



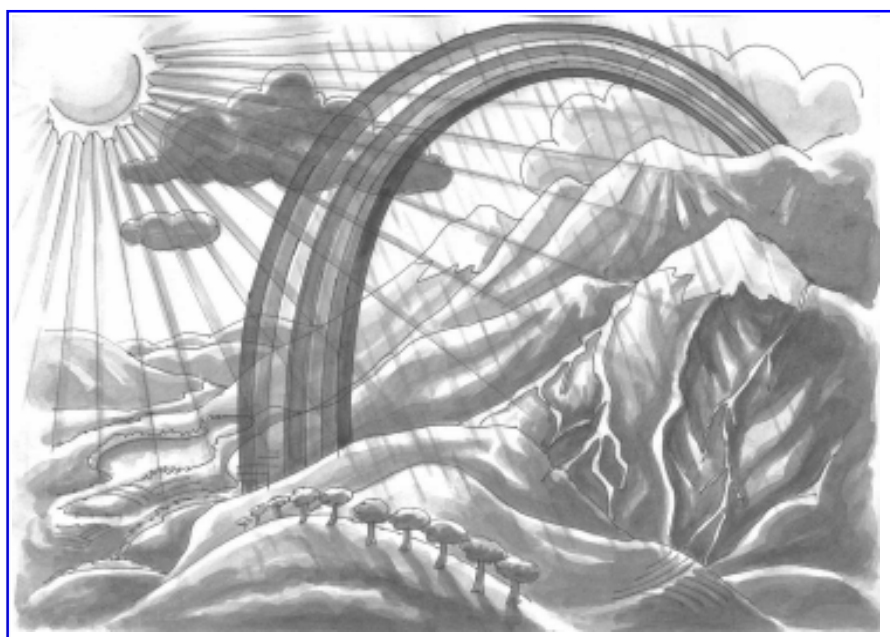
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

PLANCAD
SECUNDARIA 2000

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE



Fascículo Autoinstructivo

3.4

LUZ

Producción y Publicación:
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DINFOCAD/UCAD/PLANCAD
Van de Velde 160 San Borja
Lima.

Autoría:
Universidad Peruana Cayetano Heredia
Facultad de Educación

Equipo de Trabajo:
Alina Gómez Loarte
Luis Huamán Mesía
Carmen Lauro Guzmán
César Quiróz Peralta
Adela Rodríguez

Corrección de Estilo:
Miguel Incio Barandiarán

Diagramación:
Rosa Támara Sarmiento

Revisión de textos:
PLANCAD:
Jorge Jhoncon Kooyip
UDCREES:
Elizabeth Quinteros Hajar
Héctor Yauri Benites

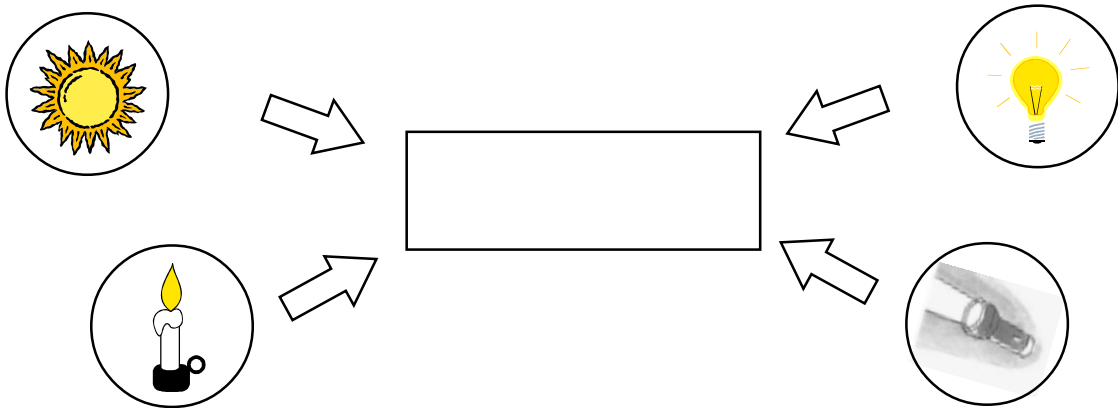
Índice

I.	Naturaleza de la luz		
1.1	Concepto	1	
1.2	Velocidad de la luz	2	
1.3	Ondas electromagnéticas	4	
1.4	Espectro luminoso	6	
1.5	Los cuerpos y la transmisión de la luz	10	
	1.5.1	Cuerpos opacos	11
	1.5.2	Cuerpos transparentes	11
	1.5.3	Cuerpos traslúcidos	11
II.	Fenómenos ópticos		
2.1	Fenómenos ondulatorios de la luz	12	
	2.1.1	Difracción	12
	2.1.2	Interferencia	14
	2.1.3	Polarización	14
	2.1.4	Luz laser	15
2.2	Reflexión de la luz	17	
	2.2.1	Clases de reflexión	17
	2.2.2	Elementos de la reflexión	18
	2.2.3	Leyes de reflexión	19
	2.2.4	Aplicaciones	19
2.3	Refracción	21	
	2.3.1	Contenidos importantes	21
	2.3.2	Elementos	22
	2.3.3	Leyes de la refracción	22
	2.3.4	Índice de refracción	22
	2.3.5	Aplicaciones	23
	Autoevaluación	25	
	Respuestas	26	
	Glosario	28	
	Bibliografía	29	

I. NATURALEZA DUAL DE LA LUZ

1.1 CONCEPTO

Observa los siguientes dibujos y determine el factor común entre todos ellos:



Desde que el hombre entró en contacto con su medio, hace unos cinco millones de años, siempre ha investigado para comprender y dar respuesta a los diversos fenómenos que observa a diario. La luz generada por el sol es la que ha favorecido el desarrollo de su capacidad visual, la que, a su vez, le ha permitido el contacto con la naturaleza.

A continuación define brevemente la luz



Para un mejor entendimiento de la luz y su naturaleza te invitamos a leer el siguiente texto:

En el siglo V a.C. los filósofos Sócrates y Platón especulaban que la luz estaba hecha de tentáculos o filamentos que el ojo emitía y que entraban en contacto con los objetos para hacerlos visibles. Posteriormente, Newton, entre otros, propuso que la luz era un conjunto de partículas provenientes de una fuente luminosa, que al contactar con nuestros ojos producían la sensación visual. El mismo Newton, logró explorar los fenómenos de refracción y reflexión de la luz. A mediados del siglo XVII la mayoría de investigadores aceptaban la teoría corpuscular, pero había comenzado a progresar entre los estudiosos la idea

de la luz como un movimiento ondulatorio de cierta naturaleza. Ese fue el caso de Christian Huygens, que en 1678 demostró que la reflexión y refracción se pueden explicar basándose en la teoría ondulatoria. Pero esta teoría no fue aceptada porque se objetó de que no era posible ver detrás de las esquinas, asumiendo que las ondas pueden doblar los obstáculos de su trayectoria (hoy sabemos que las longitudes de las ondas luminosas son tan pequeñas que, aun cuando haya una flexión esta es tan reducida que no se puede observar). Al respecto Grimaldi, en 1665, publicó un libro sobre la flexión de una onda luminosa en los bordes de un objeto, a este fenómeno lo llamó difracción.

Más tarde, otros científicos encontrarían nuevas pruebas a favor de la teoría ondulatoria de la luz. (Thomas Young, Fresnell, Foucault). Sin embargo, en base a los trabajos de Maxwell, los científicos Hertz y Kirchoff lograron producir ondas por medios eléctricos y aplicar ecuaciones que explican los fenómenos de interferencia y difracción de la luz. En forma paralela a esto se estudiaba otro fenómeno: el efecto fotoeléctrico, consistente en que cuando un rayo de luz incide sobre una superficie metálica se expulsan electrones cuya energía es independiente de la intensidad de la luz incidente. En 1905, Albert Einstein demostró que la energía de la onda luminosa estaba constituida por pequeños paquetes o corpúsculos llamados fotones, que cuando inciden sobre la superficie expulsan los electrones.

En la actualidad se considera que la luz tiene naturaleza dual, es decir, según la experiencia a la que se le someta, se presenta como:

- Onda: Con una frecuencia y longitud de onda característica.
- Corpúsculo: Se le considera como un chorro de fotones de energía.

Este enfoque se consolidó cuando Davison y Germer comprobaron que los electrones se difractan, y Heisenberg, Rodinger, Dirac y otros enunciaron la teoría de **mecánica cuántica**, en la que se establece: "todo electrón en movimiento lleva asociada una onda"

En base a la lectura anterior responde:

¿Qué diferencia fundamental existe entre la Teoría Corpuscular y la Ondulatoria sobre la naturaleza de la luz?

1.2 VELOCIDAD DE LA LUZ

Ahora debes recordar una cifra muy conocida:

¿Cuál es la velocidad de la luz?

Pero para calcular esta cifra los científicos tuvieron que realizar diversas investigaciones, como las siguientes:

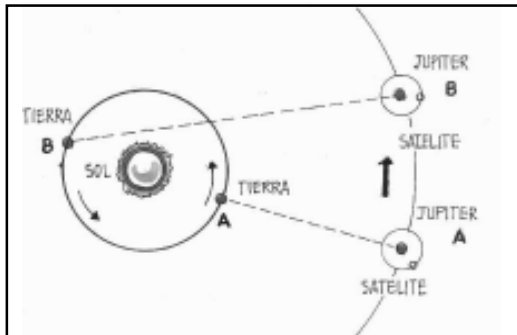
- **GALILEO:** Estudioso italiano, midió el tiempo en que se propaga la luz, entre las

ceras de las colinas separadas por una distancia conocida. Pero sólo llegó a concluir que la cifra debía ser muy alta.

- **ROMER, Olaus:** Astrónomo danés, que midió por primera vez la luz, en base a las discrepancias de los movimientos de los satélites de Júpiter.

¿Y cómo lo hizo?

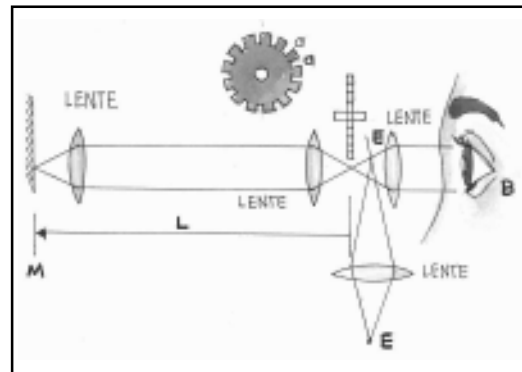
Observa el siguiente gráfico y relaciónalo con el texto de la derecha.



Los satélites del planeta Júpiter se eclipsan periódicamente y pueden adelantarse hasta en 8 minutos (Posición A) y retrasarse también hasta en 8 minutos (Posición B).

Esto se debe al tiempo que la luz tarda en recorrer el diámetro de la órbita terrestre. Con estos datos se determinó la velocidad de la luz en 220.000 km/s.

- **FIZEAU, Louis:** Ideó un dispositivo para calcular la velocidad de la luz, cuyo esquemase muestra en la figura adjunta. Este consistía en hacer girar la rueda y enviar haces intermitentes de luz hacia el espejo, el cual las reflejaría con dirección al observador. El cálculo se hacía a partir de la distancia conocida entre el espejo, la rueda y la velocidad de rotación de la rueda.



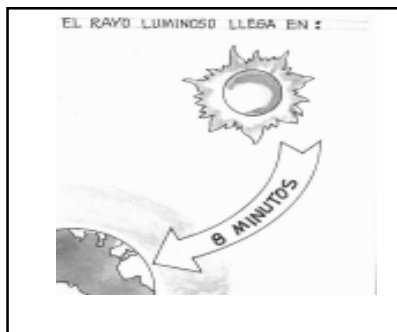
- **MICHELSON, Albert:** Físico norteamericano. En 1880, por medio de una lente, dirigió la luz proveniente de una fuente intensa hacia un espejo octagonal inicialmente en reposo. Luego se ajustó el espejo para que un rayo de luz se refleje a un espejo que estaba en una montaña a 35 km de distancia. Observó que cuando el espejo está en



reposo, la luz se refleja directamente hacia el ocular (A). La luz reflejada no llega al ocular cuando el espejo gira demasiado lento (B) o demasiado aprisa (C). Pero cuando gira con la rapidez correcta (D) de un octavo de rotación, la luz llega al ocular. Por lo tanto dividió la distancia total de 70 Km entre dicho tiempo y obtuvo el valor de 299 920 km/s el cual se redondeó a 300 000 km/s. Con este experimento este científico logró ganar el Premio Nobel de Física en 1907.



Algo más sobre la velocidad de la luz



La distancia que recorre la luz en un año se llama **año luz**.

Nuestra galaxia tiene un diámetro de 100 000 años luz, por lo tanto, la luz tarda 100 000 años para atravesar la galaxia de un extremo al otro; algunas de las galaxias están a 10,000 millones de años luz de la Tierra, si algo ocurriera en ellas tardaríamos millones de años en enterarnos.

¡La luz es muy veloz y el universo muy grande!

Ahora completa las siguientes ideas

b. El astrónomo que determinó por primera vez la velocidad de la luz fue:

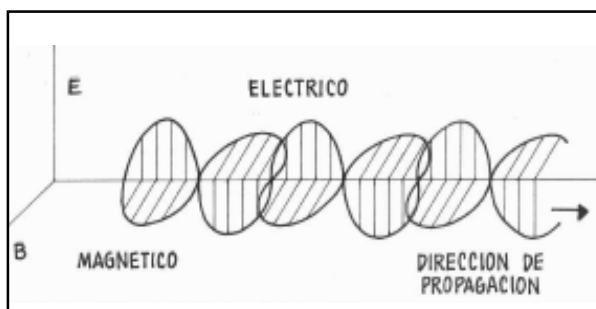
.....

c. La actitud que le permitió a Michelson comprobar y precisar la velocidad de luz fue:

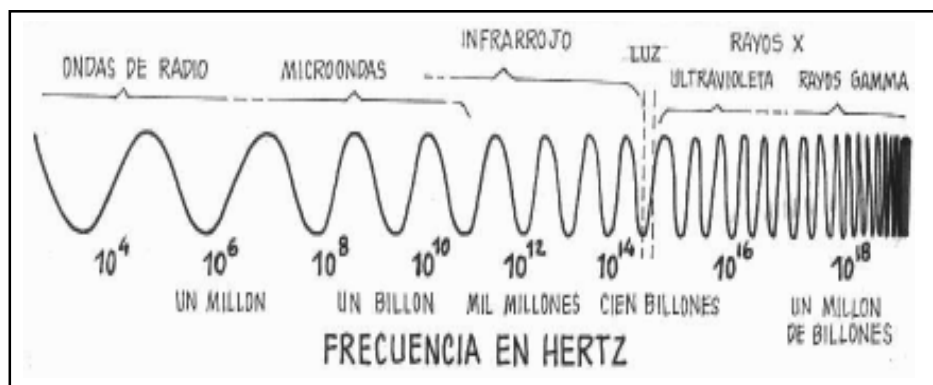
.....

1.3 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

En la actualidad, se reconoce que la luz es una forma de energía que se propaga como una onda electromagnética, constituida por campos eléctricos y magnéticos que vibran en planos perpendiculares entre sí y en la dirección de la propagación. Observa la figura:



Ahora, observa la siguiente figura que representa el espectro electromagnético:



Como hemos visto, la luz constituye una parte del conjunto de ondas electromagnéticas. Observa la figura anterior y menciona los otros tipos de ondas que faltan y que son de uso común o cotidiano:

CARACTERÍSTICAS DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS:

Las ondas electromagnéticas luminosas tienen tres características que las diferencian del resto de ondas:

- Se propagan en medios materiales y también puede hacerlo en el vacío, debido a esto percibimos la luz del sol a pesar que tiene que atravesar el inmenso vacío interestelar existente entre él y nosotros.
- Se propagan en el vacío a una velocidad aproximada de 300 000 km/s, por esto percibimos instantáneamente la luz que emite, por ejemplo, un foco de luz cuando lo encendemos.
- Presenta una longitud de onda muy pequeña, la que puede variar entre los 3,8 diez milésimas de milímetro y las 7,6 diez milésimas de milímetro. Estos valores corresponden a la luz de los distintos colores y tonalidades que podemos observar.

Ahora te invitamos a investigar:

¿Cuál es el color de menor frecuencia y menor longitud de onda?

¿Cuál es el color de mayor frecuencia y mayor longitud de onda?

Otras ondas electromagnéticas:

Existen ondas electromagnéticas cuyas longitudes de onda se encuentran por encima o debajo de los límites de las ondas luminosas, estas ondas constituyen:

Los Rayos Infrarrojos: Son ondas electromagnéticas cuya frecuencia es menor que la luz visible roja, producen la sensación de calor; por ejemplo, la luz solar puede producir quemaduras a la piel cuando hay una exposición prolongada. Su origen y frecuencia dependen de la temperatura del cuerpo.

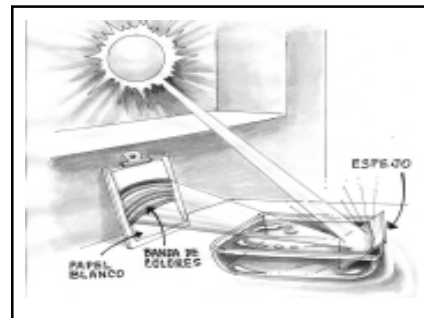
En tal sentido, nuestro organismos emite radiaciones infrarrojas debido a nuestra temperatura corporal lo que puede hacerse evidente a través de una tomografía (fotografía de nuestra radiación infrarroja). Podemos apreciar diferentes colores que representan las diferentes temperaturas de nuestro cuerpo. Esta técnica se utiliza en medicina para detectar los tumores que presentan colores distintos.

Los Rayos Ultravioletas: Son ondas electromagnéticas cuya frecuencia es mayor que la luz visible violeta, poseen alta frecuencia y, por ende, mayor energía y mayor capacidad de penetración. Pueden provocar fenómenos que dependen de la intensidad de la radiación que llega al cuerpo. Así, por ejemplo, una intensa radiación ultravioleta en la piel puede producir cáncer a la piel, pero una menor cantidad permite la síntesis de la vitamina D en nuestro organismo.

1.4 ESPECTRO LUMINOSO:

¡Ahora, experimentemos!

- Coloca un recipiente lleno de agua a pleno sol.
- Apoya un espejo de bolsillo rectangular enfrente de una de las paredes internas, que tenga un papel blanco, inclínalo hasta que la luz del Sol tenga contacto con ella y orienta la banda coloreada que observas hasta la pared más cercana. (ver figura)



Ahora, responde en base a tus observaciones:

¿Qué fenómeno óptico has observado?

¿Qué función cumplen el espejo y el agua en esta experiencia?

¿Por qué se formó la banda de colores?

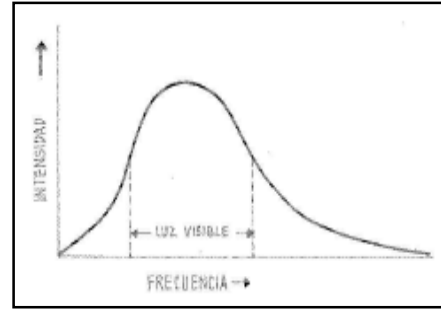
¿Qué colores se observan?

Bien, llamaremos ESPECTRO a la franja coloreada que se observó en el papel blanco, es evidente además que todos los colores del espectro conforman el rayo de luz blanco que penetró en el espejo y el agua.

En tal sentido se define al espectro luminoso como:

Parte del gran espectro de la radiación electromagnética que está conformado por diversos colores.

Observa el gráfico del espectro electromagnético, tratado en el punto anterior (ondas electromagnéticas). Los colores se ubican en la franja de luz. El gráfico indica, además, la intensidad de las frecuencias en la luz solar; así, por ejemplo, las frecuencias más bajas de la luz solar corresponden al rojo y no son tan brillantes como las frecuencias medias de las regiones del amarillo y verde. Pero la porción azul y violeta de la luz solar tampoco son tan intensas como el amarillo y verde, esto se debe a que, la **intensidad o brillantez de las frecuencias en la luz solar no es homogénea.**



Esta relación entre la frecuencia y la intensidad se representa a través de la gráfica "**Curva de radiación de la luz solar**". Queda claro que, la luz solar, tiene una intensidad máxima en la región verdiamarilla, ubicada en el centro del intervalo de luz visible.

¡Ahora, investiguemos!

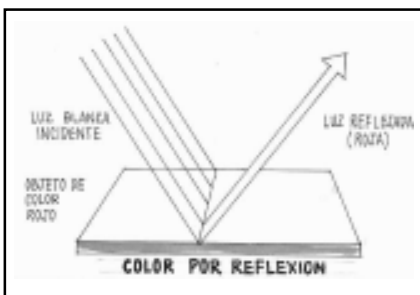
¿Quién y cómo demostró la descomposición de la luz por primera vez?

¿Cómo se observan los colores?

Como recordarás, la luz blanca es una combinación de la luz de todas las frecuencias visibles (siete colores). Por ello podemos afirmar que el blanco no es un color, sino una combinación de siete colores, del mismo modo, el fenómeno de absorción total en los objetos produce el llamado "color negro".

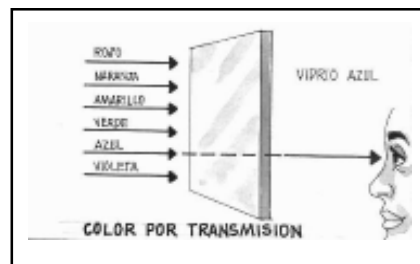
En consecuencia el color de un objeto se debe al color de la luz que refleja (si es opaco) o que transmite (si es transparente).

Ahora observa estos dos casos:



La luz blanca incide sobre un objeto rojo (opaco) y este refleja la luz roja y absorbe los demás colores.

El vidrio azul sólo transmite la frecuencia de onda que corresponde al color azul. La energía que corresponde a las otras frecuencias es absorbida y el vidrio se calienta.



Como has podido observar, los cuerpos no reflejan toda la luz que les llega, sino que **absorben** una parte y reflejan o transmiten otra parte. Esta absorción se realiza cuando la frecuencia de la luz incidente coincide con las frecuencias naturales de vibración de los electrones del cuerpo reflector o transmisor.

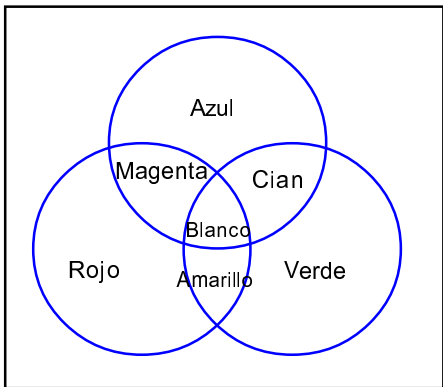
Bueno, es hora de completar las siguientes ideas:

- a. Cuando incide la luz blanca sobre las células vegetales que contienen clorofila, se refleja _____ y se absorbe _____
- b. El arco iris demuestra _____ de la luz en _____
- c. Una manzana es roja porque absorbe _____ y solo refleja _____



¿Las operaciones matemáticas se relacionan con los colores?

Los seres humanos, y unos pocos animales, son capaces de percibir el color a través de tres sensores luminosos que contiene la retina del ojo. Estos identifican tres rangos de frecuencia que corresponden a los colores rojo, verde y azul. El resto de colores se forman combinando distintas cantidades de estos tres colores básicos, tal como se muestra en el siguiente gráfico:



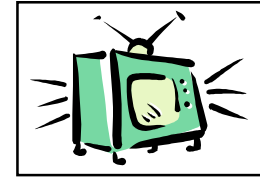
Al proyectar luz roja, verde y azul en igual intensidad sobre una pantalla blanca, las áreas en las que coinciden se ven de distintos colores (amarillo, magenta y cian) y la región donde coinciden las tres luces se observan de color blanco.

- Magenta: rojo azulado o violeta
- Cian: azul verdoso o añil

Pero el hecho de que el verde más el rojo dé un color amarillo no implica que así ocurra al mezclar esos colores en una paleta de pintar, pues las luces de colores **se combinan de manera diferente a como sucede con las pinturas.**

¡Este fenómeno lo puedes observar en los televisores a color!

Si observas de cerca una pantalla de televisión a color, verás que la imagen está compuesta de puntos (o trazos) rojos, verdes y azules. Los puntos rojos y verdes a cierta distancia dan la sensación visual de amarillo.



A esta forma de mezclar colores (luces) se le denomina **mezcla aditiva**.

¡Ahora, completa lo siguiente!

- Los colores básicos (primarios) para el ojo humano son:

- Los colores secundarios se obtienen por mezcla _____ y esto se representa de la siguiente manera:

	+		=	
	+		=	
	+		=	

Bien, por otra parte, el mezclar pinturas y tintes es un proceso totalmente diferente de mezclar luz de distintos colores y se denomina **mezcla de colores por sustracción**.

Se conoce también que las pinturas y los tintes tienen diminutas partículas sólidas de pigmentos que les dan color, absorbiendo ciertas frecuencias y reflejando otras.

Por ejemplo, la pintura azul refleja la luz azul y también el violeta y verde; pero absorbe el rojo, naranja y amarillo.

En consecuencia los colores de pintura o tinte más usados en la mezcla de colores por sustracción son el magenta (rojo azulado), amarillo y el cian (azul verdoso).

Estos colores se aplican en las imprentas, si observas con una lupa las ilustraciones a color te darás cuenta que la superposición de puntos de tres colores más el negro dan la impresión de muchos colores.

Enseguida, completa el siguiente cuadro comparativo entre la mezcla aditiva y sustractiva:

	Mezcla Aditiva	Sustractiva
Criterio de comparación		
Diferencias		
Semejanzas		

¡Bien, investiguemos ahora!

¿Por qué el cielo es azul?

¿Por qué el agua es de color azul verdoso?

1.5 LOS CUERPOS Y LA TRANSMISIÓN DE LA LUZ:

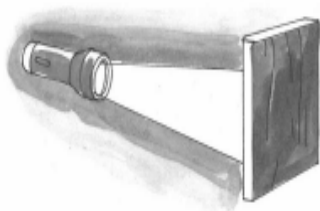


FIGURA 1

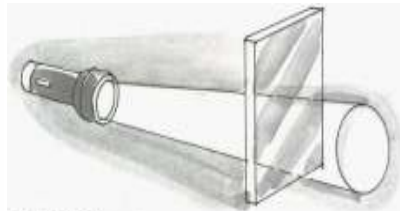


FIGURA 2

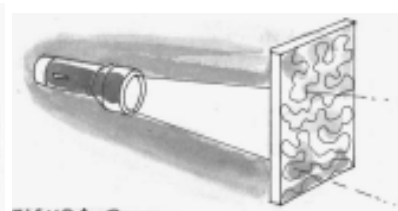


FIGURA 3

Observa la transmisión de la luz en los siguientes objetos:

En base a tus observaciones, contesta a las siguientes preguntas:

¿Por qué la luz no pasa a través de la madera?

¿Por qué la luz atraviesa el vidrio?

¿Por qué la luz atraviesa el vidrio catedral, pero no permite ver correctamente la imagen?

Ahora relaciona con flechas ambas columnas:

* Vinífan incoloro

* Opaco

* Piedra

* Translúcido

* Vidrio catedral

* Transparente

Recordemos, la luz es una forma de energía transportada por ondas electromagnéticas. Al incidir éstas ondas sobre los cuerpos (transmisión) obliga a las cargas eléctricas de los mismos a vibrar, pero esto depende de:

La frecuencia de luz

Frecuencia natural de las
cargas eléctricas del cuerpo

Debido a esto, los cuerpos de acuerdo a la forma como transmiten la luz, se clasifican en: opacos, transparentes y translúcidos.

1.5.1 Cuerpos Opacos

Son aquellos que absorben la luz emitida, impidiéndole su paso, esta energía absorbida se concentra en el cuerpo como energía cinética y una señal de esto es el calentamiento que sufre el cuerpo. Un ejemplo concreto es lo que observas en la figura N° 1 (página 10), la madera retiene o absorbe la luz y no la transmite a través de su cuerpo.

Asimismo, los metales son cuerpo opacos, pero tienen la particularidad de remitir la luz como un reflejo, por ello son brillantes. Esta característica de los metales se debe a que sus electrones externos no están unidos a ningún átomo en particular, y al recibir la onda de luz hacen vibrar a estos electrones, los que emiten sus propias ondas de luz como reflejo.

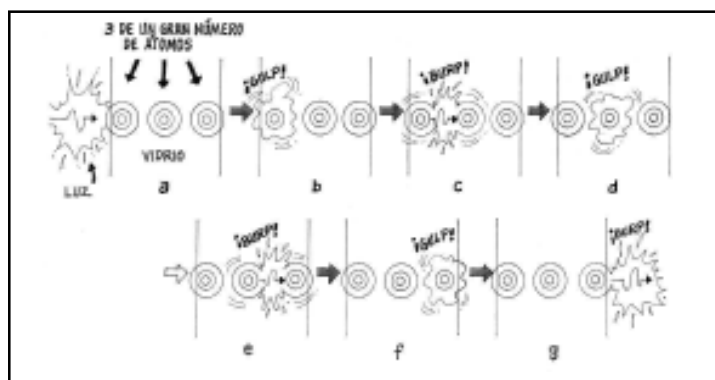


Sabías que....
Nuestra atmósfera es transparente a la luz visible y a una parte del infrarrojo, pero es parcialmente opaca a las ondas ultravioletas (dañan los tejidos orgánicos)

1.5.2 Cuerpos Transparentes

Son los que dejan pasar la luz en líneas rectas y permiten ver, a través suyo, imágenes nítidas. Esto ocurre cuando una onda de luz incide sobre el cuerpo transparente y hace vibrar los átomos, produciendo una cadena de absorciones y reemisiones que llevan la energía a través del material y la vuelven a emitir del otro lado. Debido a esto la luz viaja más lentamente en el vidrio.

Esto se observa a través del siguiente gráfico:



1.5.3 Cuerpos Traslúcidos

Permiten el paso de la luz, pero en forma difusa, imposibilitado ver imágenes nítidas a través suyo. Muchos líquidos y algunos vidrios —como los esmerilados, de catedral, pavonados— son translúcidos.

II. FENÓMENOS ÓPTICOS

La luz tiene una naturaleza dual, debido a esto existen fenómenos ópticos que pueden ser entendidos ya sea por el modelo corpuscular o por el ondulatorio. En el presente capítulo te presentamos en primer lugar las propiedades de la luz que sólo pueden explicarse por medio del modelo ondulatorio y posteriormente los fenómenos conocidos como reflexión y refracción de la luz explicados a través de ambos modelos.

2.1 FENÓMENOS ONDULATORIAS DE LA LUZ

2.1.1 Difracción

Es el fenómeno que ocurre cuando las ondas luminosas rodean un obstáculo o pasa a través de una abertura. Estos tienden a curvarse alrededor de los bordes, de modo que la sombra del obstáculo no se define con nitidez.

Gráficamente la difracción a través de una abertura se representa en los siguiente cuadros:

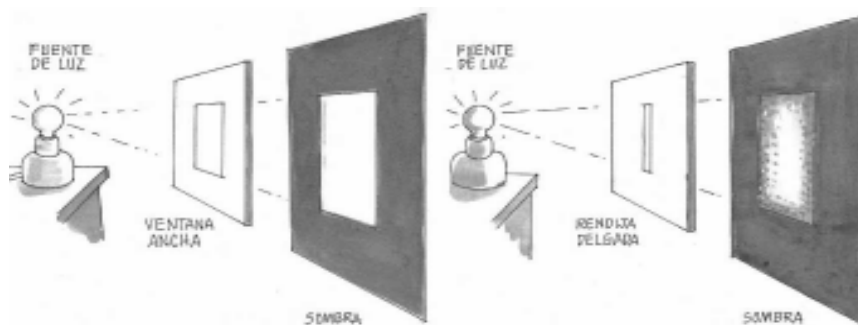


Figura N° 1

Figura N° 2

En la figura N° 2 se observa el fenómeno de difracción producida por una abertura angosta.

El grado de difracción depende del tamaño de la longitud de onda comparado con el tamaño del obstáculo que proyecta la sombra. Por eso, cuanto mayor sea la onda respecto al obstáculo, mayor será la difracción.

Pero en nuestro trabajo pedagógico también podemos observar este fenómeno al querer observar objetos muy pequeños al microscopio. Por ello, si el objeto es del mismo tamaño que las ondas de luz, su imagen se verá borrosa y si es más pequeña no se verá su estructura, todo esto debido a la difracción de la luz.

Ante este problema los científicos adecuaron al microscopio una luz de longitud de onda menor que disminuye la difracción, como resultado se tuvo el microscopio electrónico, instrumento más preciso que el microscopio óptico (compuesto).

¿Sabías que?

El disco compacto es una rejilla de difracción?

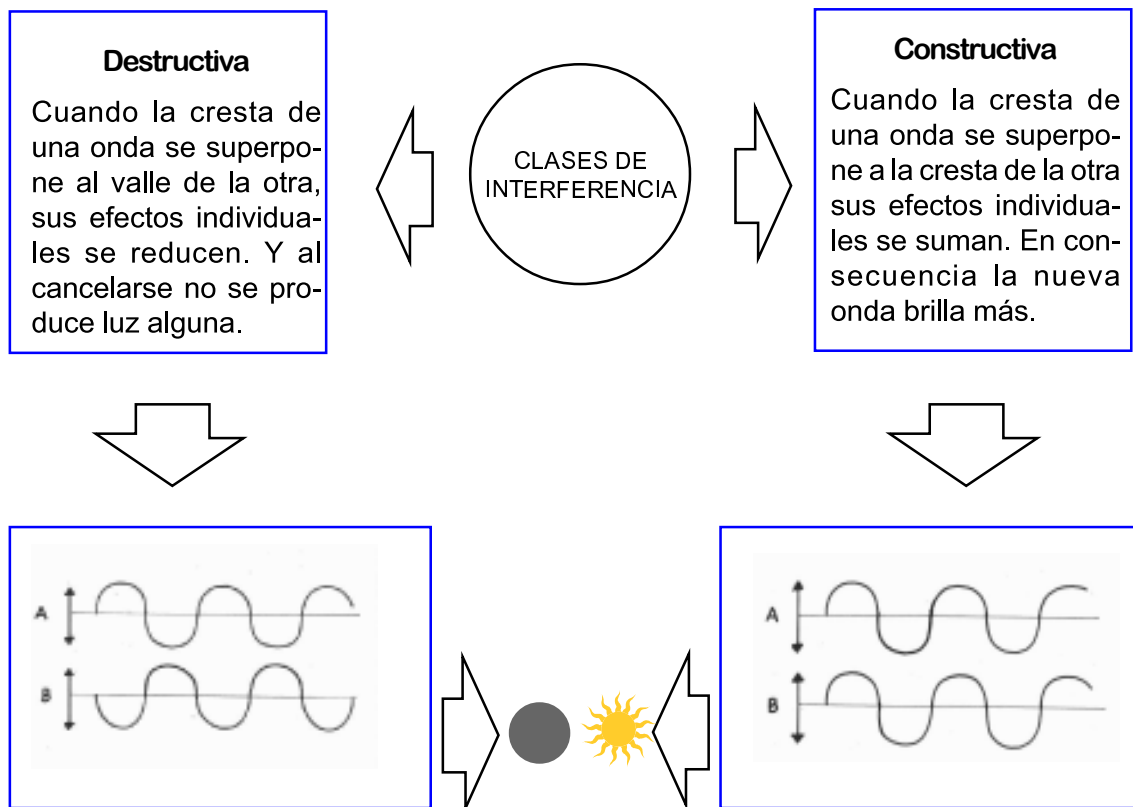
Sí, esto se debe a que la superficie del disco tiene una pista acanalada que actúa como una rejilla de difracción. Por ello los distintos colores que se ven cuando se observa una sección del disco cambian cuando la fuente luminosa, el disco o el observador se mueven para variar los ángulos de incidencia o difracción.

2.1.2 Interferencia:

Este fenómeno se da cuando en el mismo medio se presenta simultáneamente dos o más longitudes de onda. En este caso, el movimiento de cada una de las longitudes de onda se superpone durante un tiempo. Y luego continúa como si nada hubiera pasado por lo tanto se define a la interferencia como:

Combinación de luz de una misma frecuencia proveniente de dos partes del mismo haz, de tal manera que las ondas se superponen unas a otras.

Ahora según el efecto de la superposición de las ondas, las interferencias pueden ser:



¿Sabías que?
 Los interferómetros son instrumentos que se diseñan para detectar las variaciones muy pequeñas de longitud y para ello dividen un haz de luz en dos o más rayos.

¡Ahora, te invitamos a investigar!

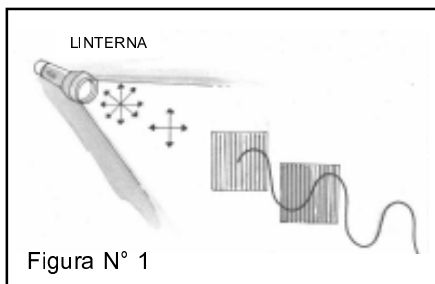
¿Por qué las plumas de ciertas aves presentan colores que parecen que cambian?

¿Cuál es la relación entre la interferencia y la iridiscencia?

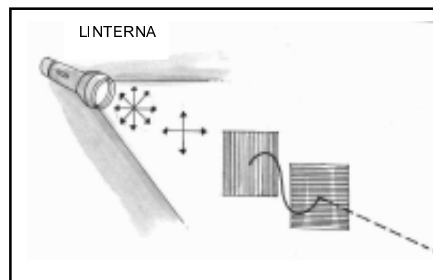
2.1.3 Polarización

Fenómeno por el que las vibraciones de una onda van y vienen en una sola dirección. Esto prueba que las ondas luminosas son transversales.

En nuestra vida cotidiana, observamos a las diversas fuentes de luz como el sol, una vela encendida, una lámpara incandescente o fluorescente que emiten luz no polarizada. Esto se debe a que todos los electrones vibrantes que la producen lo hacen (vibrar) en distintas direcciones.



Los filtros polarizadores tienen un eje de polarización orientado en la dirección de las vibraciones de la onda luminosa polarizada. Dos filtros (placas con ranuras) polarizantes permiten el paso de la luz cuando sus ejes están alineados, más no cuando están orienta-



dos en direcciones perpendiculares.

La luz no polarizada vibra en todas las direcciones y, por ello, si el *filtro polarizador* tiene sus *ejes alineados* (igual posición) permite el paso de la luz.

En cambio, cuando el *filtro polarizado* presenta *ejes en posición perpendicular* (diferente posición), estos impiden totalmente el paso de la luz.

Este último fenómeno se aplica en la fabricación de los anteojos para el sol.

¡Ahora investiguemos!

¿Cómo es aplicado este fenómeno en la industria fotográfica y en la elaboración de diapositivas?

Te invitamos a completar el siguiente cuadro comparativo

Propiedad	Difraccion	Interferencia	Polarizacion
Criterio de comparación			
Diferencias			
Semejanzas			

2.1.4 Luz Láser

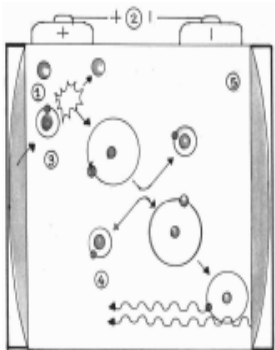
Seguramente has oído hablar de la luz láser, ¿Podrías decirnos cuál es su utilidad?

El láser cuyo nombre es el acrónimo de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radation* (Amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación).

Es un transformador de energía, porque la almacena para liberarla concentrada en un haz de luz muy intensa.

Este aparato fue inventado en 1960, por Theodore H. Maiman, con un diseño en base a cristales de rubí, que producen cortos destellos rojos. El núcleo de un láser es un cristal o un tubo de gas o líquido al que se suministra energía. Esta energía procede de un dispositivo que emite potentes destellos luminosos o intensas emisiones de electrones o radioondas.

Esta energía excita a los átomos internos los cuales emiten una partícula de luz (fotón) el cual al chocar con otros átomos forman una cascada de fotones. Luego se va a reflejar entre dos espejos y a partir de ello sale un intenso destello luminoso al exterior (LUZ LASER)

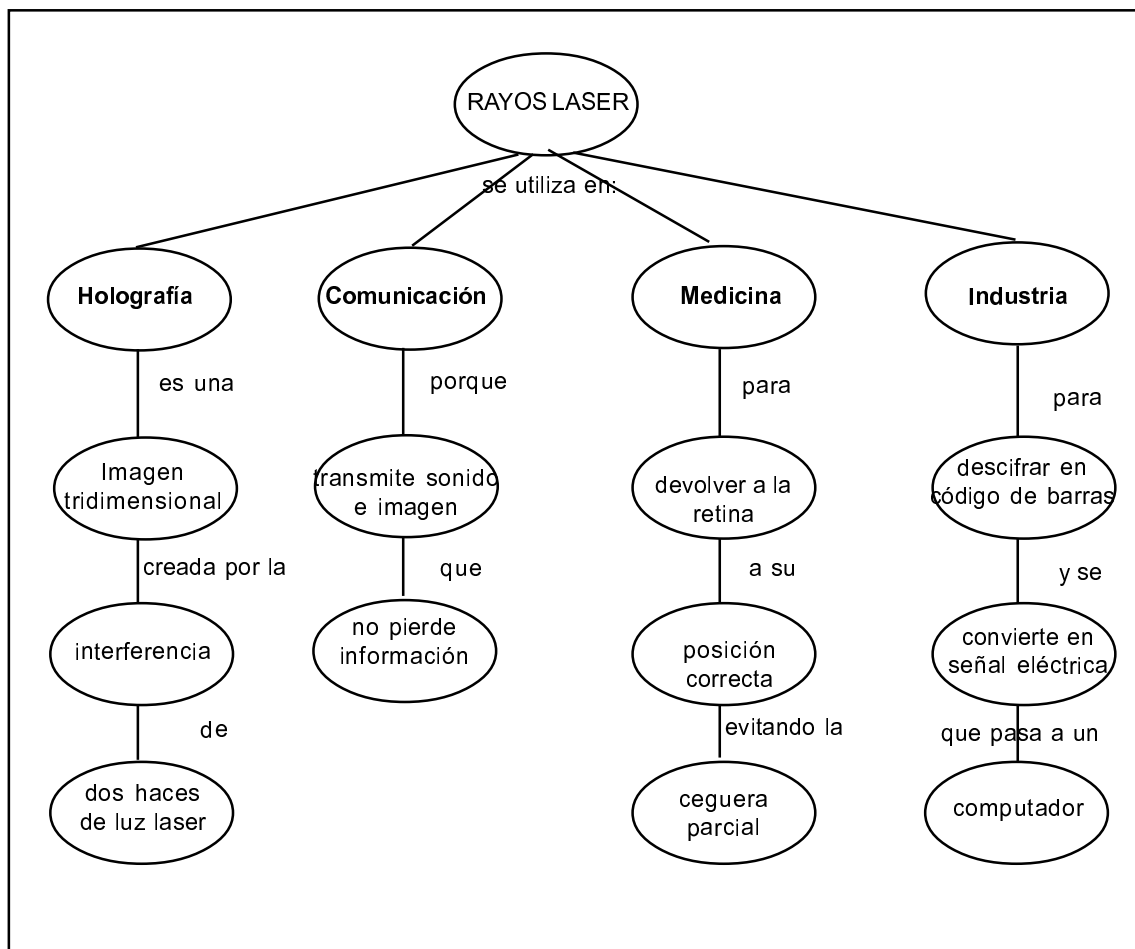


El haz de luz producido por un láser es estrecho de intensa luz coherente (tiene la misma frecuencia, fase y dirección) y, por lo tanto, concentra gran cantidad de energía. Además, se le ha adecuado un lente para concentrar dicha energía en un punto.

Principales aplicaciones de la luz láser:

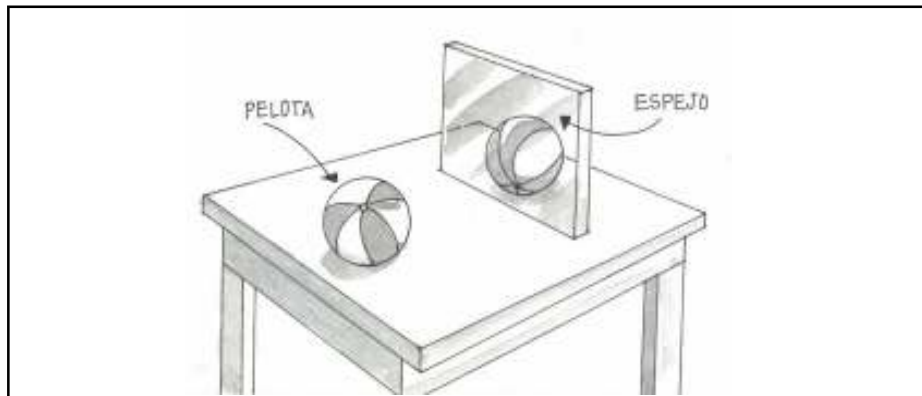
Los rayos tiene múltiples aplicaciones que resumiremos en el siguiente diagrama:

Fuente Enciclopedia Salvat. "Ciencia"



2.2 REFLEXIÓN DE LA LUZ:

Observa el siguiente dibujo y contesta a las preguntas:



¿Por qué se observan dos pelotas?

¿Qué función cumplen el espejo, y las pelotas?

¿Cómo se denomina el fenómeno que se observa?

Sin lugar a dudas, coincidimos en que la **reflexión de la luz** es el fenómeno por el cual la luz rebota al llegar a un cuerpo. Es decir:

Es el fenómeno por el cual una onda incide sobre la frontera (límite o interfase) entre dos medios y rebota, regresando al primer medio.

Ahora completa las siguientes ideas:

a. La reflexión de la luz nos permite _____ y _____

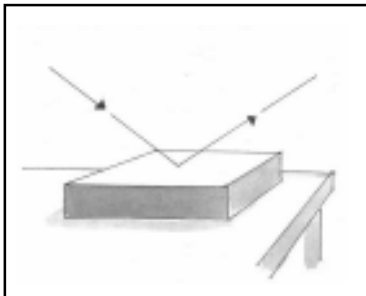
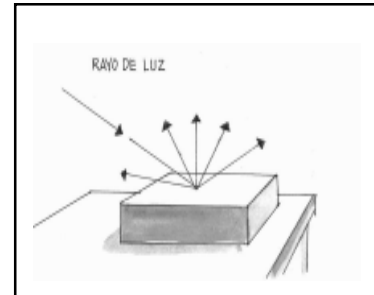
b. La formación de imágenes en los espejos planos es una consecuencia de

c. La reflexión de la luz se produce en los campos _____ y
_____ pero muy poco en los _____

2.2.1 Clases de Reflexión

En función de la forma de superficie en la cual se refleja la luz, ellas se pueden clasificar en:

- **Reflexión difusa:** También llamada la **dispersa**, es cuando la luz que llega a un objeto se refleja en todas direcciones. Ejemplo: Ladrillo. Ocurre en cuerpos rugosos.



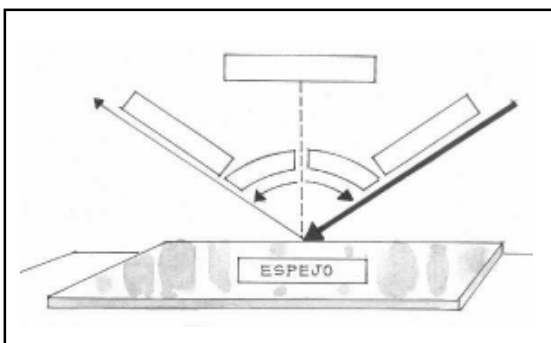
- **Reflexión dirigida:** Es cuando la luz que llega a un objeto es reflejada en una sola dirección. Se realiza en cuerpos de superficie lisa o pulida. Ejemplo: bandeja de acero.

Ahora debes marcar en el paréntesis una (DIF) para las superficies difusas y (DIR) para las superficies dirigidas:

- | | |
|-----------------------------|-----|
| a. Tronco de árbol | () |
| b. Superficie del proyector | () |
| c. Bloque de cemento | () |
| d. Superficie de una pelota | () |
| e. Rostro de una persona | () |

2.2.2 Elementos de la reflexión

Escribe las palabras de la derecha en los espacios correspondientes del dibujo:



- Rayo reflejado*
- Normal*
- Ángulo de incidencia*
- Rayo incidente*
- Ángulo de reflexión*

Ahora definiremos brevemente cada uno de ellos:

- Rayo incidente(I):** Es el rayo que llega a la superficie desde la fuente luminosa. El punto de la superficie a la cual llega, se llama **punto de incidencia**.
El ángulo que forma al unirse con la normal se llama **ángulo incidente**.
- Rayo reflejado(R):** Es el rayo luminoso reflejado, que nace del punto de incidencia.

El ángulo que forma con la normal se llama **ángulo de reflexión**.

- c. **Normal (N)**: Es la línea recta imaginaria perpendicular a la superficie reflectora en el punto donde se produce la reflexión.

Bien, con estos conceptos te sugerimos que verifiques la ubicación de los elementos de la reflexión de la luz en el diagrama anterior.

2.2.3 Leyes de la reflexión

Si observas con detenimiento el cuadro de elementos de la reflexión, podrás derivar las dos leyes de la reflexión de la luz, completando las oraciones:

- a. **Primera Ley**: El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado se ubican en

- b. **Segunda Ley**: El ángulo de incidencia es igual a

2.2.4 Aplicaciones

Una de las aplicaciones más comunes de la reflexión de la luz es la **formación de imágenes** en superficies **reflectoras**: Los espejos.

Existen tres clases de espejo:



- **Espejo plano**: Desvía los rayos incidentes con el mismo ángulo, por lo cual muestra una imagen virtual de igual tamaño y forma.

La derecha y la izquierda se permutan porque el rayo que sale de un lado del objeto es reflejado por el espejo al lado contrario del ojo.

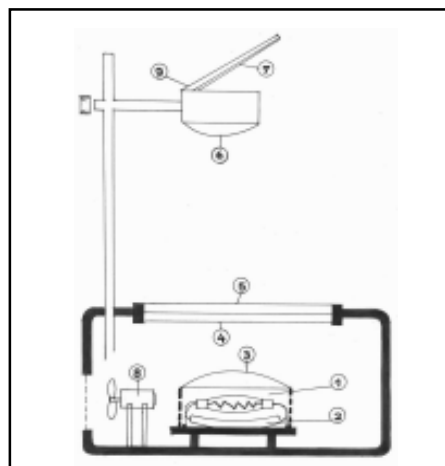
- **Espejo convexo**: (Convergente), Sirve para aumentar las imágenes en forma y tamaño porque tiene la superficie reflectante en la parte interior de casquete esférico. Ejemplo: Espejo de afeitarse.
- **Espejo cóncavo**: (Divergente), Sirve para reducir las imágenes en forma y tamaño, porque la superficie reflectante está en la parte externa del casquete esférico. Ejemplo: El retrovisor del automóvil.

1. **Telescopio de espejo:** Inventado por Newton. Utiliza una combinación de espejos curvos y de lentes para aumentar la imagen de un objeto lejano. Los rayos, que llegan de un punto lejano, entran casi paralelos en el telescopio, donde son reflejados por un espejo cercano. Un pequeño espejo plano que está montado delante del foco se encarga de enviar la imagen a una lente donde por fin se visualiza. También se les conoce como telescopios astronómicos reflectores.
2. **Retroproyector:** Es un instrumento que permite, mediante un sistema simple de superposición de hojas de acetato, proyectar una imagen acabada o construirla poco a poco, permitiendo ofrecer a un grupo de espectadores las informaciones gráficas sucesivas que se pretenden mostrar.

Consta de dos partes diferenciadas: base o caja de luz y la cabeza que se puede deslizar a lo largo de un soporte.

Existen diferentes modelos de retroproyectores, pero todos responden a un esquema general:

La lámpara productora de rayos luminosos (1) está situada en el centro de la base. Los rayos luminosos son dirigidos por medio de un espejo reflector (2) a través de una lente (3) que encuentra a estos, los cuales alcanzan la lente de Fresnel (4), la cual concentra nuevamente el haz; éste pasa a través de la base o placa de trabajo (5) llegando hasta la cabeza del proyector.



Al alcanzar la cabeza, el haz luminoso pasa a través de una nueva lente condensadora (6) y llega hasta un espejo inversor (7), el cual lo proyecta sobre la pantalla y la imagen aparece en esta en la misma posición en que la teníamos en la placa de trabajo, es decir, directa y natural.

La cabeza suele llevar un tornillo para poder orientarla verticalmente. Para que la proyección sea clara y nítida se necesita mucha intensidad de luz, lo cual implica calor, por lo que los retroproyectores llevan en la caja un ventilador (8).

Para enfocar bien la imagen, todos los aparatos poseen un tornillo o rueda de fricción que permite ajustar la altura de la cabeza, la cual se desliza sobre el soporte (9).

3. **Fibra óptica:** Llamadas tuberías de luz. Son fibras transparentes hechas de un material reflectante y con una estructura especial que transporta luz de un lugar a otro, a la manera de las tuberías del agua. Además, sirven para llevar luz a sitios inaccesibles. Los mecánicos y los maquinistas lo usan para ver el interior de los motores que reparan y los médicos se valen de ella para ver el interior del cuerpo de sus pacientes. En comunicaciones también se utiliza para reemplazar los cables caros y gruesos de las vías telefónicas.

La fibra óptica produce una *reflexión interna total*, en la cual la onda incide sobre la frontera a un ángulo en el cual solo se da una reflexión.

¡Ahora, investiguemos!

¿Porqué se afirma que los pelos del oso polar son fibras ópticas?

Te proponemos, además, elaborar un esquema creativo que sintetice la reflexión de la luz

2.3 REFRACCIÓN

2.3.1 Antes de presentar algunos contenidos importantes sobre la refracción de la luz te pedimos contestar la siguiente pregunta:

¿Qué te sugiere la expresión refracción de la luz?

Dibuja un ejemplo de fracción de la luz y completa los elementos que están en los recuadros del lado derecho.

Rayo incidente
Normal
Rayo refractado
Ángulo de incidencia
Ángulo de refracción

Bien, ahora compara el texto en el recuadro con la definición que escribiste, como tu respuesta a la pregunta 2.3.1 a.

La refracción es un fenómeno en el que una onda, que incide sobre la interfase, entre dos medios, cambia de dirección al penetrar en el segundo medio.

Ejemplo:

- Cuando observamos una piscina o estanque parece tener solo tres cuartos de su profundidad real; por ello también los peces vistos desde la ribera parece estar cerca de la superficie.
- Otro ejemplo es la refracción atmosférica, que se observan cuando los frentes de onda de la luz propagan más rápidamente en el aire caliente que está cerca al suelo, curvando así los rayos de la luz hacia arriba. Esto se conoce como espejismo.

2.3.2 Elementos

Recuerda que tres elementos del sistema son los mismos que en la reflexión, por lo cual sólo definiremos los dos que son diferentes.

- **Rayos refractado (R):** Es el rayo luminoso después de producirse la refracción.
- **Angulo de refracción (a_r):** Es el ángulo formado por el normal y el rayo refractado.

2.3.3 Leyes de la refracción

Al igual que en la reflexión, la luz presenta, al refractarse, comportamientos cuyas características se resumen a dos leyes:

- a) **Primera Ley:** en un mismo plano se encuentran el rayo incidente, el rayo refractado y la normal.
- b) **Segunda Ley:** cuando un rayo luminoso pasa de un medio a otro de mayor densidad, se propaga a éste último acercándose a la normal; cuando pasa a otro medio de menor densidad, se propaga a éste último alejándose de la normal.

2.3.4 Índice de refracción (n)

Es la relación que existe entre la velocidad de propagación de la luz en el vacío (c) y la que tiene en un medio transparente como el agua, aire, etc.

$$n = \frac{C}{V}$$

Es importante resaltar que C siempre es mayor que V en el índice de refracción de cualquier sustancia siempre será mayor que la unidad.

En la siguiente tabla de índices de refracción se registran los medios más conocidos:

Medio	n
Aire	1,0003
Agua (20°C)	1,33
Alcohol (etílico)	1,36
Diamante	2,42
Cloruro de sodio	1,53

2.3.5 Aplicaciones

Esta propiedad de refracción tiene su principal aplicación en las **lentes**. Una lente se define como:

Cuerpo transparente, generalmente de vidrio, que tiene una o dos superficies curvas.

Un rayo de luz al llegar a una lente, sufre una refracción y al salir de ella, vuelve a sufrir otra nueva refracción. Por lo tanto, la doble refracción de la luz, al atravesar una lente es la causa de los efectos ópticos que se producen.

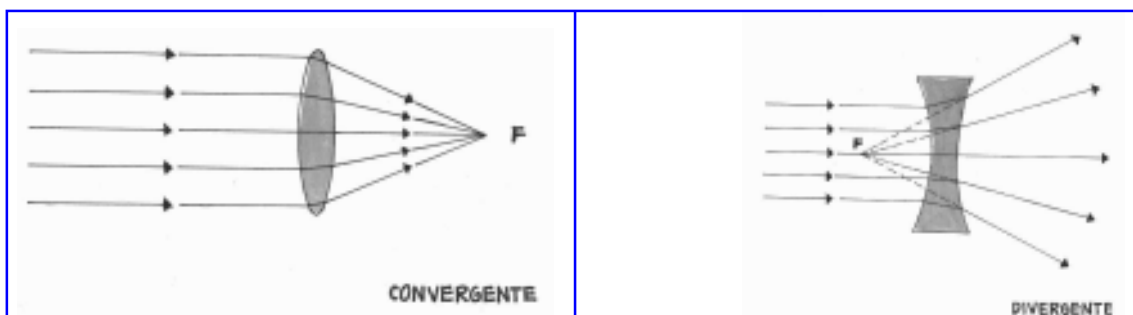
Bien, ahora trata de definir las clases de lentes:

Lentes convergentes:

Lentes divergentes:

La diferencia de estos lentes radica en la ubicación de la parte gruesa de su estructura, así en los convergentes esta parte gruesa está en el centro para desviar los rayos paralelos al eje principal. Los divergentes traen sus bordes gruesos por eso hacen divergir a los rayos paralelos al eje principal.

Gráficamente esto se puede observar:



Lente convergente

Lente divergente

Ahora veamos otras aplicaciones de la refracción

La refracción se utiliza como principio para la elaboración de las lentes, y las que, a su vez, son el insumo para la producción de los siguientes instrumentos:

1. **Microscopio:** En este instrumento, la lente del objeto forma una imagen de la muestra que se visualiza con la lente, del ocular. Se consigue, así, una visión muy aumentada y detallada de objetos extremadamente pequeños.

2. **Cámara fotográfica:** Es un instrumento básico con una lente de distancia focal fija, cuya posición se puede ajustar con relación al plano de la película. Además de la lente y de la película, la cámara también comprende un diafragma iris ajustable a un obturador que determinan la posición de la película.

Cuando el objeto a fotografiar está muy alejado de la cámara, la distancia de la película a la lente es la distancia focal de aquel. Al disminuir la distancia focal, la lente se mueve hacia delante, alejándose del plano de la película, para compensar el aumento de la distancia de la imagen al disminuir la distancia del objeto. La imagen que se forma es real e invertida a la inversa. Para fotografiar una catedral muy grande, desde una distancia de uno o dos cuerdas, puedes necesitar una lente de distancia focal relativamente corta quizá de 28 mm o menos.

3. **Proyector:** Es el inverso óptico de la cámara fotográfica. La transparencia se ilumina por una fuente luminosa colocada en el foco de una lente o espejo convergentes, el condensador, de modo que se ilumine por un haz paralelo de rayos. La lente de proyección forma una imagen aumentada, real e invertida de transparencia a una pantalla lejana. La distancia focal de la lente de proyección se determina por el tamaño y la distancia de la pantalla sobre la que se proyectará la imagen.

AUTOEVALUACIÓN

1. La relación entre la naturaleza de la luz y la teoría mecánica cuántica es _____
2. Si viajáramos a la velocidad de la luz, ¿cuántos viajes haríamos alrededor del planeta tierra en 2 segundos? _____
3. La luz amarilla irrita los ojos porque tiene _____
4. La principal diferencia en una mezcla aditiva y mezcla sustractiva de colores es _____
5. En un eclipse se demuestra el fenómeno de _____
6. El microscopio electrónico es más preciso que el compuesto porque _____
7. Los lentes de sol no permiten el paso del sol a nuestro ojos completamente porque tienen _____
8. Los espejos para el microscopio son _____
9. El agua tiene 1,33 de índice de refracción, por lo tanto, su dispersión en comparación con el alcohol es _____
10. La cámara fotográfica es una aplicación de la refracción de la luz porque _____

RESPUESTAS

I.

- 1.1 a. La luz es energía emitida por cargas eléctricas vibrantes en el interior de los átomos. Se propaga en ondas que son parcialmente eléctricas y magnéticas.
b. La teoría corpuscular considera a la luz como pequeños paquetes o fotones y la teoría ondulatoria considera a la luz como ondas electromagnéticas.
- 1.2 a. 300 000 km/s
b. Galileo
c. Perseverancia
- 1.3 a. Rayos X, ultravioleta, rayos infrarrojos, ondas de radio, microondas.
- 1.4 a. Refracción de la luz.
b. Ambos unidos cumplen la función de un prisma que permite la dispersión de la luz.
c. Se formó porque la luz blanca proveniente del sol fue dispersada por el fenómeno de refracción, utilizando para ello un prisma (agua y espejo) que dispersa la luz blanca en sus colores de origen. Estos colores aparecen en una banda o líneas horizontales.
d. Se observan, principalmente, el rojo, azul, verde y amarillo.
a. El color verde y se absorben los otros colores.
b. La composición de la luz blanca en siete colores.
c. Absorbe todos los colores y sólo refleja el color rojo.
- 1.5 a. Porque es un cuerpo opaco que absorbe la energía luminosa.
b. Porque es un cuerpo transparente
c. Porque es un cuerpo traslúcido y tiene superficie rugosa que desvirtúa la imagen
d. Vinifan incoloro – transparente - piedra – opaco - vidrio catedral – traslúcido.

II.

- 2.1.4 a. En la medicina, construcción, comunicación, investigación, etc.
- 2.2 a. Porque la pelota se refleja y por ello se ve otra pelota más.
b. El espejo es el cuerpo opaco, la pelota (1) es el cuerpo que refleja la imagen y la otra pelota (2) es la imagen obtenida por reflexión.
c. Reflexión de la luz.
d. Ver los objetos y apreciar su color.

e. Espejos planos – la reflexión de la luz.

f. Cuerpos opacos y traslúcidos / escasamente y los transparentes.

a) (DIF)

b) (DIR)

c) (DIF)

d) (DIF)

e) (DIF)

Normal (arriba central) flecha de izquierda (Rayo incidente), ángulo izquierdo (Ángulo de Incidencia) y la flecha de la derecha (Rayo Reflejado) y el ángulo (Ángulo de Reflexión).

2.2.4 a. En el mismo plano

b. Al ángulo de reflexión

2.3 a. Es el cambio de dirección que experimenta la luz al pasar de un medio a otro de diferente densidad.

2.3.5 a. Lentes convergentes: Producen imágenes reales. Son más gruesos en el centro, desvían los rayos paralelos al eje principal y los hacen convergen en el foco.

b. Lentes divergentes: Producen imágenes virtuales. Son más gruesos en el borde y hacen que los rayos paralelos al eje principal diverjan como si procedieran de un foco virtual.

GLOSARIO

Difractar: hacer sufrir la difracción a un rayo luminoso o a cualquier clase de movimiento ondulatorio, calor, electricidad, sonido, etc.

Incidente: rayo luminosos dice que otros comprendido entre su origen y la superficie en que choca.

Magenta: color rojo azulado complementario del verde, generalmente conocido como violeta.

Cian: color azul- verde complementario del rojo, comúnmente conocido como azul añil.

Irisaciones: es una interferencia en que parte de la luz es reflejada en el interior, antes de que pueda volver a salir y luego interfiere con la luz incidente produciendo una luz de color.

Acrónimo: es la palabra constituida con las letras iniciales de las palabras de una frase.

Cóncavo: tiene la superficie más deprimida en el medio que por las orillas.

Convexo: tienen la superficie más prominente o abombada en el medio que por las orillas.

Espectro: resulta de la dispersión de un conjunto de radiaciones.

Filtro: rendija delgada.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARENGA, Beatriz y RIVEIRO DA LUZ, Antonio. Física General. México Editorial HARLA, 1981.

ENCICLOPEDIA SALVAT. CIENCIA. España. Salvat Editores, 1986.

BLATT, Frank. Fundamentos de Física. México Editorial Prentice – Hall Hispanoamericana, S.A., 1991

HEWITT, Paul. Física Conceptual. Estados Unidos – Addison Wesley. Iberoamericana, 1995.

MAC DONALD – DESMOND. Física para las ciencias de la vida y la salud. Estados Unidos. Fondo Educativo Interamericano, 1979.

SERWAY, Raymund A. Física (Tomo I) México. Traducido por Gabriel Nogore C., 1997.

UNESCO – IBECC. Física de la luz, Tomos (0, I, II, III, IV) España: ENOSA S.A., 1967.

UNESCO. Manual de la UNESCO para la enseñanza de la ciencias. Argentina: Editorial Sudamericano, 1961.