Figura 34. Descomposición o dispersión de la luz blanca usando un prisma.

El espectro de los colores que forman la luz blanca, en el aire o en el vacío, tienen la misma velocidad de la luz, se distingue un color de otro por su frecuencia. La frecuencia del rojo es aproximadamente 3 x 10^{14} Hz y del violeta es 8 x 10^{14} Hz. A partir de la ecuación $c = \lambda f$ se tiene que la longitud de onda es mayor para el rojo que para el violeta, ver fig. 35. A partir de la figura se observa que la longitud de onda del espectro visible es de 7000 A° para el rojo y 4000 A° para el color violeta, en donde 1 angstrom (A°) = 10^{-10}m.

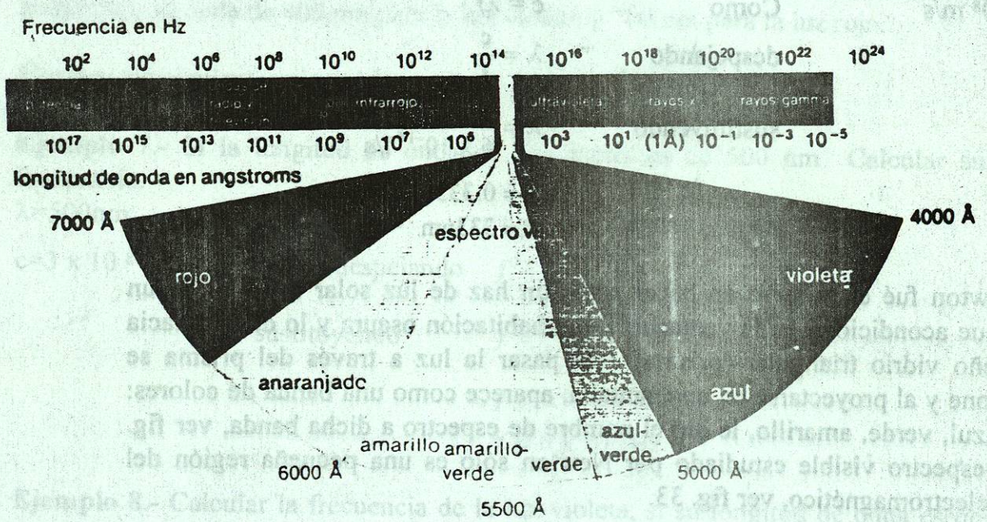

FIGURA 35 Espectro electromagnético.

La descomposición de la luz por un prisma de vidrio es debida a que cada uno de los colores tiene diferente índice de refracción, siendo el más refractado el violeta y el menos refractado el rojo, debido a que cada color tiene diferente velocidad a través del prisma, siendo el rojo el que se desvía menos por ser su velocidad mayor que la del color violeta, el cual se desvía más.

Por lo tanto Newton demostró que la luz está formada de diversos colores (desde el rojo hasta el violeta en la descomposición de la luz blanca), considerando los colores primarios de la luz el rojo, verde y azul, en tanto que el amarillo (combinación de la luz roja y azul), turquesa (verde y azul), magenta (rojo con azul) se llaman colores secundarios de la luz. Por ejemplo una pantalla de un televisor de color se pinta con 700000 puntos distribuidos en grupos de tres: uno que emite luz azul, otro verde, y otro rojo. De la parte posterior del tubo de T.V. provienen 3 haces de electrones. Las variaciones de colores se logran variando las intensidades de los haces.

Un objeto se ve de un color particular por la luz del color que refleja y absorbe los demás colores, por ejemplo una camisa roja se ve de este color porque refleja la luz roja, debido a que al incidir la luz blanca sobre la camisa, los pigmentos en el tinte absorben la luz de los colores restantes que la componen. Al hacer incidir luz azul, los pigmentos en el tinte absorberán toda la luz azul y no se reflejará ninguna luz y la camisa roja con luz azul que le incide se verá negra.

6.- REFLEXIÓN DE LA LUZ

La mayor parte de la luz que se ve a nuestro alrededor es el resultado de la luz reflejada. La reflexión es un fenómeno que describe cómo la luz regresa a su medio original como resultado de incidir sobre una superficie. Al llegar la luz a la superficie de un cuerpo, se refleja total o parcialmente en todas direcciones. Al ser la superficie lisa, los rayos son reflejados o rechazados en una sola dirección. La superficie lisa que refleja los rayos de luz recibida es llamada espejo, por ejemplo, el agua en una alberca, espejos de cristal, etc.

El rayo de luz que llega al espejo se llama incidente y al rayo rechazado se le denomina reflejado. El rayo de luz que llega a una superficie con un ángulo de incidencia (θi) se refleja con un ángulo igual de reflexión (θr) a esto se le conoce como Ley de reflexión. Los ángulos de incidencia y de reflexión se miden a partir de una línea perpendicular (normal) a la superficie en el punto de incidencia. El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal quedan en el mismo plano, ver fig. 36a. *La ley de reflexión señala que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.*

Cuando un rayo de luz incide sobre una superficie irregular, ver fig.36b), el rayo de luz reflejado no queda bien definido y se dispersa la luz en todas direcciones.

Este fenómeno de la luz se llama reflexión difusa o difusión de la luz por una superficie áspera. Una superficie irregular o áspera dispersará la luz incidente, dando como resultado que se ilumine dicha superficie. Por ejemplo reflexión de la luz en la hoja de papel, el ladrillo, el mueble, es ejemplo de reflexión difusa.

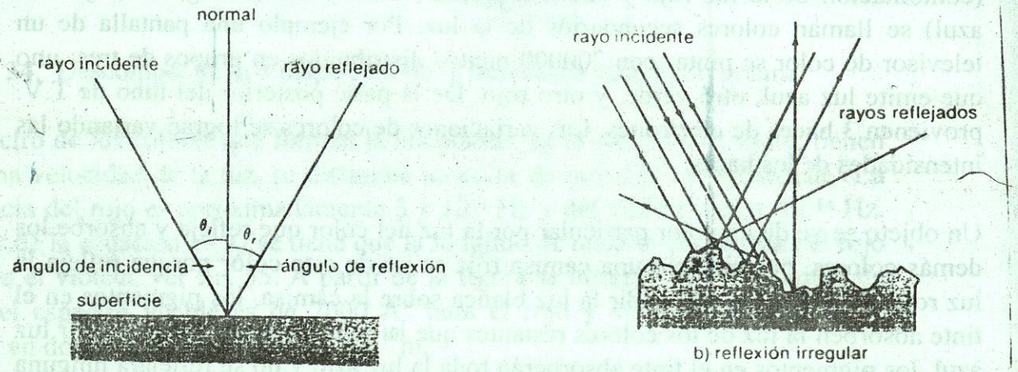

Figura 36.- a) reflexión en superficie lisa. b) Reflexión difusa en superficie irregular.

7.- ESPEJOS PLANOS.

Como ya se dijo, un espejo es toda superficie lisa que refleja los rayos de luz que recibe. Los tipos más comunes de espejos son los planos y esféricos.

En un espejo plano la superficie reflectora es de forma plana. En un espejo es derecho al conservar la misma posición; se forma una imagen virtual porque se ve como si estuviera dentro del espejo y es simétrica porque la imagen real y virtual están a la misma distancia del espejo, ver fig. 37.

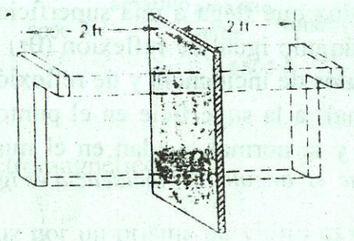

Figura 37.- En los espejos planos las imágenes están invertidas derecha-izquierda.

Para un espejo plano, la distancia del espejo al objeto es siempre de igual magnitud que la distancia a la imagen de dicho objeto. Se observa que las imágenes formadas por un espejo plano son realmente reflexiones de objetos reales. Las imágenes formadas no son reales puesto que la luz no pasa a través de ellas, es decir, una imagen real se forma por rayos de luz verdaderos que pasan por ella; se pueden proyectar en una pantalla dichas imágenes reales. Una imagen virtual es la que parece formarse por luz proveniente de la imagen, aunque en realidad los rayos de luz no pasan por ella, o sea no se pueden proyectar en una pantalla, ver fig. 38.

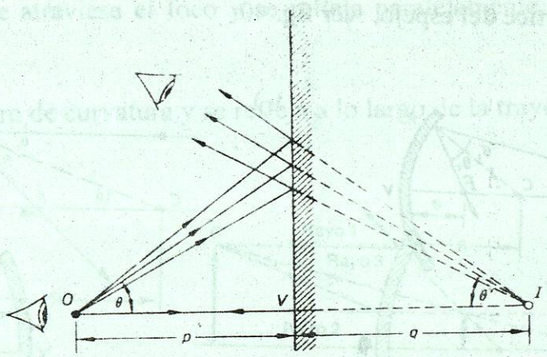

Figura 38.- Construcción de la imagen de un objeto puntual, por un espejo plano.

8.- ESPEJO ESFÉRICO

Un espejo esférico es aquél formado por una sección de una esfera reflejante. Un espejo cóncavo es la superficie reflejante de la parte interna de una esfera reflejante.

Un espejo convexo es la superficie reflejante de la parte externa de una espejo esférico, ver fig. 39.

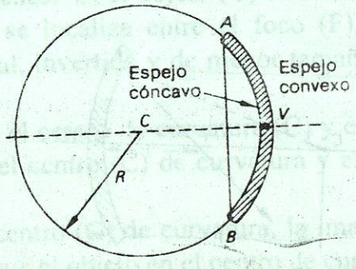

Figura 39.- Espejo esférico, el cual puede ser espejo convexo o espejo cóncavo.

En dichas figuras, el espejo esférico tiene un radio (R) de curvatura, un centro (C) de curvatura, un vértice (V) de espejo, una abertura lineal del espejo (segmento AB) y un eje del mismo que pasa por el centro de curvatura y por su vértice.

Al considerar sobre el eje de un espejo cóncavo un rayo de luz que incide en dirección del eje sobre su superficie, se reflejará sobre sí mismo; y un rayo paralelo a su eje se reflejará de tal manera que sus ángulos de incidencia y de reflexión serán iguales, y el rayo reflejado pasará por el punto medio entre el centro de curvatura y el vértice del espejo, ver fig. 40.

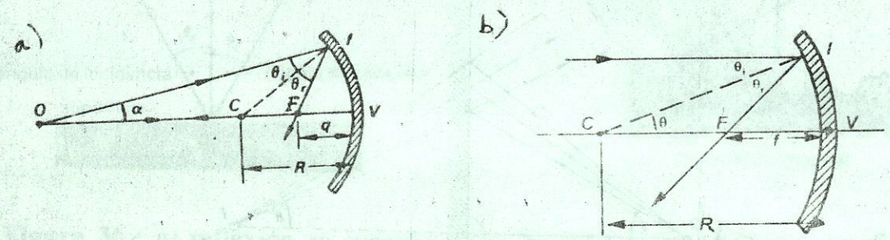

Figura 40.- Reflexión en un espejo cóncavo: a) si el rayo pasa por el centro, se reflejará sobre las misma línea b) si el rayo es paralelo al eje, se reflejará pasando por el foco.

El foco o punto focal (F) en que coinciden los rayos reflejados, es el punto medio del radio de curvatura, ver fig. 41. A partir de lo anterior, al espejo cóncavo se le llama espejo de convergencia.

$$\overline{FV} = f = \frac{R}{2}$$

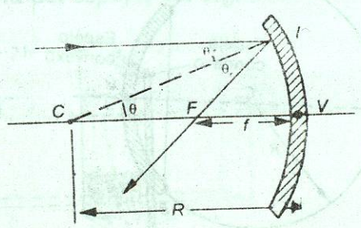

Figura 41.- La longitud focal (*f*) de un espejo cóncavo es igual a la mitad de su radio (R) de curvatura.

9.- RAYOS PRINCIPALES EN ESPEJOS. OBTENCIÓN DE IMÁGENES

Las imágenes formadas en los espejos esféricos se determinan a partir de dos o tres rayos particulares. Los rayos principales considerados son:

Rayo paralelo al eje del espejo es el rayo que se refleja y pasa por el foco de un espejo cóncavo o proviene del foco de un espejo convexo.

Rayo focal es el rayo que atraviesa el foco y se refleja paralelamente al eje del espejo.

Rayo que pasa por el centro de curvatura y se refleja a lo largo de la trayectoria del rayo original, ver fig. 42.

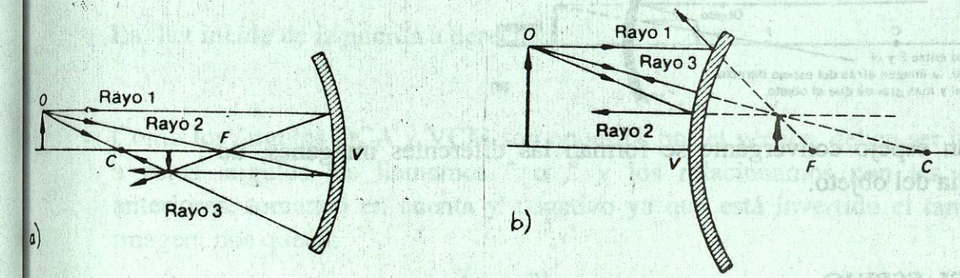

Figura 42.- Los rayos que ayudan a formar las imágenes en los espejos esféricos son: 1.rayo paralelo, 2.rayo focal, 3.rayo principal.

De acuerdo a la distancia del objeto con respecto al centro de curvatura o al foco, se producen las diferentes imágenes. Si el objeto (O) se sitúa afuera del centro de curvatura, la imagen formada se localiza entre el foco (F) y el centro (C) de curvatura y será una imagen real, invertida y de menor tamaño que el objeto, ver. fig. 43 a).

Si el objeto (O) se coloca entre el centro de curvatura (C) y el foco (F), la imagen formada se localiza más allá del centro (C) de curvatura y es real, invertida y de mayor tamaño, ver fig. 43b).

Si el objeto (O) se sitúa en el centro (C) de curvatura, la imagen formada es real, invertida y del mismo tamaño que el objeto en el centro de curvatura, ver fig. 43c).

Si el objeto (O) se coloca en el foco (F), no se formará imagen, ver fig. 43).

Si el objeto (O) se coloca entre el foco y el vértice (V), la imagen aparece detrás del espejo, la imagen formada es virtual, derecha y de mayor tamaño, ver fig. 43 d)

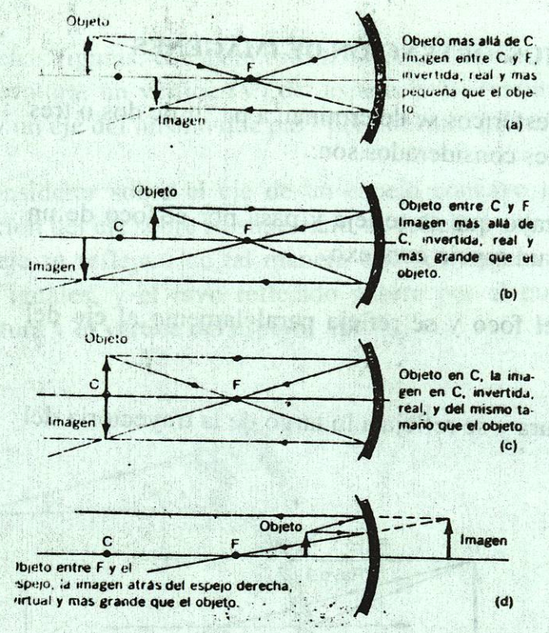

Figura 43.- En un espejo convergente se forman las diferentes imágenes, de acuerdo a la distancia del objeto.

10.- ECUACIÓN DEL ESPEJO

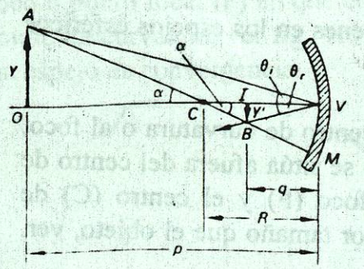

Figura 44.- Deducción de la ecuación del espejo.

A partir de la figura 44, se tiene que p es la distancia del espejo al objeto, e igual al segmento OV.

q es la distancia del espejo a la imagen formada e igual al segmento IV.

R es el radio de curvatura e igual al segmento CV.

y es el tamaño del objeto e igual al segmento OA

y'es el tamaño de la imagen e igual al segmento IB.

en donde la convención de signos es

1) La distancia al objeto (p) es positiva para objetos reales y negativa para objetos virtuales.

2) La distancia a la imagen (q) es positiva para imágenes reales y negativa para imágenes virtuales.

3) El radio de curvatura (R) y la longitud focal (*f*) son positivos para espejos convergentes (cóncavos) y negativos para espejos divergentes (convexos).

La luz incide de izquierda a derecha.

Como los ángulos OCA y VCM son opuestos por el vértice, deben ser iguales. Si a estos ángulos les llamamos " α " y los relacionamos con las cantidades anteriores, tomando en cuenta y' negativo ya que está invertido el tamaño de la imagen, nos queda:

$$\text{Tan}\alpha = \frac{y}{p-R} = \frac{-y'}{R-q}$$

por lo cual $\frac{-y'}{y} = \frac{R-q}{p-R}$ ecuación (1)

Como los ángulos de incidencia (θi) y de reflexión (θr) son iguales, sus tangentes también lo son, es decir

$$\text{Tan}\,\theta i = \text{Tan}\,\theta r$$

sustituyendo $\frac{y}{p} = \frac{-y'}{q}$

o también $\frac{-y'}{y} = \frac{q}{p}$ ecuación (2)

igualando las ecuaciones (1) y (2), resulta

$$\frac{q}{p} = \frac{R-q}{p-R}$$

reordenando términos

$$q(p-R) = p(R-q)$$