

**Año III, No. 05 Enero-Junio 2015**

**ISSN: En trámite.**

# PROYECTOS INSTITUCIONALES Y DE VINCULACIÓN



**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



**FIME**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

## ANÁLISIS DE CONCEPTOS DE LA LUZ EN SU ENFOQUE DE REFLEXIÓN, REFRACCIÓN Y LENTES EN LA DIDÁCTICA CON EL USO DE TIC'S

**Hilda Nataly Chaires Garza, e-mail: hilda.96@live.com.mx,  
Karla Guadalupe Chávez Ramírez, e-mail: karlac20@outlook.com,  
Mariana Rocío Lerma Díaz, e-mail: marianaleermad@hotmail.com**

### RESUMEN.

El comportamiento de la luz se encuentra dividido en dos teorías para ser más comprensible, una de ellas es la teoría de partículas (corpúscular) y por consiguiente la teoría ondulatoria, de esto se encarga la óptica. La teoría ondulatoria de la luz es base para las leyes de reflexión y refracción. La reflexión es ocupada por los espejos, mientras que la refracción es vista en las lentes. Comúnmente, en los espejos una imagen es la contraparte visual de un objeto producida por la reflexión, por otro lado, en las lentes la imagen se da por el acceso de rayos por un agujero pequeño cumpliendo la refracción. De este modo se efectúan las diferencias de estos conceptos.

**PALABRAS CLAVE:** Luz, Conceptos, TIC'S

### ABSTRACT.

The behavior of light is divided into two theories to be more comprehensible, one of them is the theory of particles (corpúscular) and therefore the wave theory, this takes care of optics. The wave theory of light is the basis for the laws of reflection and refraction. The reflection is occupied by mirrors, while the refraction is seen in lenses. Commonly, mirrors an image is the visual counterpart of an object produced by reflection, on the other hand, the lens image given by ray access by a small hole complying refraction. In this way the differences of these concepts are carried out.

**KEY WORDS:** Light, Concepts, TIC'S

### INTRODUCCIÓN.

La Óptica se encarga de estudiar el comportamiento de la luz. Es posible ver los objetos gracias a la luz, ya sea por la que emite el objeto o por la que se refleja en él.

A fines del siglo XVII se propusieron dos teorías para explicar la naturaleza de la luz: la teoría de partículas (corpúscular) y la teoría ondulatoria. El principal defensor de la teoría corpúscular fue sir Isaac Newton. La teoría ondulatoria era apoyada por Christian Huygens. Cada una de esas teorías intentaba explicar las características de la luz observadas en esa época. Tres de estas importantes características se resumen de esta manera:



Propagación rectilínea: La luz viaja en línea recta.

**Reflexión:** Cuando la luz incide en una superficie lisa, regresa a su medio original.

Refracción: La trayectoria de la luz cambia cuando penetra a un medio transparente. (Tippens, 2011)

Las leyes de reflexión y refracción de la luz suelen deducirse empleando la teoría ondulatoria de la luz introducida (www.fisicanet.com.ar, 2015).

Con todo esto se llevarán a cabo los estudios de:

- El fenómeno de la Reflexión de la luz y la formación de la imagen en espejos planos.
- El fenómeno de la refracción y la reflexión interna total.
- Formación de imágenes en lentes.

(Castañeda, y otros, 2015)

## REFLEXIÓN E IMAGEN PRODUCIDA POR UN ESPEJO PLANO

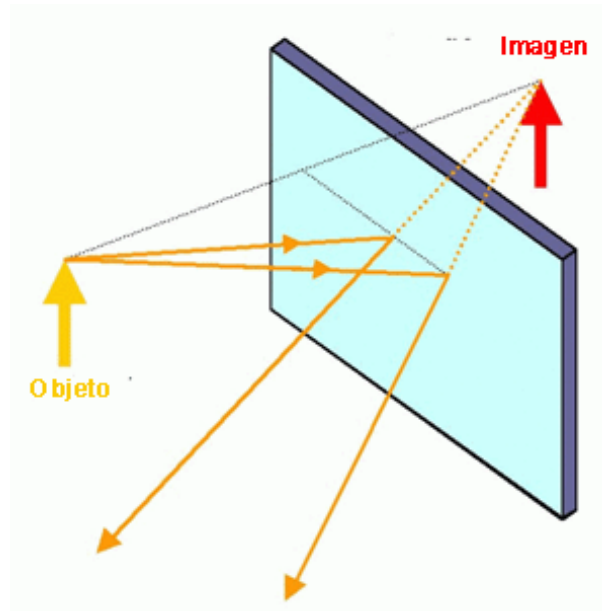
### CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Los espejos son superficies reflectoras o lisas, que suelen ser de metal pulido o vidrio con un recubrimiento de metal, hasta una pieza de vidrio sin recubrimiento como puede ser el vidrio de una ventana, puede funcionar como un espejo. Sin embargo, cuando se recubre una cara del vidrio con un compuesto de estaño, mercurio o plata, aumenta la reflectividad del vidrio, porque la luz no atraviesa el recubrimiento. Un espejo puede tener recubrimiento frontal o trasero, dependiendo su aplicación.

Al ver un espejo de forma directa, lo que se ven son las imágenes reflejadas de uno mismo y de los objetos que le rodean, que parecen estar al otro lado de la superficie del espejo. La geometría de la superficie del espejo influye sobre el tamaño, la orientación y la clase de imagen. En general, una imagen es la contraparte visual de un objeto, producida por la reflexión (en los espejos), la refracción (en las lentes), o por el paso de los rayos por un agujero pequeño.

Un espejo con superficie plana se llama espejo plano. Una característica esencial de los espejos es que las posiciones de los objetos reflejados siempre son diferentes a las que ocupan realmente.

Cuando los rayos de luz parten de un mismo punto y se concentran en otro distinto, se dice que el segundo es la imagen del primero. A la imagen devuelta por un espejo se la denomina imagen especular. (Wilson & Buffa, 2011)



**Figura 1.** Reflexión de un espejo plano.

Por lo tanto, para un espejo plano, la distancia al objeto es igual en magnitud a la distancia a la imagen.

$$p = q$$

### ¿QUÉ IMÁGENES DAN?

Una imagen en un espejo se ve como si el objeto estuviera detrás del espejo y no frente a éste ni en la superficie.

El sistema óptico del ojo recoge los rayos que salen divergentes del objeto y los hace converger en la retina.

El ojo identifica la posición que ocupa un objeto como el lugar donde convergen las prolongaciones del haz de rayos divergentes que le llegan. Esas prolongaciones no coinciden con la posición real del objeto.

En ese punto se forma la imagen virtual del objeto.

La imagen obtenida en un espejo plano no se puede proyectar sobre una pantalla, colocando una pantalla donde parece estar la imagen, no recogería nada. Es, por lo tanto virtual, una copia del objeto "que parece estar" detrás del espejo.

El espejo sí puede reflejar la luz de un objeto y recogerse esta sobre una pantalla, pero esto no es lo que se quiere decir cuando se afirma que la imagen virtual no se recoge sobre una pantalla.

El sistema óptico del ojo es el que recoge los rayos divergentes del espejo y el cerebro interpreta como procedentes de detrás del espejo (justo donde se cortan sus prolongaciones). (GestiónIM, 2015)

Por lo tanto:

- Una imagen virtual es la que parece estar formada por la luz que proviene de la imagen, pero que en realidad no es atravesada por ningún rayo de luz.
- Una imagen real está formada por rayos de luz reales que la atraviesan, las imágenes reales se pueden proyectar en una pantalla. (Tippens, 2011)

### **LA IMAGEN FORMADA ES:**

1. Simétrica, porque aparentemente está a la misma distancia del espejo.
2. Virtual, porque se ve como si estuviera dentro del espejo, no se puede formar sobre una pantalla pero puede ser vista cuando la enfocamos con los ojos.
3. Del mismo tamaño que el objeto.
4. Derecha, porque conserva la misma orientación que el objeto.
5. La luz reflejada cumple las leyes de la reflexión. (GestiónIM, 2015)

### **LA CANTIDAD DE LUZ REFLEJADA POR UN CUERPO DEPENDE DE:**

- a) La naturaleza de la superficie (composición, estructura, densidad, color, entre otras).
- b) La textura de la superficie (plana, rugosa, regular, irregular, opaca, pulida, etc.)
- c) La longitud de onda de la luz, y de si está o no polarizada.
- d) El ángulo de incidencia de la luz sobre la superficie. (GestiónIM, 2015)

### **REFRACCIÓN Y REFLEXIÓN INTERNA TOTAL.**

#### **REFRACCIÓN**

La refracción de una onda consiste en el cambio de dirección que experimenta cuando pasa de un medio a otro distinto. Este cambio de dirección se produce como consecuencia de la diferente velocidad de propagación que tiene la onda en ambos medios. (GestiónIM, teleformacion.edu.aytolacoruna.es/, 2015)

#### **INDICE DE REFRACCIÓN**

El índice de refracción  $n$  de un material particular es la razón de la velocidad de la luz en el espacio libre respecto a la velocidad de la luz a través del material.

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{índice de refracción})$$

El índice de refracción es una cantidad adimensional y generalmente es mayor que la unidad. (Tippens, 2011)

Sustancia	n
Agua	1.33
Alcohol etílico	1.36
Benceno	1.50
Circón	1.92
Cuarzo	1.54
Diamante	2.42
Disulfuro de carbono	1.63

Sustancia	n
Fluorita	1.43
Glicerina	1.47
Hielo	1.31
Sal de roca	1.54
Vidrio	1.33
Crown	1.52
Flint	1.63

**Tabla 1.** Índice de refracción de la luz amarilla, con longitud de onda de 589 nm.

### REFRACCIÓN: LEYES

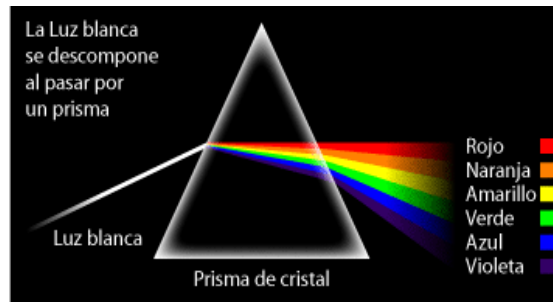
Se dice que un rayo se refracta (cambia de dirección) cuando pasa de un medio a otro en el que viaja con distinta velocidad.

Desde la antigüedad se conocen y se aplican dos leyes básicas de refracción. Estas leyes se enuncian como siguen a continuación:

- a) El rayo incidente, el rayo refractado, y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano.
- b) La trayectoria de un rayo refractado en la interfase entre dos medios es exactamente reversible. (Tippens, 2011)

### DISPERSIÓN

Los valores que se presentan en la tabla 1 son válidos sólo en el caso de la luz monocromática amarilla (589 nm). La luz con una longitud de onda diferente, como la luz azul o la luz roja, daría como resultado un índice de refracción ligeramente diferente. La luz roja viaja con mayor rapidez, dentro de un medio específico, que la luz azul. Esto se puede demostrar haciendo pasar luz blanca a través de un prisma de cristal, como en la figura 2. Debido a que las diferente rapidez dentro de un medio, el haz se dispersa en sus colores componentes. (Tippens, 2011)

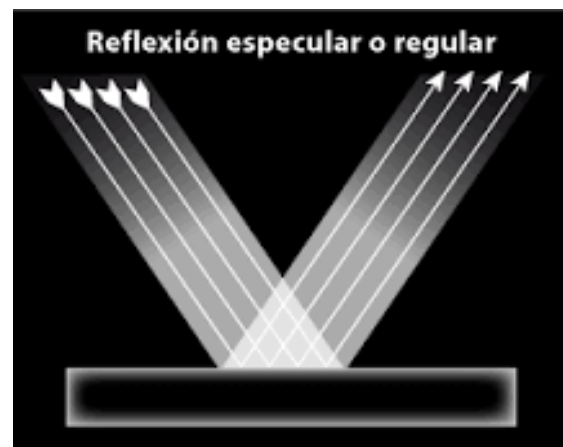
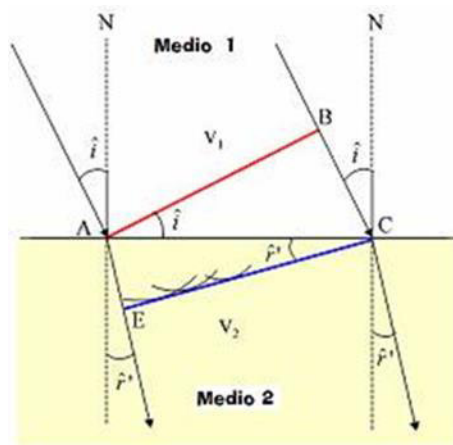


**Figura 2.** *Dispersión de la luz por medio de un prisma.*

*La dispersión es la separación de la luz en las longitudes de onda que la componen. (Tippens, 2011)*

### EJEMPLO DE REFRACCIÓN

En la figura adjunta se representa la refracción de una onda plana desde un medio 1 a otro medio 2, suponiendo el primero. A medida que el que la velocidad de propagación es menor en el segundo medio que en frente de ondas AB va incidiendo en la superficie de separación, los puntos AC de esa superficie se convierten en focos secundarios y transmiten la vibración hacia el segundo medio. Debido a que la velocidad en el segundo medio es menor, la envolvente de las ondas secundarias transmitidas conforma un frente de ondas EC, en el que el punto E está más próximo a la superficie de separación que el B. En consecuencia, al pasar al segundo medio los rayos se desvían acercándose a la dirección normal N.



**Figura 3.** *Ejemplo de refracción.*

Mediante un razonamiento similar se comprueba que la desviación de la dirección de propagación tiene lugar en sentido contrario cuando la onda viaja de un medio donde su velocidad de propagación es menor a otro en el que es mayor.

Para describir formalmente la refracción de ondas luminosas (no mecánicas) se define el índice de refracción de un medio,  $n$ , indicando el número de veces que la velocidad de la luz es mayor en el vacío que en ese medio. Es decir, el índice de refracción es igual a 1 en el vacío (donde la luz tiene su máxima velocidad, 300000 Km/s) y mayor que la unidad en cualquier otro medio. En el documento vinculado se deduce la ley de la refracción, expresada en función del índice de refracción.

(Vallecillo, Lozano, & Alonso, 2015)

## REFLEXIÓN

La reflexión de una onda es el rebote que experimenta cuando llega a un obstáculo grande, como una pared. Aunque el obstáculo absorba parte de la energía recibida (incluso vibrando si entra en resonancia) se produce también reflexión en la que se transmite de vuelta parte de la energía a las partículas del medio incidente. (Vallecillo, Lozano, & Alonso, 2015)

## REFLEXIÓN: LEYES

Cuando un rayo incide sobre una superficie pulida y lisa y además rebota hacia el mismo medio se dice que se refleja y cumplen las llamadas "leyes de la reflexión".

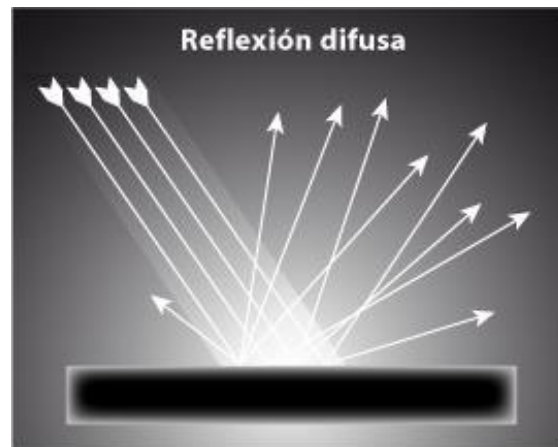
Siendo las siguientes:

1. El rayo incidente forma con la normal un ángulo de incidencia que es igual al ángulo que forma el rayo reflejado con la normal, que se llama ángulo reflejado.
2. El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal están en el mismo plano. (Si el rayo incidente se acerca al 2º medio en el plano del papel, el reflejado estará en ese plano y no se irá ni hacia adelante ni hacia atrás). (GestiónIM, teleformacion.edu.aytolacoruna.es/, 2015)

## TIPOS DE REFLEXIÓN

La reflexión de la luz procedente de una superficie pulida, en la figura 4, se llama reflexión regular o especular. La luz que incide sobre la superficie de un espejo o vidrio se refleja especularmente. Si toda la luz incidente que golpea una superficie se reflejara de esta manera, no podríamos ver la superficie. Únicamente veríamos imágenes de otros objetos. Es la reflexión difusa (figura 5) la que nos permite ver una superficie. Una superficie irregular o áspera esparce y dispersa la luz incidente, lo que da por resultado que se ilumine la superficie. La luz reflejada por ladrillos, concreto o periódicos es ejemplo de la luz difusa. (Tippens, 2011)

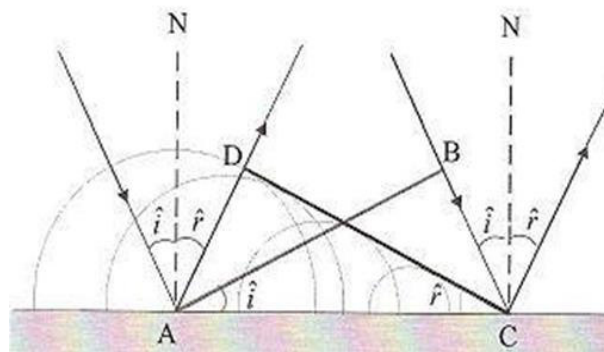




**Figura 5.** Reflexión difusa.

**EJEMPLO**

En la figura adjunta se representa un frente de ondas plano llegando a una superficie horizontal con un cierto ángulo  $i$  de incidencia (se mide con respecto a la dirección normal,  $N$ ) De acuerdo con el principio de Huygens, cuando el frente de ondas empieza a "tocar" la superficie, el punto  $A$  se convierte en un nuevo foco que emite ondas secundarias y según transcurre el tiempo y el frente  $AB$  va incidiendo, repiten este comportamiento todos los puntos de la superficie comprendidos entre  $A$  y  $C$ . El frente de ondas reflejado,  $DC$ , es el envolvente de las ondas secundarias que se han ido emitiendo durante un tiempo igual al periodo desde el tramo  $AC$  de la pared (GestiónIM, teleformacion.edu.aytolacoruna.es/, 2015).



**Figura 6.** Ejemplo de reflexión.

**LENTES**

Una lente es un objeto transparente que altera la forma de un frente de ondas que pasa a través de él.

Las lentes generalmente se construyen de vidrio y se les da forma de tal modo que la luz refractada forme imágenes similares a las que ya hemos estudiado en el caso de los espejos. (www.medic.ula.ve, 2015)

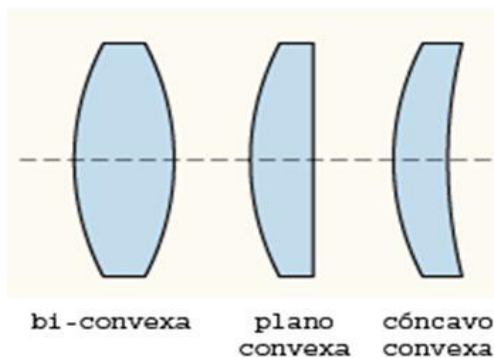
Las lentes son instrumentos ópticos que concentran o dispersan los rayos de luz. Tiene dos superficies que pueden ser curvas:

- Biconvexas (Convergente)
- Bicóncavas (Divergente)
- Cóncavo-convexas

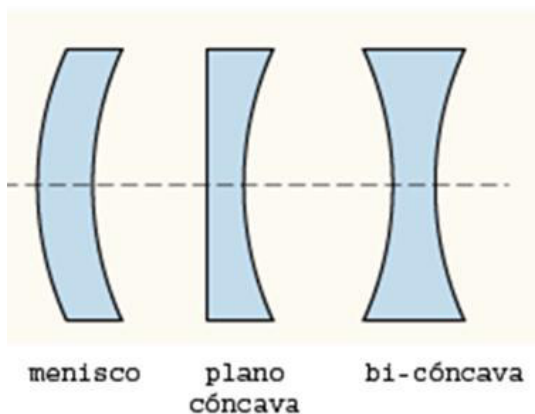
O una de ellas puede ser plana:

- Plano-convexa
- Plano-cóncava

Como se muestra en las siguientes figuras:



**Figura 7.** Ejemplo de lentes.



**Figura 8.** Ejemplo de Lentes

Quien ya haya examinado objetos a través de una lupa, observado objetos distantes por medio de un telescopio, o tenga experiencia en fotografía, cuenta con conocimientos sobre los efectos que tienen las lentes sobre la luz.

**LENTE SIMPLES.**

Las superficies curvas de las lentes pueden tener cualquier forma regular, por ejemplo, esférica, cilíndrica o parabólica. Puesto que las superficies esféricas son más fáciles de fabricarse, la mayoría de las lentes se construyen con dos superficies esféricas. La línea que une el centro de las dos esferas se conoce como el eje de las lentes.

En la figura 7 se muestran tres ejemplos de lentes de lentes convergentes: biconvexa, planoconvexa y cóncavo convexa (menisco convergente). Además, las lentes convergentes son más gruesas en el centro que en los bordes.

Un segundo tipo de lente se construye fabricando los bordes más gruesos que la parte media, como se presenta en la figura 8.

*Una lente divergente es la que refracta y hace divergir luz paralela a partir de un punto situado frente a la lente.*

Ejemplos de lentes divergentes son los que se muestran en la figura 8; bicóncava, plano-cóncava y de menisco divergente. (Tippens, 2011)

**REFRACCIÓN.**

La refracción de la luz se presenta siempre que un rayo atraviesa la superficie de separación de dos medios transparentes distintos.

Cuando hay refracción en un lente convergente los rayos inciden en un punto llamado foco principal, dentro de las lentes convergentes existen algunos elementos importantes para la formación de imágenes, y son el eje principal, el centro óptico y los ejes secundarios, cuando los rayos se refractan, se interceptan en un punto dando origen a la imagen que puede ser real o virtual. (www.medic.ula.ve, 2015)

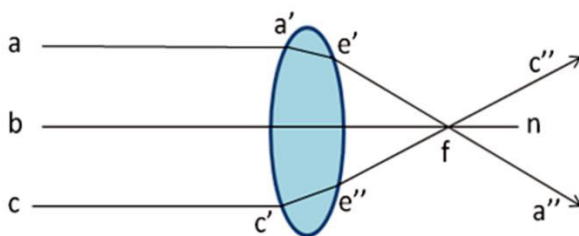
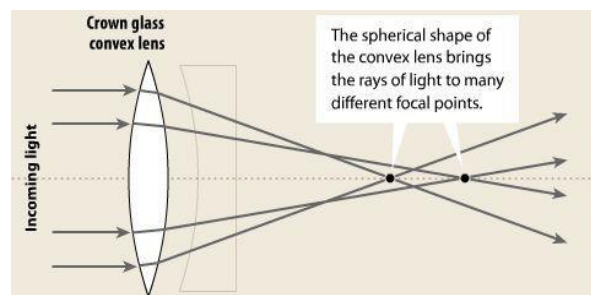


Figura 9. Ejemplo de refracción.



## LA ECUACIÓN DE LAS LENTES Y LA AMPLIFICACIÓN.

Las características, el tamaño y la ubicación de las imágenes pueden también determinarse analíticamente a partir de la ecuación de las lentes. La deducción es similar a la que se hizo para obtener la ecuación del espejo, y la forma final es exactamente igual. La ecuación de las lentes puede escribirse

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

Dónde: **p= distancia al objeto**

**q= distancia a la imagen**

**f= distancia focal de la lente**

Las mismas convenciones de signos establecidas para los espejos se pueden usar en la ecuación de las lentes si tanto las convergentes y divergentes. Esta convención se resume de la forma siguiente:

1. La distancia al objeto, p, y la distancia a la imagen, q, se consideran positivas para objetos e imágenes reales y negativos para objetos e imágenes virtuales.
2. La longitud focal f se considera positiva para lentes convergentes y negativa para las lentes divergentes. Las siguientes formas alternativas de la ecuación de las lentes resultan útiles para resolver problemas de óptica: (Tippens, 2011)

$$p = \frac{fq}{q-f} \quad q = \frac{fp}{p-f} \quad f = \frac{qp}{p+q}$$

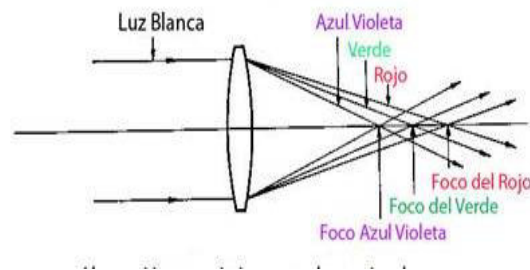
## ABERRACIONES DE LAS LENTES.

Las lentes esféricas a menudo no logran producir imágenes perfectas debido a defectos inherentes a su construcción. Dos de los defectos más comunes se conocen como **aberración esférica** y **aberración cromática**. La aberración esférica, es la imposibilidad de las lentes para enfocar todos los rayos paralelos hacia el mismo punto (figura 10). (Tippens, 2011)

*La aberración esférica es un defecto de las lentes por el que los rayos de los extremos se enfocan más cerca de la lente que los rayos que entran cercanos al centro óptico de la lente.*

Este efecto puede reducirse colocando un diafragma frente a la lente. El diafragma bloquea los rayos extremos, lo que permite producir una imagen más nítida acompañada de una reducción en la intensidad luminosa.

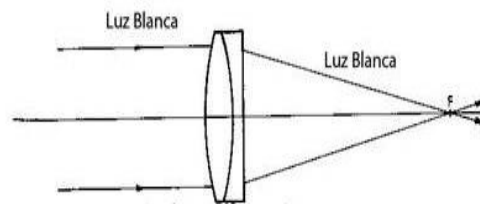




**Figura 10.** *Aberración esférica.*

El defecto, conocido como aberración cromática, se ilustra en la figura 11 donde la luz azul violeta aparece enfocada más cerca de la lente que la luz verde o roja.

**Aberración cromática es un defecto de una lente que indica su incapacidad para enfocar la luz de diferentes colores en el mismo punto.**



**Figura 11.** *Aberración cromática.*

El remedio para este defecto es la lente acromática, que se muestra en la figura 12. Tales lentes pueden construirse mediante una combinación de lente convergente de vidrio Crown, usado para instrumentos ópticos ( $n = 1.52$ ), con una lente divergente de vidrio Flint (cristal) ( $n = 1.63$ ). Estas lentes se eligen y se construyen de modo que la dispersión de una sea igual y opuesta a la de la otra. (Tippens, 2011)

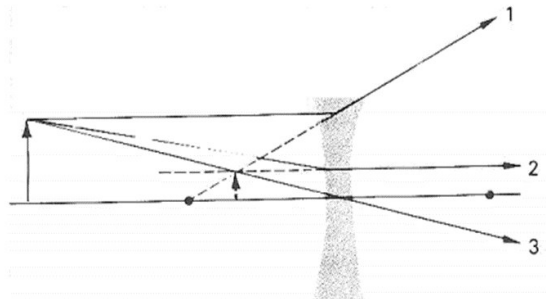
## RAYOS DE INCIDENCIA PRINCIPALES

El rayo b-n coincide con el eje de la lente y no se refracta: se comporta como si al salir lo hiciera de una cara paralela a la cara de entrada. Los rayos a y c son por el contrario, oblicuos en relación a la cara curva de la lente. Ellos serán refractados porque pasan del vidrio al aire y se aproximan al eje de la lente, cortando el rayo en el punto f.

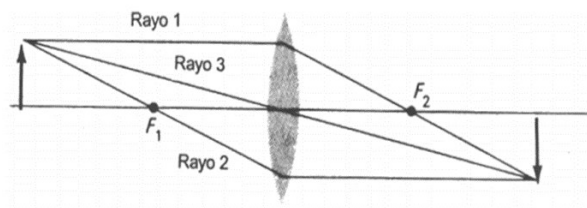
Dos leyes resultan de estas consideraciones:

Todo rayo que pasa por el centro de la lente NO es refractado.

Todo rayo que no pasa por el centro de la lente es refractado. Mientras más lejos del centro, la desviación será mayor. Los rayos refractados convergen todos en un punto que es el foco o punto focal de la lente. (www.itlalaguna.edu.mx, 2015)



**Figura 4.1.** Refracción de rayos a través de una lente divergente.



**Figura 4.2.** Refracción de rayos a través de una lente convergente.

## COMENTARIOS.

Un lente es un vidrio u otra sustancia transparente cuya forma hace que refracte la luz procedente de un objeto y forme una imagen real o virtual de éste.

Tradicionalmente, y de acuerdo con la dirección que siguen los rayos reflejados cuando la luz pasa a través de la lente, se clasifican en dos grandes grupos: convergentes y divergentes. Las lentes convergentes tienen más gruesa la parte central que sus extremos y dirigen todos los rayos que la atraviesan sobre el eje óptico --línea perpendicular a ambas superficies de la lente--, mientras las lentes divergentes tienen más angosta esta parte y dispersan tales rayos. Los nombres de lente convergente y divergente se deben a la acción refractante que ejerce sobre los rayos que inciden paralelos desde el infinito.

La luz que atraviesa una lente convexa se desvía hacia dentro (converge). Esto hace que se forme una imagen del objeto en una pantalla situada al otro lado de la lente. La imagen está enfocada si la pantalla se coloca a una distancia determinada, que depende de la distancia del objeto y del foco de la lente. La luz que atraviesa una lente cóncava se desvía hacia fuera (diverge). Los elementos de una lente son: centro de curvatura, radio de curvatura, eje principal, centro óptico, planos focales, foco.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Castañeda, M., Balderas, I., González, M., Rodríguez, A., Rique, D., & Heredia, J. (2015). MANUAL DE FÍSICA. Monterrey. <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/>. (12 de Septiembre de 2015). Obtenido de <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/EspejoPlano/espejoplano.htm>
- teleformacion.edu.aytolacoruna.es/. (12 de Septiembre de 2015). Obtenido de [teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/reflex\\_Refrac/reflexRefr\\_indice.htm](http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/reflex_Refrac/reflexRefr_indice.htm)
- Tippens, P. E. (2011). Física, conceptos y aplicaciones. Perú: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- todoingenieriaindustrial.wordpress.com. (12 de Septiembre de 2015). Obtenido de [todoingenieriaindustrial.wordpress.com: https://todoingenieriaindustrial.wordpress.com/metrologia-y-normalizacion/3-3-optica-fisica/](https://todoingenieriaindustrial.wordpress.com/metrologia-y-normalizacion/3-3-optica-fisica/)
- Vallecillo, A., Lozano, A., & Alonso, M. (26 de Agosto de 2015). intercentres.edu.gva.es. Obtenido de [intercentres.edu.gva.es: http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Ondas/Ondas09.htm](http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Ondas/Ondas09.htm)
- Wilson, J. D., & Buffa, A. J. (12 de Septiembre de 2011). books.google.com.mx. Obtenido de [books.google.com.mx: https://books.google.com.mx/books?id=KFEvYPsc5IMC&pg=PA748&lpg=PA748&dq=reflexion+e+imagen+producida+por+un+espejo+plano&source=bl&ots=RMPNQAfAOn&sig=udQ7GGCyVKtwdP1EH\\_iF4UYOPSc&hl=es&sa=X&ved=0CFkQ6AEwCWoVChMI0P74rIbzxwIVygOSCh2-5weX#v=onepage&q=reflexio](https://books.google.com.mx/books?id=KFEvYPsc5IMC&pg=PA748&lpg=PA748&dq=reflexion+e+imagen+producida+por+un+espejo+plano&source=bl&ots=RMPNQAfAOn&sig=udQ7GGCyVKtwdP1EH_iF4UYOPSc&hl=es&sa=X&ved=0CFkQ6AEwCWoVChMI0P74rIbzxwIVygOSCh2-5weX#v=onepage&q=reflexio)
- www.fisicanet.com.ar. (12 de Septiembre de 2015). Obtenido de [www.fisicanet.com.ar: http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap05\\_optica\\_fisica.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap05_optica_fisica.php)
- www.itlalaguna.edu.mx. (12 de Septiembre de 2015). Obtenido de [www.itlalaguna.edu.mx: http://www.itlalaguna.edu.mx/academico/carreras/electronica/optica/optopdf1\\_archivos/unidad1tema6.pdf](http://www.itlalaguna.edu.mx/academico/carreras/electronica/optica/optopdf1_archivos/unidad1tema6.pdf)
- www.lawebdefisica.com. (12 de Septiembre de 2004). Obtenido de [www.lawebdefisica.com: http://www.lawebdefisica.com/rama/optica.php](http://www.lawebdefisica.com/rama/optica.php)
- www.medic.ula.ve. (12 de Septiembre de 2015). Obtenido de [www.medic.ula.ve: http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2\\_3.htm](http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2_3.htm)