

# Qué es una imagen?

Jaime Karles Gómez

Profesor Departamento de Física  
Universidad Nacional  
Sede Medellín

## INTRODUCCION

La distribución energética luminosa que se produce en la superficie retiniana determina la percepción visual. A partir de la captación energética de los sensores visuales, el cerebro estima profundidades, texturas, formas y cromaticidad. Pero, ¿cuál es el proceso que sigue la energía luminosa antes de entrar al ojo? ¿Podría formarse la imagen retiniana si la retina estuviera a flor de piel, y no en la pared posterior de un recinto accesible tan sólo por el estrecho orificio de la pupila? ¿Cuál es la diferencia entre la percepción visual de un objeto real y de una imagen virtual? ¿Cuáles son los factores que caracterizan a una imagen? ¿Qué rasgos distinguen una imagen de una silueta? ¿Pueden producir imágenes reales los objetos virtuales?

La óptica no se ocupa de la sensación visual objetiva del observador, sino de aquellos hechos que pueden sensibilizar una placa fotográfica o un contador de fotones.

Tan sólo un estrecho rango del espectro electromagnético es el responsable de nuestra riqueza cromática, pero la forma no requiere - es independiente - de la cromaticidad. Incluso, muchas veces es preciso sacrificar el color para mejorar la forma. Se trata, pues, de dos aspectos ópticos independientes, pero complementarios.

Aunque la luz, el propio responsable de la formación de imágenes, no sea visible por si misma, a ella se le atribuyen propiedades que permiten explicar una serie de fenómenos.

Se considera que la luz es el agente conector entre las cosas y el ojo.

El siguiente diálogo pretende destacar aquellos aspectos que mayor importancia tienen para comprender cabalmente las experiencias en Optica Geométrica.

Manuel: ... un haz de luz siempre toma la forma del diafragma ¿qué lo limita?

Olga: No siempre... Pero, ... ¿qué te hace pensar en eso?

Manuel: Pues..., los siguientes casos..., donde F es una fuente de luz, ... el haz luminoso toma una forma impuesta por el diafragma, ... es triangular en un caso y forma de L en el otro.

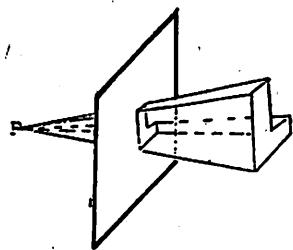
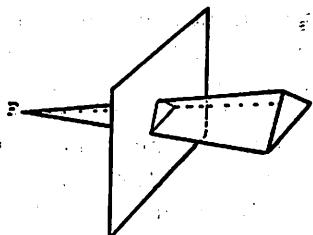


Figura 1

Olga: Eso ocurre porque la fuente luminosa es puntual. Te mostraré lo que ocurre cuando invertimos las proporciones de la fuente y el diafragma; es decir, cuando la fuente es extensa y el orificio del diafragma es muy pequeño respecto a la fuente...

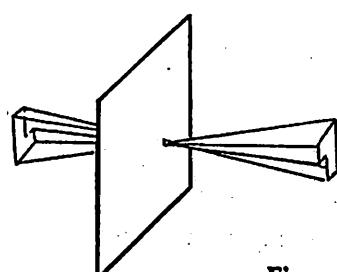
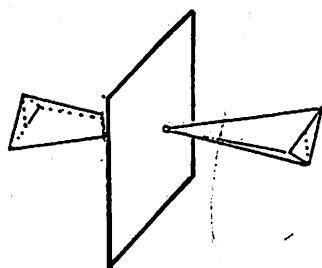


Figura 2

Manuel: Pero..., esas figuras ... están invertidas!

Olga: El diafragma provoca esa inversión.

Manuel: Entonces, la forma del haz puede ser producida por la fuente o por el diafragma...

Olga: ¡En efecto! En un caso el haz toma la forma del diagrama, mientras que en el otro toma la forma del objeto.

Manuel: La primera se produce con un diafragma más extenso que la fuente; pero, ... ¿la segunda?

Olga: La segunda se forma con una fuente más extensa que el diafragma.

Manuel: Y, ¿por qué ocurre eso?

Olga: Observa que si no existiera diafragma, la luz que sale de un punto del objeto se mezcla con la que emerge de otros, invadiendo la misma región... impidiendo así la formación de cualquier imagen; pero,... al reducir el tamaño del diafragma se producen unos pinceles luminosos... que tienen su ápice en puntos del objeto y la forma del diafragma.

Manuel: ... los cuales se apartan unos de otros después de haber cruzado el diafragma, iluminando diferentes regiones.

Olga: Lo importante es que... cada pincel está formado por *luz emitida desde un punto diferente del objeto... con una intensidad determinada...*

Manuel: ... Lo cual hace que cada pincel tenga diferente intensidad.

Olga: Así que... la distribución de la luz en una superficie sobre la cual incidan los pinceles es una *reólica luminosa del objeto.*

Manuel: O sea que cada punto luminoso de la superficie corresponde a un punto luminoso del objeto. Y nada más que a uno.

Olga: Y eso es, precisamente, lo que provoca la inversión de arriba por abajo y ... derecha por izquierda, en la figura formada por los pinceles respecto al objeto que la produjo.

Manuel: ¿Y eso es también lo que permite la formación de la figura en la superficie donde inciden los pinceles?

Olga: En efecto.

Manuel: ¿Entonces, la forma de la figura que forman los pinceles siempre está invertida respecto a la forma del objeto de donde proceden los pinceles?

Olga: No siempre; pero eso lo discutiremos más tarde. Sin embargo, la figura que se forma en la superficie donde inciden los pinceles no está formada por puntos, sino por zonas luminosas cuyo tamaño depende de la sección del pincel...

Manuel: Puede pensarse que cada porción elemental de la figura que se forma en la pantalla es un pequeño círculo... Si la abertura es circular,... un pequeño cuadrado de la abertura es cuadrada..., etc.

Olga: Así es.

Manuel: Y eso no le hace perder nitidez a la figura que aparece en la pantalla?

Olga: Depende de la abertura que tenga cada pincel... si tienen un diámetro angular mayor de 3 minutos de arco, entonces la figura aparecerá borrosa...

Manuel: ¿Esa figura es la imagen de la fuente?

Olga: Lo sería si fuera la figura sólo apareciera en una posición determinada, única, en el espacio.

Manuel: Pero la tiene, ... pues esa figura se puede recoger sobre una pantalla.

Olga: Pero, sin embargo, la posición de esa pantalla no es única.

Manuel: ¿Y qué pasa con eso?

Olga: Pues qué, entonces no se trata de una *imagen real*.

Manuel: ¿Por qué?

Olga: Porque las imágenes reales se forman mediante rayos luminosos que convergen sobre la pantalla. Esa figura no está localizada realmente en ninguna parte después del diafragma, aparece allí donde se ponga la pantalla, formada por pinceles que se forman al pasar por el diafragma la luz que diverge de cada punto del objeto.

Manuel: ¿Y qué pasa con eso?

Olga: Pues que si se mira a través del diafragma, recogiendo con el ojo la luz de los pinceles que lo atraviesan en diversas direcciones, puede percibirse una figura situada detrás del diafragma.

Manuel: Esa figura sería el propio objeto.

Olga: No lo es... Se trata de una silueta.

Manuel: Pero, existen imágenes que no se pueden recoger sobre pantallas...

Olga: ¡En efecto! Son las imágenes virtuales.

Manuel: ¿Esas imágenes no se ven...?

Olga: Ellas no se forman por fuera del ojo, ... sino tan solo sobre la retina.

Manuel: ¿Y cómo pueden formarse allí?

Olga: Gracias a la pupila del ojo.

Manuel: Será más bien por el cristalino.

Olga: No. Realmente es la pupila la que sirve del filtro óptico, impidiendo la mezcla de pinceles que corresponden a diversas partes del objeto. Solo después que se han conformado los pinceles de la luz, al pasar ésta por la pupila, es que se puede establecer una relación biunívoca entre los puntos del objeto y los «puntos» de la imagen de la retina.

Manuel: ¿Cuál es entonces el papel del cristalino?

Olga: El de recoger mayor cantidad de luz sobre cada «punto» de la imagen.

Manuel: ¿Cuál es entonces la diferencia entre un diafragma como la pupila, y una lente como el cristalino?

Olga: Tanto el diafragma como la lente asignan a cada zona luminosa del objeto una zona iluminada sobre la pantalla. Sin embargo, el tamaño de cada zona elemental sobre la pantalla, así como la intensidad de su iluminación son diferentes para uno y para otra. El tamaño de cada zona elemental es menor en el caso de las lentes y su intensidad de iluminación mayor.

Manuel: ¿Entonces, el cristalino no modifica para nada el papel que cumple la pupila?

Olga: No. Sin embargo, hace que la imagen se forma solamente a cierta distancia por detrás de la pupila.

Manuel: Pero la descripción que acabas de hacer no difiere para nada de lo que ocurre cuando vemos los objetos reales...

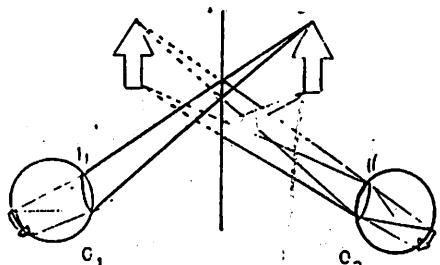


Figura 3

Olga: ¡En efecto! En el diagrama anterior se muestran un par de pinceles que ayudan a formar la imagen retiniana de un objeto real para un observador  $O_1$ , y también de una *imagen virtual* para un observador  $O_2$ ; esta última producida por un espejo plano semitransparente. La única diferencia entre un caso y el otro es que cuando el ojo está percibiendo un objeto real los pinceles que caen sobre la retina proceden directamente del objeto, mientras que cuando percibe una imagen virtual esos pinceles proceden del espejo.

Manuel: O sea que la diferencia entre la percepción visual de un objeto y de una imagen virtual está en la reflexión que experimentan los pinceles luminosos sobre el espejo... en el caso de la imagen.

Olga: Lo cual puede aprovecharse para cambiar la percepción visual de la posición del objeto, su tamaño o su forma, ... según el tipo de espejo ... o dispositivo óptico que se emplee.

Manuel: ¿Y cuál es la imagen virtual?... La que se forma en la retina o la que se ve detrás del espejo?

Olga: Si fuera la que forma en la retina, todas las imágenes serían virtuales, ya que todas, finalmente, terminan por formarse en la retina...

Manuel: ¿Por qué?

Olga: Porque de otra manera no serían percibidas.

Manuel: ¿Entonces, la imagen retiniana no entra en el proceso de clasificación.. de realidad o virtualidad de la imagen?

Olga: No. Y en cuanto a ...»la que se forma detrás del espejo»... debo decirte que ... detrás del espejo no existe tal imagen... Es el ojo el que permite que el cerebro la «imagine», a partir de la figura que se forma en la retina.

Manuel: ¿En qué sentido dices que... la imagen percibida «no existe»?

Olga: En cuanto que en aquellos puntos de donde divergen los pinceles luminosos no existen realmente una fuente de luz para ellos.

Manuel: ¿Y cuáles son esos puntos?

Olga: En el sitio donde parece formarse la imagen.

Manuel: ¿Luego, no es posible fotografiar una imagen virtual?

Olga: ¿Por qué dices eso?

Manuel: Porque la cámara no tiene cerebro para «imaginar»...

Olga: Pero funciona en forma similar al ojo, y puede hacer converger sobre el negativo los pinceles divergentes que llegan a la lente, para sacar un registro fotográfico de la imagen real que se produce sobre él, similar a la imagen retiniana que se produce en el interior del ojo...

Manuel: ¡O sea que, en última instancia, toda imagen es real al ser observada?

Olga: ¡Así es! Tiene que hacerse real para poder ser percibida a través de algún sensor, ... la retina, ... la película fotográfica, ... o cualquier otro dispositivo.

Manuel: Pero se hace real sobre el sensor; no antes de ser percibida, ... sino en el mismo acto de la percepción...

Olga: ¡Correcto! Esa imagen sólo existe en la retina.

Manuel: ¿Y cómo se sabe si una imagen es virtual o real?

Olga: Si puedes recogerla sobre una pantalla es real, ... en caso contrario es virtual.

Manuel: ¿Y ... puede hacerse que una imagen virtual se vuelve real?

Olga: Sí! mediante combinación de lentes o espejos... Por ejemplo, en el siguiente diagrama puedes ver cómo la imagen virtual  $I_1$ , se convierte en la imagen real  $I_2$ , mediante la ayuda de una lente positiva.

Si se pone una pantalla en  $P_0$  o en  $P_1$ , mientras los pinceles divergen, no se recoge ninguna imagen sobre ella; ... pero si se pone la pantalla en  $P_2$ , donde se produce la imagen  $I_2$ , aparece sobre la pantalla una imagen que puede verse desde cualquier parte.

Manuel: ¿Y qué pasa si pongo el ojo exactamente sobre la  $P_2$ ... recogiendo directamente con el ojo los pinceles que llegan a formar la imagen  $I_2$ ?

Olga: No ves la imagen... Tan solo percibes una gran claridad que proviene de la lente, ... pero no puedes percibir la forma de la imagen...

Manuel: Tal vez porque es muy grande para caber en el ojo...

Olga: Lo que pasa es que el ojo está diseñado para recoger haces divergentes de luz y concentrarlos sobre la retina...

Manuel: ¿Entonces, los pinceles luminosos que entran al ojo deben ser divergentes antes de entrar?

Olga: Sí...Aunque no mucho...Esa divergencia tiene límite...El pincel no puede sobrepasar un diámetro angular de 30 minutos de arco.

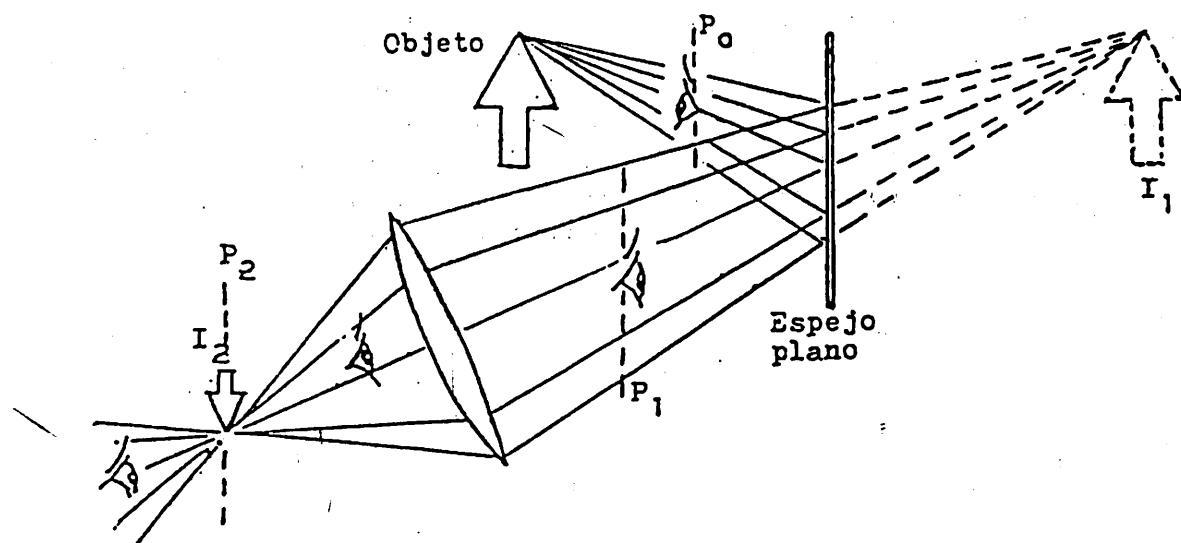


Figura 4

Manuel: ¿Por qué?

Olga: Porque en ese caso la lente del ojo ya no es capaz de concentrar el pincel sobre la retina, sino que produce una mancha de luz... tan grande que la imagen pierde nitidez.

Manuel: ¿O sea que si pongo el ojo en  $P_0$  o en  $P_1$ ..., entonces sí puedo ver imágenes?

Olga: Bueno... Si colocas el ojo en  $P_0$  ves al objeto directamente, mientras que en  $P_1$  ves una imagen virtual,... la imagen  $I_1$ ... Incluso, si pones el ojo después del sitio donde se forma la imagen  $I_2$ , cuando los pinceles que la forman vuelven a diverger, también puedes verla...

Manuel: ¿Sin pantalla?

Olga: Sí... Aún sin emplear pantalla. Tu ojo recoge la luz divergente que procede de  $I_2$ , y puede producir con ella una imagen retiniana clara, ... con la misma facilidad con que se ve al objeto al mirarlo desde  $P_0$ , o a la imagen virtual cuando se la mira desde  $P_1$ ...

Manuel: ¿Pero, entonces una imagen puede verse en el aire?

Olga: ¿Por qué te asomas? Toda imagen virtual se ve en el aire. Para ver las imágenes reales formadas en el aire hay que concentrarse un poco más, porque de manera inconsciente el cerebro trata de ubicar esa imagen sobre la superficie más próxima que encuentre...

Manuel: ¿Y eso puede lograrse ubicando el ojo en cualquier sitio?

Olga: No... Hay que introducir el ojo dentro del cono de luz que produce la imagen  $I_2$ , ... Si estás por fuera de él no puedes percibir nada, ya que no se recoge nada de luz.

Manuel: ¿Por qué?... Si la imagen es real... debería verse desde cualquier parte!

Olga: Si la luz emitida desde cada uno de sus puntos se difundiera en todas las direcciones... Pero como está limitada a propagarse dentro del cono luminoso... hay que introducirse dentro de él para percibir la imagen. Esto no sería necesario si la imagen se formara sobre una superficie difusora que difundiera la luz incidente en todas las direcciones...

Manuel: Es decir, sobre una pantalla translúcida... como el papel mantequilla...

Olga: Allí tampoco podrás percibir imagen alguna... ni la  $I_2$ , ni la  $I_1$ ...

Manuel: ¿Por qué?

Olga: Por la convergencia de los pinceles... El ojo no es una simple cámara oscura con una pupila de entrada, sino que además, está dotado de una lente positiva que concentra la luz de los pinceles que llegan a la pupila...

Manuel: Y ¿qué pasa con eso?

Olga: Esta lente puede concentrar los pinceles sobre la retina cuando ellos son divergentes... no mucho, como ya comentamos... Pero si son convergentes, los pinceles se concentran mucho antes de la retina... Sólo en el primer caso es posible formar una imagen retiniana.