

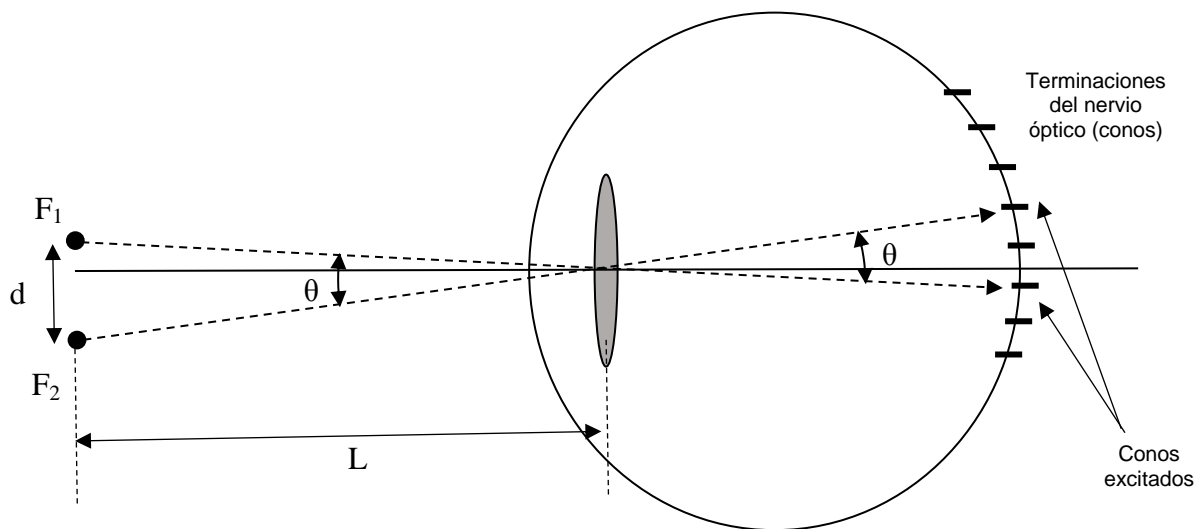
# Imágenes Digitales y pixeles “Vs” agudeza visual

## 1. Resolución de imágenes: continuidad y discontinuidad

En el módulo anterior nos ocupamos de estudiar el modo como “ve” el ojo humano y como la estructura de su retina, especialmente la separación entre conos (sensores responsables de la visión diurna en colores) determinan un “ángulo subtendido” desde dos puntos próximos entre sí, por debajo del cual el ojo no puede distinguir los dos puntos. En esa oportunidad señalamos que en la matriz de puntos del cerebro que recibe información de la matriz de puntos de la retina, con precisa correspondencia entre ambas, dos puntos se distinguirán como tal (se ven separados) siempre que exista entre dos conos igualmente excitados, uno que haya recibido una excitación distinta. Si dos puntos luminosos provocan la misma excitación en dos conos contiguos, esos dos puntos luminosos se ven como uno sólo.

El ángulo “ $\theta$ ” es el que determina que dos fuentes luminosas ( $F_1$  y  $F_2$ ) o dos puntos que reflejan luz, provoquen la excitación de los conos indicados en la figura 1, separados por un cono sin excitar. En el dibujo el ángulo es el mínimo que permite distinguir las fuentes o puntos. Si el ángulo fuese menor, se excitaría el cono intermedio y en ese caso los puntos no se distinguirían. Al ángulo “ $\theta$ ” se lo denomina como el ángulo que subtiende desde las fuentes de luz  $F_1$  y  $F_2$ .

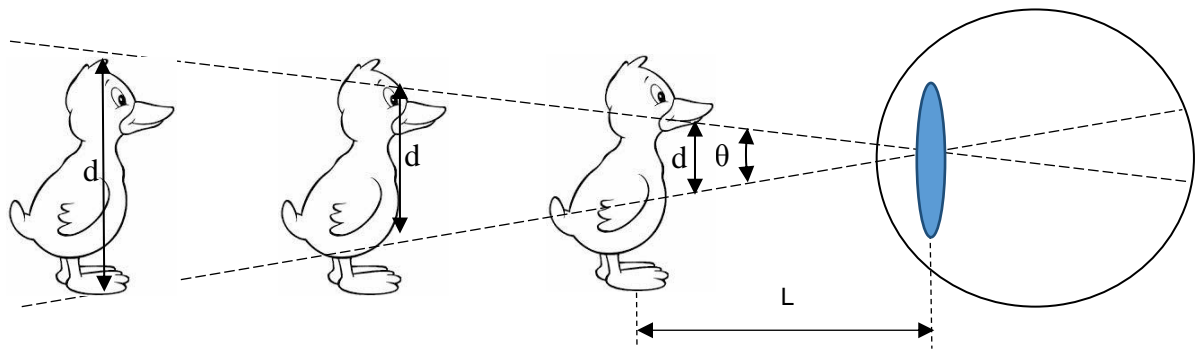
La distancia “ $d$ ”, es función de la distancia “ $L$ ” entre las fuentes y el ojo, para un determinado “ $\theta$ ”, por ejemplo, el que corresponde a la agudeza visual. Cuánto más pequeña es “ $L$ ” (figura anterior), más cerca los puntos del ojo, menor será la distancia “ $d$ ”. Es decir, podremos distinguir dos puntos muy próximos entre sí. Ahora este proceso de acercamiento, natural cuando queremos ver detalles de un objeto, tiene su límite en la capacidad de enfoque del ojo, “ $\gamma$ ” (distancia mínima de visión distinta).



**Figura 1.** Agudeza visual. Para distinguir  $F_1$  de  $F_2$ , entre los conos que excitan estas fuentes, debe haber un cono no excitado

En la figura 2 se advierte que si “ $\theta$ ” es la agudeza visual, en el patito de la izquierda sólo podemos distinguir entre un punto (en realidad una zona) centrado en las patitas y un punto (también una zona) centrado en la pluma más alta de la cabeza, mientras que si ubicamos el patito a la distancia “ $a$ ” del ojo, podremos distinguir entre un punto o zona centrado en la pancita y otro centrado en el pico. Estos puntos involucran una parte muy variada de la escena, por lo que veremos zonas borrosas y no alcanzaremos a distinguir nada.

Si seguimos acercando el patito al ojo, algo que parece fuera de lógica dado el enorme ojo que hemos dibujado, se supone que cuando la distancia entre ambos sea “ $\gamma$ ”, podremos distinguir puntos (zonas pequeñas) muy próximos entre sí, por ejemplo dos puntos en el plumaje, de tal



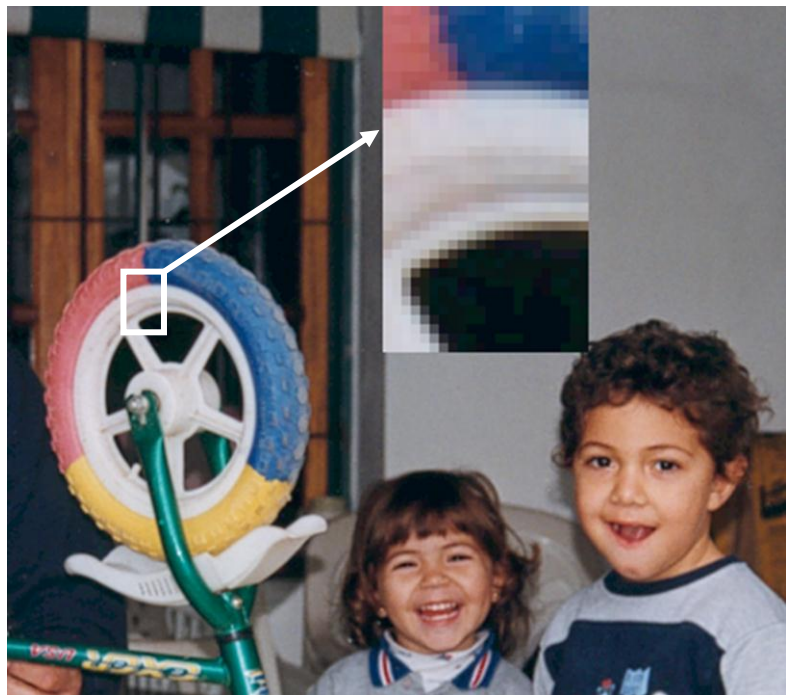
**Figura 2.** Para un determinado “ $\theta$ ”, la distancia “ $d$ ” entre dos puntos que se distinguen, disminuye cuando acercamos la escena al ojo (disminuye  $L$ ).

manera que la suma de infinitos puntos distinguidos, compondrá en nuestro cerebro la imagen del patito.

Sobre la base de lo que hemos señalado, no resulta necesario que las imágenes sean continuas, que por cierto no lo son, ya que nuestro ojo resuelve este problema viendo como continuas, las imágenes discretas. Sólo importa que la discontinuidad no sea detectada por nuestro ojo.

## 2. Imágenes digitales: píxeles y megapíxeles

Ampliando lo suficiente una imagen digital (*zoom*) en la pantalla de una computadora, pueden observarse los píxeles (puntos o cuadraditos) que componen la imagen. En la figura 3, hemos tomado una parte de la foto (se indica con un cuadradito blanco) y la hemos ampliado cinco veces. En la ampliación, ya comienzan a verse los píxeles informados por la imagen, como cuadraditos de un mismo color. Cada pixel contiene la información del color (promedio) que tenía la escena en esa zona al ser fotografiada. Y cada uno de los píxeles corresponde a una medición de los distintos sensores que tiene la cámara digital que fue usada.



**Figura 3.** Hemos tomado una parte de la foto y la hemos ampliado 5 veces. Ya se comienzan a ver los píxeles.

Todos los procesos de construcción de una imagen digital, a registrar en papel o a observar en una pantalla o monitor (nos referimos a una pantalla de televisión o de PC), se iniciaron en el momento cuando se registra la imagen (con una cámara fotográfica, una filmadora, etc.). Este registro consiste en tomar información de partes muy pequeñas de la imagen, cada uno de las cuales se denomina “píxel”, y que en su totalidad constituyen la resolución del elemento de registro. Un millón de píxeles se denomina “mega píxel” y se abrevia Mpíx. Por ejemplo si señalamos que una cámara fotográfica tiene una resolución de 2 Mpíx, estamos señalando que tenemos información de dos millones de partecitas, muy pequeñas de la imagen. Estas partecitas, píxeles, tienen información de un determinado lugar de la imagen, y cuando la misma se quiera reconstruir en papel o en una pantalla televisión, cada partecita, píxel, debe ubicarse en el lugar que le corresponde. Para no

desaprovechar o desperdiciar información (píxeles registrados de la imagen) lo ideal es que el sistema de registro de la imagen y el sistema que la reproduce en papel o en una pantalla, operen con el mismo número de píxeles.

Las fotografías o imágenes en papel, en general son producidas para que al ser miradas se observe una imagen continua. En el caso de una foto, un observador a 25cm de la postal debe percibir una imagen continua y en el caso de un afiche o folleto, dependerá de su tamaño la distancia a la cual también debe percibir una imagen continua. En todos los casos, que la imagen observada resulte continua, dependerá de la agudeza visual del ojo, de la distancia entre los puntos de impresión (píxeles) en el papel, y también de la distancia a la cual sea observada. Si ocurre que la imagen es registrada con baja calidad o resolución (pocos píxeles registrados), puede ocurrir que varios píxeles (puntos de impresión) del registro de la imagen en papel, contengan información que proviene de un mismo píxel. En ese caso se observarán en la fotografía o imagen en papel, zonas cuadradas de color uniforme, similar a lo que se observa en la zona ampliada de la figura 3. Como señalamos en el párrafo anterior, lo ideal sería que la cantidad de píxeles del sistema de registro de la imagen, esté en relación uno a uno, con los píxeles disponibles en el sistema de reproducción de la imagen en papel.

En el caso de la pantalla de un televisor o el monitor de una PC, ocurre exactamente lo mismo. Para que un monitor reproduzca toda la información que contiene la imagen que quiere mostrar, es necesario que a cada píxel del registro de la imagen le corresponda un píxel del monitor. Si la foto (imagen) tiene una resolución de por ejemplo 2Mpíx, el número de píxeles del monitor utilizados para reproducir la imagen, debería ser de 2Mpíx. Si la imagen tiene una información menor a los 2Mpíx, varios píxeles del monitor representarán a cada píxel que tiene como información la imagen. Esta situación es la que ocurre en la figura 3, en la zona en la cual se ha ampliado un trozo de la fotografía. Al ampliar la imagen, la información digital asociada a ese trozo de imagen, no se ha modificado, pero ahora debe repartirse en un número mayor de píxeles y por ese motivo aparecen los cuadraditos de color uniforme (un píxel de información y varios píxeles de pantalla).

### **3. Bits, bytes y megabytes**

Un bits es una señal que puede tomar dos valores 1 ó 0, y que aplicado a un píxel de un monitor (punto luminoso en su pantalla), puede indicarle que esté encendido o apagado (dos posibilidades para la luz que emite). Si a dicho píxel lo alimentamos con información proveniente de 2 bits, cuatro posibilidades de combinar dos señales que pueden tomar los valores 1 ó 0, el píxel podrá tomar cuatro valores para la intensidad de la luz que emita. En las imágenes de mapa de bits, o en los dispositivos gráficos, cada píxel se codifica mediante un conjunto de bits de longitud determinada (es la llamada profundidad de color); por ejemplo, puede codificarse un píxel con un byte (8 bits), de manera que cada píxel admite hasta 256 variaciones de color ( $2^8$  posibilidades binarias), de 0 a 255. En las imágenes llamadas de color verdadero, normalmente se usan tres bytes (uno para el rojo, uno para verde y uno para el azul, en total 24 bits, para definir el color de un píxel; es decir, en total se puede representar un total de  $2^{24}$  colores, esto es 16 777 216 variaciones de color.

Cuando realizamos dibujos en la computadora, por ejemplo queremos dibujar utilizando el procesador Word, un rectángulo en la pantalla, primero seleccionamos la forma y luego el soft nos da la posibilidad de rellenar con color el dibujo. Si seleccionamos "personalizar" el color (no seleccionamos ninguno de los colores que nos ofrece el sistema), tenemos la posibilidad de construir un nuevo color en base a los tres colores primarios: verde, azul y rojo. El sistema nos da 256 (0 al 255) posibilidades para cada uno de los colores señalados.

En el mismo sentido que lo expresado en el párrafo anterior, podemos decir que para poder visualizar, almacenar y procesar la información numérica que se representa de cada píxel, se debe conocer, además de la profundidad y brillo del color, el modelo de color que se está utilizando. Por ejemplo, el modelo de color RGB (*Red-Green-Blue*) permite crear un color

compuesto por los tres colores primarios según el sistema de mezcla aditiva. De esta forma, en función de la cantidad de cada uno de ellos que se use en cada píxel será el resultado del color final del mismo. Por ejemplo, el color magenta se obtiene mezclando el rojo y el azul, sin componente verde (este byte se pone en cero). Las distintas tonalidades del mismo color se obtienen variando la proporción en que intervienen ambas componentes (se altera el valor de esos dos bytes de color del píxel). En el modelo RGB lo más frecuente es que se usen 8 bits para representar la proporción de cada una de las tres componentes de color primarias. De esta forma, cuando una de las componentes vale 0, significa que ella no interviene en la mezcla y cuando vale 255 ( $2^8 - 1$ ) significa que interviene aportando el máximo de ese tono, valores intermedios proveen la intensidad correspondiente. La mayor parte de los dispositivos que se usan con una computadora (monitor, escáner, etc.) usan el modelo RGB (modelo de reflexión o aditivo), excepto los que aportan tintes, como las impresoras, que suelen usar el modelo CMYK (modelo sustractivo).

**Resolución de una imagen.** Si bien ya hicimos algunas consideraciones respecto de la resolución de un sistema de registro de imágenes o de una pantalla de reproducción, avanzaremos con algunas precisiones sobre el concepto de resolución. Un **megapíxel** o **megapixel** (Mpíx o Mpx) equivale a 1 millón de píxeles, a diferencia de otras medidas usadas en la computación en donde se suele utilizar la base de 1024 para los prefijos, en lugar de 1000, debido a su conveniencia respecto del uso del sistema binario. Usualmente se utiliza esta unidad para expresar la resolución de imagen de cámaras digitales; por ejemplo, una cámara que puede tomar fotografías con una resolución de 2048x1536 píxeles se dice que tiene 3,1 megapíxeles ( $2048 \times 1536 = 3.145.728$ ).

La cantidad de megapíxeles que tenga una cámara digital define el tamaño de las fotografías que puede tomar y el tamaño de las impresiones que se pueden realizar; sin embargo, hay que tener en cuenta que la matriz de puntos está siendo distribuida en un área bidimensional y, por tanto, la diferencia de la calidad de la imagen no crece proporcionalmente con la cantidad de megapíxeles que tenga una cámara.

**Dimensiones de imagen según proporción y cantidad de píxeles.** Para saber el número total de píxeles de una cámara, basta multiplicar el número de píxeles correspondientes al ancho de la imagen por el número de píxeles correspondiente al alto de la misma. También la relación entre estas dos cantidades de píxeles, nos está dando información sobre el formato (relación de aspecto) de la imagen. En la Tabla I, presentamos una lista de las resoluciones comunes de cámaras digitales basándose en esta relación de aspecto, en la que no se ha considerado el formato 16:9, muy común en los monitores de televisión.

Megapíxeles	Tamaño imagen 3:2 (Píxeles)	Tamaño imagen 4:3 (Píxeles)
0,3	671x447	632x474
1	1224x816	1155x866
1,2	1341x894	1265x949
2	1733x1155	1633x1225
3	2121x1414	2000x1500
4	2450x1633	2309x1732
5	2739x1826	2581x1936
5,3	2820x1880	2659x1994
6	3000x2000	2828x2121
6,3	3074x2049	2899x2174
8	3464x2309	3265x2449

**Tabla I.** Aspecto o formato de la imagen y resolución de una imagen

**Experimento N°1** (Este experimento ya lo realizó en módulos anteriores pero dado que se relaciona con lo que abordaremos en próximos experimentos, lo repetimos).

Por características del ojo relacionadas con su capacidad para enfocar objetos sobre la retina (producir la imagen de los mismos en la posición en la cual se encuentra la retina), la menor distancia a la cual puede enfocar una persona normal, es a la "distancia mínima de visión distinta"  $y = 25\text{cm}$ . Usted puede probar su distancia mínima acercando objetos a su ojo e intentando darse cuenta en qué momento dejas de ver detalles del mismo. Puede intentar ver los hilos de alguna tela, sus huellas digitales, etc. La distancia debe ser una distancia cómoda, es decir que no debiera sufrir cansancio. Para lo que sigue, suponga que le resulta cómodo, una distancia de  $0,25\text{cm}$ . Si miramos algo a esta distancia, ¿a qué distancia mínima deberían estar los puntos para que puedan ser distinguidos? Determine dicha distancia.

**Experimento N° 2** (para realizar este experimento necesita una lupa de gran aumento)

En módulos anteriores usted observó un conjunto de objetos (telas, fotos, afiches, etc.) y determinó cuales eran continuos y cuáles discontinuos, al menos como resultado de su observación. Es más, en aquel momento se le solicitó que hiciera anotaciones del resultado de sus observaciones.

Mire nuevamente las escenas, con lupa de gran aumento y mida la cantidad de puntos por milímetro y la distancia entre estos. Esta medición la puede hacer desplazando la lupa por encima de la escena (foto, tela, etc.) y agregando como referencia una regla o papel milimetrado. Cómo relaciona este resultado con el que obtuvo en la experiencia 1.

Agregue el resultado de esta experiencia a la tabla o anotaciones del carácter discreto o continuo de los objetos observados en módulos anteriores. Realice comentarios acerca de por qué algunos siguen observándose como continuos.

**Experimento N° 3**

Una forma estándar de caracterizar las imágenes en monitores, televisores, impresoras y escáneres, es en función de su resolución, dando la información del número de Píxeles Por Pulgada (PPP) que tienen éstas (del inglés *dots per inch* - DPI).

Sabiendo que una pulgada tiene  $25.4\text{mm}$ , calcule cuantos PPP debería tener una imagen para no percibir los píxeles a simple vista, observándola a la distancia mínima de visión distinta. Otra cuenta que podríamos hacer es hasta qué punto podemos ampliar en la realización de un afiche, el registro de una cámara fotográfica que ha tomado una foto con una resolución de 5 Megapíxeles.

Las impresoras y todas las técnicas graficas imprimen las imágenes de forma discreta, es decir haciendo puntos o pintando zonas con distintos colores. Incrementar los PPP, por ejemplo de una futura impresión, significa hacer más pequeños el tamaño de los puntos registrados. Pero, cuánto más pequeños sean estos puntos más complejos, caros y relativamente lentos serán los sistemas de impresión, pero una cosa es clara y debe estar siempre presente, ¿para qué hacer una impresión con más resolución de la que nuestro ojo puede ver?

A ver, estamos queriendo señalar que si queremos imprimir fotos en un determinado tamaño, por ejemplo  $10\text{cm}$  por  $15\text{cm}$ , tal vez con una cámara que registre una escena con una resolución de 1 megapíxel, podría alcanzar. No tiene sentido un registro de fotografía de 12 megapíxeles, para una fotografía de tamaño normal. A continuación veremos que cuentas pueden hacerse, para tener una idea de la resolución de la cámara fotográfica (también del sistema que reproduce a la imagen en un papel) para que impresa en una postal de tamaño  $6\text{cm}$  por  $9\text{cm}$ , observada a la distancia mínima de visión distinta, resulte una imagen continua. La figura 4 muestra el tamaño de

la foto 6cm por 9cm. En realidad, ese es el tamaño que resultaría para la foto si imprime la página una hoja A4. No nos referimos al tamaño de lo que usted está viendo en pantalla, en razón de ello depende del zoom de la misma. En las reglas que tiene su pantalla, arriba y a la izquierda, podrá comprobar las dimensiones 6cm de ancho por 9cm de alto de la imagen.

En el experimento 1 debiera haber determinado que para la distancia mínima entre dos puntos, ubicados a la distancia mínima de visión distinta  $\gamma=0,25m$  resulta un valor  $d=1,25 \times 10^{-4} \approx 0,1mm$ . Eso quiere decir que los píxeles que constituyen la imagen

(foto), debieran estar ubicados como máximo con una distancia entre ellos de 0,1mm. Así en 6 cm verticales tendremos 600 píxeles y en 9 cm horizontales tendremos 900 píxeles. Para toda la superficie necesitaríamos  $600 \times 900 = 0,54$  Mpix. Es decir que una fotografía tomada con una cámara fotográfica que garantice en su resolución, la mitad de un 1Mpix su impresión será observada a la distancia mínima de visión distinta, como una imagen continua. Podemos repetir esta misma cuenta para otros tamaños de postales y veremos que los resultados se aproximan a lo que señala la tabla 2, que encontrará hacia el final de este trabajo.

Dejamos librado a qué usted realice algunas cuentas y vea en qué medida gastamos inútilmente en comprarnos una súper cámara, que luego produce fotos con un enorme peso en la memoria de la cámara y luego en la memoria dónde se archive, etc.

Finalmente, nada hemos dicho acerca de la distancia desde la cual observaremos el afiche, el monitor o el TV. Nuestra observación podrá o no distinguir los píxeles, según la distancia entre los mismos, la distancia entre el observador y el afiche o pantalla y nuestra agudeza visual.

La figura 5 es una fotografía de un trozo de pantalla de un televisor, incorporando a la cámara fotográfica una lupa de gran poder. Cada uno de los píxeles (cuadrados) consta de tres rectángulos con los colores básicos. Uno de ellos se ha resaltado y ampliado, y es lo que constituye un píxel en la pantalla.

Por ejemplo, si usted tiene un TV de 42 pulgadas (107cm en la diagonal de la pantalla), con una resolución del panel de 1920 píxeles horizontales por 1080 píxel, conociendo que la proporción en el formato del TV es 16/9, está en condiciones de calcular:

- ¿Cuántos PPP tiene el TV, en la dirección horizontal y en la dirección vertical?
- ¿Qué distancia tiene entre píxeles?
- ¿A qué distancia del TV, ya no podrían distinguir los píxeles y comenzaría a observar la imagen continua?

AYUDA: con el formato 16:9 y el tamaño de la diagonal puede calcular el ancho y el alto. Luego conociendo el ancho de la pantalla y su resolución (1920), puede calcular la distancia entre



Figura 4. Foto de tamaño 10cm x 15 cm.

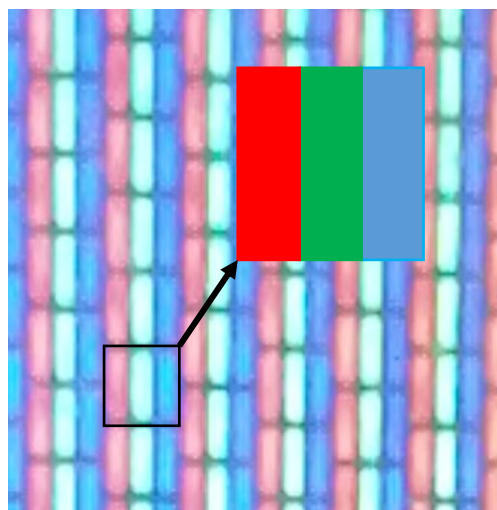


Figura 5. Trama de píxeles de una pantalla de TV, en la que se observan los píxeles y se aclara sobre uno de ellos.

píxeles, y luego con la agudeza visual del ojo es posible calcular la distancia entre el televisor y el observador, para que éste no distinga los píxeles.

#### 4. Colores de las imágenes

Si bien algo hemos señalado en apartados anteriores, se pueden lograr en una imagen en una pantalla de un monitor o en una fotografía, una variedad enorme de colores, algunos de los cuales identificamos en la cotidianeidad (rojo, blanco, verde, azul, amarillo, violeta, negro, marrón, naranja, etc.) y otros, que nos arreglamos para llamarles de alguna manera (verde otoño, azul mediterráneo, beige, gris, etc.). En una foto se observan muchos colores mirando a simple vista y es seguro que usted ve muchos más que tres, e incluso con distintas tonalidades e intensidades.

#### Experimento Nº 1

Si se miran nuevamente las fotos con la lupa, ¿Cuántos colores pueden percibirse? ¿Son menos que los que se ven a simple vista? ¿Cómo se relaciona esto con la agudeza visual?

#### 5. Monitores, TV y pantallas electrónicas

En una impresión en papel como las que usted puede haber observado en experimentos anteriores, estuvo analizando los distintos colores que se forman mezclando puntos de los tres colores básicos. Cuando se quiere lograr el color blanco, si la base de papel es blanca, simplemente no se imprime nada y queda el color del papel (que debe ser blanco o claro al menos para las técnicas comunes de impresión).

En un monitor la imagen se logra de una manera muy similar. Mezclando puntos, píxeles, pequeños puntos que pueden prenderse o apagarse. Pero ya se habrá notado que cuando el monitor de la PC se apaga, al igual que todas las pantallas, este queda negro, entonces ¿cómo se hace para generar el color blanco?

En la figura 6, se pueden ver tres círculos con los colores primos (rojo, verde y azul) y los colores que se forman al mezclarse estos. Por ejemplo, la suma de rojo y verde da amarillo.

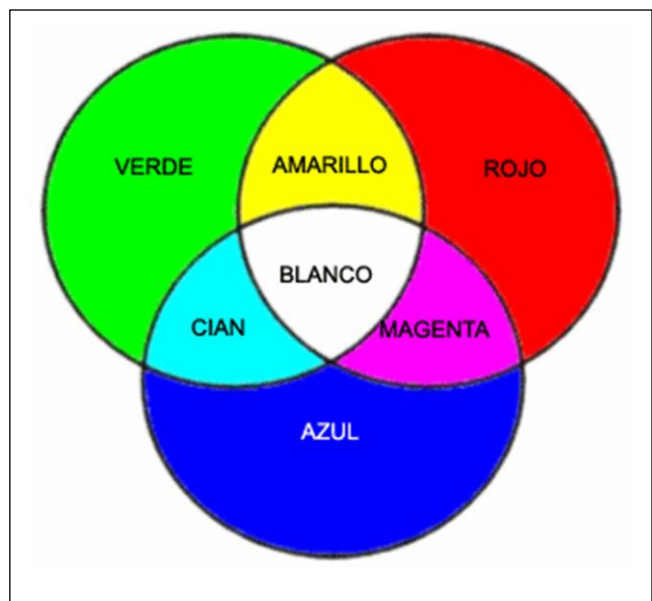


Figura 6. Colores primos rojo, verde y azul, y colores que se forman al mezclarse éstos.

#### Experimento Nº 2

Mire el color rojo del monitor con la lupa. ¿Qué ve? ¿Y al mirar el verde y el azul? Y ahora mire el color amarillo ¿Hay un pixel de color amarillo encendido, o se encuentra otra cosa? ¿Qué se ve en la parte blanca? Observe detenidamente cada uno de los colores y trate de entender el porqué de lo que observa a través de la lupa.

Debe haber observado seguramente que en cualquier parte blanca del monitor están encendidos los tres colores y esto se debe a que la luz blanca no es otra cosa que la luz que contiene todos los colores. Pero ¿Por qué no vemos a simple vista los píxeles de colores en lugar de ver la

pantalla blanca? Otra vez está en el medio de todo esto la agudeza visual y aquí ocurre lo mismo que sucede al mirar las fotos.

**Comprobando la agudeza visual con el monitor.** Un monitor de sistema de computación o un TV también deben tener una cantidad PPP tal que al mirar, casi siempre considerando que la observación se realiza a una distancia igual o algo mayor a la distancia mínima de visión distinta, veamos una imagen continua. Con la lupa se puede fácilmente medir o contar la cantidad de pixeles que hay por cada milímetro en el monitor.

### Experimento Nº 3

Se debe primero elegir alguna línea en un documento de Word por ejemplo se puede usar la imagen que muestra la figura 7. La imagen tiene dos líneas blancas sobre un fondo negro con lo cual será muy fácil contar los pixeles de la línea ya que estos están todos encendidos y los del fondo negro están apagados. Se debe hacer zoom con la computadora, hasta que la rayita blanca tenga un ancho de dos milímetros (marcando el rectángulo, puede leer sus dimensiones en las pestañas arriba de la pantalla). Por ejemplo, cuanto más ancho, mejor, pero será algo más complicado contar. Luego con la lupa se pueden contar la cantidad de pixeles que hay en la línea.



**Figura 7.** Esquema producido sobre la pantalla para contar los pixeles y calcular la

Con esta información y el valor de agudeza visual que usted calculó se puede calcular la distancia a la que deberíamos estar del monitor para no percibir los pixeles ¿se anima a calcularla? ¿Coincide con lo que realmente sucede?

Este cálculo se puede hacer también sabiendo cuantos pixeles tiene la pantalla (información que da el fabricante de la PC) y midiendo el ancho de esta. Y de esta manera el resultado debería ser, al menos, parecido al anterior.

## 6. Sensor CCD y pixeles

Un sensor CCD consta de muchos sensores sensibles a la luz que forman una lámina como se muestra en la figura 8. Las patitas, permiten extraer la información de cada uno de los pixeles que componen la lámina. De forma muy similar a nuestro ojo, cada sensor de la lámina (píxel), analiza la cantidad de colores rojo, verde y azul que le llega.



**Figura 8.** Sensor CCD.

Imaginemos que tenemos una cámara construida con un CCD de 25 pixeles (formando una red de 5 x 5) para sacar una foto de una flor como la que se ve en la figura 9 (Flor 1). En la figura 9 "Flor 2" puede verse un reticulado que forma 25 zonas (píxel) y cada una de estas zonas se proyectará sobre un sensor del CCD.

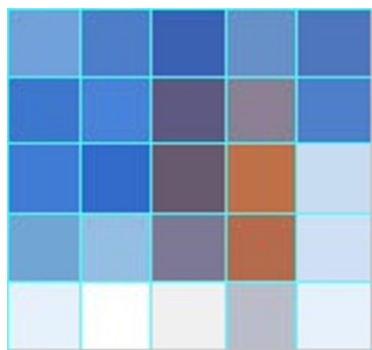
Como esta cámara tiene solo 25 pixeles, cada uno de estos recolecta la luz de una gran parte de la imagen (cada zona del reticulado) y cada sensor guardará la información correspondiente a un promedio de la luz que llegue a él, es decir que se hará un promedio de la luz que llegue de cada zona del reticulado que se ve en la figura y se guardarán



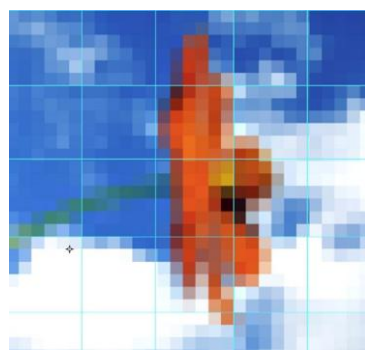
tres números que indicarán las cantidades de color rojo verde y azul que provienen de ésta, lo que puede verse en la figura 9 (Flor 3). Por ejemplo el cuadradito de la izquierda arriba, señala R 113 (cantidad de rojo), R 161 (cantidad de verde), y B 218 (cantidad de azul).

Analiza cualitativamente los números de los cuatro pixeles mostrados en "flor 3" ¿es más o menos lo que esperarías? Con todos estos números que indican los colores de cada píxel se arma un archivo y se guarda en la tarjeta de la cámara para que luego, decodificada convenientemente, se traduzca en pixeles con el color correspondiente y podamos verla en un monitor.

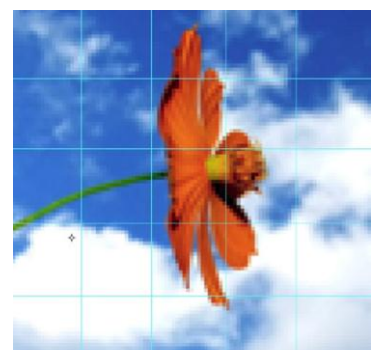
Por ejemplo, el pixel de la izquierda y abajo, es casi blanco con una pequeña tonalidad celeste. En consecuencia la cantidad de luz de ese píxel estará caracterizada por la presencia de los tres colores básicos con alta intensidad. Así es que aparecen los números R 230, G 241 y B 251.



Flor 4



Flor 5



Flor 6

**Figura 10.** La misma flor que en las figuras anteriores, ahora registrada en 900 píxeles (flor 5) y en 10.000 píxeles (flor 6).



Flor 1



R:	113	R:	78			
G:	161	G:	126			
B:	218	B:	201			

Figura

Megapíxeles	1 MP	2 MP	3 MP	4 MP	5 MP	7 MP
Tamaño/Resoluc.	1280x960	1600x1200	2048x1536	2240x1680	2560x1920	3072x2304
10x15	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
13x18	Buena	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
15x21	Aceptable	Buena	Buena	Excelente	Excelente	Excelente
20x25	Aceptable	Aceptable	Buena	Buena	Excelente	Excelente
20x30	Aceptable	Aceptable	Buena	Buena	Buena	Buena
30x45	Baja	Baja	Aceptable	Aceptable	Buena	Buena

Tabla 2. Resolución necesaria para lograr buena calidad en distintos tamaños de imágenes.

Cuando ejecutamos el archivo en la computadora este es leído y los leds rojos verdes y azules de cada píxel del monitor son encendidos para reproducir la imagen guardada. Claro que para nuestra foto de 25 píxeles sólo se dispondría de información promedio de 25 zonas y la imagen que podríamos ver en la pantalla de un monitor o la que podríamos imprimir en una postal, sería como la que indica la figura 10 (flor 4).

Si nuestra cámara hubiese tenido 900 píxeles la foto habría quedado como se ve en la figura 10 (flor 5) y de tener 10mil como se ve en la figura 9 (flor 6). Ambas son buenas fotos, lo que sucede es que las estamos mirando de muy cerca. Si nos alejamos a unos 5 metros de la (flor 5) ya no estará pixelada y las dos imágenes (flor 5 y flor 6) de la figura 10, se verán iguales.

## 7. ¡Saquemos fotos! Pero, ¿con cuántos megapíxeles?

El cuadro, tabla 2, indica cualitativamente con las expresiones “excelente”, “buena”, “aceptable” y “baja”, la calidad de la fotografía, en relación con la resolución de la cámara y con el tamaño de la postal. En apartados anteriores, realizamos un cálculo sobre la base de que las postales se observen a la distancia mínima de visión distinta  $\gamma=0,25m$  y aceptando que el observador posee una agudeza visual normal, los resultados acuerdan aceptablemente con lo que señala la tabla 2.

### Experimento Nº 4

Tome dos casos de los presentados en el cuadro y analice, haciendo cálculos, si está de acuerdo con estos. El análisis hágalo en función de la resolución necesaria que debe tener una imagen para verse continua, es decir que se podrían calcular los PPP con los que quedaría la imagen al imprimirla en los distintos tamaños. También en las cuentas y análisis que realice, considere que está observando las imágenes a la distancia mínima de visión distinta. No deje de pensar, más adelante, que cuando observa una imagen de más de 30cm o 40cm, es natural que se aleje de la misma para “ver” el conjunto.

## 8. ¿Por qué vemos los colores?

Las fuentes naturales de luz como el Sol o las artificiales como una lámpara o una vela, son en realidad fuentes emisoras de radiación electromagnética. Al igual que hay distintos tipos de sonidos y dependiendo de su frecuencia los percibimos de forma distinta, las ondas

electromagnéticas también tienen distintas frecuencias y depende de ésta lo que nos ocurra cuando las ondas llegan a nosotros. Las ondas infrarrojas son percibidas por todo nuestro cuerpo cuando sale el sol y sentimos ese calorcito reconfortante mientras que las ondas ultravioletas, de mayor frecuencia que las anteriores, son las responsables de broncearnos y de dañarnos si es que nos exponemos demasiado tiempo. Pero ninguna de estas radiaciones se perciben con nuestros ojos. Nadie puede mirar el sol o una lámpara y saber si está emitiendo mucha radiación infrarroja o ultravioleta porque los ojos no son sensibles a estas frecuencias pero si podemos mirar para saber si están emitiendo una radiación electromagnética con frecuencias que están entre las dos anteriores porque los ojos si son sensibles a este tipo de ondas, a estas frecuencias.

A las ondas electromagnéticas con frecuencias capaces de ser percibidas por nuestros ojos les llamamos luz, o espectro visible, ya que son solo una pequeña parte de las infinitas ondas electromagnéticas (solo vemos una diminuta parte de lo que está ahí afuera). Pero al ver las ondas que se ven, es decir al ver la luz, podemos saber la frecuencia de estas, y esto es muy fácil ya que los ojos reaccionan distinto a distintas frecuencias, luego mandan esta información a nuestro cerebro y este interpreta las distintas frecuencias como distintos colores. De esta forma, por ejemplo, si miramos una fuente de luz y la vemos roja, esto quiere decir que está llegando a nosotros una onda electromagnética con una frecuencia de aproximadamente 450 billones de Hertz, es decir que esta onda está oscilando con una frecuencia de 450 billones de veces por segundo. Y si la frecuencia de la fuente comienza a aumentar veremos otros colores, primero se transformará en naranja, luego en amarillo, más adelante en verde, luego en azul y finalmente en violeta. En este momento la frecuencia de la onda que estaríamos viendo sería de unos 800 billones de Hertz y si la frecuencia sigue aumentando ya no veremos nada porque estará fuera del rango visible para nosotros (los humanos).

## Experimento Nº 5

Hasta aquí analizamos porque vemos de colores una fuente de luz. A esto deberíamos agregar que si una fuente luminosa emite al mismo tiempo todos los colores, nosotros percibimos esto como lo que denominamos luz blanca y este es el caso del Sol o de cualquier lámpara de las que usamos comúnmente para alumbrarnos. Ahora llega el turno de preguntarse porque vemos los objetos que nos rodean de distintos colores. ¿El fenómeno es el mismo?. Si los objetos no emiten luz ¿qué estamos viendo? ¿Qué ocurre con la luz y con los demás colores?

Ahora que encontró la respuesta a estos interrogantes haga la siguiente experiencia. Tome un papel blanco y dibuje algo sobre él con una fibra o lapicera roja (cuanto más puro sea el rojo mejor). Hagámoslos la siguiente pregunta, ¿Con que tipo (color) de luz se deberá alumbrar el papel para que el dibujo se vea con mayor claridad?

¿Ya lo sabe? Ahora hagamos la prueba. El primer paso será transformar el monitor de su computadora en una fuente de luz casi monocromática. El desafío es como instalar en su monitor un color rojo, lo más puro posible, y en toda la pantalla. Seguramente se puede lograr de diversos modos y nosotros lo ayudaremos con, al menos, un modo de hacerlo. Abra el "PowerPoint", diríjase a la pestaña "Diseño" y luego a "Formato de Fondo". A continuación y ya en Formato de fondo, seleccione "relleno sólido" y elija color. Cuando elija color, no tome ninguno de los que le ofrecen y seleccione "color", luego "más color" y finalmente "personalizado". En personalizado, seleccione el máximo (255) para el rojo y cero (0) para el azul y para el verde. Así logrará un rojo puro o casi puro. La pureza sólo dependerá de los LED que produzcan el rojo en su monitor. Ya tiene una diapositiva totalmente roja, que al ser instalada en pantalla, al momento de presentar las diapositivas del PPT, transformará al monitor en una fuente de luz roja. Igualmente puede producir una totalmente verde y una totalmente azul.

A continuación,

- Diríjase a un lugar oscuro.
- Coloque la hoja a analizar sobre el teclado y cierre un poco el monitor (suponemos que está trabajando con una notebook) para que la luz llegue con más intensidad a la hoja.

- Ejecute las diapositivas del PPT de distintos colores y observe con que color se ve mejor su dibujo.
- Ahora haga un dibujo de color verde y azul y alúmbrelo de igual forma para ver qué sucede con estos.
- ¿Con que color se ven mejor o con mayor contraste? ¿Por qué? y ¿de qué color se ven los dibujos al ser iluminados con los distintos colores?

## 9. Referencias Bibliográficas

- Cromer, A., 1978. *Física para las Ciencias de la Vida*. Editorial Reverté. Páginas: 541.  
Guía de Estudio de la Cátedra de Física I, para alumnos de las carreras de Ciencias Biológicas. Edición del CEICIN.
- Hecht, E., 1998. *Física y (Álgebra y Trigonometría), Tomo I*. Editorial Thomson. México. Páginas: 735.
- Kane, J. y Sternheim, M., 1998. *Física*. Editorial Reverté, Segunda Edición. Páginas: 795.
- MacDonald, S. y Burns, D., 1975. *Física para las Ciencias de la Vida y de la Salud*. Editorial Fondo Educativo Interamericano. Páginas, 589.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen\\_digital](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen_digital)
- <https://www.library.cornell.edu/preservation/tutorial-spanish/intro/intro-01.html>
- [http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/86/cd/m2/qu\\_es\\_la\\_imagen\\_digital.html](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/86/cd/m2/qu_es_la_imagen_digital.html)
- <http://www.fotonostra.com/digital/imagendigital.htm>
- [http://www.rcim.sld.cu/revista\\_3/articulos\\_html/articulo\\_pedro.htm](http://www.rcim.sld.cu/revista_3/articulos_html/articulo_pedro.htm)
- <http://www.ciudadano2cero.com/formatos-imagenes-fotos/>