

Procesamiento Digital de Imágenes

Unidad I (c): Percepción de imágenes



Departamento de Informática - FICH
Universidad Nacional del Litoral

18 de marzo de 2011

FICH

UNL

Temas a desarrollar

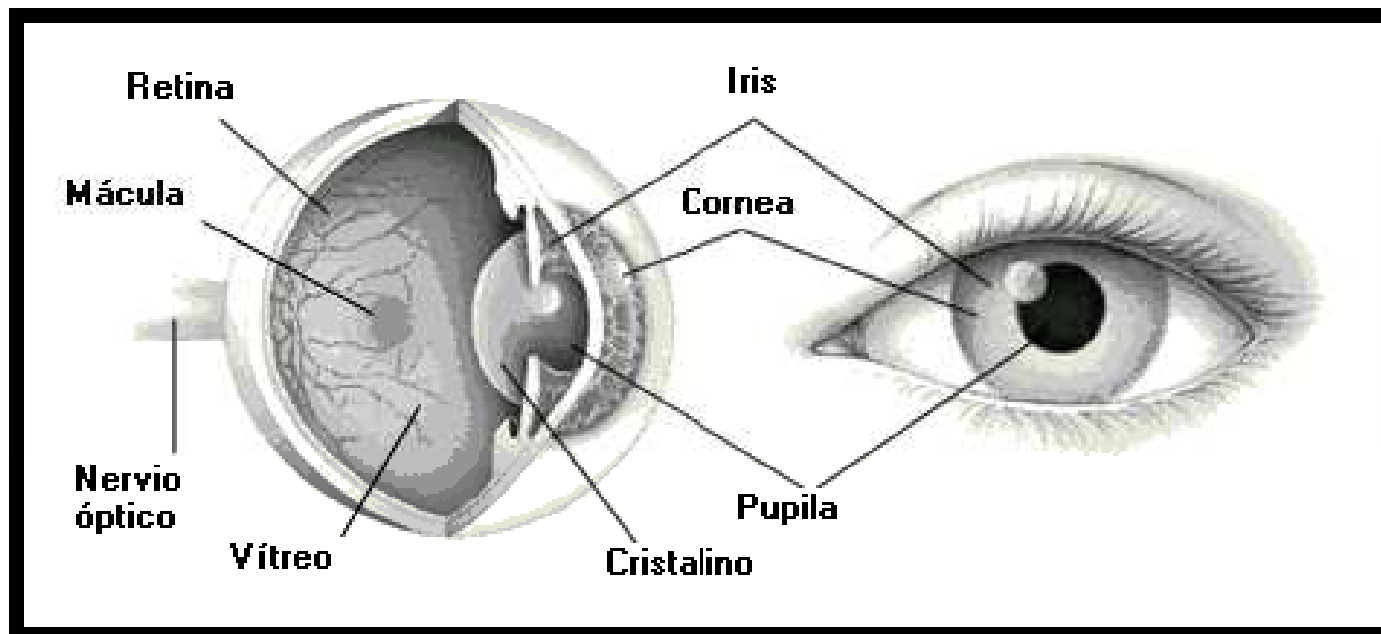
- El mecanismo de la visión humana
 - Partes estructurales
 - Formación de la imagen en el ojo
- Adaptación al brillo y discriminación
- Fenómenos de percepción humana
- Resolución y cuantización en la visión humana

Percepción visual

- El PDI trabaja con bases matemáticas sobre objetos representables matemáticamente.
- Sin embargo, la elección de métodos de procesamiento se realiza sobre juicios visuales (muchas veces subjetivos).
- Es necesaria la compresión del sistema de percepción visual humana.
- Revisión: mecánica del ojo, parámetros relacionados a la formación de la imagen.

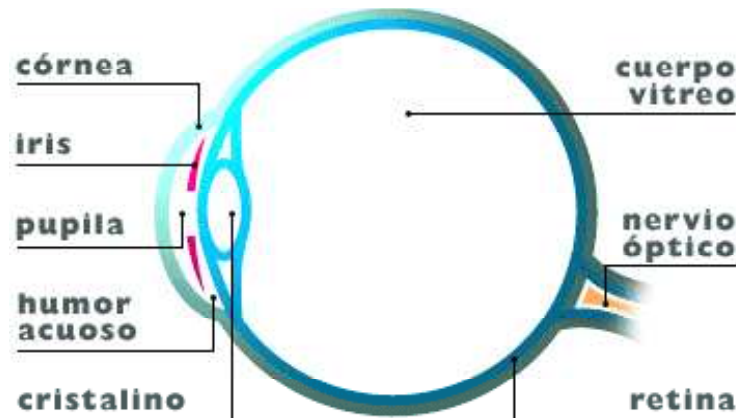
Mecanismo de la visión humana: el ojo

Organo notablemente adaptativo detector de señales visuales que actúa focalizando los rayos de luz visible que provienen del exterior, permitiendo la formación de imágenes en la retina y el envío de la información hacia la corteza visual del cerebro.



Mecanismo de la visión humana: el ojo

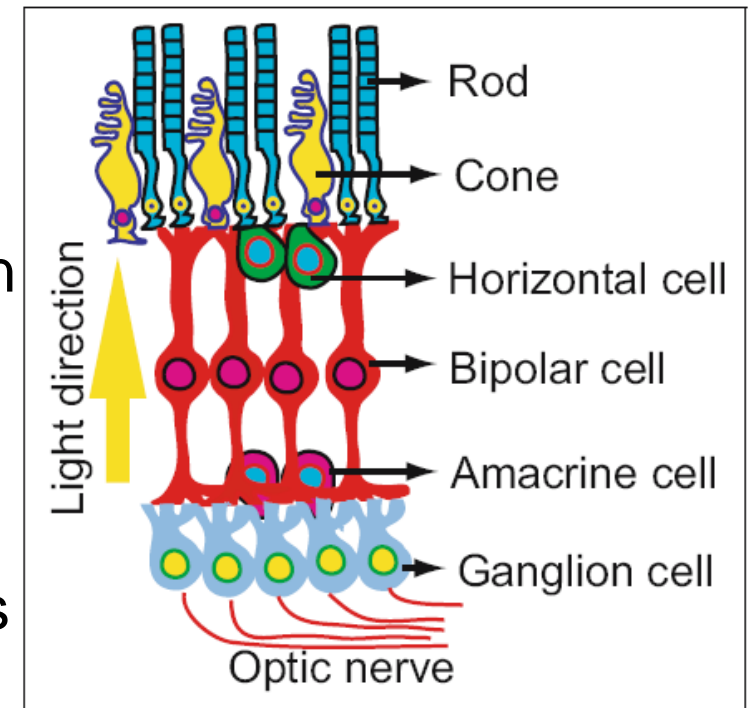
- Córnea: membrana transparente en contacto con el exterior.
- Pupila: diafragma en el centro del iris que regula la cantidad de luz que ingresa.
- Cristalino: lente óptico que efectúa la convergencia de rayos luminosos sobre la retina.
- Retina: membrana sensible con más de 130 millones de células.
- Nervio óptico: vía neurotransmisora.



Mecanismo de la visión humana: la retina

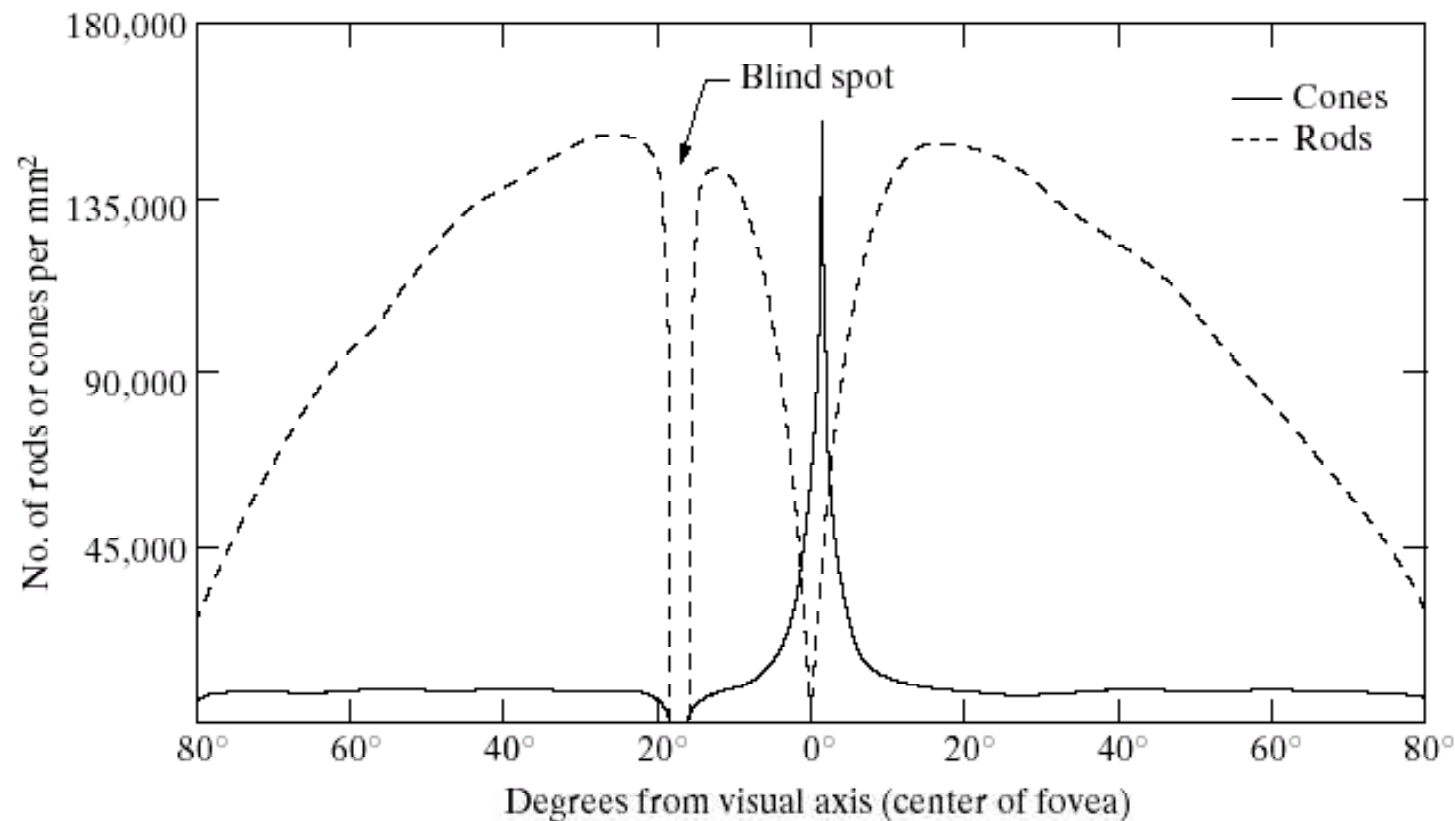
Dispositivo sensorial que realiza la transducción de una señal electromagnética (imagen de luz visible) a una señal electroquímica (neurotransmisión).

- Transducción: conos y bastones.
- 1er procesamiento: compresión del rango dinámico de la intensidad (relación log entre luminancia de la escena y luminosidad percibida).
- 2do procesamiento: conexiones serie, paralelo y realimentaciones entre células transductoras, bipolares, horizontales, amacrinas y ganglionares.
- Envío de información a través del nervio óptico (1 millón de fibras).



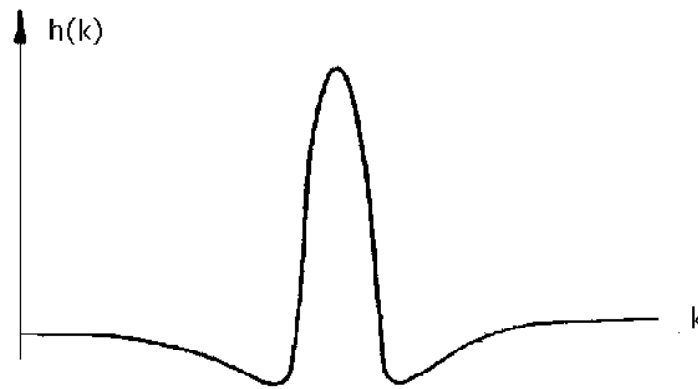
Mecanismo de la visión: transducción

- Conos (6.5 millones): detección de color y detalles de la imagen. Requieren niveles elevados de iluminación (visión fotópica). Poseen alta resolución.
- Bastones (130 millones): detección de formas y objetos en movimiento. Funcionan con niveles bajos de iluminación (visión escotópica). Poseen baja resolución.



Mecanismo de la visión: características

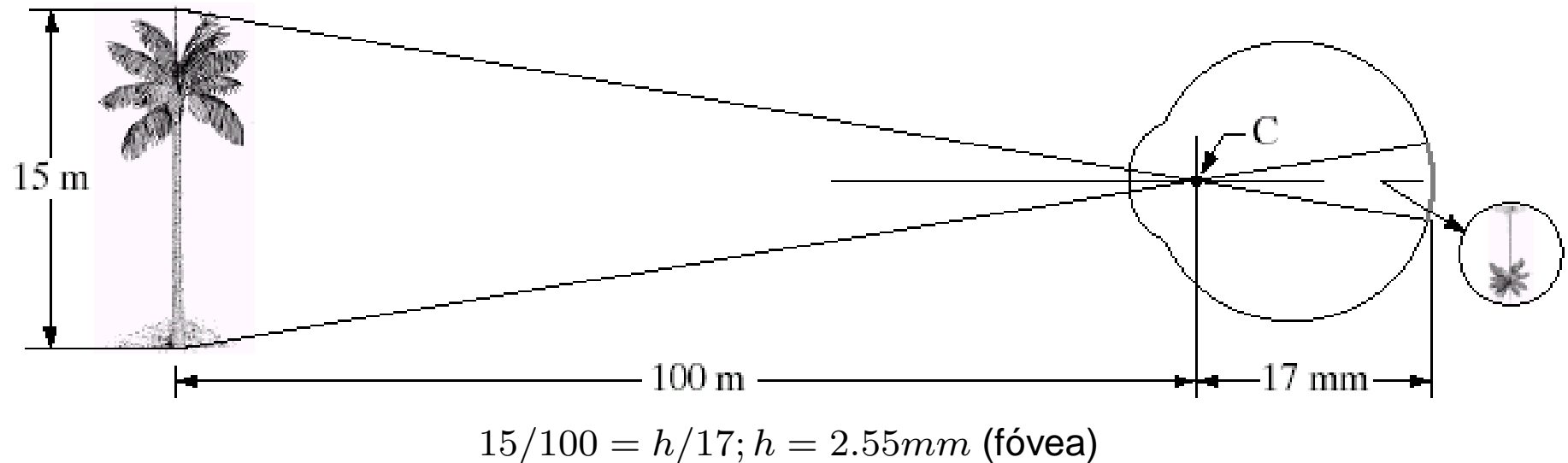
- Los conos están espaciados cada $2.5\mu\text{m}$, lo que explica la naturaleza discreta de la retina.
- Considerando que la fovea (focal cristalino) tiene 1.5mm de diámetro, la agudeza visual es de 0.125cm a 1m de distancia.
- Efecto de filtro pasa-altos: por inhibición lateral.



- Efecto de filtro pasa-bajos: por refracción de la luz a su paso por las estructuras del ojo, y por la aberración esférica del cristalino.
- Campo de visión: 70° a 100° (con rotación del ojo de 30° a 40°).

Formación de la imagen en el ojo

- A diferencia de una lente óptica corriente, la lente del ojo es flexible, siendo su forma controlada por la tensión de los músculos ciliares.
- El cambio de curvatura permite enfocar objetos distantes y cercanos.
 - A mayor distancia, menor curvatura y menor refracción (objeto claro).
 - En objetos cercanos, la curvatura aumenta para llevar la imagen que se forma detrás de la retina hacia adelante (el cristalino es muy flexible por 40 años).

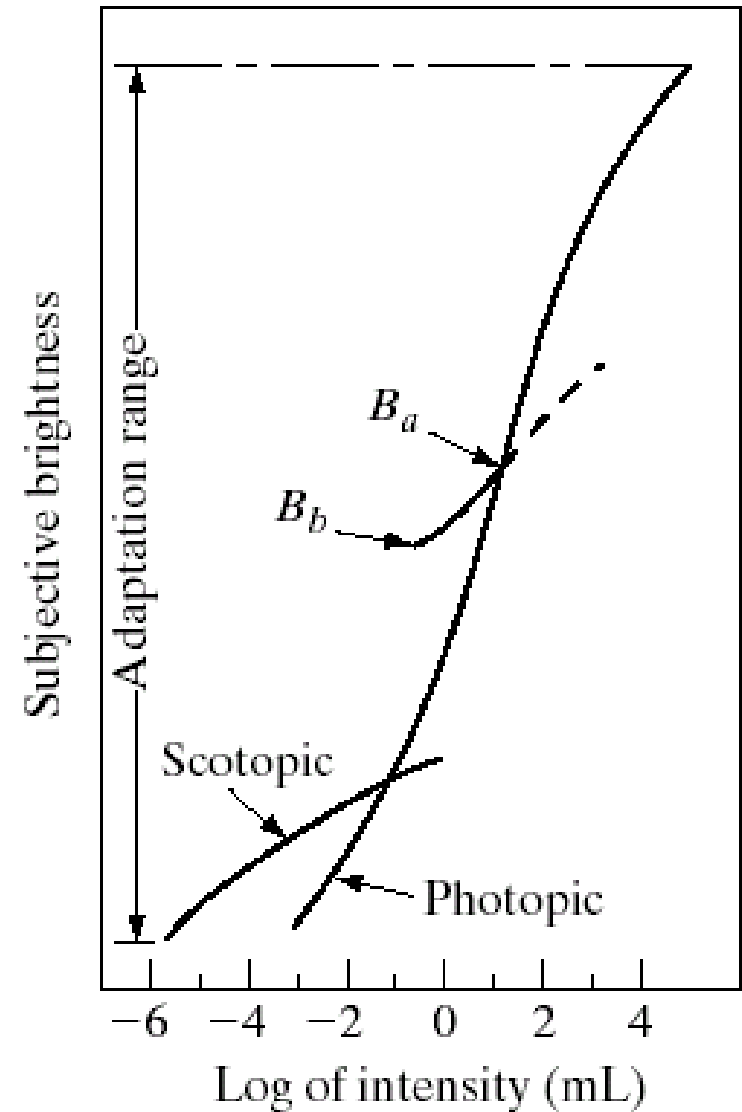


Adaptación al brillo y discriminación

- En PDI trabajamos con intensidades de grises, por lo que debemos conocer y considerar la habilidad del ojo para discriminar intensidades de grises diferentes.
- El rango total de adaptación del ojo es de 10^{10} niveles de grises!
- El sistema visual no puede operar sobre este rango simultáneamente, sino que trabaja modificando su sensibilidad: fenómeno de *adaptación al brillo*. Así, el rango simultáneo de discriminación es mucho menor que el total.

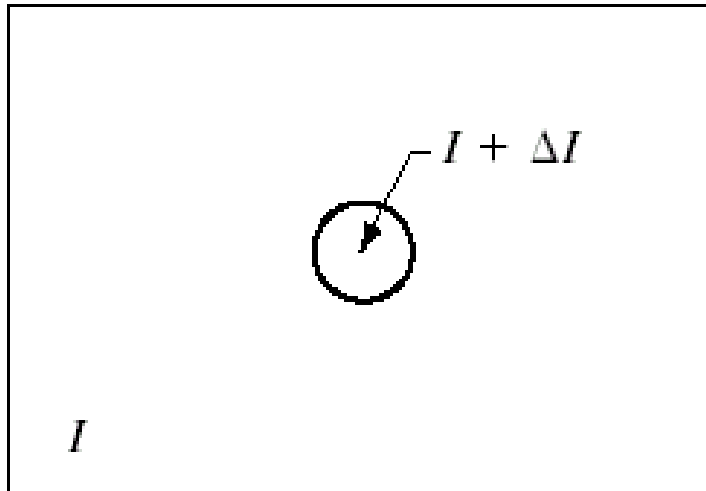
Adaptación al brillo y discriminación

- El *brillo subjetivo* (intensidad *percibida*) es una función logarítmica de la luz incidente en el ojo.
- El nivel de sensibilidad del sistema, para ciertas condiciones, se denomina **nivel de adaptación al brillo** B_a .
- Curva pequeña central: rango de brillo subjetivo cuando el sistema está nivelado en B_a , con B_b : oscuridad subjetiva.



Sensibilidad a la luminosidad

- Otra habilidad del ojo que interesa conocer es la capacidad para discriminar **variaciones en luminosidad**.
- Experimento clásico:



I : nivel de iluminación

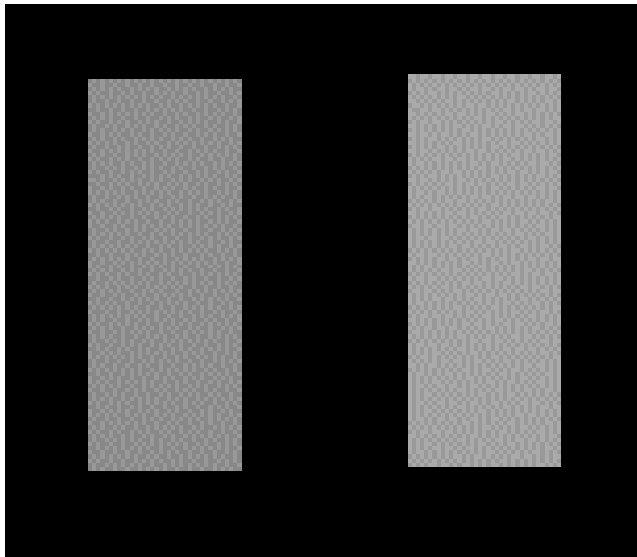
ΔI : incremento en iluminación

ΔI_c : incremento crítico

$\Delta I_c / I$: relación de Weber

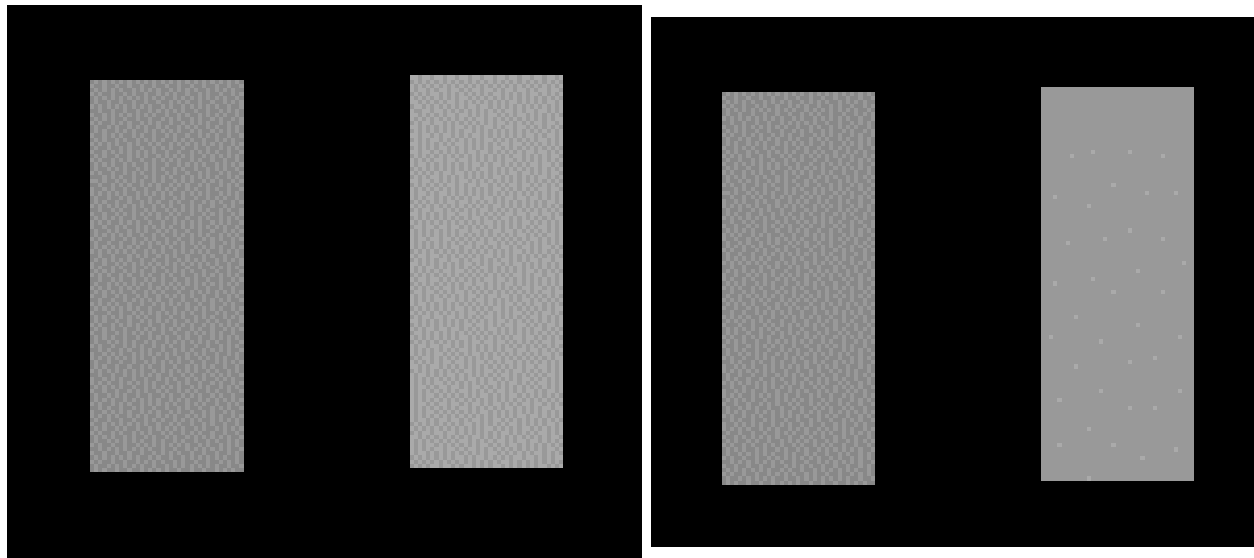
Sensibilidad a la luminosidad

- Probemos nuestros límites...



Sensibilidad a la luminosidad

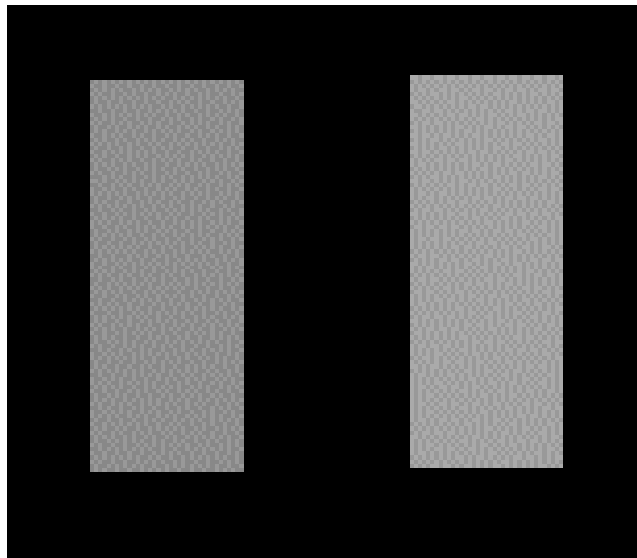
- Probemos nuestros límites...



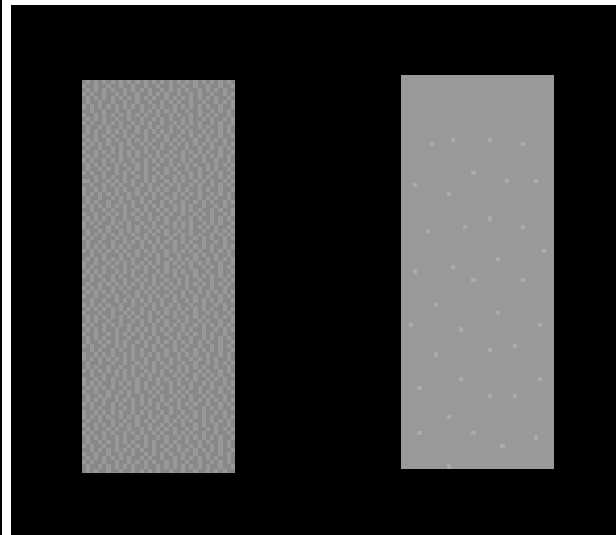
128 - 148

Sensibilidad a la luminosidad

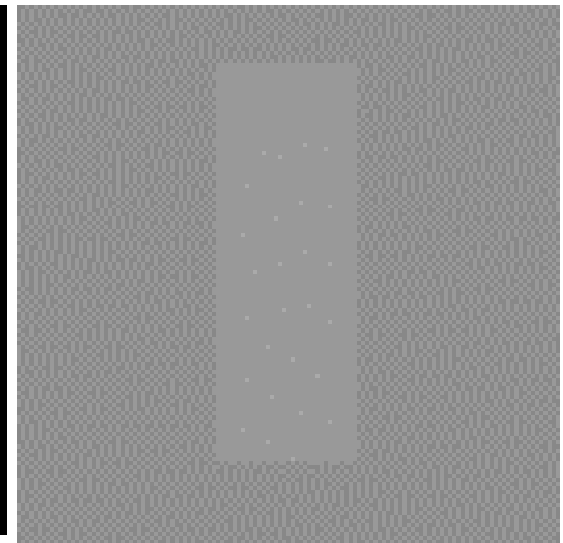
- Probemos nuestros límites...



128 - 148

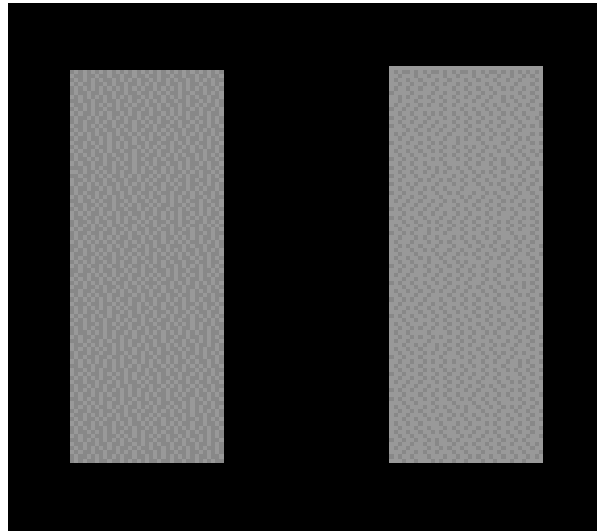


128 - 138



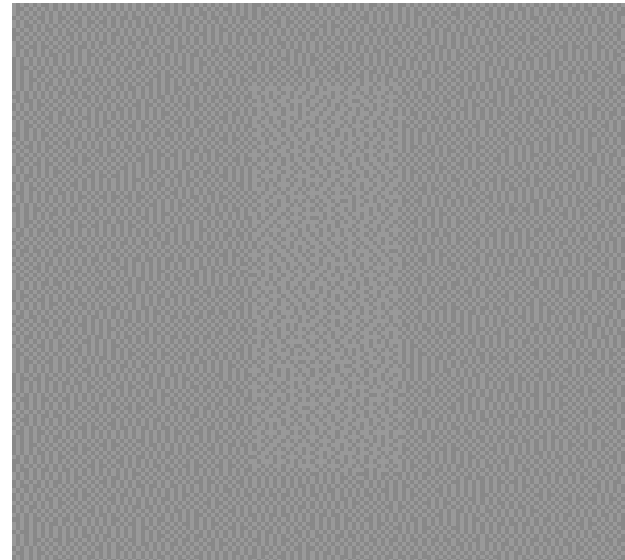
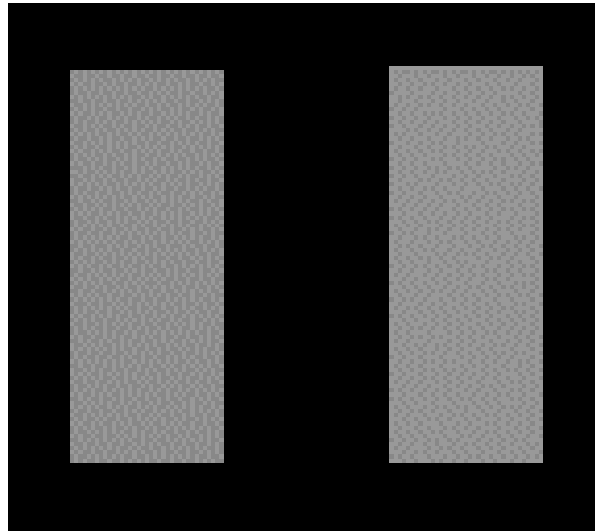
Sensibilidad a la luminosidad

- Probemos nuestros límites...



Sensibilidad a la luminosidad

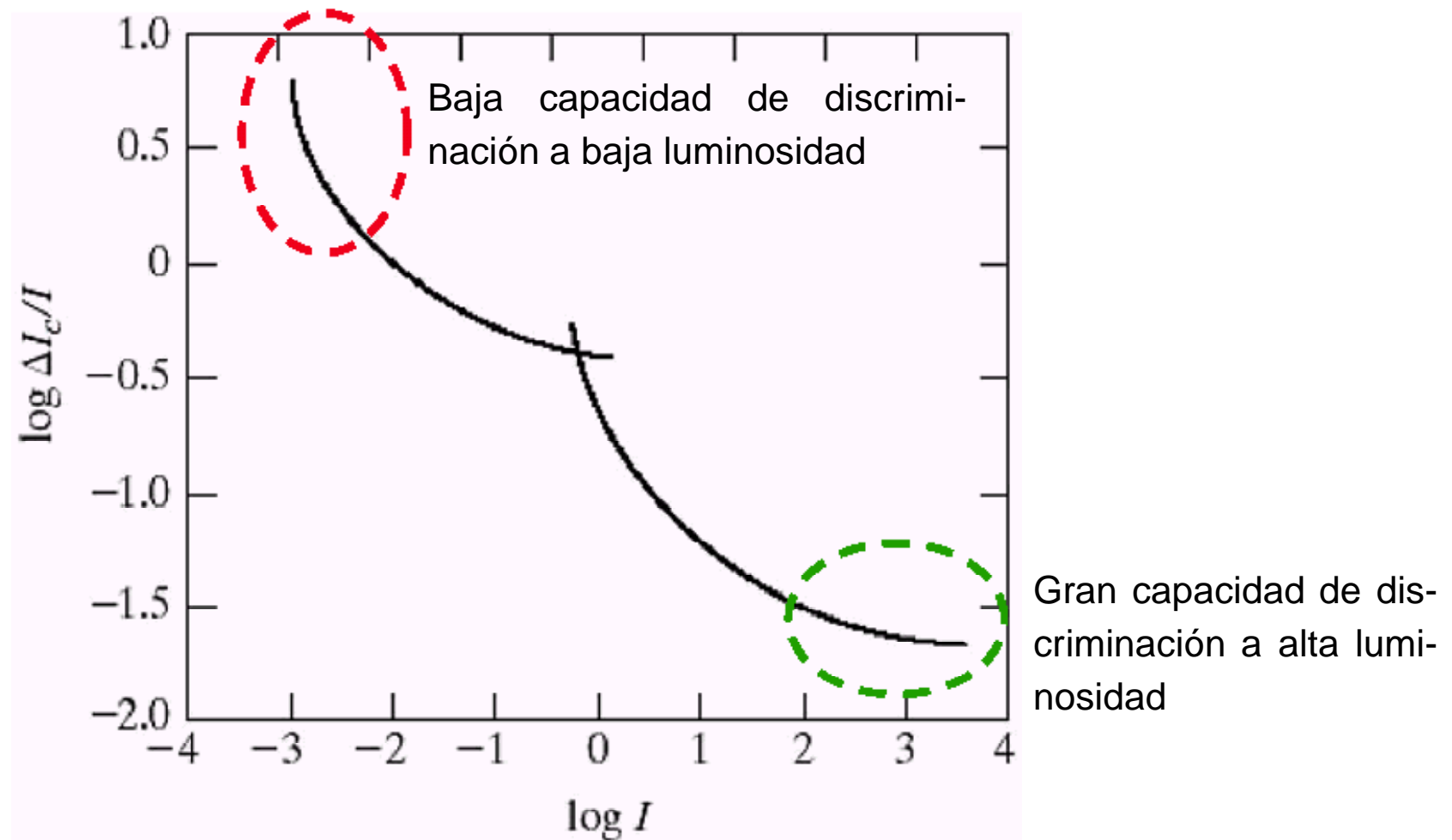
- Probemos nuestros límites...



128 - 133

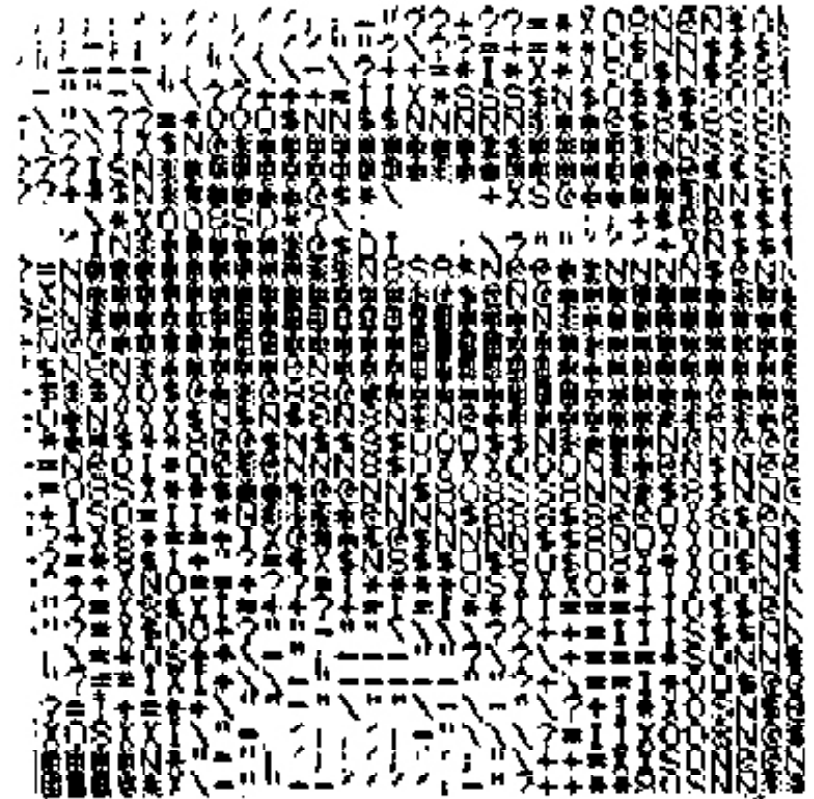
Sensibilidad a la luminosidad

- Relación de Weber en función de la intensidad (curva típica)



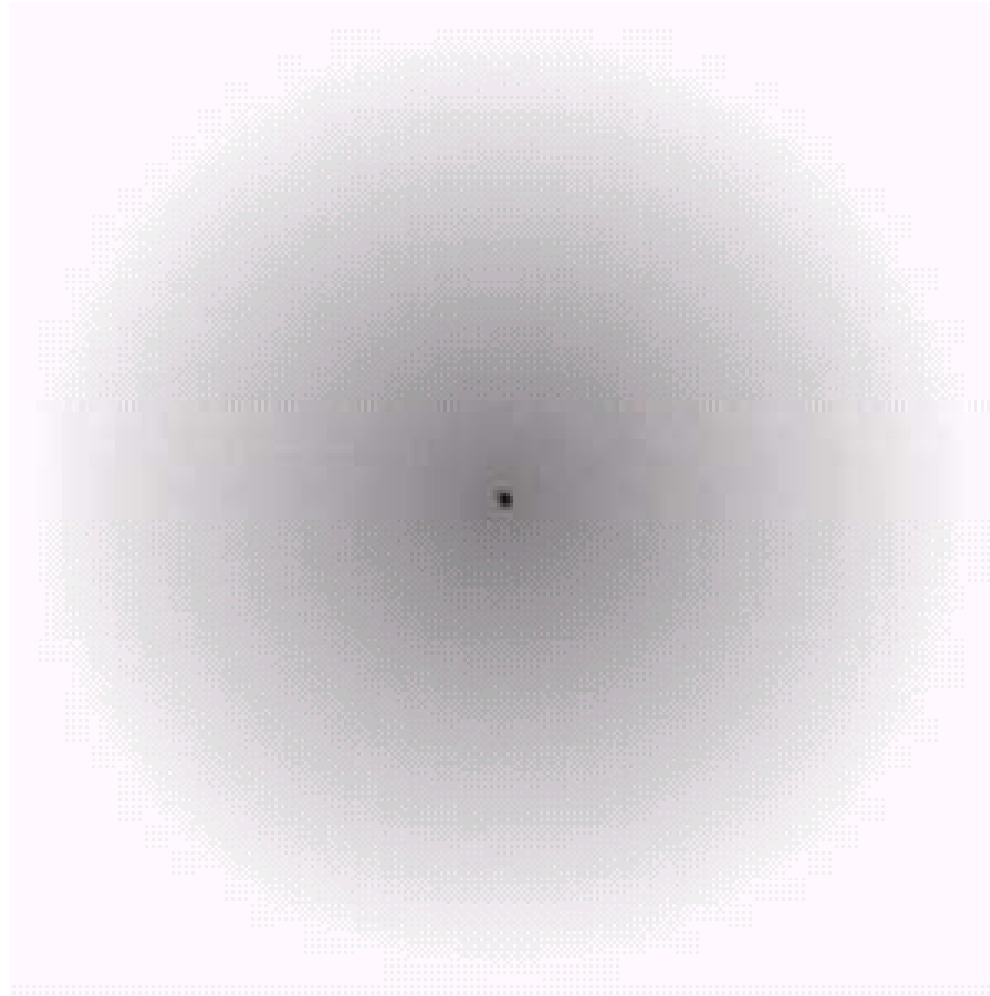
Fenómenos de percepción humana

- Vemos que el brillo percibido no es función solamente de la intensidad.
- Otros factores: efecto integrador del ojo.



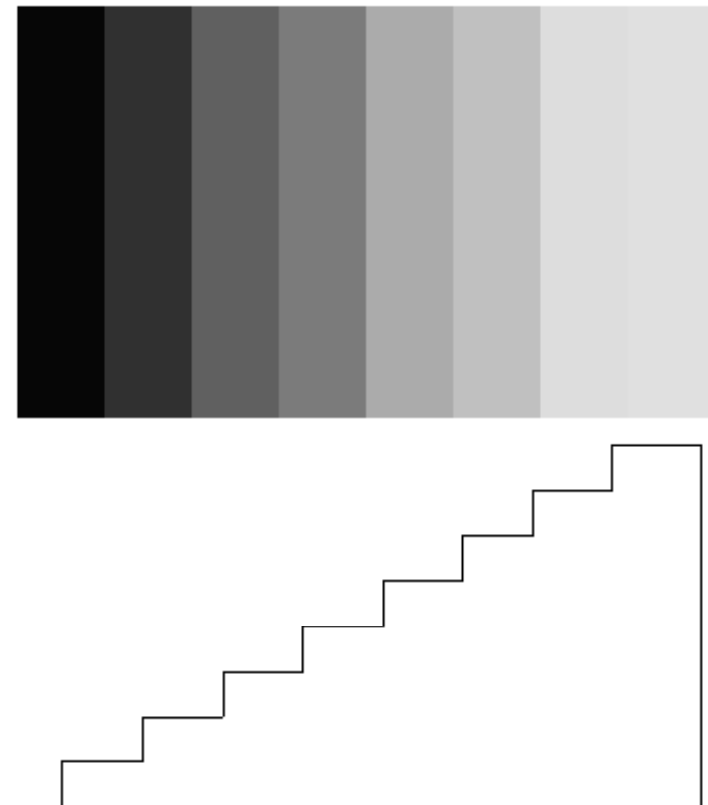
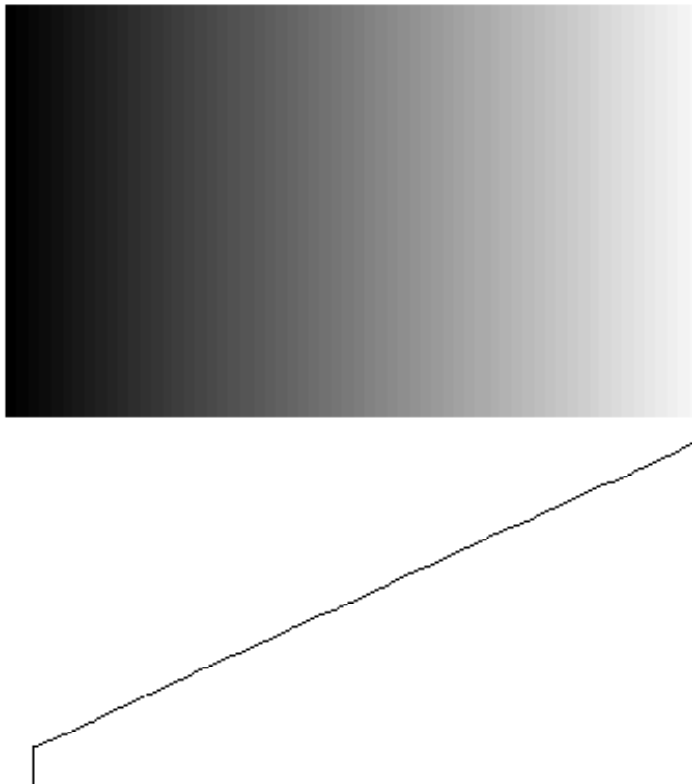
Fenómenos de percepción humana

- Efecto integrador del ojo.



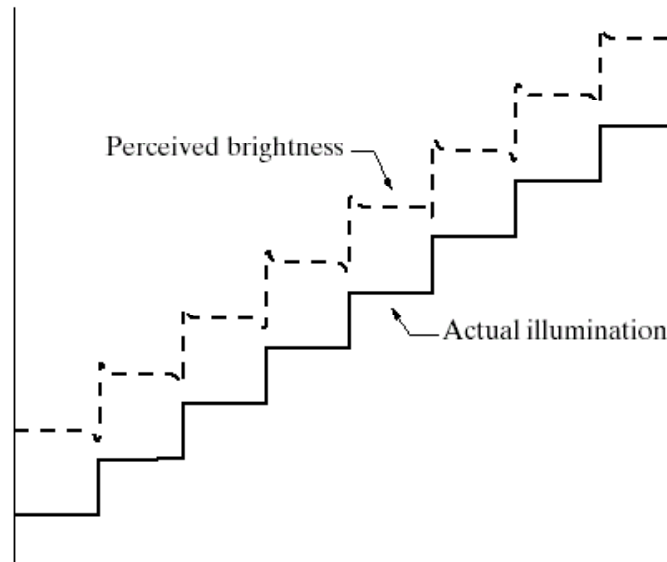
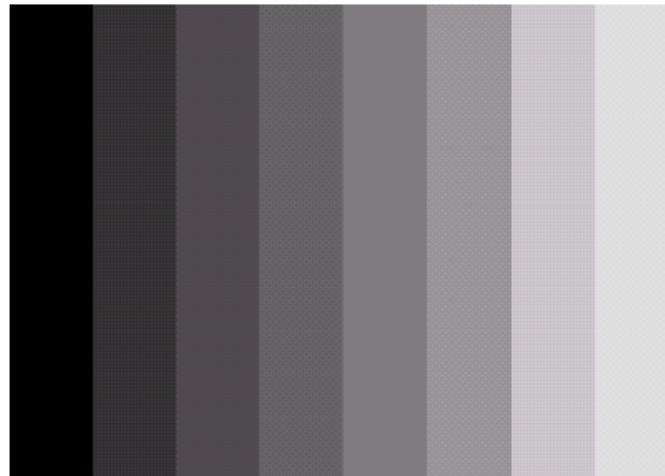
Fenómenos de percepción humana

- Efecto diferenciador del ojo: tendencia a sobreestimar (o subestimar) los cambios de intensidad en regiones de cambio brusco. Se perciben intensidades variantes en regiones de intensidad constante, cerca de las fronteras de cambio.



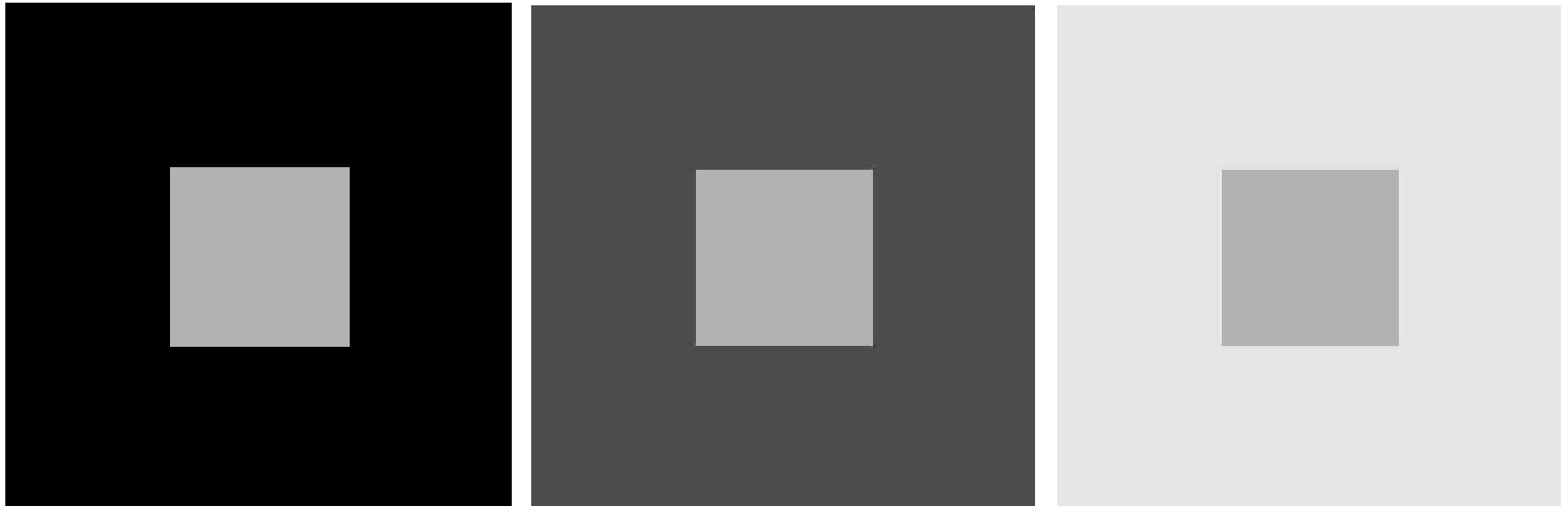
Fenómenos de percepción humana

- Bandas Mach



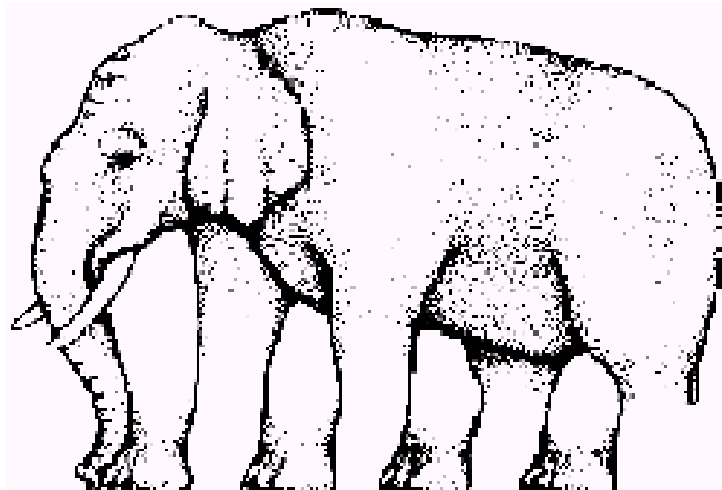
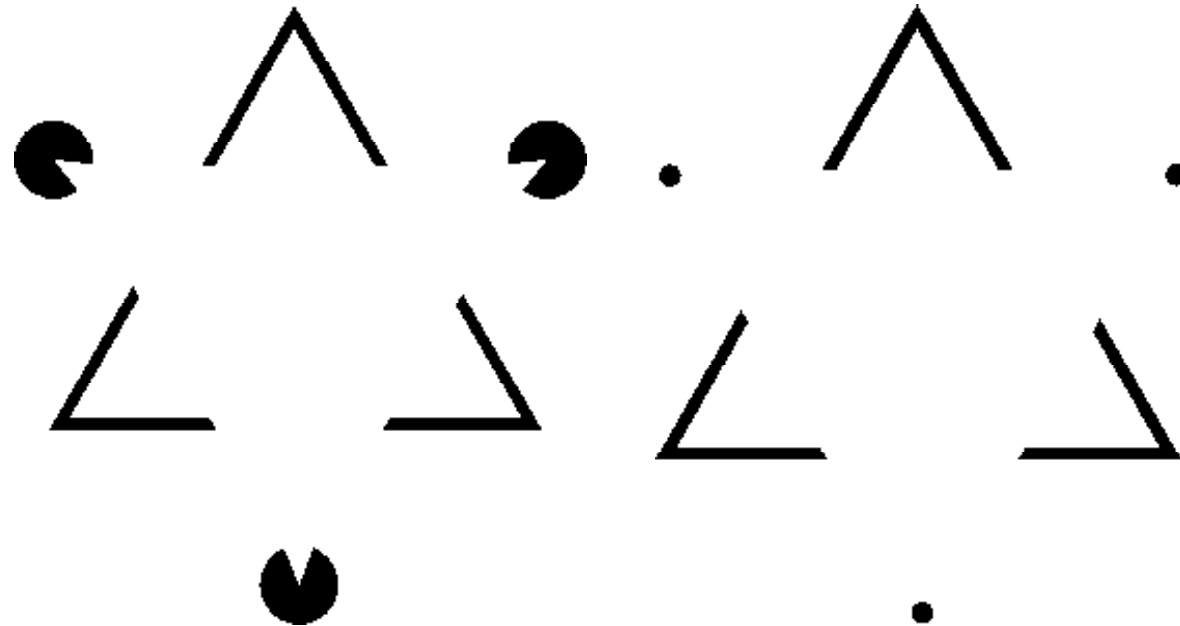
Fenómenos de percepción humana

- Contraste simultáneo: un objeto se percibe como más oscuro a medida que se aclara el fondo.



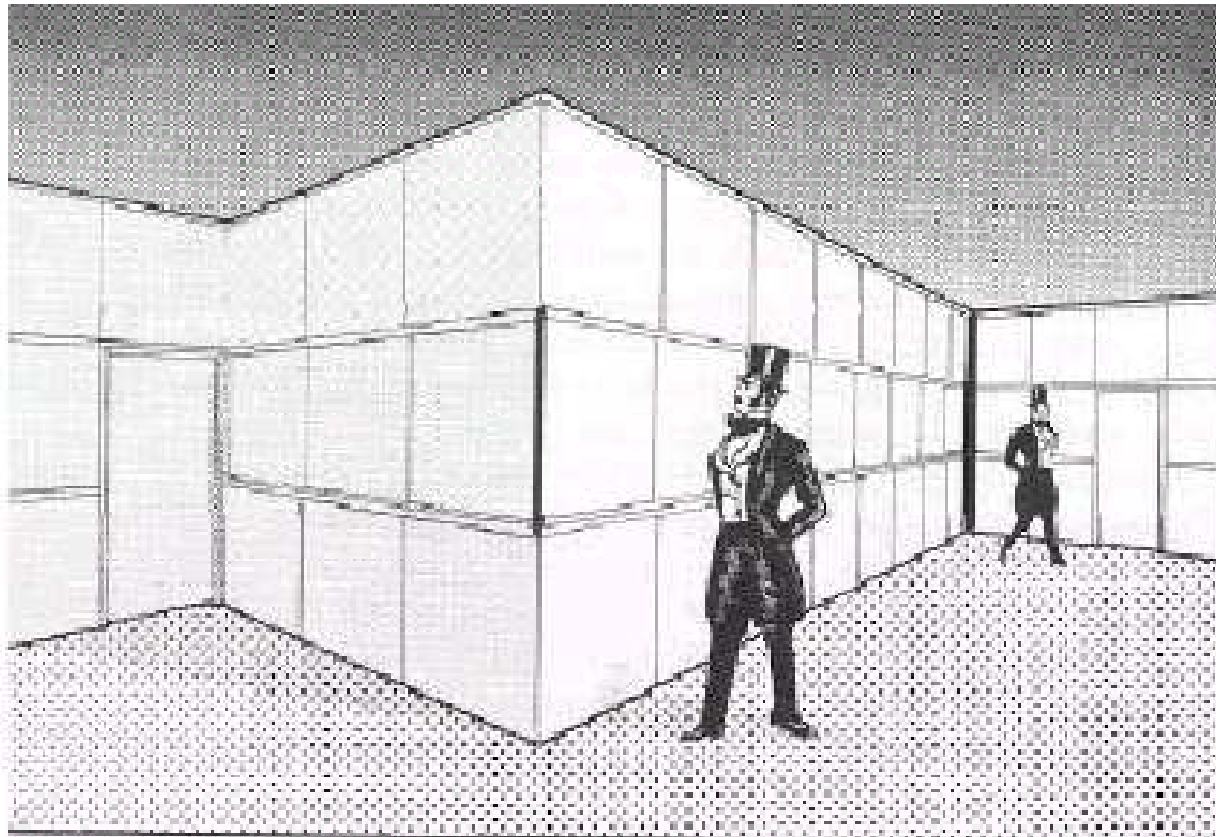
Fenómenos de percepción humana

- Ilusiones ópticas: creación de contornos.



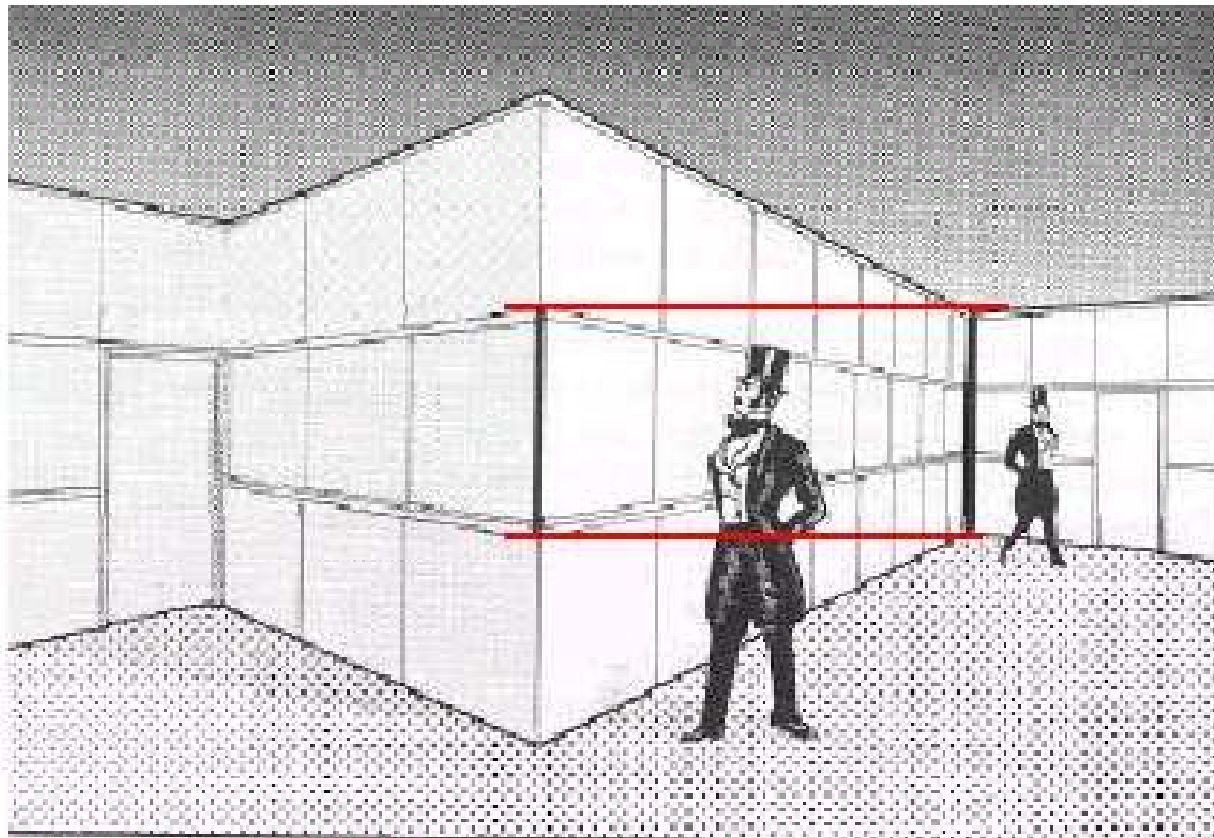
Fenómenos de percepción humana

- Ilusiones ópticas: influencia del entorno.
 - Ilusión de Müller-Lyer:



Fenómenos de percepción humana

- Ilusiones ópticas: influencia del entorno.
 - Ilusión de Müller-Lyer:



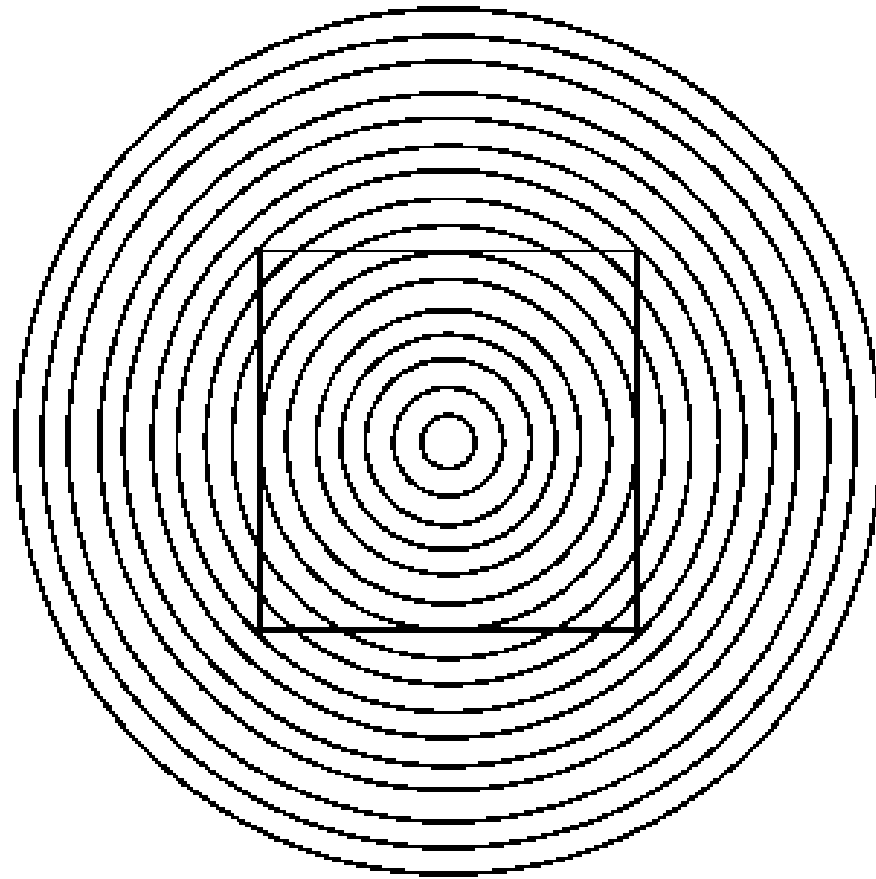
Fenómenos de percepción humana

- Ilusiones ópticas: influencia del entorno.
 - Ilusión de Müller-Lyer:



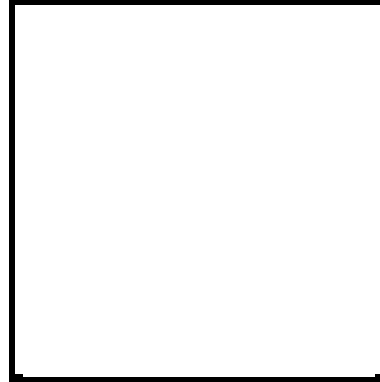
Fenómenos de percepción humana

- Ilusiones ópticas: percepción errónea de geometría.



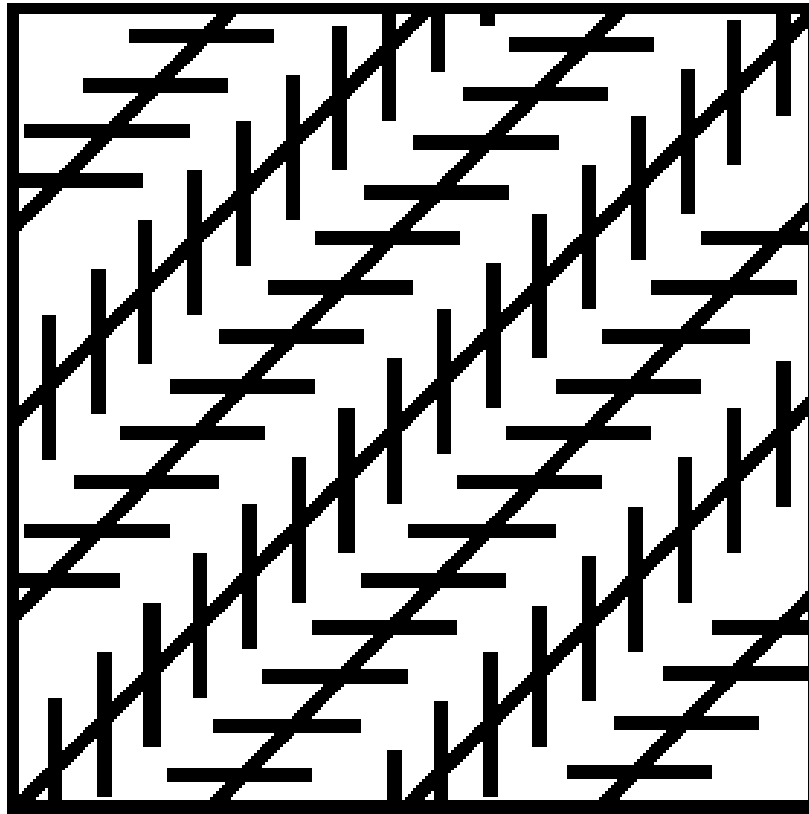
Fenómenos de percepción humana

- Ilusiones ópticas: percepción errónea de geometría.



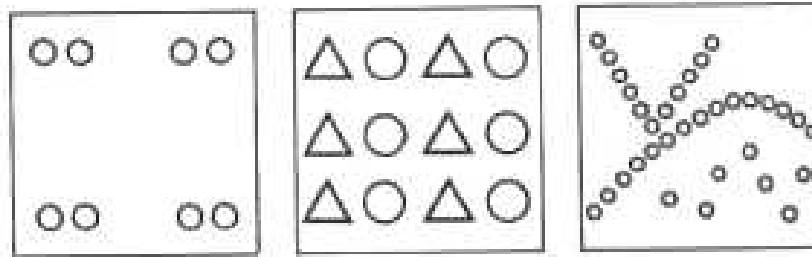
Fenómenos de percepción humana

- Ilusiones ópticas: percepción errónea de geometría.
 - Ilusión de Zöllner:



Fenómenos de percepción humana

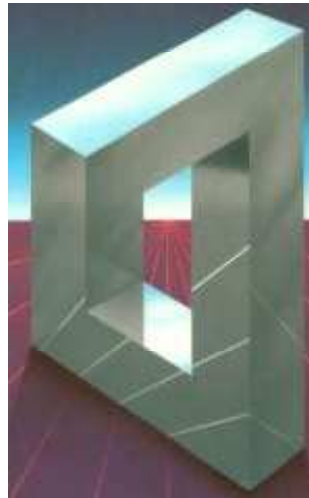
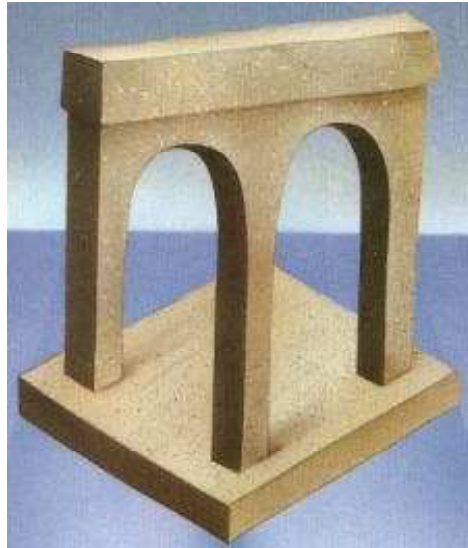
- Agrupamiento de objetos.



- 4 grupos de 2 círculos.
- Columnas de triángulos y círculos.
- Líneas de círculos y círculos sueltos.

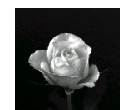
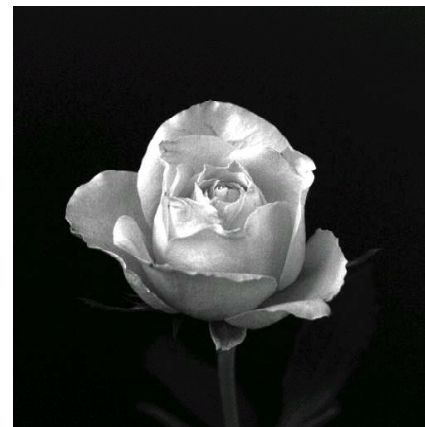
Fenómenos de percepción humana

- Mecanismos de percepción



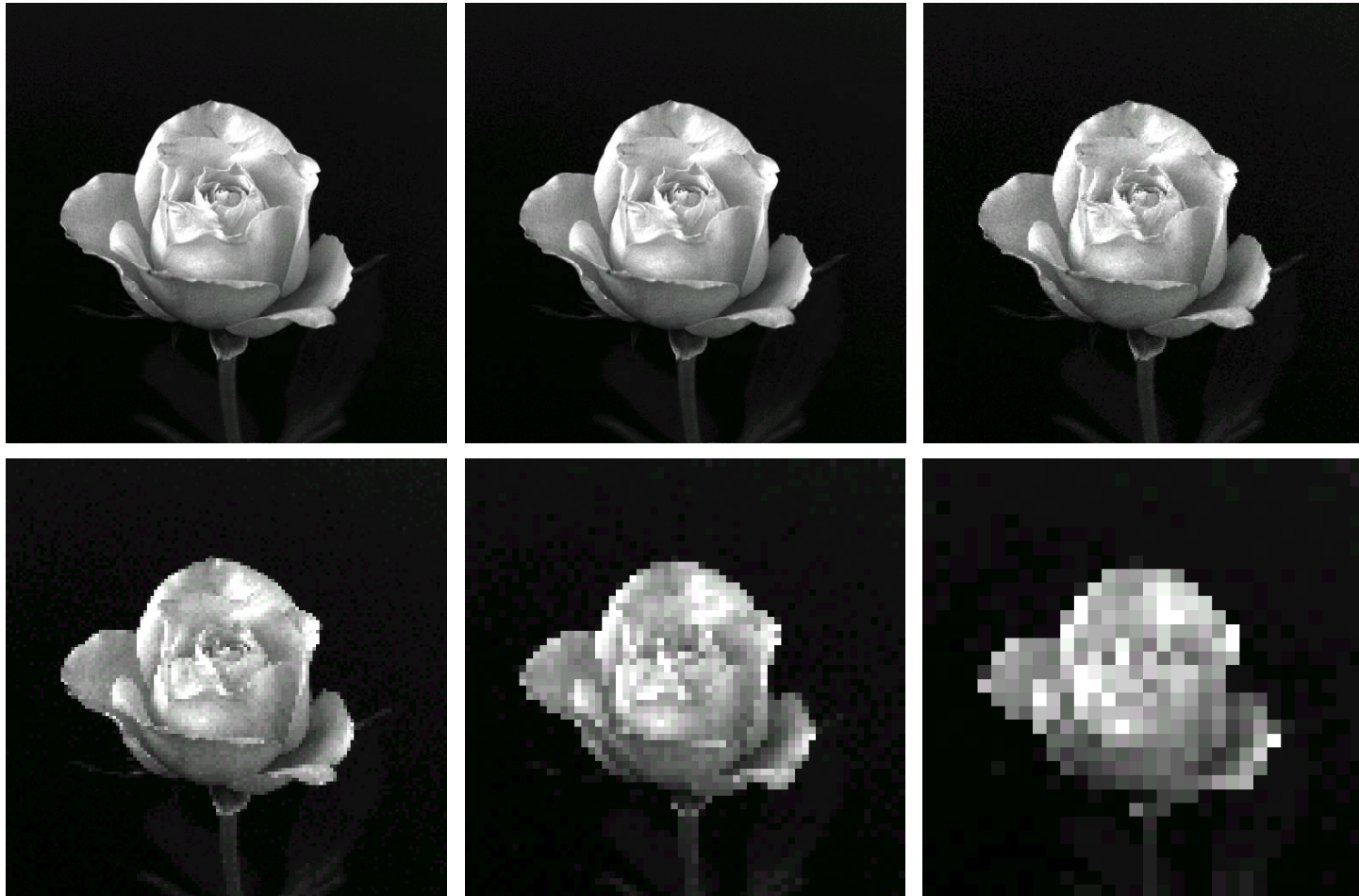
Resolución espacial del ojo humano

- **Mínimo detalle discernible** en una imagen (dada por el muestreo).
- Efecto de variar el número de muestras manteniendo la cantidad de grises (256 niveles): 1024, 512, 256, 128, 64 y 32 muestras².



Resolución espacial del ojo humano

- Comparación entre imágenes del mismo tamaño (permite ver el efecto del submuestreo):



Cuantificación en el ojo humano

- El ojo puede discriminar alrededor de 30 niveles de gris de manera simultánea, esto es, aproximadamente 5 bits.
- Para lograr una buena calidad de imagen se emplean 128 ó 256 niveles de gris (condicionados también por los sistemas electrónicos).
- Cuando la imagen tiene alrededor de 30 niveles de gris o menos, aparecen artefactos y falsos contornos que son detectados con facilidad por el sistema visual.

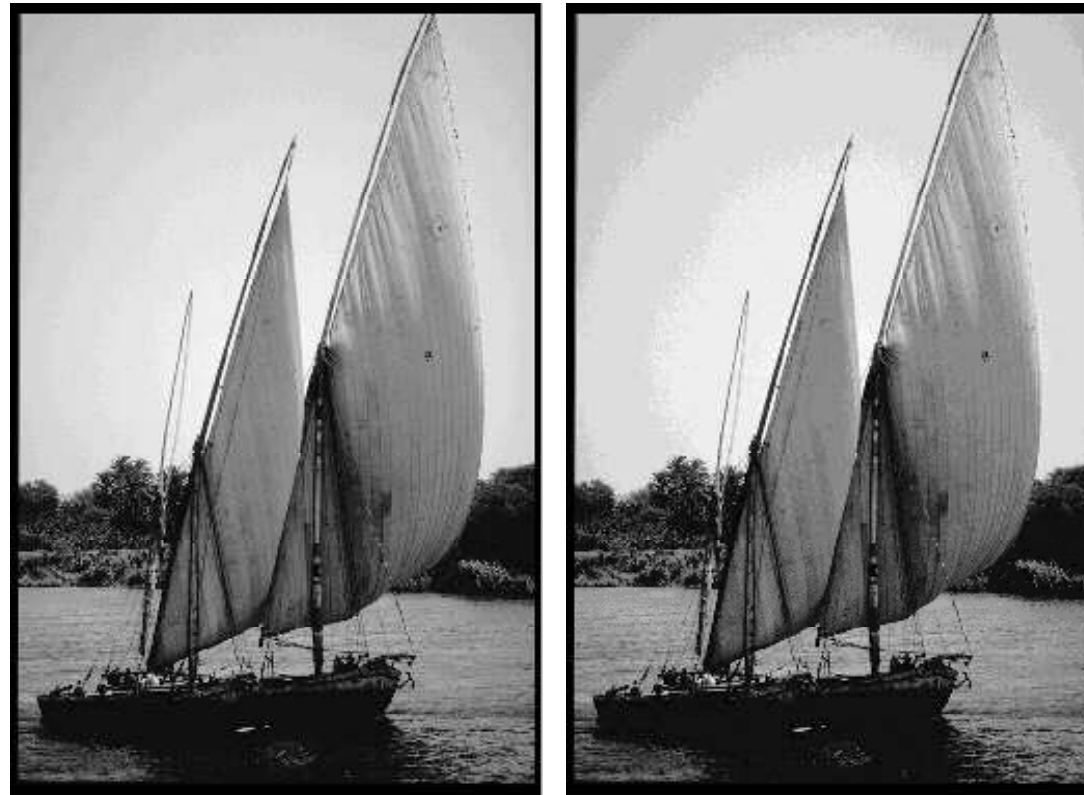
Cuantificación en el ojo humano

- Ejemplos de imágenes cuantizadas con diferentes niveles de grises: imagen original de 128 niveles, y con 64 niveles.



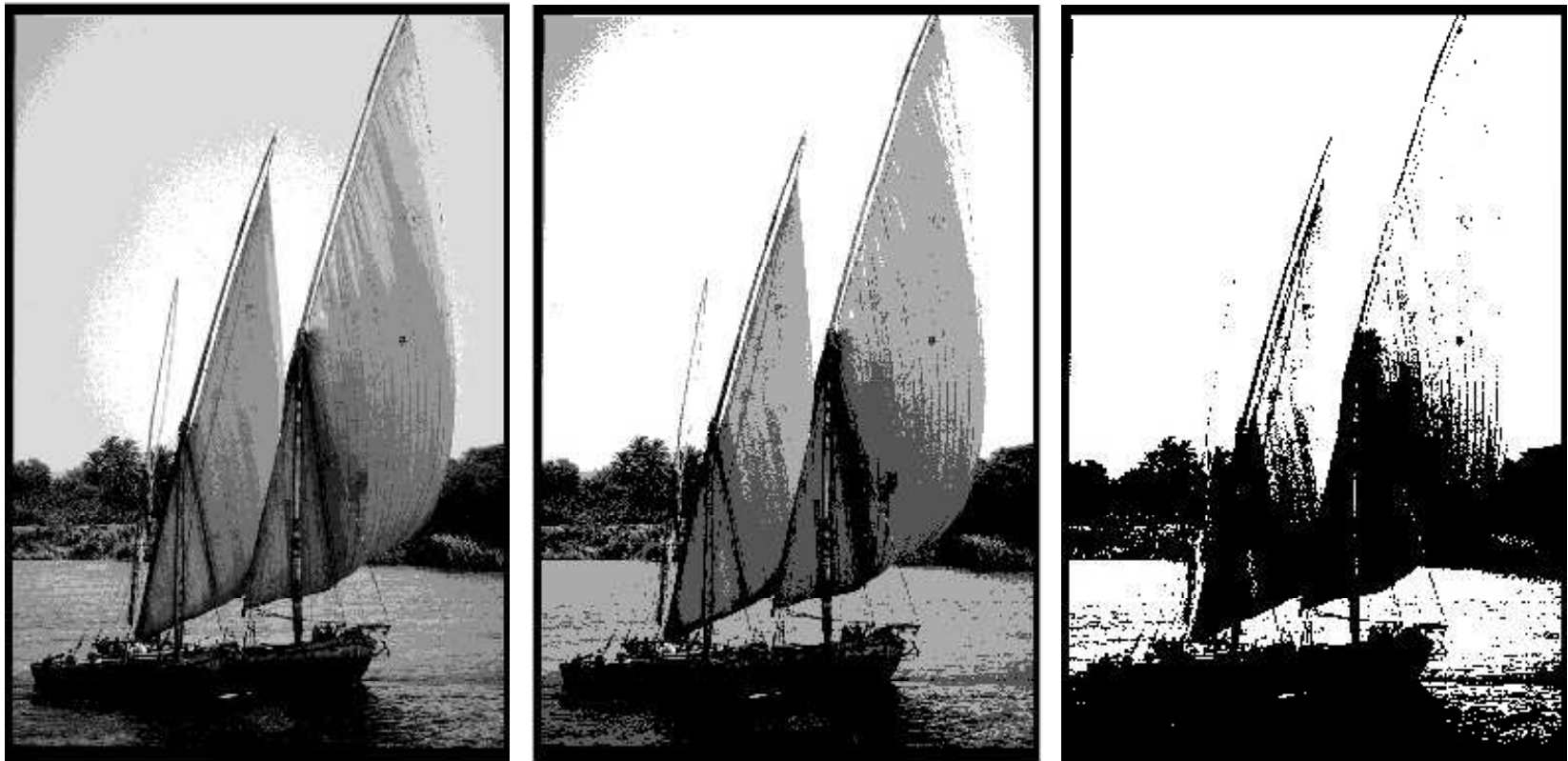
Cuantificación en el ojo humano

- Ejemplos de imágenes cuantizadas con diferentes niveles de grises: imágenes de 32 y de 16 niveles (aparición de artefactos).



Cuantificación en el ojo humano

- Ejemplos de imágenes cuantizadas con diferentes niveles de grises: imágenes de 8, 4 y 2 niveles (imágenes artificiales).



Resolución y cuantización

- Los resultados anteriores se obtuvieron variando N (muestras) y k (grises) de manera independiente. ¿Cuál es la relación entre ellas?
- No existen reglas determinadas para fijar la relación entre las variables, sino que la calidad de una imagen es una cualidad subjetiva, y depende:
 - del contenido de detalle de la imagen, y
 - de la respuesta del observador.
- Huang (1965) realizó estudios para determinar cuantitativamente el efecto en la calidad de una imagen al variar ambas variables simultáneamente.

Resolución y cuantización

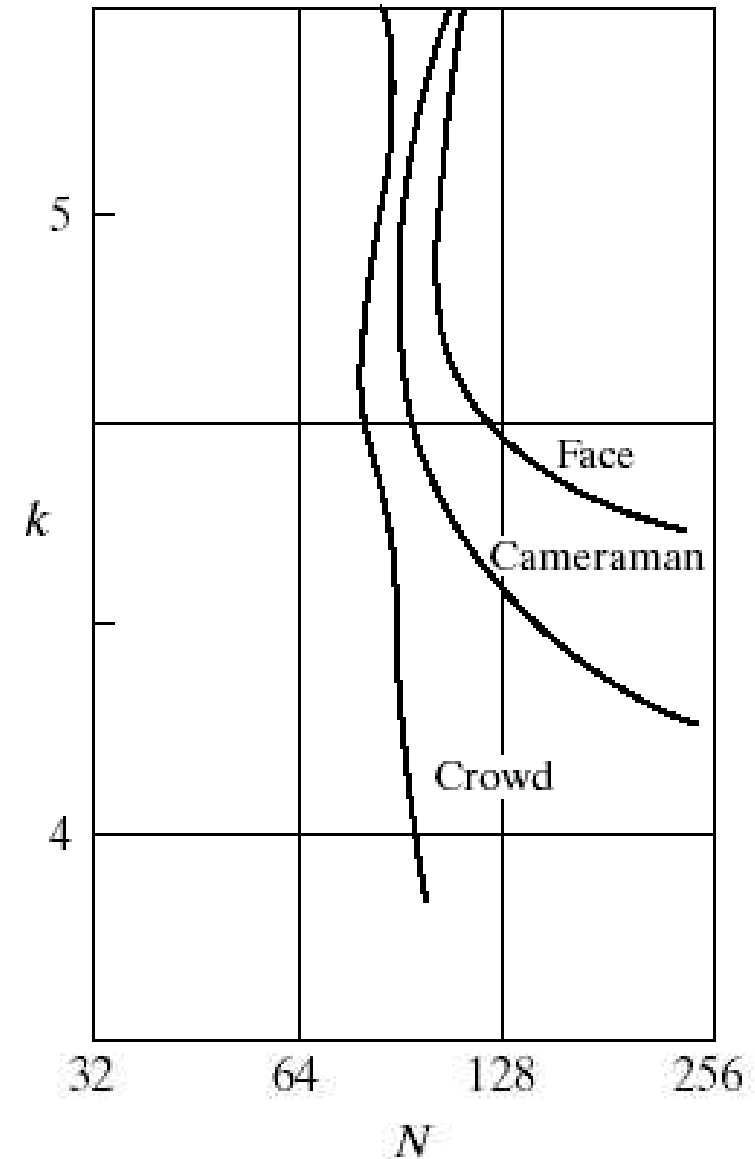
- Imágenes de prueba: bajo, medio y alto contenido de detalle.



- Generación del banco de imágenes mediante variación de N y k .
- Se pedía que ordenaran las imágenes por calidad decreciente, y se obtuvieron las curvas de *isopreferencia en el plano* $N - k$.

Resolución y cuantización

- Curvas de isopreferencia:
 - Verticales para gran detalle.
 - En menor detalle: igual calidad percibida en intervalos donde aumenta la resolución espacial pero disminuye la cantidad de grises. Aumento aparente del contraste (efecto visual de imagen de mejor calidad).



Fin de teoría

- A continuación:
 - Unidad II: Operaciones en el dominio espacial, 1^a parte.