. Las imágenes que se forman tienen el mismo tamaño y forma real, debido a que los frentes de onda de luz reflejados siguen siendo paralelos.

Y.. ¿La Refracción?

Ahora consideremos un frente de onda de luz que se propaga en un medio homogéneo e isótropo, el cual incide sobre una superficie que separa dos medios; si el frente de onda de luz penetra el nuevo medio cambiando su dirección y velocidad de propagación, se tiene el fenómeno de la refracción.

El cambio de dirección y velocidad de propagación se debe a las diferentes densidades ópticas de los medios, cada medio tiene una densidad específica que genera la desviación de los frentes de onda de luz que lo penetran. Dicho fenómeno cumple también con dos leyes básicas que lo describen:

1. Toda superficie de incidencia proyecta una línea perpendicular a la que se le denomina normal, la cual se proyecta en todos los puntos donde inciden los frentes de onda de luz. La normal y la superficie de separación generan un plano, en dicho plano se encuentran contenidos tanto los frentes de onda incidentes como refractados (frentes de onda de luz con la nueva dirección después de penetrar en el nuevo medio).
2. La segunda ley de refracción se denomina ley de Snell, en honor a Willebrord Snell, a quien se le atribuye el descubrimiento de la misma. Esta dice que a diferencia de la igualdad de ángulos en la reflexión, en la refracción los ángulos de incidencia y refracción son independientes.



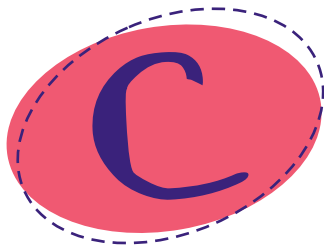
¿Y el ojo humano?

La visión es el resultado, en primera instancia, de la interacción entre el ojo y la luz. Los fenómenos de la luz se dan de forma independiente de si los vemos o no, pero se hacen evidentes para nosotros cuando la luz emitida, reflejada o difuminada penetra el ojo, entrando por la córnea donde sufre una pequeña refracción que la dirige hacia el humor acuoso, aquí esta sufre una menor refracción que sirve para enfocar la luz hacia el cristalino, donde esta sufre la mayor refracción dentro del ojo. En el cristalino se cruzan los frentes de onda de luz para entrar al humor vítreo, lugar para la última refracción antes de llegar finalmente a la retina, un mosaico de finas fibras nerviosas que son sensibles a la luz y que conectan al ojo con el cerebro. Allí la luz que penetra, genera reacciones fotoquímicas que producen una diferencia de potencial en las fibras nerviosas, haciendo propagar en ellas pulsos eléctricos hasta llegar a la corteza cerebral, órgano codificador

de la información; siendo este el proceso que permite que el ser humano pueda percibir la luz, y en ausencia de ella la oscuridad.

TRABAJO CON EL PROFESOR

3. Compartimos con nuestro profesor las ideas principales escritas en nuestros cuadernos y el glosario extraído de la lectura anterior, para que evalúe la actividad.



Ejercitación

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Luego del desarrollo de la fundamentación científica y teniendo en cuenta mi comprensión sobre la luz, sus características e historia, complemento y fortalezco mis respuestas a las preguntas propuestas en la vivencia, haciendo uso del lenguaje científico.
2. Completo en mi cuaderno el siguiente cuadro con el que describo cada fenómeno de la luz y los científicos que explicaron cada fenómeno y naturaleza de la luz:

NATURALEZA Y FENÓMENOS DE LA LUZ		
FENÓMENO Y NATURALEZA DE LA LUZ	INVESTIGADORES	EXPLICACIÓN DEL FENÓMENO
Naturaleza corpuscular		
Naturaleza ondulatoria		
Naturaleza dual		
Reflexión		
Refracción		
Dispersión		
Polarización		

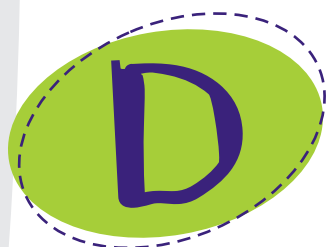
3. En mi cuaderno respondo los siguientes planteamientos:
 - a. ¿El fenómeno de la polarización de la luz es un argumento a favor de la teoría corpuscular de la luz? ¿Por qué?
 - b. ¿Cuando la luz que proviene del sol entra a la atmósfera aumenta su velocidad en este nuevo medio? Justifico mi respuesta.
 - c. ¿Qué fenómeno de la luz puede determinar que la luz sea una onda transversal? ¿Por qué?
 - d. ¿Por qué cuando atardece el cielo se torna rojizo? Explico.
 - e. ¿Por qué no se puede ver el reflejo de las cosas sobre el asfalto?
 - f. ¿Los fenómenos ópticos son diferentes a los fenómenos luminosos? Justifico mi respuesta.

TRABAJO EN EQUIPO

4. Socializo con mis compañeros de equipo las respuestas dadas a las actividades anteriores para poder complementarlas.

TRABAJO CON EL PROFESOR

5. Compartimos con nuestro profesor el ejercicio desarrollado para que lo valore y aclare las dudas presentadas.



Aplicación

TRABAJO INDIVIDUAL

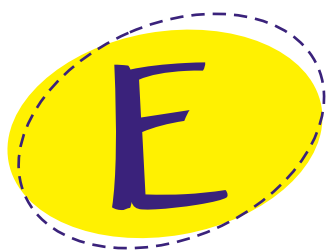
1. Con las comprensiones alcanzadas sobre la luz, sus características y fenómenos, realizo un cartel en el cual explique cómo ocurren estos fenómenos en las ondas mecánicas.
2. Describo en mi cuaderno una situación que observe cotidianamente, donde participe cada uno de los fenómenos de la luz y explico por qué y cómo ocurre dicha situación, para ello completo el siguiente cuadro:

Situación	Fenómeno	¿Por qué y cómo ocurre?
	Refracción	
	Reflexión	
	Difracción	
	Polarización	

- Indago en mi familia sobre lo que saben acerca de la naturaleza de la luz y cómo la comprenden; analizo y organizo la información que me entreguen y la ubico dentro de una de las teorías científicas de la naturaleza de la luz. Con esta información construyo un gráfico de barras en donde se comparen las distintas concepciones que tiene mi familia sobre la naturaleza de la luz y las expongo en las actividades de conjunto.

TRABAJO CON EL PROFESOR

- En una mesa redonda y en compañía del profesor socializamos las actividades desarrolladas para que las evalúe.



Complementación

TRABAJO INDIVIDUAL

- Leo con atención el siguiente texto para poder dar respuesta a las actividades planteadas:

7 COSAS QUE NO SABÍAS DE LOS ARCOÍRIS:
Desde por qué nunca verás uno igual hasta cómo se pueden producir en la noche.³

3 Tomado de QUO. 7 cosas que no sabías de los arcoíris. Recuperado de <http://quo.mx/10-cosas-que/2013/09/04/7-cosas-que-no-sabias-de-los-arcoirris>

Dicen que ver un arcoíris es de buena suerte y que si llegas al final te encontrarás una vasija llena de oro, pero ya en serio, un arcoíris se produce cuando la luz pasa a través de las gotas de agua que se encuentran en la atmósfera y gracias a uno de los fenómenos de la luz se forma el espectro en forma de arco. Sin embargo, hay una serie de hechos fascinantes que seguro desconoces, por eso te traemos 7 datos desconocidos de los arcoíris que retomamos de The Huffington Post.

- Raramente son vistos al mediodía:** Los arcoíris son más comunes por las mañanas o por las tardes, ¿por qué? Pues resulta que para que se forme este fenómeno, la luz solar debe alcanzar una gota de lluvia en 42 grados. Si el sol está en el cenit es dudoso que alcance este ángulo, según el sitio web de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).



2. **Pueden aparecer por la noche:** Estos se llaman “moonbows” o “arcos de luna” ya que los rayos de luz provienen de reflejos de la luna en lugar del sol.
 3. **Dos personas no pueden ver el mismo arcoíris.** De acuerdo con LiveScience, cada persona observa desde un ángulo completamente distinto, la luz rebotada de ciertas gotas de lluvia del arcoíris que yo veo, es distinta de la luz que rebota que ven otras personas, simplemente porque dos sujetos no pueden estar en el mismo lugar, ocupando el mismo espacio, exactamente al mismo tiempo para ver el mismo fenómeno.
 4. **No existe el final del arcoíris:** Al igual que la luna, los arcoíris parecen moverse cuando nosotros nos movemos porque la luz que forma el arcoíris lo hace a una distancia y ángulo específico del observador, de modo que esta distancia siempre será la misma entre el arcoíris y nosotros por más que queramos acercarnos, escribe Jacqueline Howard en Huffington Post.
 5. **No se pueden ver todos los colores:** La creencia que dice que los arcoíris están formados por siete colores: Rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta, es falsa, porque realmente un arcoíris se compone de más de 1 millón de colores, incluyendo colores que el ojo humano no puede percibir.
 6. **Existen dobles, triples y cuádruples arcoíris:** Más de un arcoíris puede verse simultáneamente gracias a la forma en que la luz rebota adentro de una gota de agua, de acuerdo con National Geographic. Cuando la luz rebota dos veces en el interior de las gotas de agua se produce un arcoíris doble, y cuando la luz rebota tres veces se producen los fenómenos triples, y si esto sucede cuatro veces podemos ver cuádruples arcoíris.
 7. **Puedes desaparecerlo:** No es magia, simplemente si te pones unos lentes polarizados dejarás de observarlo. ¿La razón? Estas gafas están recubiertas con una capa de moléculas alineadas verticalmente y la luz que refleja el agua viaja horizontalmente.
2. Teniendo en cuenta la lectura anterior respondo en mi cuaderno las siguientes preguntas, justificando mis respuestas:
- a. ¿Qué condiciones se requieren para poder observar un arcoíris?
 - b. ¿Qué fenómeno de la luz permite que se formen los arcoíris?
 - c. ¿Por qué no se pueden formar arcoíris si no se forman ángulos de 42° entre la luz y las gotas de lluvia?
 - d. ¿Por qué no es factible observar un arcoíris al medio día?
 - e. ¿A qué se referirá el texto cuando dice “los rayos de luz provienen de reflejos de la luna en lugar del sol”?
 - f. ¿Por qué en la noche se forman círculos y en el día arcos?
 - g. ¿A qué se referirá el texto cuando dice “la luz se forma el espectro en forma de arco”?
 - h. ¿Por qué el arcoíris no tiene sólo 7 colores?
 - i. ¿Cuándo podemos observar dobles, triples y cuádruples arcoíris?
 - j. ¿Por qué al usar gafas polarizadas desaparecen los arcoíris?

3. Construyo un cartel en el cual explique de forma gráfica cómo se forma un arcoíris y que además sintetice las 7 curiosidades mencionadas en el texto, para ser expuesto en el periódico mural.

TRABAJO CON EL PROFESOR

4. Compartimos con nuestros compañeros y profesor el trabajo realizado para que sea evaluado.

Evaluación Por Competencias

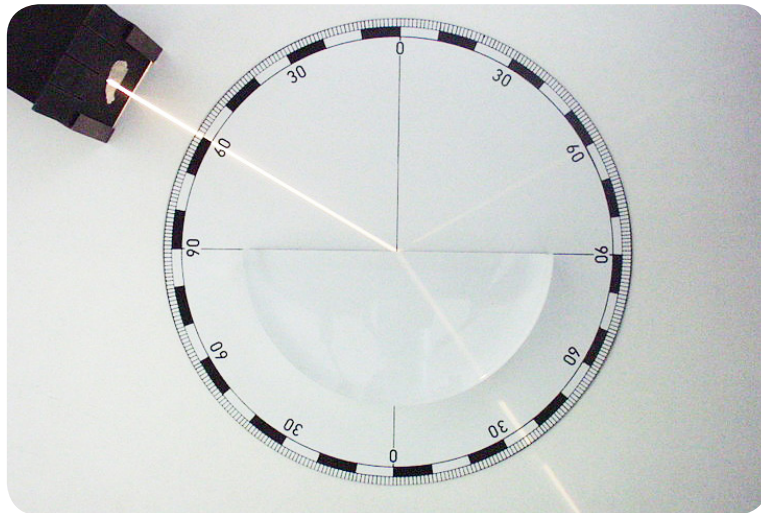
A continuación me proponen resolver un conjunto de preguntas o realizar algunas actividades, que tienen como propósito identificar aquellos aspectos que muestran mis fortalezas y aquellos en los que debo reforzar, posterior al estudio de la temática propuesta en la guía.

Preguntas de selección múltiple con única respuesta

Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta, entre las cuales debo escoger la que considere correcta y escribirla en mi cuaderno.

Respondo las preguntas 1,2 y 3 de acuerdo a la siguiente información:

Un estudiante de Ciencias Naturales realiza una práctica de laboratorio en la que intenta medir el ángulo de incidencia que tiene un haz de luz y para ello realiza el siguiente montaje⁴ :



1. Del cual logra concluir que:

- A. No hay ángulo de incidencia.
- B. El ángulo de incidencia es de 30° .
- C. El ángulo de incidencia es de 60° .
- D. El ángulo de incidencia es de 90° .

⁴ Imagen tomada de <http://schoolphysics.wordpress.com/fisica-11/> el 9 de septiembre del 2014.

2. El estudiante puede afirmar en el informe de práctica de laboratorio, al entregarlo a su maestro, que en esta experiencia se pueden observar los fenómenos de:

- A. Reflexión y difracción de la luz.
 B. Polarización y refracción de la luz.
 C. Difracción y refracción de la luz.
 D. Reflexión y refracción de la luz.

2

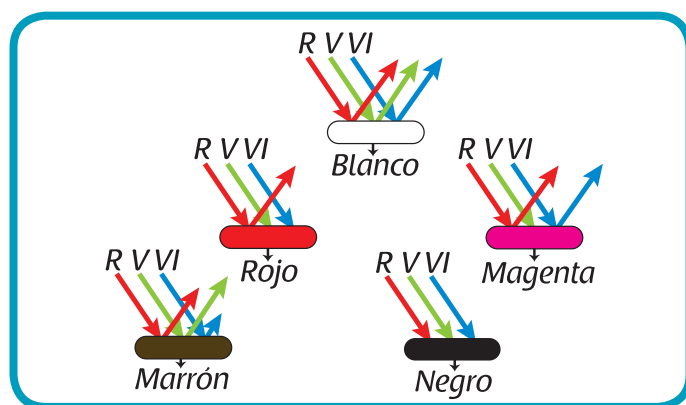
3. Al realizar el análisis de datos, el estudiante debe afirmar que los ángulos de incidencia, el refractado y reflejado medidos correspondientemente son:

- A. 30° , 60° y 30° .
 B. 60° , 30° y 60° .
 C. 60° , 60° y 30° .
 D. 30° , 60° y 60° .

3

Respondo las preguntas 4 y 5 de acuerdo a la siguiente información⁵:

Un laboratorio de física se encuentra estudiando el color de los objetos y ha logrado determinar que no todos ellos absorben y reflejan la luz del sol de la misma forma. Resultado de su experimentación, lograron determinar la siguiente información que presentan en forma gráfica, donde los objetos absorben ciertas longitudes de onda pero reflejan otras:



⁵ Tomado y adaptado de ies-tic. El color. Recuperado de <http://ies-tic.wikispaces.com/1.2.5.-+El+color>

4. De este análisis el laboratorio puede afirmar:

- A. Que las hojas de los árboles absorben todas las longitudes de onda lumínicas que provienen del sol para la fotosíntesis y por ello observamos el color verde.
- B. Que las hojas de los árboles absorben todas las longitudes de onda lumínicas que provienen del sol para la fotosíntesis y por ello el color verde no se refleja.
- C. Que las hojas de los árboles no absorben todas las longitudes de onda lumínicas que provienen del sol para la fotosíntesis y por ello observamos el color verde.
- D. Que las hojas de los árboles no absorben todas las longitudes de onda lumínicas que provienen del sol para la fotosíntesis y por ello el color verde no se refleja.

4

5. Del gráfico planteado por el laboratorio los científicos pueden interpretar que los casquetes polares funcionan como grandes:

- A. Espejos refractores de luz.
- B. Fuentes de absorción de luz.
- C. Espejos reflectores de luz.
- D. Fuentes de emisión de luz.

5

Glosario

- **Corpúsculo:** Antigua denominación de las partículas elementales de la materia. Nombre genérico que recibe una serie de pequeñas estructuras.
- **Espectro:** Resultado de la dispersión de un conjunto de radiaciones, de sonidos y, en general, de fenómenos ondulatorios, de tal manera que resulten separados de los de distinta frecuencia.
- **Oscuridad:** Falta de luz o claridad que dificulta la percepción de las cosas.
- **Rayo:** Línea de luz que procede de un cuerpo luminoso.

