

Procesamiento Digital de Imágenes

Pablo Roncagliolo B.
Nº2



Fundamentos del Procesamiento Digital de Imágenes

Las ondas electromagnéticas



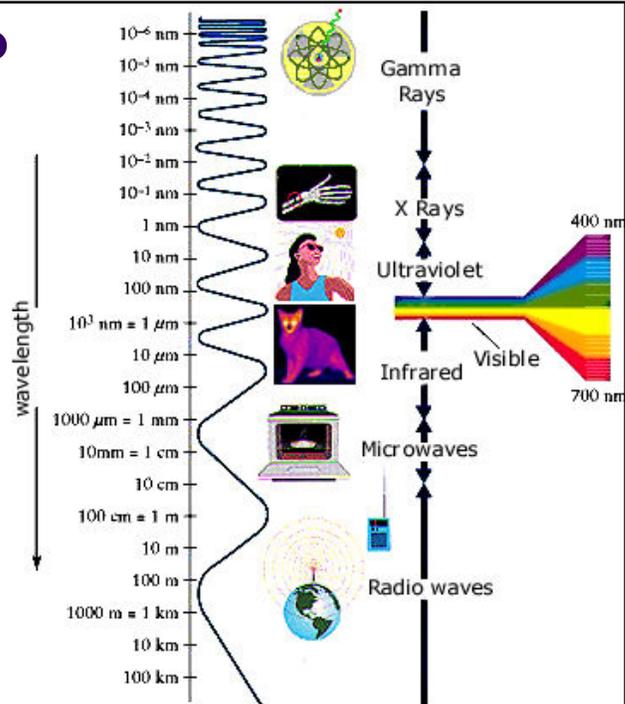
En el ámbito de la óptica, es común referirse a las ondas, por su longitud en vez de su frecuencia.

La luz visible está entre 400 nm y 700nm app.

prb

3

El espectro electro-magnético



prb

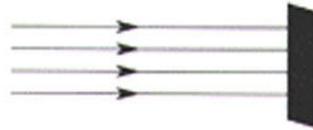
Ondas...



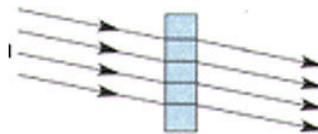
Reflexión



Absorción



Refracción



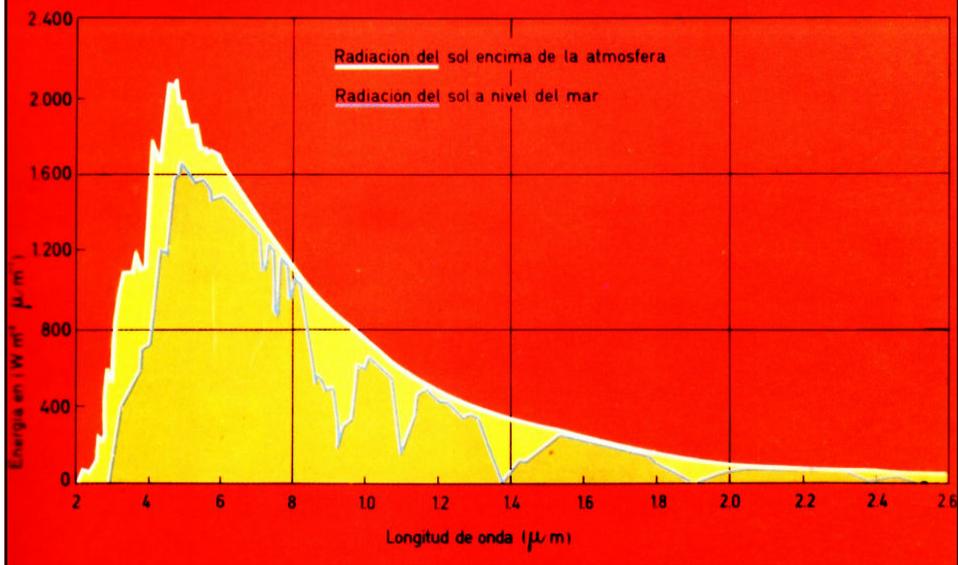
prb

5

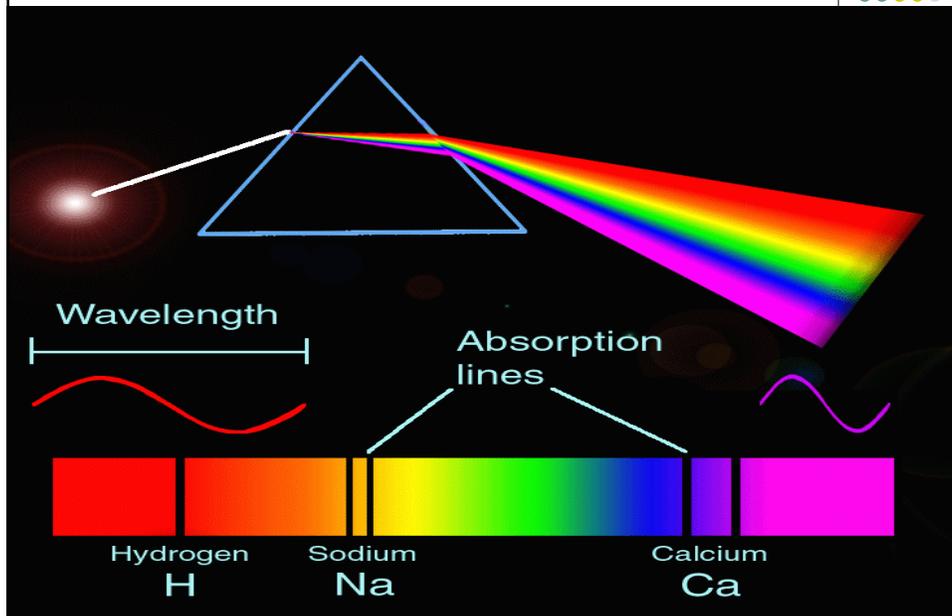
El sol...



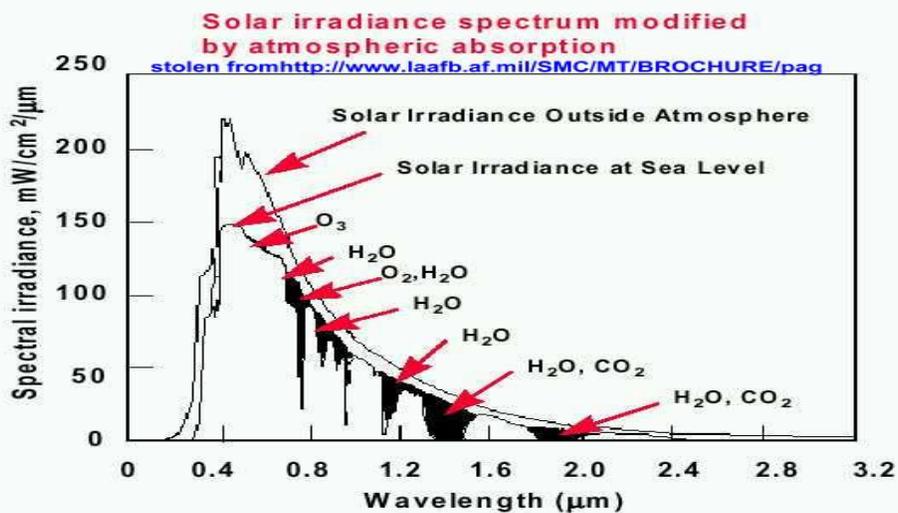
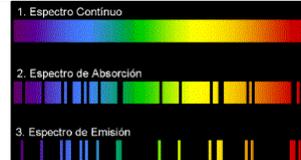
CURVA DE DISTRIBUCION ESPECTRAL DE LA ENERGIA SOLAR



Líneas de absorción



Absorción de la atmosfera



El color del cielo...



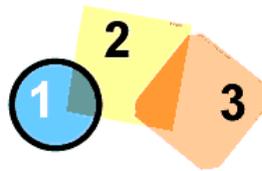
Los rayos deben realizar un trayecto más largo y atravesar un capa más gruesa de aire y su refracción es mayor, tanto por el grosor a atravesar, como por el mayor ángulo de incidencia. Las radiaciones más cortas (azules) se refractan tanto que giran y descienden pronto hacia el suelo. Las rojas, por el contrario, sufren una menor refracción y tiñen de rojo el cielo.

Todos los rayos refractan por igual y la luz aparece blanca. Las moléculas del aire (generalmente aerosoles, vapor de agua y gotitas en suspensión) dispersan parte de la luz, sobre todo las radiaciones más cortas que son las que más se refractan (azul).

prb

9

Filtros de color...

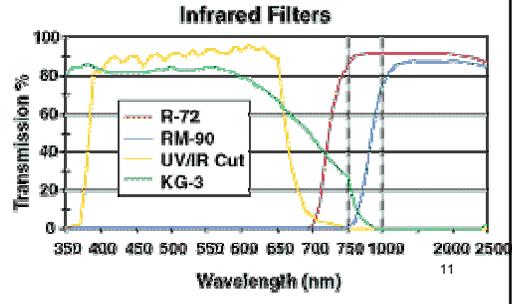
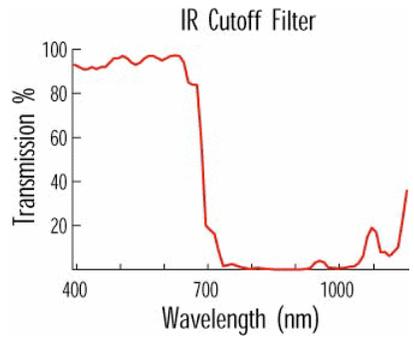


© L. Monje '01

prb

10

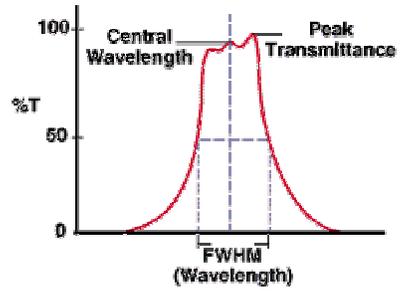
Filtros Infra-rojo...



prb

11

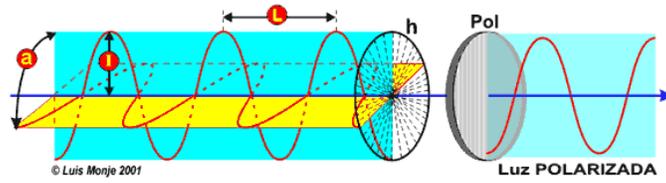
Filtros pasabanda...



prb

12

Filtro Polarizador...



prb

13

Filtro Polarizador



prb

14

Nomenclatura: tipos iluminación



LUZ FRONTAL



LUZ LATERAL



LUZ CENITAL



CONTRALUZ



prb

LUZ DURA



LUZ SEMIDIFUSA



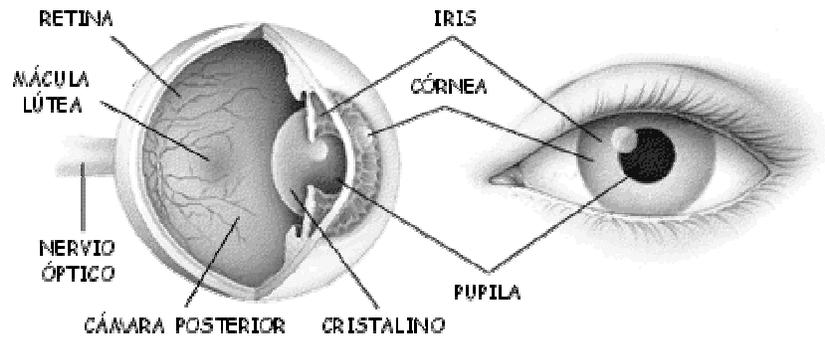
LUZ SUAVE

15

El ojo humano



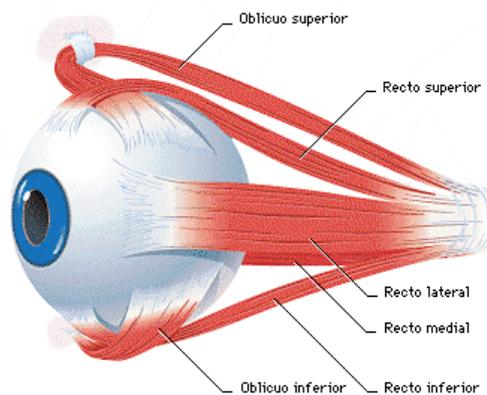
El ojo humano...



prb

17

Movimiento del ojo...

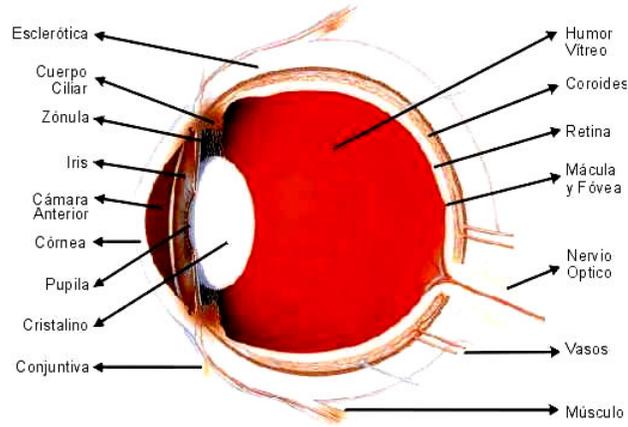


Vista lateral del ojo, donde se puede observar los músculos extrínsecos unidos directamente al globo ocular que permiten el movimiento del ojo. Los cuatro rectos están alineados con sus puntos de origen, mientras que los dos oblicuos se insertan en la superficie

prb

18

El ojo humano...



prb

19

El ojo humano...

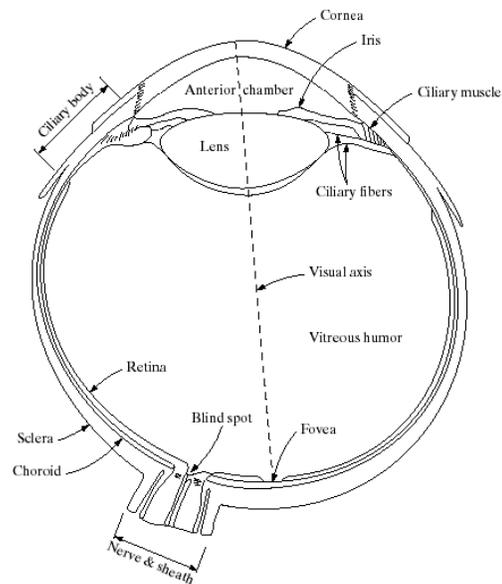


FIGURE 2.1
Simplified diagram of a cross section of the human eye.

prb

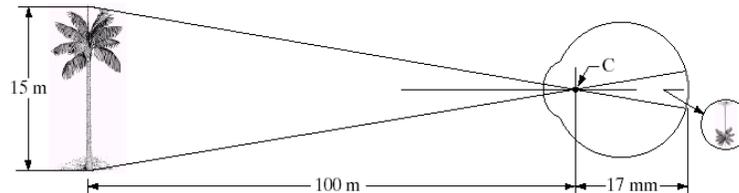
20

El ojo humano...



FIGURE 2.3

Graphical representation of the eye looking at a palm tree. Point C is the optical center of the lens.



prb

21

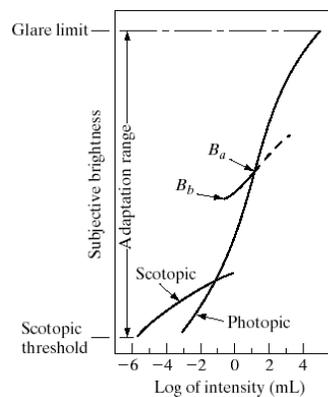
El ojo humano...



FIGURE 2.4

Range of subjective brightness sensations showing a particular adaptation level.

El grado de adaptación del ojo humano a la luz enorme. Orden 10^{10}



- La visión escotópica es aquella percepción visual que se produce con niveles muy bajos de iluminación. La agudeza visual es baja y la recepción de luz es principalmente con los bastones de la retina.
-
- La visión fotópica es la visión que tiene lugar con buenas condiciones de iluminación (a plena luz del día)

prb

22

La retina...

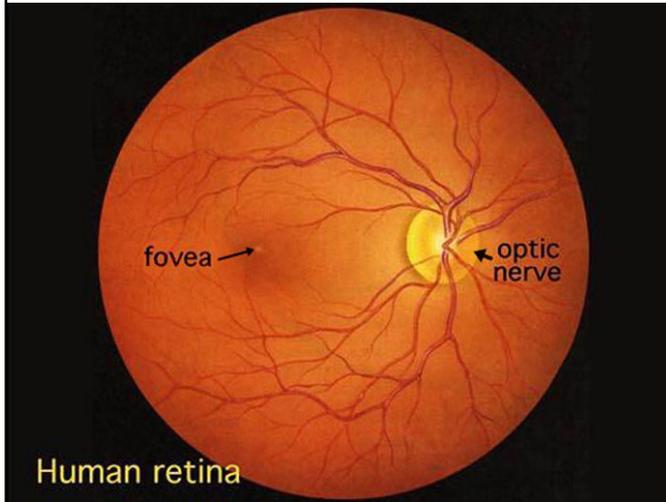
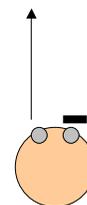


Fig. 1. Human retina as seen through an ophthalmoscope.

“Papila”: el área de forma circular u oval que mide aproximadamente 2 x 1.5 mm. Corresponde al Nervio Óptico. Desde la porción central de la papila emergen los vasos sanguíneos que llegan a la retina

“Fovea”: a unos 4.5-5 mm a la derecha de la papila se encuentra una zona con una coloración rojiza, que carece de vasos sanguíneos y se denomina Fovea. Es a este nivel donde se enfocan los rayos luminosos, se produce la máxima agudeza visual.

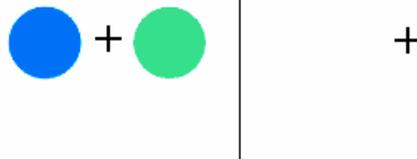
Ejercicio: buscando nuestro nervio óptico; “punto ciego”



prb

24

Sobre estimulación de fotorreceptores...



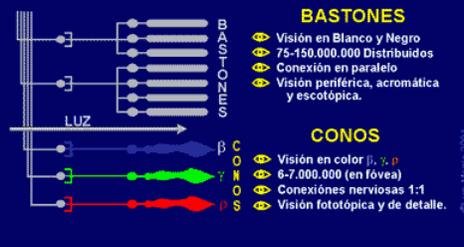
prb

25

La retina...



ELEMENTOS FOTORECEPTORES DE LA RETINA



Los fotorreceptores de la retina son de dos tipos: conos y bastones. Los bastones son mucho más numerosos (entre 75 y 150 millones por ojo) y más sensibles a la luz (tanto por su número, como por su conexión en paralelo), pero sólo son capaces de ver en blanco y negro.

Por el contrario, los conos, que son de tres tipos distintos en función del color que los excite, son más escasos (entre 15 y 150 mil) y menos sensibles, pero distinguen perfectamente los colores.

prb

26

La retina...

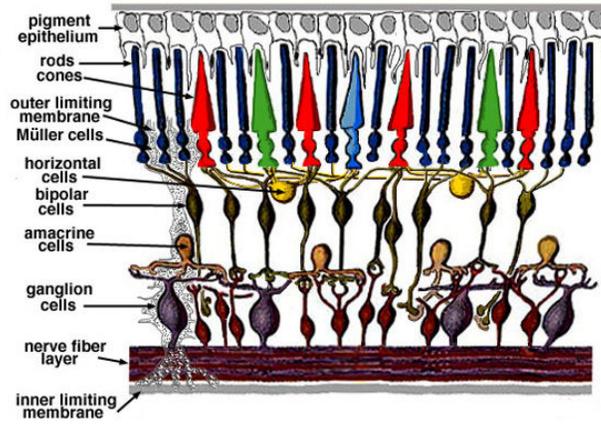


Fig. 2. Simple diagram of the organization of the retina.

prb

27

Sensibilidad espectral en monos...

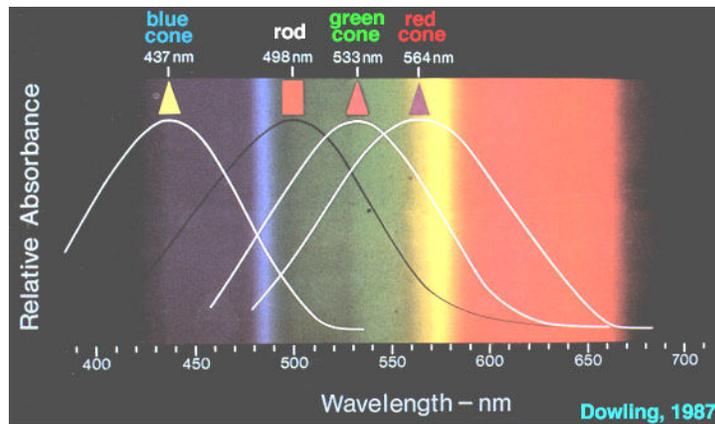


Fig. 14. The peak spectral sensitivities of the the 3 cone types and the the rods in the primate retina (Brown and Wald, 1963). From Dowling's book (1987).

prb

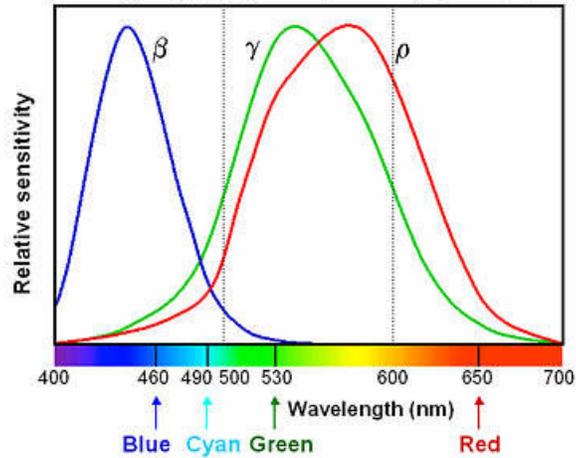
28

Sensibilidad espectral en humanos...



Human spectral sensitivity to color

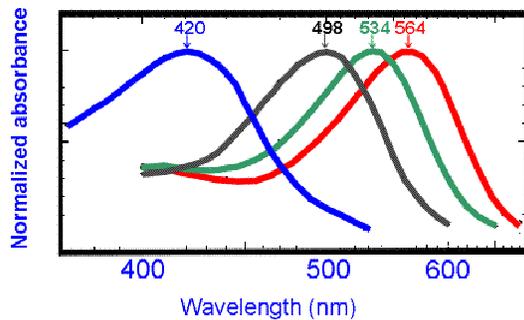
Three cone types (ρ , γ , β) correspond *roughly* to R, G, B.



prb

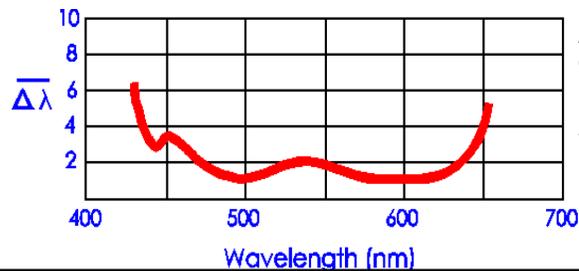
29

Discriminación de color...



El gráfico inferior, muestra la mínima diferencia de longitudes de onda que puede ser detectada por el ojo humano.

After Bowmaker & Dartnall, 1980

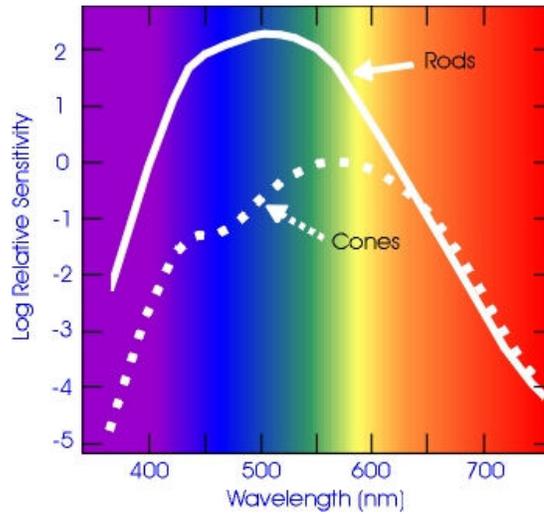


Aplicación: El azul de 440nm requiere menos "bits" de resolución que el verde de 500 nm

prb

30

Sensibilidad relativa entre bastones y conos...



Los bastones son hasta 100 veces más sensibles que los conos

prb

31

Distribución de conos y bastones

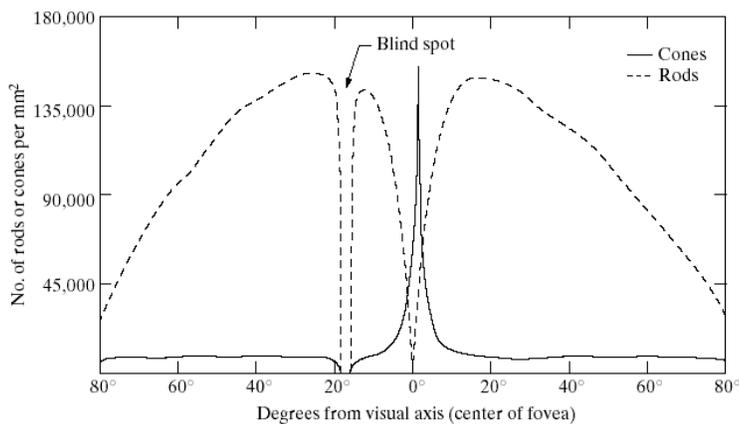


FIGURE 2.2
Distribution of rods and cones in the retina.

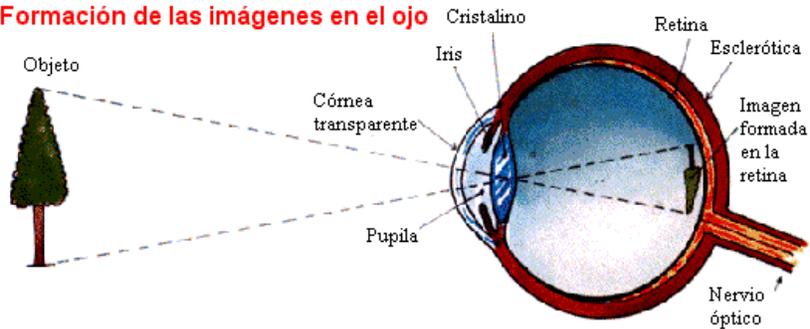
prb

32

Formación de las imágenes...



Formación de las imágenes en el ojo



prb

33

¿Hay colores en la noche?



Las películas fotográficas captan todo el colorido incluso a bajísimos niveles de iluminación.

Como prueba de ello, podemos ver a la derecha una foto tomada a las 1:15 horas de la madrugada, usando como única iluminación la luz de la luna.

(película de 100 ISO y entre 1 y 2 minutos a $f/1.4$)



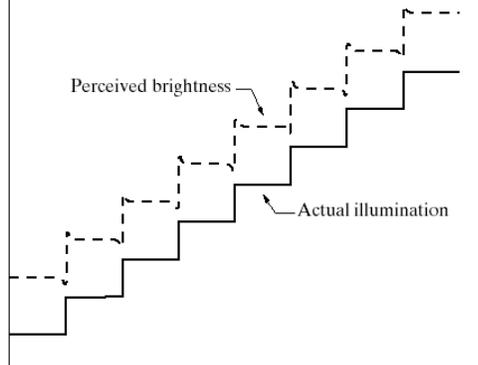
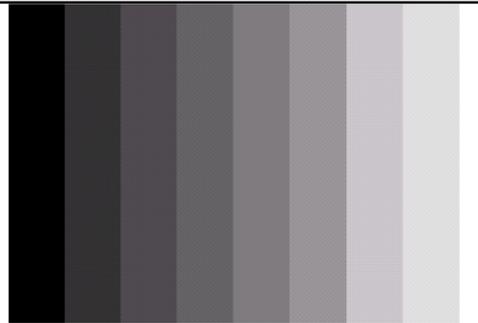
© L. Monje, Luna negra: madrugada del 12-12-1999 (30' $f/1.4$ -100 ISO)

prb

34

Percepción de Brillo

Un ejemplo de cómo el brillo no es una simple función de la intensidad.



prb

Percepción de Brillo

Otro ejemplo de cómo el brillo no es una simple función de la intensidad.



a b c

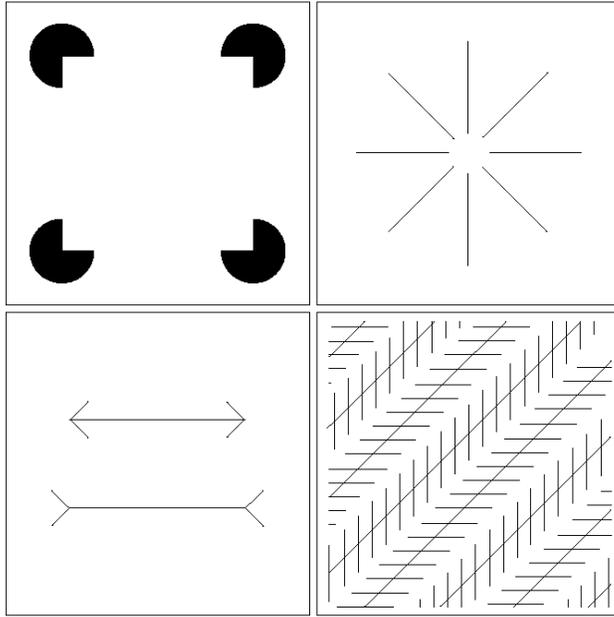
FIGURE 2.8 Examples of simultaneous contrast. All the inner squares have the same intensity, but they appear progressively darker as the background becomes lighter.

Percepción en general



a b
c d

FIGURE 2.9 Some well-known optical illusions.



La percepción visual del hombre en general es un proceso muy complejo que no es análogo a un proceso “fotográfico”

prb

Ej. Percepción de Niveles de Gris

Demostración en Matlab

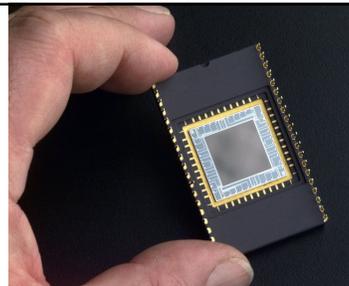
¿Es suficiente 1 byte por píxel para almacenar una imagen en escala de grises?



Adquisición de Imágenes con Cámaras



Cámaras CCD



CCD (Charge-Coupled Device, "dispositivo de cargas (eléctricas) interconectadas")

es un circuito integrado que contiene un número determinado de condensadores enlazados o acoplados. Bajo el control de un circuito interno, cada condensador puede transferir su carga eléctrica a uno o a varios de los condensadores que estén a su lado en el circuito impreso. La alternativa digital a los CCD son los dispositivos CMOS utilizados en algunas cámaras digitales y en numerosas Webcam. En la actualidad los CCD son mucho más populares en aplicaciones profesionales y en cámaras digitales.

Al igual que las células fotovoltaicas se basa en el efecto fotoeléctrico, que es la conversión espontánea en algunos materiales de luz recibida en corriente eléctrica.

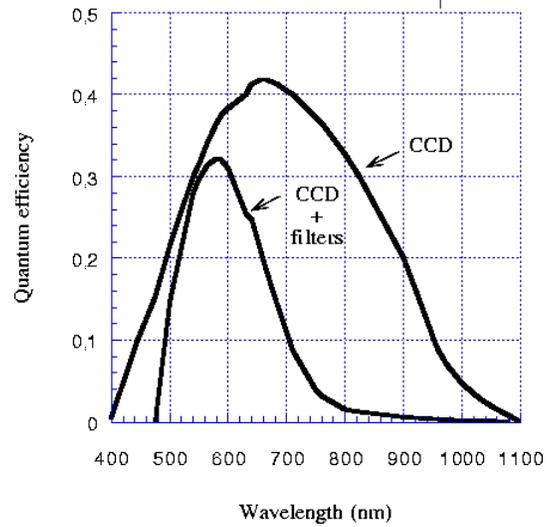
La sensibilidad del detector CCD depende de la eficiencia cuántica del chip, que es la cantidad de fotones que deben incidir sobre cada detector para producir una corriente eléctrica.

Los primeros dispositivos CCD fueron inventados por Willard Boyle y George Smith en 1969 en los Laboratorios Bell.

prb

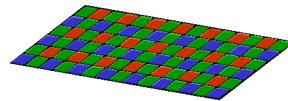
40

Cámaras CCD



prb

Cámaras CCD



- Los píxeles del CCD registran tres colores diferentes: "RGB".
- Para conseguir esta separación de colores la mayoría de cámaras CCD utilizan una máscara de Bayer: "GRBG"

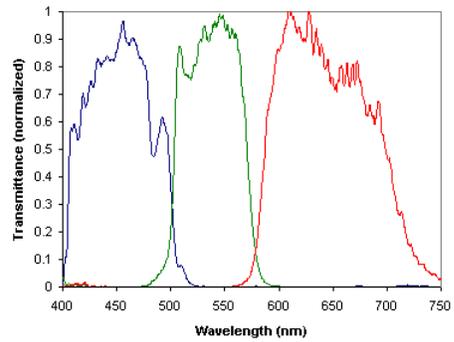
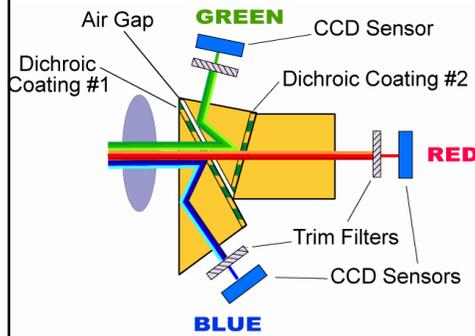
prb

42

Cámara color tipo 3-CDD



- Otra forma de conseguir píxeles RGB es utilizando 3 CDD_



prb

43

Adquisición de Imágenes con otras tecnologías

Por ej. Imágenes Médicas...



Imágenes de Rayos X



Los rayos X son una radiación electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, las ondas de microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible, los rayos ultravioleta y los rayos gamma. Tienen la capacidad de atravesar cuerpos opacos y de impresionar las películas fotográficas.

La longitud de onda está entre 0,1 a 10 nanómetros.

Desde que Röntgen descubrió que los rayos X permiten captar estructuras óseas, se ha desarrollado la tecnología necesaria para su uso en medicina. La radiología es la especialidad médica que emplea la radiografía como método de diagnóstico, en la práctica, el uso más extendido de los rayos X.

Los rayos X son especialmente útiles en la detección de enfermedades del esqueleto, aunque también se utilizan para diagnosticar enfermedades de los tejidos blandos, como la neumonía, cáncer de pulmón, edema pulmonar, etc.



prb

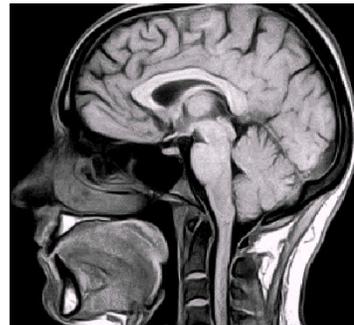
45

Tomografía axial computarizada (TAC ó “escáner”)



Un TAC es una exploración de rayos X que produce imágenes detalladas de cortes axiales del cuerpo. En lugar de obtener una imagen como la radiografía convencional, la TAC obtiene múltiples imágenes al rotar alrededor del cuerpo.

Una computadora combina todas estas imágenes en una imagen final que representa un corte del cuerpo como si fuera una rodaja. Esta máquina crea múltiples imágenes en rodajas (cortes) de la parte del cuerpo que está siendo estudiada.



prb

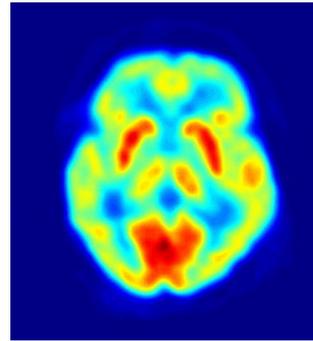
46

Tomografía por emisión de positrones (PET)



La Tomografía por Emisión de Positrones es una técnica no invasiva de diagnóstico por imagen capaz de medir la actividad metabólica de los diferentes tejidos del cuerpo humano, especialmente del sistema nervioso central.

Al igual que el resto de técnicas diagnósticas en Medicina Nuclear, PET se basa en detectar y analizar la distribución que adopta en el interior del cuerpo un radioisótopo administrado a través de una inyección.



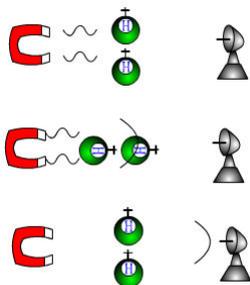
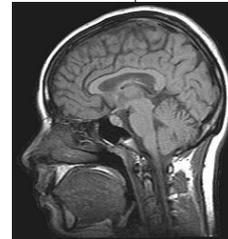
prb

47

Imágenes por Resonancia Magnética



Está constituido por un complejo conjunto de aparatos emisores de electromagnetismo, antenas receptoras de radio frecuencias y computadoras que analizan datos para producir imágenes detalladas, de dos o tres dimensiones con un nivel de precisión nunca antes obtenido que permite detectar, o descartar, alteraciones en los órganos y los tejidos del cuerpo humano.



Para producir imágenes sin la intervención de radiaciones ionizantes (rayos gama o X), la resonancia magnética se obtiene al someter al paciente a un campo electromagnético con un imán de 1.5 Tesla, equivalente a 15 mil veces el campo magnético de nuestro planeta.

Este poderoso imán atrae a los protones que están contenidos en los átomos de hidrógeno que conforman los tejidos humanos, los cuales, al ser estimulados salen de su alineamiento normal. Cuando el estímulo se suspende, los protones regresan a su posición original, liberando energía que se transforma en señales de radio para ser captadas por una computadora que las transforma en imágenes, que describen la forma y funcionamiento de los órganos.

Imágenes por Ecografía



La ecografía, ultrasonografía o ecosonografía es un procedimiento de imagenología que emplea los ecos de una emisión de ultrasonidos dirigida sobre un cuerpo u objeto como fuente de datos para formar una imagen de los órganos o masas internas con fines de diagnóstico.

Un pequeño instrumento "similar a un micrófono" llamado transductor emite ondas de ultrasonidos. Estas ondas sonoras de alta frecuencia se transmiten hacia el área del cuerpo bajo estudio, y se recibe su eco. El transductor recoge el eco de las ondas sonoras y un computador convierte este eco en una imagen que aparece en la pantalla del computador.

