

Información Digital

IMÁGENES DIGITALES



Información Digital

- RD1 Información y datos digitales.
- RD2 Textos digitales.
- RD3 Audio digital.
- **RD4 Imágenes digitales.**
- RD5 Vídeo digital.
- RD6 Conceptos de compresión de datos.

2



Contenidos sobre digitalización de imágenes

- **L2.4**

- Un poco de física y de fisiología sobre la **percepción visual**.
- Representación de imágenes en formato de **mapa de bits**.
- Representación de imágenes en **formato vectorial**.

3



Un poco de física y de fisiología de la percepción visual

Interesa tener en cuenta las siguientes propiedades o conceptos:

- P1. Integración espacial.
- P2. Integración temporal.
- P3. Teoría del color.
- P4. Sensibilidad en la percepción de colores.

4



P1. Integración espacial.

- El ojo humano tiene una **resolución espacial** limitada (capacidad de discernir entre puntos o zonas próximas)



5



P2. Integración temporal.

- Percibimos como continuos movimientos que se nos presentan en secuencia de imágenes individuales a una frecuencia de 16 fotogramas por segundo o superiores (dependiendo de las circunstancias).
 - El fundamento de este hecho se debe a que a que las imágenes se retienen durante un corto periodo de tiempo (**persistencia retiniana**), lo que hace que tengamos la ilusión de percibir un movimiento continuo en lugar de imágenes individuales.
 - Usualmente 30 fotogramas por segundo (30 fps)
 - Fundamento del cinematógrafo

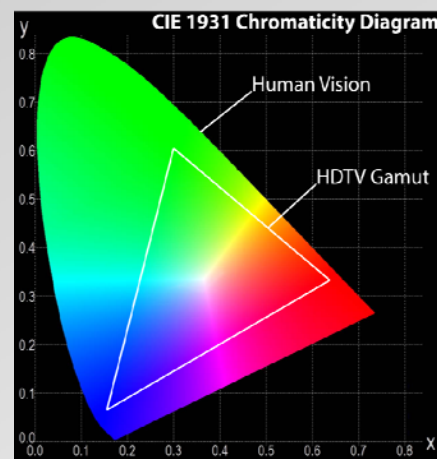


6



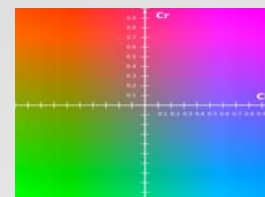
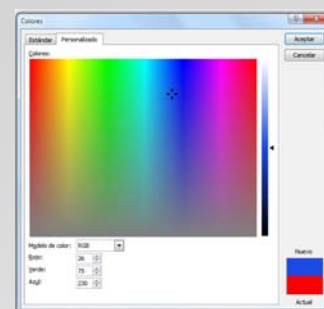
Teoría del color tristimulus, CIE 1931

- Describe un método para medir sistemáticamente todos los colores que el ser humano puede ver con relación a las **longitudes de onda** que contienen, independientemente de cualquier dispositivo o percepción (subjetiva).
- La referencia estándar habitual es el espacio de color CIELAB o CIEXYZ.
- Está basada en los tres tipos de conos del ojo que ven tres longitudes de onda diferentes en colores, y define tres primarios sobresaturados que pueden ser combinados para formar todos los colores.
 - Con el diagrama CIE a partir de tres colores básicos se pueden generar todos los colores interiores al triángulo que forman (*gamut*).



Modelos o espacios de color (*códigos*): se puede pasar de un modelo a otro mediante expresiones matemáticas

- RGB (Red, Green, Blue)**
 - Especifica una mezcla de colores aditivos: describe qué tipo de *luz* necesita ser *emitida* para producir un color dado.
 - RGBA, incluye un canal adicional alfa para indicar transparencia.
- CMYK (cian, magenta, amarillo y negro)**
 - especifica una mezcla sustractiva de color describiendo la intensidad que se necesita aplicar para que la luz *reflejada* desde un sustrato con 4 tipos básicos de tinta produzca un color dado. C = Cian (azulado, absorbe el rojo). M = Magenta (rojizo, absorbe el verde). Y = Amarillo (absorbe el azul). K = Negro.
- YCbCr (versión digital de YPbPr)**
 - almacena un valor de luminancia con dos valores de crominancias, correspondientes a las cantidades de azul y rojo. Se usa en compresión de vídeo y esquemas de compresión de imagen como MPEG y JPEG.



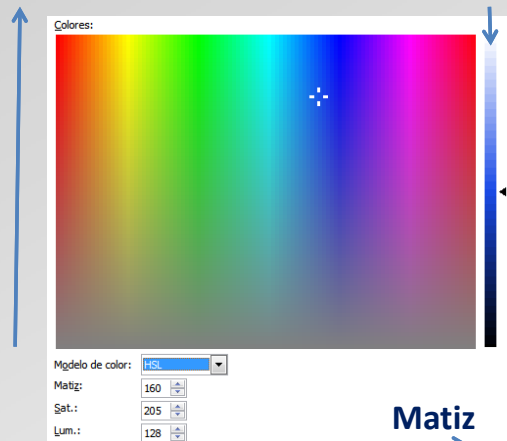
Modelos o espacios de color: se puede pasar de un modelo a otro mediante expresiones matemáticas

- **HSL: Hue (matiz), Saturation , Lightness (claridad).**

- Es más natural pensar sobre un color en términos de matiz y saturación que en términos de componentes de color aditivos o sustractivos
- El **matiz** es el estado puro del color: rojo, amarillo, azul, etc. La **saturación** es el grado de pureza del color (más saturado cuanto menos mezcla tenga con grises o blancos). La **luminancia**, o **luminosidad** es la apariencia de intensidad, claridad o brillo, independientemente de la saturación.

Saturación

Claridad



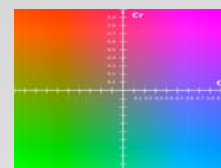
9



P4. Sensibilidad en la percepción de colores

- **El sistema visual es mucho más sensible al brillo que a los colores:**

- Luminancia (bastoncitos)
- Colores (conos, sensibles a distintas longitudes de onda)
 - Crominancia (diferencia de azul y diferencia de rojo)
- Transformación de R,G,B \rightarrow Y, Cb y Cr (8 bits)
- Disponemos de menos **resolución** para las crominancias que para las luminancias.



- **De la misma forma que vimos en la representación del sonido, una imagen se puede representar en un espectro (espacial) de frecuencias.**

- Las frecuencias altas tienen una intensidad menor que las frecuencias medias (se pueden codificar con menos bits).

10



Representación de imágenes

- Las imágenes se adquieren por medio de periféricos tales como **escáneres, cámaras de video o cámaras fotográficas**.
- Una imagen se representa por patrones de bits, generados por el periférico correspondiente.
- **Formas básicas de representación:**
 - **Mapa de bits** (o matriciales).
 - **Mapa de vectores** (o basada en objetos).

11



Dada una imagen: habría que almacenar el código de color de cada punto, pero...
¡una imagen tiene infinitos puntos!



- Podemos aprovechar la propiedad **P1. Integración espacial**

12



Representación en mapa de bits: La imagen se considera dividida en una fina retícula de celdas o elementos de imagen (píxeles)

- A cada píxel se le asocia un valor (atributo) que corresponde a su nivel de gris (b/n) o código de color medio de la celda.



13



Parámetros y almacenamiento (archivo) de una imagen

- **Resolución:**
 - Nº de píxeles horizontales x nº de píxeles verticales
 - Cada imagen tiene un nº determinado de píxeles:
 - $n_{\text{píxeles/imagen}} = n^{\circ} \text{ píxeles horizontales} \cdot n^{\circ} \text{ píxeles verticales}$
 - En principio cuanto mayor es la resolución, la imagen se almacenará con mayor calidad.
- **Atributo**
 - El atributo (nivel de gris o color) ocupa un nº determinado de bits (**profundidad de color**): $n_{\text{bits/pixel}}$
 - En principio cuanto mayor es la profundidad de color, la imagen se almacenará con mayor calidad.
- **Almacenamiento en forma de fichero:**
 - Cabecera con metadatos + patrones ordenados correspondientes a los píxeles
 - Capacidad en bytes ocupada por una imagen:
 - $C_{\text{imagen}} = \frac{n_{\text{píxeles/imagen}} \cdot n_{\text{bits/pixel}}}{8} \text{ Bytes}$

14



Algunos datos: resolución

- **Relación de aspecto:**

- Es la relación que hay entre ancho y alto.
- Se facilita como un cociente de números enteros.

Acrónimo	Resolución (píxeles) ancho x alto	Relación de aspecto	Observación
VGA	640x480	4:3	
SVGA	800x600	4:3	
XGA	1024x768	4:3	
XGA+	1152x864	4:3	Macintosh
WXGA	1280x720	16:9	Youtube
WXGA	1280x800	16:10	
SXGA- (UVGA)	1280x960	4:3	
HD	1366x768	~ 16:9	
HD+	1600x900	16:9	
UXGA	1600x1200	4:3	
FHD	1920x1080	16:9	
WQHD	2560x1440	16:9	
4K	3840x2160	16:9	

15



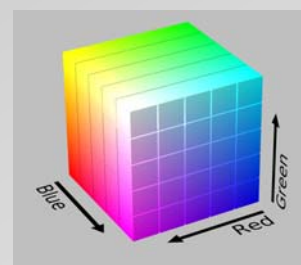
Algunos datos: atributo

- **Modelo de color utilizado:**

- RGB, RGBA, (Y, Cb y Cr).

- **Profundidad de color:**

- $n_{bits/pixel} = 1$ bpp (b/n)
- $n_{bits/pixel} = 2$ bpp; monocromo, 4 niveles de grises o 4 colores (antigua CGA)
- $n_{bits/pixel} = 4$ bpp \rightarrow 16 colores, antigua VGA
- $n_{bits/pixel} = 3$ colores (RGB) \cdot 8 bits = 24 bits
 - "color autentico" ("truecolor"), 16.777.216 colores



16



Algunos formatos para imágenes en mapa de bits.

Formato	Origen	Descripción	Ext.
PBM/PGM/PPM	Jet Poskanzer	En ASCII y binario. Paquete Netpbm con más de 300 utilidades para más de 100 formatos	.pbm .pgm .bpm
BMP	Microsoft	Sencillo, imágenes de gran calidad pero ocupa mucho (no útil para web)	.bmp
TIFF	Aldus/Adobe	Prácticamente un estándar para imágenes fotográficas naturales de alta calidad. Ocupa mucho (no útil para web)	.tif .tiff
JPEG	Grupo JPEG	Calidad razonable para imágenes naturales. Incluye compresión ajustable. Usado en la web	.jpg .peg
GIF	CompuServe	Muy adecuado para imágenes no naturales (colores planos. Muy usado en la web. Compresión sin pérdidas (LZW)	.gif
PNG	Consortio W3C	Evolución mejorada de GIF. Muy buena calidad de colores. Incluye muy buena compresión (Deflate)	.png
WebP	Google	Alternativa a JPEG para la web	.webp

17



BMP (*Windows BitMaP*):

- Cada píxel contiene su atributo de color en valores absolutos (por ejemplo: R = 8 bits, G = 8 bits, B=8 bits).
- Formato muy sencillo.
- Los archivos ocupan mucho.

18



TIFF: (*Tagged Image File Format*)

- Excelente calidad fotográfica (impresión) para imágenes naturales. Formato similar a BMP, sin pérdida de información. Representa muy bien los “degradados de colores” Admite color RGB, CMYK (impresión), indexado y compresión, pero sin pérdidas (LZW y ZIP). Con frecuencia se considera el estándar de imágenes fotográficas bitmaps. Sus archivos ocupan mucho (no adecuado para web).
- **Aplicación:**
 - imágenes de muy buena calidad, sin importar tamaño (no web).
Imágenes médicas.

19



JPEG (*Joint Photographic Experts Group*)

- Buena calidad para imágenes naturales. Realiza compresión, con pérdidas de información
 - Sub-muestreo de color (**P4. Sensibilidad en la percepción de colores**): Y, Cb y Cr.
 - almacena la luminancia individual de cada píxel, pero las dos crominancias medias se almacenan por grupos adyacentes de píxeles (4, 9, 16, 36, 49, etc.)
 - Se puede regular el tamaño del grupo para el que se almacenan las crominancias medias, ajustándose de esta forma el factor de compresión (mayor compresión peor calidad).
 - Q=100, máxima calidad, mínima compresión, máximo tamaño.
 - Q=0, mínima calidad, máxima compresión, mínimo tamaño.



20



Ejemplo y aplicaciones JPEG

- **Paisaje austriaco**
 - Ocupación:
 - Original en TIF: 2.473 KB
 - JPG (Q=100): 293 KB.
 - JPEG (Q=1): 16 KB.
 - Con Q=1 se aprecian que las áreas donde se hacen las medias de las crominancias abarcan un gran nº de píxeles
- **Aplicaciones JPEG**
 - Fotografía digital (cámaras digitales), tratamiento de imágenes, puede ser usado en imprenta, y sobre todo en la web.
 - No es adecuado para gráficos simples, esquemas, logotipos con colores planos ni capturas de pantalla, ya que añade ruido en los bordes (debido a utilizar medias de las crominancias, y no las de cada píxel).



21



GIF (Graphics Interchange Format)

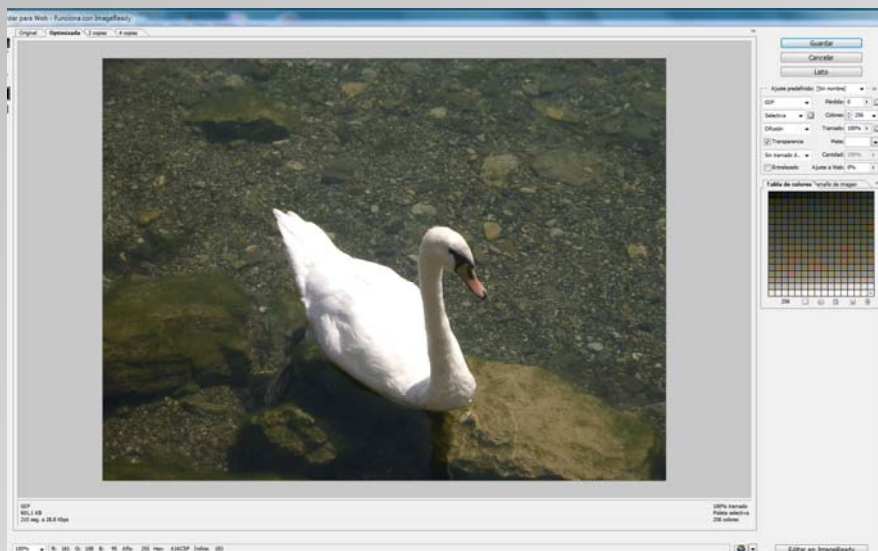
- **Se selecciona una paleta de colores, y por cada píxel se almacena el índice del color de la paleta más próximo a su color (color indexado).**
 - BMP color real: 16.777.216 colores (mezclas)
 - Las paletas suelen ser de 2, 4, 8, 16,..., 128, o 256 colores.
 - Muy usado en web. Uno de los valores de la paleta es transparente (alfa), de forma que en los píxeles de este tipo se visualiza el fondo.
 - No sirve para degradados.
 - Se puede utilizar combinado con el algoritmo de compresión LZW.
- **Aplicaciones:**
 - sobre todo para Internet, y para imágenes poco fotográficas. Por ejemplo, logotipos, banderas... (diseño gráfico), y siempre que la variedad de colores que utilizan es baja.



22



Demostración con Adobe Photoshop

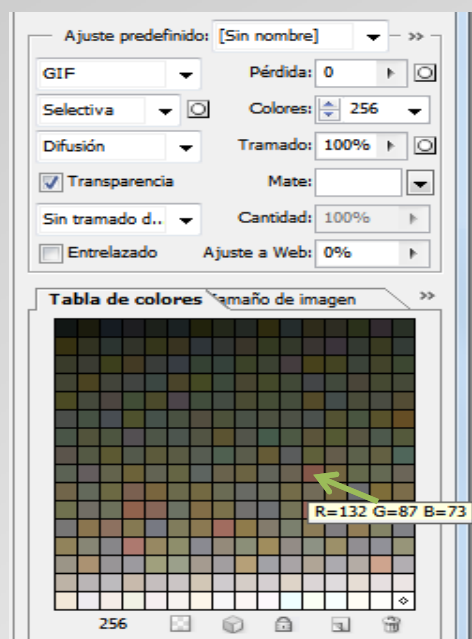


23



- **El programa de generación de la imagen GIF**

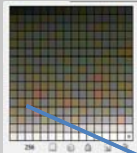
- Selecciona las 256 mezclas (RGB) que más se ajustan a todos los píxeles de la imagen.
- Cada mezcla se identifica por un índice.
- Esas mezclas constituyen la paleta que ocupará:
 - $256 \times (8 \text{ bits R} + 8 \text{ bits G} + 8 \text{ bits B})$
 - $256 \times 24 \text{ bits} = 768 \text{ Bytes}$



24



- **El programa de generación de la imagen GIF**



- Una vez creada la paleta de colores, sustituye los valores RGB (24 bits) de cada pixel por el índice (8 bits) de la mezcla de la paleta que más se aproxime al color original.
- Factor de compresión de 3 a 1.

R: 161 G: 108 B: 95 Alfa: 255 Hex: A16C5F Índice: 183



25



Transparencias (canal α)

- Imagen con transparencias (GIF, etc.)



- Imagen sin transparencia



26



Transparencias (canal α)

- Imagen con transparencias (GIF, etc.)



- Imagen sin transparencia



27



Transparencias (canal α)

- Imagen con transparencias (GIF, etc.)



- Imagen sin transparencia



28



PNG (*Portable Network Graphics*)

- **GIF mejorado con más compresión.**
 - Colores indexados.
 - Mejora los degradados y contiene canal alfa.
 - Libre de patentes.
- **Aplicaciones:**
 - Muy adecuado para capturas de imágenes de pantalla. Imágenes y animaciones para web (visualización de imágenes en línea).

29



Pruebas de ocupación del cisne austriaco (realizadas con Photoshop 7.0)

- **Resolución 1024 x 768 píxeles = 768 K píxeles**
 - BMP (profundidad de color: 24 bits): 3MB
 - TIFF: 3MB
 - JPEG
 - Calidad máxima (Q=100): 523 KB
 - Calidad media (Q=30): 81,33 KB
 - Calidad baja (Q=10): 43,16 KB
 - GIF
 - paleta de 256 colores: 550 KB
 - paleta de 128 colores: 461 KB
 - PNG
 - PNG-24: 1,15 MB
 - PNG-8 (256 colores): 530 K

30



Imágenes en formato vectorial

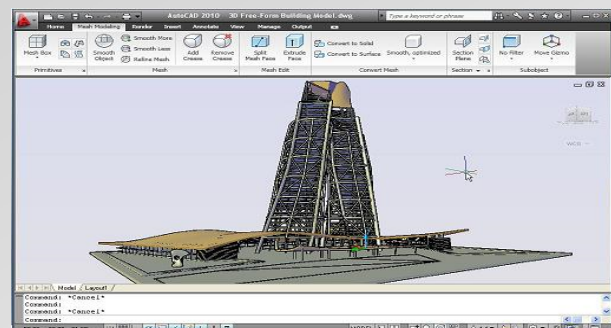
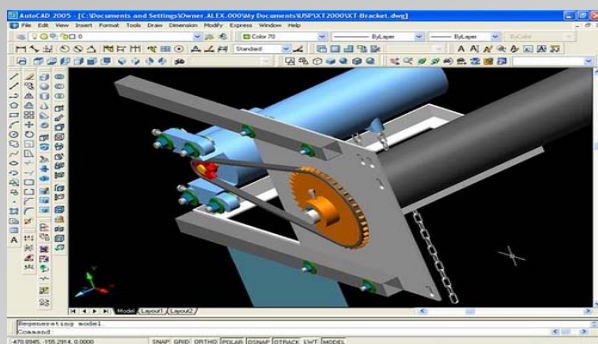
- La imagen se forma a partir de una colección de elementos tomados de una colección predeterminada (**biblioteca de objetos**):
 - líneas, curvas, polígonos, textos, etc.
- Cada objeto se almacena con sus respectivos detalles (**atributos**)
 - Posición, escala, grosor, color de forma, contorno, relleno, textura, etc.
- La imagen es un conjunto de vectores-objeto
 - Cada vector corresponde a un objeto, y sus coordenadas contienen el código del objeto y los distintos atributos.



31



Ejemplo de dibujos realizados con primitivas geométricas (AutoCAD)



32



Almacenamiento de imágenes vectoriales

- Se almacenan sencillamente los vectores correspondientes a los distintos objetos.
 - No los valores de los puntos (píxeles)
 - En general ocuparan mucho menos



Smile.png, 5.077 bytes
48x48, 16 bpp

```
10001001 01010000 01001110 01000111 00001101
00001010 00011010 00001010 00000000 00000000
...
```



Smile.svg, 2.480 bytes

```
...
<path style="opacity:0.53164;fill:url(#rad3);"
d="M44.429,38.571a19.714,6.57 14,0,1,1,
-39.429,0,19.714,6.5714,0,1,1,39.429,0z"/>
...
```

33



Ventajas e inconvenientes

- Ocupan menos que un mapa de bits, y es más rápido hacer cambios de escala y representarlos en pantalla.
- Se puede escalar sin perder resolución.
- Sólo es adecuada para gráficos de tipo geométrico (no imágenes reales):
 - CAD/CAM, esquemas, etc. (Infografía)



Desde mapa de bits (.png)
5.077 Bytes

Desde vectorial (.svg)
2.480 bytes

34



Algunos formatos de imágenes vectoriales

Formato	Origen	Comentarios	Extensión
FIG	Supoj Sutanthavibul (Univ. Texas)	Formato de texto muy compacto de los programas de edición libres xfig (para Unix y X Window) y WinFIG (para Windows), que exportan a muchos otros formatos.	.fig
PDF (Portable Document Format)	Adobe	Estándar abierto para descripción de páginas: texto, imágenes y gráficos vectoriales y matriciales	.pdf
DWG (Drawing)	Autodesk	Formato del programa propietario AutoCAD. Dibujos en tres dimensiones.	.dwg
AI (Adobe Illustrator Artwork)	Adobe	Formato del programa propietario Adobe Illustrator.	.ai
SWF (Shockwave Flash)	Macromedia	Originalmente limitado a la presentación de gráficos vectoriales y matriciales y secuencias de imágenes. Actualmente admite audio, vídeo e interacción con el usuario.	.swf
SVG (Scalable Vector Graphics)	W3C	Basado en XML. Gráficos estáticos, animados e interactivos. Estándar abierto.	.svg

35



Rendering o visualización de la imagen

- **Para visualizar una imagen es necesario un sistema o programa que genere la misma a partir de la información codificada.**
 - El *rendering* se realiza con ayuda de los metadatos que aparecen en la cabecera o final del archivo.
 - Por ejemplo, en GIF y PNG debe sustituirse el índice de mezcla de cada pixel por los valores RGB asociados que aparecen en la paleta.

36



Visualización de imágenes vectoriales

- El *rendering* para imágenes en formato vectorial se realiza generando los valores de los distintos píxeles a partir de los vectores-objetos:
 - Se evalúan las expresiones matemáticas correspondientes a cada objeto geométrico y se escala adecuadamente.
 - Así se determina tanto la forma y el aspecto como la posición exacta de cada objeto dentro de la imagen concreta a ver.

37



Agradecimientos y referencias

- Uchida conducts Mozart's Piano Concerto 20 Allegro
 - <http://www.youtube.com/watch?v=3dkK1iw2SMk>
- Cuadro impresionista:
 - http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=images&cd=&cad=rja&docid=HtPRSTGM_zwAKM&tbnid=n854htpvDboxnM:&ved=0CAUQjRw&url=http://www.pensandoenarte.com/el-arte-del-impresionismo-y-sus-caracteristicas/&ei=LBByUreBB-me7AbZ24EI&bvm=bv.55819444,d.ZGU&psig=AFQjCNF77SeeCCPx70L6WYLg2PMSrmC-vQ&ust=1383293330670931
- Delfines
 - http://www.fotonaturaleza.cl/details.php?image_id=5619
- Triestimulus, pág. 7
 - http://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=Lno4GDDDOMUfZM&tbnid=OpgrfTxJPeERTM:&ved=0CAUQjRw&url=http://dot-color.com/category/terminology/&ei=JwxPU-LeG8iitAa3_4CwAQ&bvm=bv.64764171,d.Yms&psig=AFQjCNE2_RRsRaOfWRTTrJlFI4We1q2DDnw&ust=1397775671185091
- Espacio de color crominancias y luminancia:
 - [//upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/YCbCr-CbCr_Scaled_Y50.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/YCbCr-CbCr_Scaled_Y50.png)
- Cubo RGB: Autor SharkD
 - [//upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/RGB_Cube_Show_lowgamma_cutout_a.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/RGB_Cube_Show_lowgamma_cutout_a.png)
- Tom & Jerry, pág. 22
 - <http://virtuallspanishclassroom.wordpress.com/2014/03/08/>
- Smile (sonrisa), pág. 36
 - Cortesía de Gregorio Fernandez, UPM

38



Resumen y conclusiones

- **Un poco de física y de fisiología sobre la percepción visual.**
 - P1. Integración espacial.
 - P2. Integración temporal.
 - P3. Teoría del color.
 - P4. Sensibilidad en la percepción de colores
- **Representación de imágenes en formato de mapa de bits.**
- **Representación de imágenes en formato de mapa de vectores.**