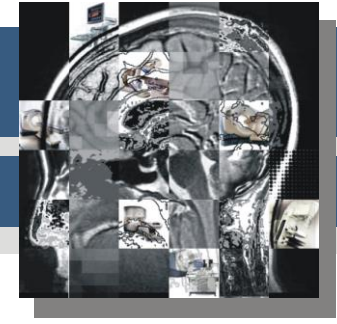
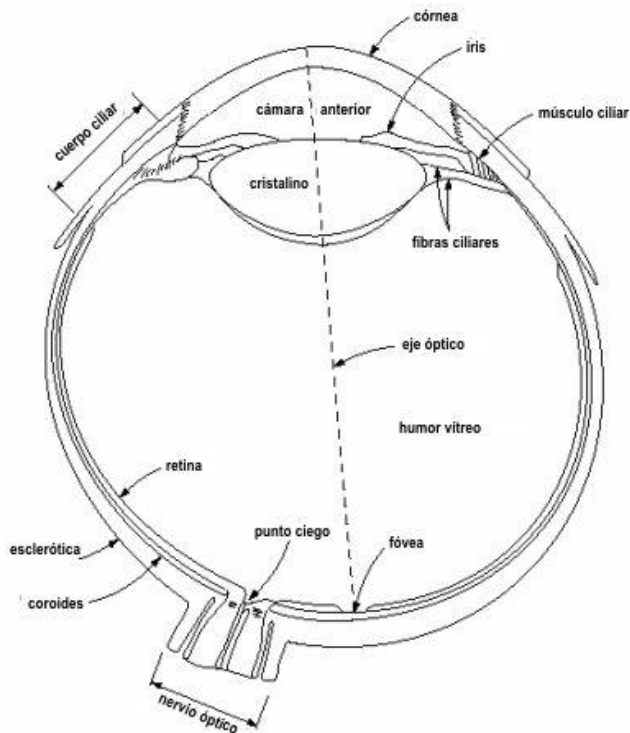


# Percepción de imágenes



## Estructura del ojo humano



La Figura muestra una imagen simplificada del ojo humano. El ojo humano es casi una esfera, de aproximadamente 20 mm de diámetro. Tres membranas lo cubren: Córnea, Esclerótica y Retina.

**Córnea:** Junto con la esclerótica forma la membrana exterior del ojo. Es un tejido transparente que cubre la superficie frontal del ojo.

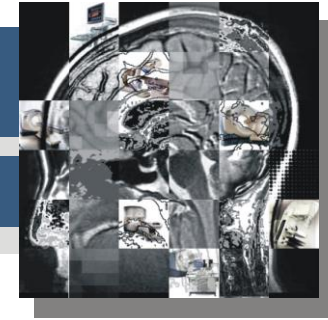
**Esclerótica:** Es una membrana opaca que cubre el resto del globo ocular.

**Coroides:** Contiene una red de vasos sanguíneos que son la principal fuente de nutrición del ojo. La coroides está fuertemente pigmentada para reducir la cantidad de luz exterior que entra al ojo y la reflexión interna dentro de él. En su parte frontal, se divide en el cuerpo ciliar y el iris.

**Cuerpo ciliar:** A él están unidos los músculos ciliares, que controlan el cristalino.

**Diafragma Iris:** Este se expande o contrae para controlar la cantidad de luz que entra en el ojo. La apertura central del iris, llamada pupila, varía su diámetro de 2 a 8 mm. El frente del iris contiene el pigmento visible del ojo, y la parte trasera contiene un pigmento negro.

**Cristalino:** Está suspendido por fibras que lo atan al cuerpo ciliar. Tiene una pigmentación amarillosa que puede aumentar con la edad. El cristalino absorbe aproximadamente 8% del espectro visible, especialmente en longitudes de onda cortas. La luz ultravioleta e infrarroja son absorbidas apreciablemente. El cristalino es “la lente” del ojo y sirve para enfocar, ayudado por los músculos ciliares.

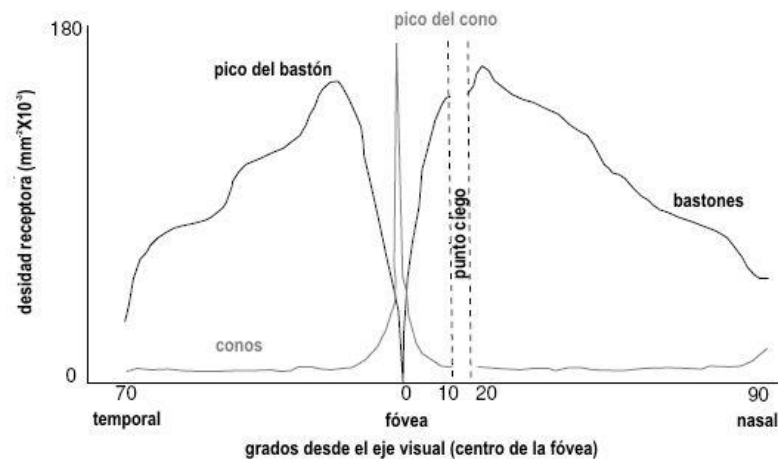


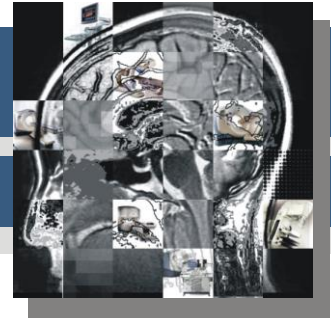
**Retina:** Es la membrana interior posterior del ojo. Cuando el ojo está enfocado, la imagen de un objeto exterior es proyectada en la retina. Sobre su superficie se encuentran los receptores que permiten la percepción visual: los conos y los bastones.

Los conos son entre 6 y 7 millones, se localizan principalmente en la parte central de la retina, llamada fovea, y son muy sensibles al color. Los músculos mueven al ojo hasta que la región de interés se localiza en la fovea. Los humanos somos capaces de percibir detalles muy finos gracias a que cada uno de los conos está conectado a una terminal nerviosa. La visión que utiliza los conos es llamada fotópica, o de luz brillante.

Los bastones son muchos más, entre 75 y 150 millones y están distribuidos sobre la superficie retinal. Esta área de distribución tan grande y el hecho de que varios están conectados a una misma terminal nerviosa reduce su cantidad de detalle discernible. Sirven para dar una imagen general del campo de visión. No participan en la visión del color y son sensitivos a bajos niveles de iluminación (visión escotópica, o de luz tenue).

**La fovea:** Región circular de la retina de aproximadamente 1.5 mm de diámetro. Con ciertas libertades de interpretación, podemos pretender que la fovea es un arreglo cuadrado de sensores de 1.5 X 1.5 mm. La densidad de conos ahí es de aproximadamente 150,000 elementos por mm<sup>2</sup>. Basado en esas aproximaciones, el número de conos en la región de más agudeza en el ojo es de cerca de 337,000 elementos.





Si se visualiza al ojo como un sistema lineal e invariante en el tiempo, se deben tener presentes ciertos conceptos, para poder operar directamente sobre el sistema que para el caso, es el ojo. Estos conceptos son:

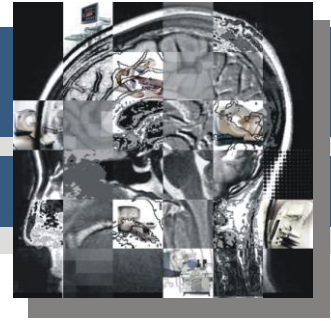
- a) La respuesta al impulso, función que describe el comportamiento del sistema en el tiempo. Una vez obtenida, se realiza la convolución con cualquier función que se desee observar la respuesta del sistema a tal función.
- b) La función de transferencia; función que describe al sistema en el dominio de la frecuencia, que es la transformada de Fourier de la respuesta a impulso

En el caso del ojo, se puede definir como un sistema que modifica funciones que depende de tres variables:

- a) dos espaciales, y
- b) una temporal.

La respuesta puede ser representada como una función que también depende de tres variables:

- a) dos espaciales, y
- b) una temporal.

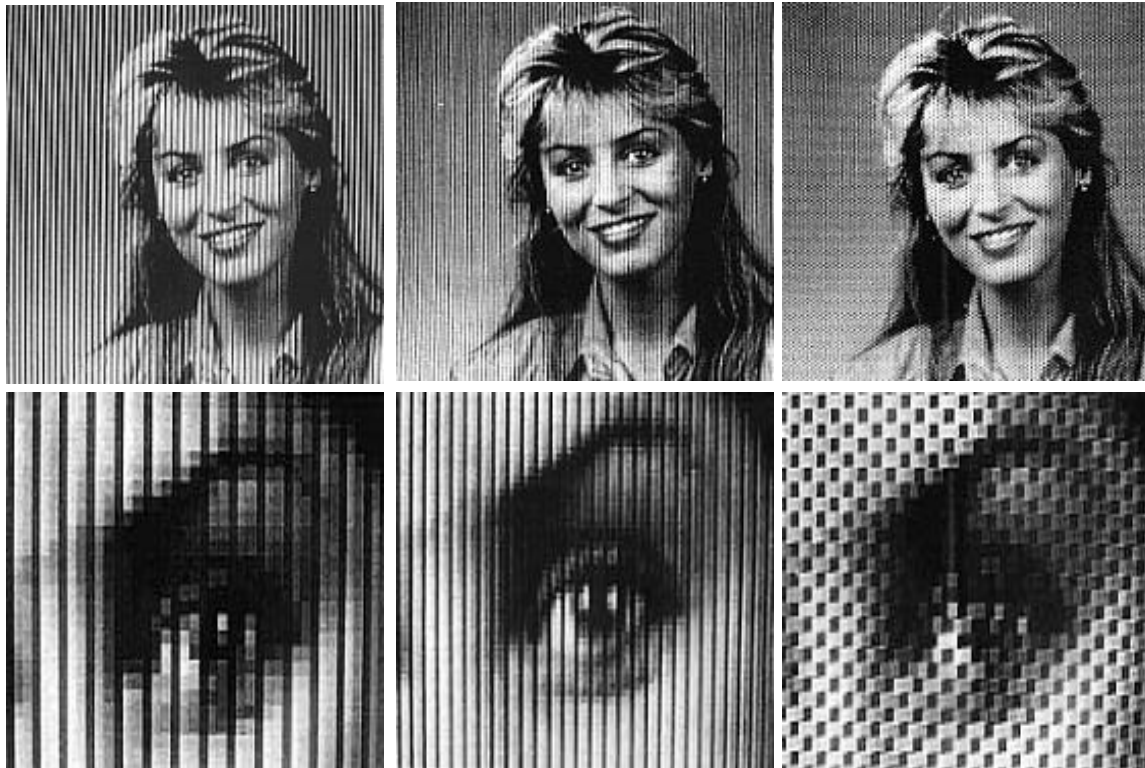
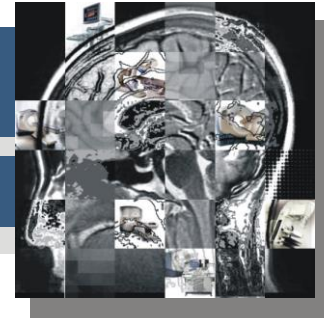


## Variable Temporal

En un primer análisis, se pueden omitir las variables espaciales, y evaluar el comportamiento del ojo con la variable temporal, obteniendo que presenta incapacidad para distinguir una sucesión rápida de imágenes, y al observar su respuesta en frecuencia, se determina que su comportamiento es el de un filtro pasa bajas, y su frecuencia de corte se haya en los 24 a 30 imágenes/segundo. También la respuesta del ojo en frecuencia puede variar, según la intensidad de la luz, ante imágenes poco brillantes, la frecuencia de corte es menor, y con imágenes altamente brillantes, la frecuencia de corte aumenta.

## Variable Espacial

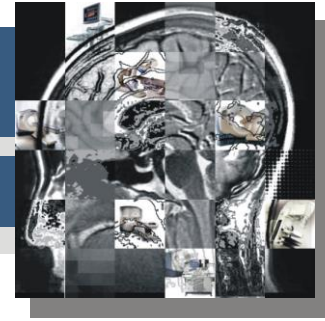
En el sentido espacial, el comportamiento del ojo también ha sido estudiado y nos permite tener una mejor comprensión de como vemos. Por ejemplo, en las pantallas LCD, los cristales de un mismo color, se colocaban en líneas verticales, lo que daba como resultado una resolución algo desagradable a la vista de las personas; lo que requirió de investigaciones para determinar una solución aceptable para mejorar la calidad de los productos. De esta investigación se determinaron dos posibles soluciones: disminuir el tamaño de los cristales de tal forma que la resolución aumentara, o cambiar la disposición de los cristales de forma que en lugar de formar líneas verticales, formaran líneas diagonales. En cualquiera de los dos casos, la apariencia de la imagen mejoró mucho a la vista del observador. Como consecuencia, se escogió la segunda opción, porque se sigue invirtiendo la misma cantidad de dinero, pero se mejora la calidad; la explicación es que, las células receptoras de luz del ojo están dispuestas de tal manera que forman construcciones hexagonales, y las líneas de LCD al ser diagonales, también construyen pequeños hexágonos que permiten tener una mejor adaptación a las células receptoras del ojo.



A	B	C
D	E	F

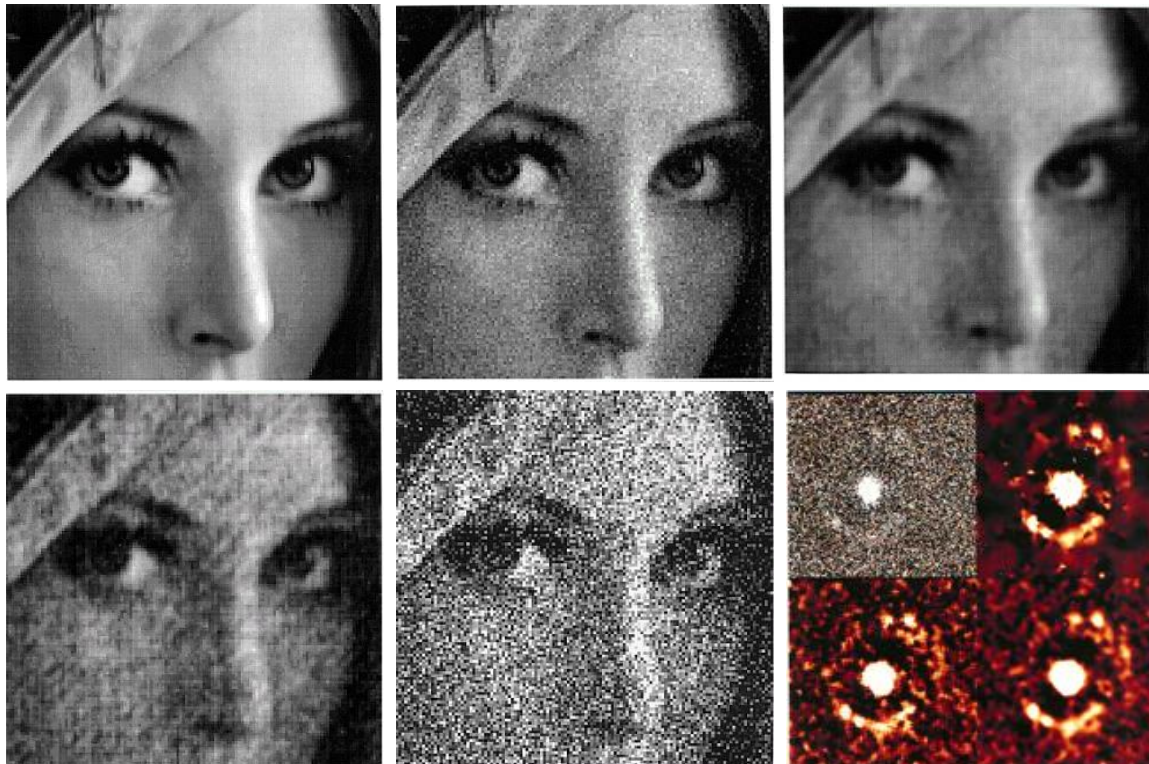
Distribución de cristales en pantallas de LCD. **A.** Arreglo de elementos en columnas. Ellos son muy visibles; **B.** Cuatro veces tantos elementos de A. Mejores resultados pero demasiado costoso; **C.** Estructura delta del LCD (elementos del tamaño de 1). Buenos resultados: se tiene baja sensibilidad sobre estructuras diagonales que en verticales y en **D, E y F**, amplitud de A, B y C correspondientemente

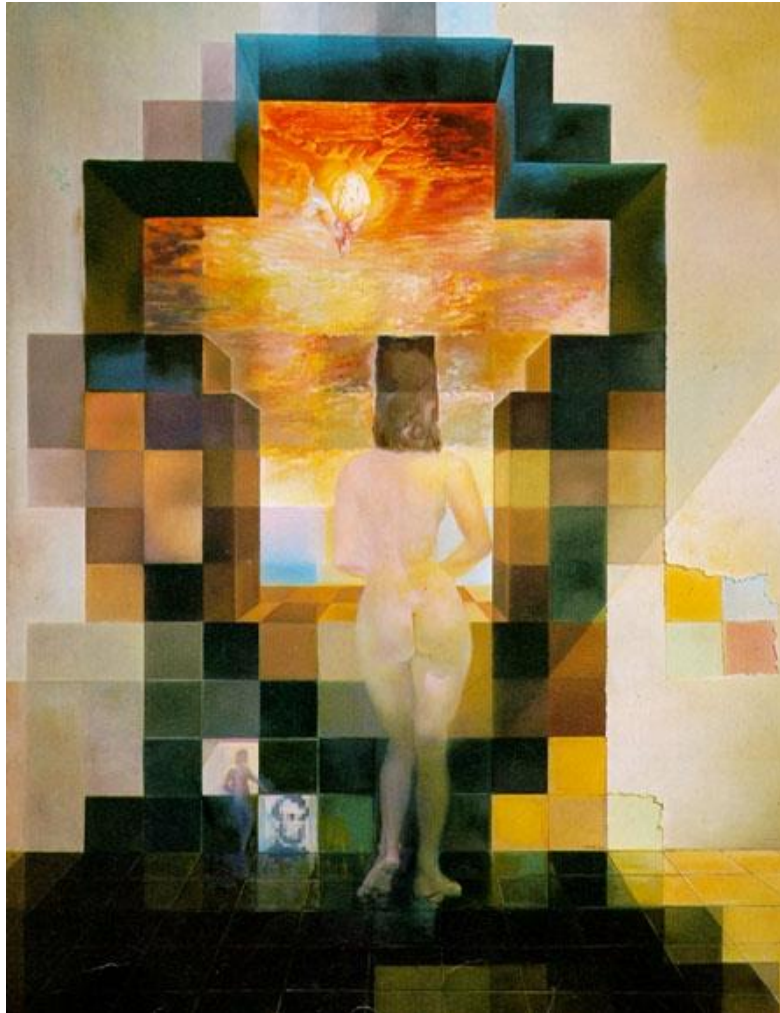
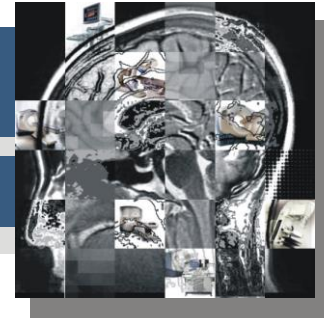




## Ruido frente a Nitidez

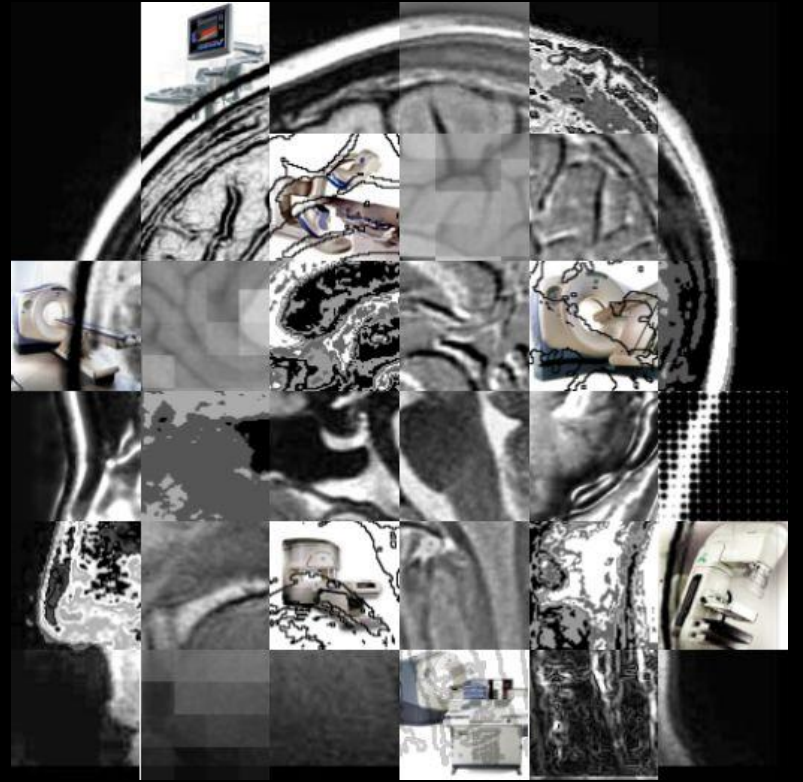
El ojo humano puede más contra el ruido que contra la falta de nitidez. Solo cuando el ruido es muy grande se acepta al filtrado. Es por ello que el factor más importante en la presentación de una imagen es la nitidez. En las imágenes de la Figura 2.48 se observan las relaciones de ruido contra nitidez.





El ojo también tiene cierta limitación en la resolución espacial, como es el siguiente ejemplo, en donde la imagen es una pintura de Salvador Dalí, vista de cerca, y con un cierto alejamiento, se puede apreciar como el ojo, por causa de su limitación en su resolución espacial en cuanto a distancias la imagen tiene dos interpretaciones distintas.





# Percepción de imágenes