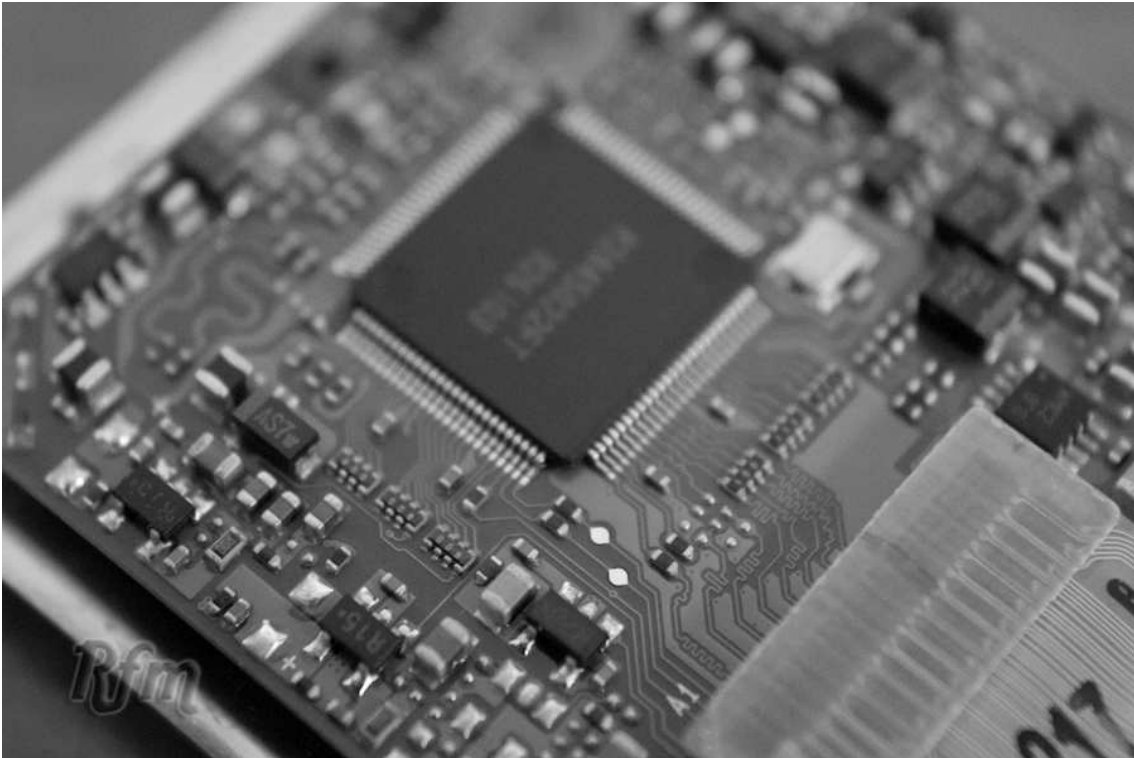


"EI PROCESO DIGITAL"

*"A partir de cierto punto no hay retorno.
Ese es el punto que hay que alcanzar", **Franz Kafka***



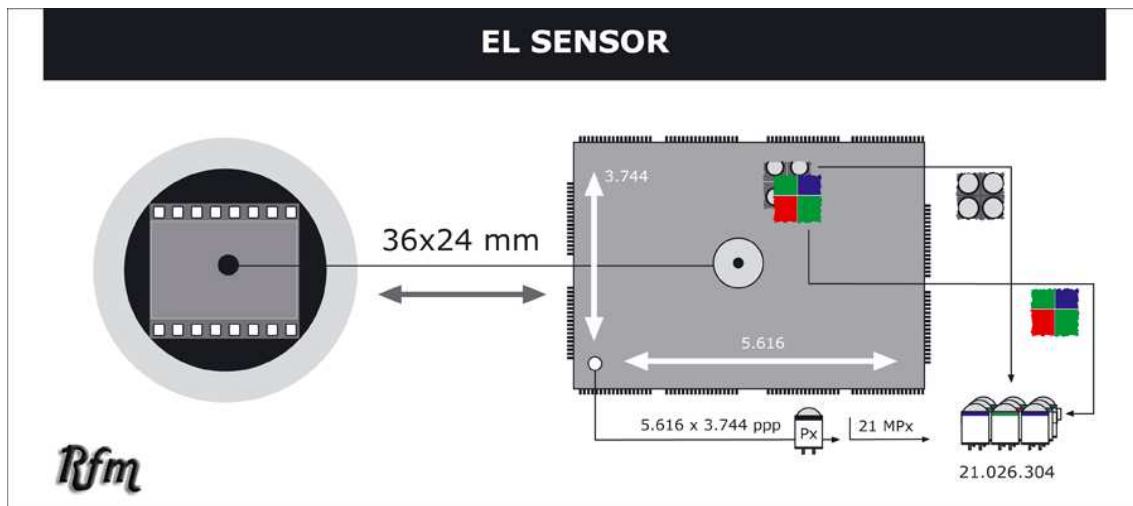
El Registro Digital

El sensor electrónico de imagen en una cámara fotográfica digital es la parte interior a la que hay que dirigir la luz, el mismo lugar – plano de imagen - al que apuntamos cuando lo hacemos con la fotografía en plata, e igualmente es el mecanismo encargado del registro de la imagen, no obstante en digital, lo es de un modo "sensiblemente" diferente al acostumbrado con película, ya que no es el lugar físico en el que obtendremos la permanencia de la imagen capturada, sino que es un dispositivo que hace las veces y funciones de vehículo de recepción (captación), administración (almacenaje), drenaje (transmisión) y transformación (conversión) de datos.

Para todo estas funciones y muchas más, su tamaño importa, y mucho.

Formato, aspecto y dimensión

El formato de 135 y su tamaño de 35 mm (ó 36 x 24 mm) ha servido de siempre – desde su **paso** comercial y su asentamiento como uso generalizado o **universal** - como punto de partida para el resto de formatos, aspectos y dimensiones. Con la llegada de la fotografía digital esta condición no ha variado en absoluto, la clara dependencia de esta nueva forma de Fotografía en convivencia con la tradicional es más que notable. Y no podría ser de otro modo por esa condición universal, sin embargo ese aspecto en muchos otros apartados dentro de la propia Fotografía en general no es tan global o absoluto. Lo universal es lo que más se usa y que por su mercado más interesa.



Gráfica 1. El Sensor

Al igual que con la película, en digital se toma como referencia ese tamaño universal establecido de 36 x 24 mm (denominado "Full Frame" para el abreviado "FF" en la lengua de Shakespeare) para designar a una exposición o marco completo (no confundir ni con fotograma ni con formato). A partir de dichas medidas parten el resto de los tamaños, bien hacia abajo – recortado - o bien hacia arriba – ampliado -. Lo curioso de este asunto de medidas es que siendo ese tamaño de partida "casi" el más pequeño en película, es "casi" el más grande en digital, lo que significa que nos encontraremos dentro de la variedad de medidas, más cantidad de sensores a la baja que al alza.

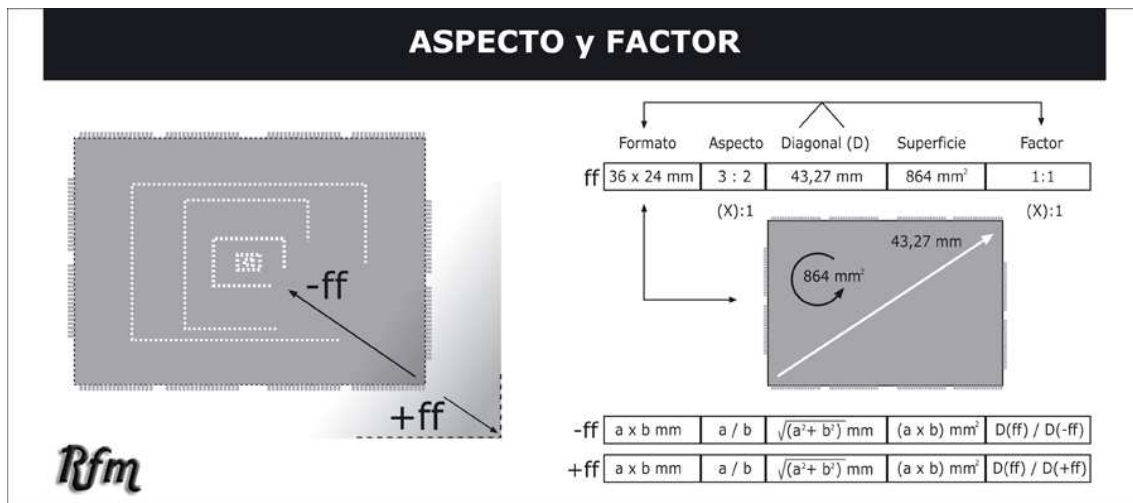
Y esto es así en digital no sólo por razones de costes de diseño y fabricación como nos anuncian, sino más claramente por el no novedoso comprender que la tecnología siempre busca lo diminuto, pero desde luego una cuestión es meridiana, "no es para y por mantener esa universalidad", ni tampoco es como homenaje o romanticismo para con la fotografía tradicional de toda la vida.

Ese tamaño universalizado además posee otra característica de gran importancia e igualmente de uso generalizado, y es su relación de aspecto para esas dos dimensiones, que es de 3 a 2 (3:2) y – quizás - el más utilizado por varios motivos.

En primer lugar por su estrecha relación de superficie entre la fotografía con los otros medios visuales (cine - de siempre - televisión, video y monitores de ordenador - más recientemente -), en segundo lugar por su claro vínculo con los tamaños de ampliación y salida en papel, y en tercer lugar en un apartado ya más técnico, para tenerlo en consideración en la disposición de los elementos que compondrán el resultado final de una imagen, conforme a esas dos razones anteriores.

Dicha relación de aspecto se determina dividiendo sus dos dimensiones (el ancho por el alto), siendo 1:1 la referencia o relación básica que tiene el mismo ancho que el mismo alto (esto es, una imagen cuadrada), de tal modo que la relación de aspecto para ese tamaño completo citado es de: $36/24 = 1.5$, o lo que es lo mismo $3/2 = 1.5$, es decir 1.5:1 de relación.

Además de las dos dimensiones habituales para una fotografía (entendida como tal de siempre) en esa relación de aspecto, hay que considerar al menos otros dos aspectos de gran relevancia, el primero su diagonal (de enorme importancia por lo que a fotografía en general se refiere) y en segundo lugar su "factor de tamaño", ambos de igual modo estrechamente relacionados entre sí.



Gráfica 2. Aspectos y factores importantes

Diagonal, factor y superficie

Si esa medida completa es la base para el resto de cálculos, también lo es su diagonal de 43,27 mm, obtenida aplicando a esas dos dimensiones un sencillo teorema (de un tal Pitágoras). Diagonal que ha sido muy bien estudiada y pensada de antemano para ese tamaño - hace ya muchos años de eso - y que se acerca en gran medida en su valor, al ángulo de visión del ojo humano (cercano a los 46 grados). De tal modo, podemos afirmar que un objetivo cercano a esa diagonal, unos 45 mm aproximadamente, será catalogado como un objetivo de "distancia focal normal" para ese tamaño de 36 x 24 mm, alcanzando con ello una visión natural de la escena.

Para el resto de tamaños de registro (inferiores o superiores) habrá que calcular igualmente sus respectivas diagonales y hacer los cálculos siguientes

...

Esa diagonal por lo tanto establece, no sólo el punto de partida para el resto de distancias focales "naturales" de objetivos (y por formatos) sino que también lo hace con el factor tamaño del resto de registros. Para conocer ese factor diferencial de tamaño entre una medida de 36 x 24 mm (que por universal es la base de 1:1) y cualquier otra de toda esa gran variedad mencionada anteriormente (al alza o a la baja) simplemente habrá que dividir ambas diagonales. La cantidad resultante de esa división o bien nos dará un valor por encima de 1 (por citar un ejemplo, 1,61:1) lo que significaría - pese a una cifra mayor - que es de inferior tamaño (o recortado), o bien por debajo (0,64:1, también por ejemplo) que significaría que es de mayor tamaño (o ampliado), con respecto a esa diagonal de la que todo depende "universalmente hablando".

En la fotografía es muy habitual encontrarse la situación en la que una cifra indica justamente un valor contrario a lo que se podría imaginar por lógica.

Esos dos valores - puestos a modo de ejemplo -, además nos darán otras dos informaciones, para el primer ejemplo (1,61) que la distancia focal será mayor (de hecho por eso se le denomina factor de multiplicación, porque lo que se multiplica es la distancia focal) y que el ángulo de visión por tanto será menor (más reducido), para el segundo caso (0,64) que la distancia focal será menor y por lo tanto ese ángulo será mayor.

Debemos tener siempre presentes que cuando se habla de "recorte", éste se refiere al registro

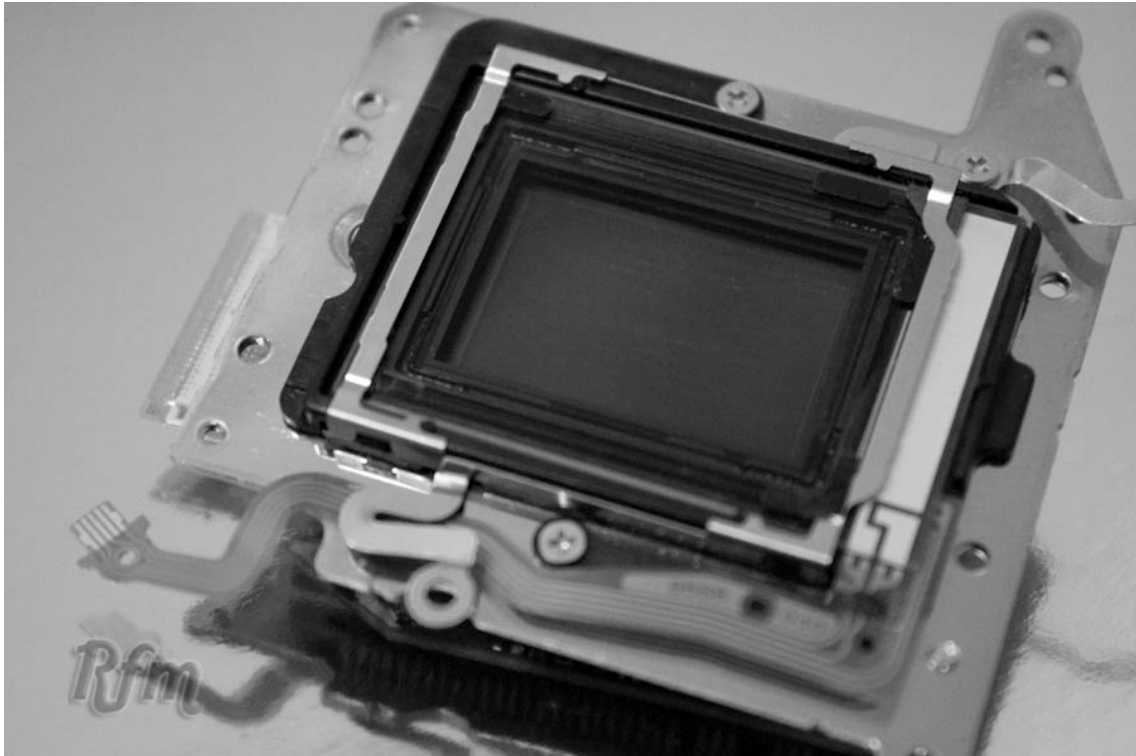
RELACIONES de IMPORTANCIA										
Tamaño	Aspecto	Diagonal mm ²	Factor	Focal normal	Ángulo visión	Focal Factor				
36 x 24	1,5:1 (3:2)	43.27	864	1,0:1	45 mm	46°	45 mm			
22.2 x 18.4	1,6:1 (3:2)	26.7	329	1,6:1 -	- 28 mm	+ 60°	+ 72 mm			
17,3 x 13	1,3:1 (4:3)	21.6	225	2,0:1 -	- 24 mm	+ 84°	+ 90 mm			
53,9 x 40,4	2,1:1 (4:3)	67.4	2178	0,64:1 +	+ 70 mm	- 34°	- 28 mm			

Gráfica 3. Relaciones entre dimensiones

La superficie por su lado, está relacionada con la capacidad real del registro y en definitiva con la calidad final (de ahí esa importancia que mencionaba al comienzo), pero no sólo por la amplitud posible de sus dos dimensiones - que también - sino por el tamaño real del material sensible alojado en dicho espacio, que es el tamaño que realmente importa.

Lo que ya se viene de golpe y porrazo a la mente una vez sabido todo lo referente a lo explicado hasta ahora, principalmente en los primeros apartados y en esta última conclusión, es que lo importante a considerar, muy por delante de su modelo comercial, resoluciones, tipo o características, es el tamaño del

sensor y en concreto el de sus foto-captore, y es mucho más relevante esto segundo que lo primero - como explicaré más adelante - ya que la capacidad para encauzar y administrar la información de la luz, depende directamente del tamaño de estos últimos diminutos elementos sensibles.

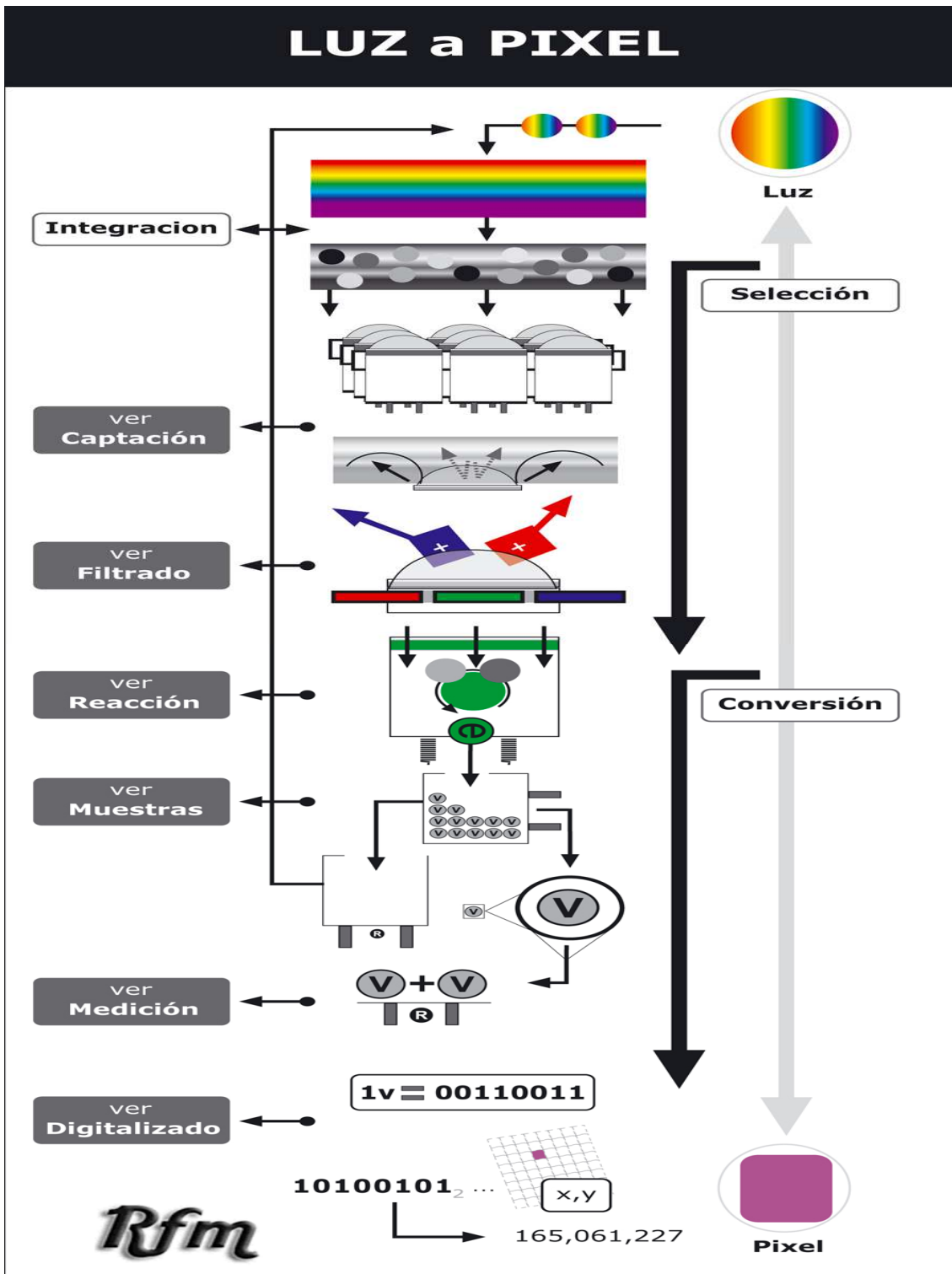


Un sensor digital sea como fuere tiene una medida en ancho por alto generalmente expresada en milímetros o pulgadas, y dentro de esas medidas un determinado número de pixeles totales para cada uno de esos dos lados, según modelo y fabricante.

Conocidas esas medidas y esa concentración, obtendremos la cantidad total de pixeles para esa superficie y la resolución de dicho dispositivo.

Por ejemplo, un sensor de medidas 36 x 24 mm con una concentración de pixeles para cada lado de 5.616 de ancho x 3.744 de alto contiene una cantidad total de 21,026,304 pixeles y además esa cifra ya define su resolución efectiva (que no son todos los que compondrán la imagen, dicho sea de paso).

En ese dispositivo electrónico, se encuentra una ventana de micro ventanas con su compleja composición y diminuta estructura electrónica que está diseñada para toda una gran cantidad de procesos intermedios, pero que "básicamente" se podrían resumir en una disposición sensible para un proceso fotoeléctrico y su posterior traducción digital, situaciones ambas que paso a dividir en dos etapas (SELECCIÓN y CONVERSIÓN).



Gráfica 4. Organigrama del proceso digital

EL PROCESO DIGITAL

Para todo esos pixeles que necesitaremos al final, el sensor está compuesto entre otras piezas por una gran cantidad de elementos - variable según modelo y tamaños, pero en la misma proporción - sensibilizados y conductores al contacto con la luz denominados fotodiodos, unas células formadas entre otros materiales de silicio - con una vida útil cercana a los 25 años -, que se encargan de gestionar la captación de la luz en su forma más básica.

Estas partículas básicas (denominadas fotones) al comunicarse con aquellas células y su material fotosensible generan una carga, transformando la energía lumínica absorbida en una corriente eléctrica, energía que una vez encauzada se interpretará y mudará de nuevo en una serie de datos que se catalogarán y codificarán debidamente de un modo individual en cada uno de los elementos mínimos que formarán una imagen: un Pixel (o "Picture Element").

LA SELECCIÓN

El elemento sensible

Ese fotodiodo, consta de una serie de partes acondicionadas para preparar y tratar la luz recibida de un modo selectivo, para filtrarla y para conducirla. Entre sus componentes están, las microlentes, los microfiltros, un detector con un sustrato lleno de átomos, una cavidad para almacenaje y los correspondientes transistores.

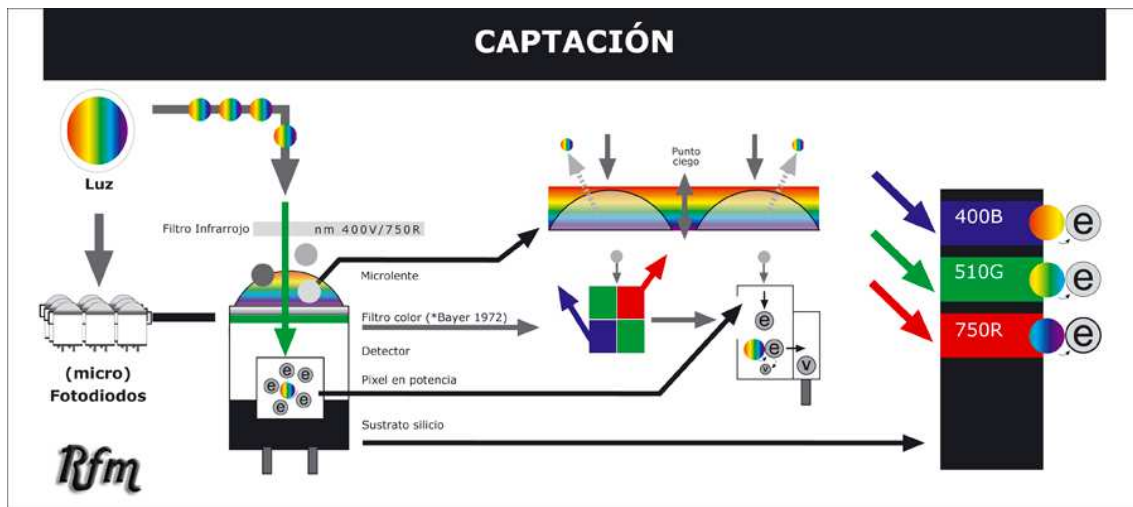
Las microlentes - que no siempre han existido - son unas diminutas semiesferas cuya forma - no plana - ayuda a un mayor ángulo de recepción de luz. Muy parecidas en su forma a las calotas o capuchas de un fotómetro.

Hay que advertir que la estructura y la composición de estos elementos sensibles varían en diseño y en operativa según el tipo de sensor. Igualmente es necesario indicar que no siempre han tenido los mismos componentes aquí citados, y por último que los circuitos electrónicos además del tamaño, han ido cambiando con los años en su posicionamiento interno.

Esas lentes tan diminutas funcionan, a menor escala, al igual que la óptica externa, pues reflejan - en un porcentaje muy bajo -, convergen y transmiten una determinada cantidad de luz (y con ella sus fotones). Además es importante destacar que la holgura o distancia entre dichas micro-lentes genera puntos ciegos que también supone cierta pérdida de luz. Y cuando no hay holgura o ésta se estrecha vienen otros inconvenientes.

Cuando la luz que se captura llega al registro, la intensidad y el lugar del espectro marcan la cantidad de electrones liberados.

Esa intensidad es la cantidad de fotones (la sensibilidad ISO) y ese lugar del espectro determina la validez de los fotones que se han de permitir.



Gráfica 5. El elemento sensible

Llegados a este punto, los diferentes tipos de sensores (que explicaré de modo sucinto al final del proyecto) actúan de un modo diferente acorde al sistema de circuito electrónico integrado.

Es vital volver a recalcar en este paso, que cuanto mayor sea el tamaño del elemento sensible (e independientemente de pérdidas, filtrados y demás gestiones de luz) tanta mayor capacidad tendrá de recepción de fotones y por lo tanto de albergar esos electrones o cargas eléctricas para un simple pixel. Así pues ese pixel en potencia de gran tamaño, tendrá mayor sensibilidad (mayor cantidad de fotones) y mejor respuesta al ruido (mayor intensidad) entre otros aspectos (...).

Los microfiltros por su parte, se encargan de seleccionar, descartar y transmitir esa luz recibida, de un lado con el filtro IR/UV (infrarrojo y ultravioleta) descartando la que no comprenda ese rango de espectro visible, y de otro absorbiendo o transmitiendo la parte de luz que – ya dentro de ese rango aceptado - se corresponda con la estructura de filtrado para cada fotodiodo. En este último caso me voy a referir al más universal, al filtro o banda de color (Bayer).

Kodak ha sido pionera en infinidad de oportunidades a lo largo de la historia de la Fotografía, y no sólo en lo referente a la fotografía de película, por lo que se refiere a lo digital también. Un trabajador de esa compañía (Bryce E. Bayer) inventó una banda de color como filtro (CFA para Color Filter Array o CFM siendo "M" para Mosaico) capaz de gestionar la información de color partiendo de una escala de grises, allá en el año 1974 y que se integró años después a la ingente cantidad de patentes de la marca.

No obstante, desde entonces hasta ahora y pesar de ser un sistema incorporado a una gran mayoría de cámaras digitales – y no sólo a las cámaras -, este filtro ha sufrido variaciones (incluso el propio Bayer inventó otro filtro distinto, asociados a los colores complementarios). El secretismo de los fabricantes y la dura competencia entre marcas han hecho que sea esto así, no

sólo para crear nuevas maneras para gestionar la recepción del color, sino también para las posteriores operaciones de cálculo y cambios de estructura, entre otros.

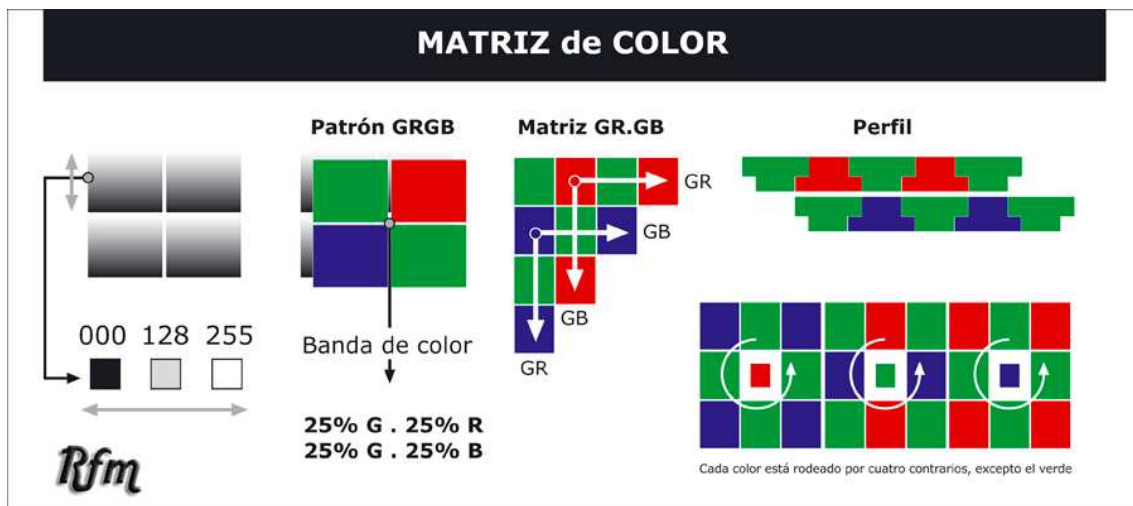
Este filtro es quizás la parte más conocida de un sensor por ser la más cómoda y agradecida de explicar visualmente, y cuya operatividad no está muy lejos de todas esas distintas variaciones existentes en el mercado.

Así es como lo entiendo yo.

Banda del color

Basada en la síntesis aditiva del color, y diseñada para imitar la percepción humana del color, esa matriz es como un tablero (de cuadrículas) formado a partir de los tres colores primarios, rojo (R), verde (G) y azul (B), distribuidos con un patrón cuadrulado y repetitivo de 2x2 con las siguientes proporciones 25% de rojo, 25% de verde, 25% de azul, y 25% de verde. Asociando al rojo y al azul a partes iguales un 25% para la crominancia, y al verde la luminancia (y obviamente su color) en un 50%.

Varios son los motivos por los que existe una mayor cantidad de verde en ese patrón, en primer lugar porque se corresponde con la frecuencia más centrada (o media) del espectro visible, en segundo lugar porque es el de mayor intensidad, en tercer lugar porque estos dos motivos anteriores unidos logran que mejore el tratamiento dentro del propio sensor, y cuarto porque debido a esa intensidad, el verde es el que menor ruido genera (el azul es el que más). Además tiene que ver que el ojo humano es más sensible a la luminosidad (a esa curva sensible del espectro) que al color y con ello esa luminosidad ayuda a una mayor percepción (y más correcta) del detalle.



Gráfica 6. El filtro de color

La estructura total de esa matriz de Bayer es lineal, combinando esa luminancia (verde) con cada uno de los otros dos (rojo y azul). Así pues una fila con el filtro rojo alternará para fila y columna rojo y verde constante (GRGR ...) y lo mismo para la fila azul (GBGB ...), de tal modo que en una estructura matriz de

3x3 (que veremos ahora), si el valor central es rojo estará rodeado de cuatro verdes y cuatro azules alternos, si el valor central es azul estará rodeado de cuatro verdes y cuatro azules, pero si es verde ese valor central, estará rodeado de cuatro verdes, pero de dos rojos y de dos azules únicamente.

Y hasta aquí el aspecto de este filtro, su funcionamiento lo veremos en su etapa correspondiente de digitalizado. Porque aún estamos con la señal analógica, que no pasará a ser digital hasta que comience la fase de medición de las frecuencias generadas.

Tras esta fase de captación de la luz, finaliza la primera etapa del proceso. Una vez tenemos esos fotones resultantes agrisados y "afortunados", comienza una nueva etapa en la que se ha de transformar esa información captada.

LA CONVERSIÓN

Previamente esas partículas de la luz, tendrán acceso directamente al detector o sustrato de silicio, en donde reaccionarán (dependiendo de la intensidad de cada fotón) con los átomos que lo componen.

En este lugar, los fotones tienen un comportamiento de penetración distinto dependiendo de su frecuencia dentro del espectro de luz visible, y puesto que la energía de los fotones no varía, lo que nos indicará la intensidad de la luz, será la cantidad de fotones admitidos en la pelea.

Cada fotón tiene una longitud de onda, cada longitud de onda una frecuencia asociada.

Pelea de fotones

Esos fotones se movilizarán en ese terreno de átomos, y los que sean capaces de empujar y crear electrones, generarán ya los correspondientes y primeros valores o cargas eléctricas.

Una vez obtenidas y transformadas en valores eléctricos toda esa información útil que ha sido capaz de registrar el elemento sensible en toda esa lucha mientras dure la exposición (o integración), será necesario una fase de administración, una gestión para todas esas señales.

¿Quién dijo que en la fotografía digital no hay que usar ampliadora?, y ¿qué todo en digital es realizado de un modo directo sin pasos intermedios inconstantes?

En primer lugar esas señales serán conducidas mediante transistores – que ampliarán esas señales - bien de un modo individual o bien colectivo (dependiendo de la estructura del sensor) y tras esa salida amplificada de la carga, se pasa al escaneo del resultado por celdas. Aquí entra en juego un mini-obturador (es decir, una mini fotografía de fotones para una fotografía de luz completa).

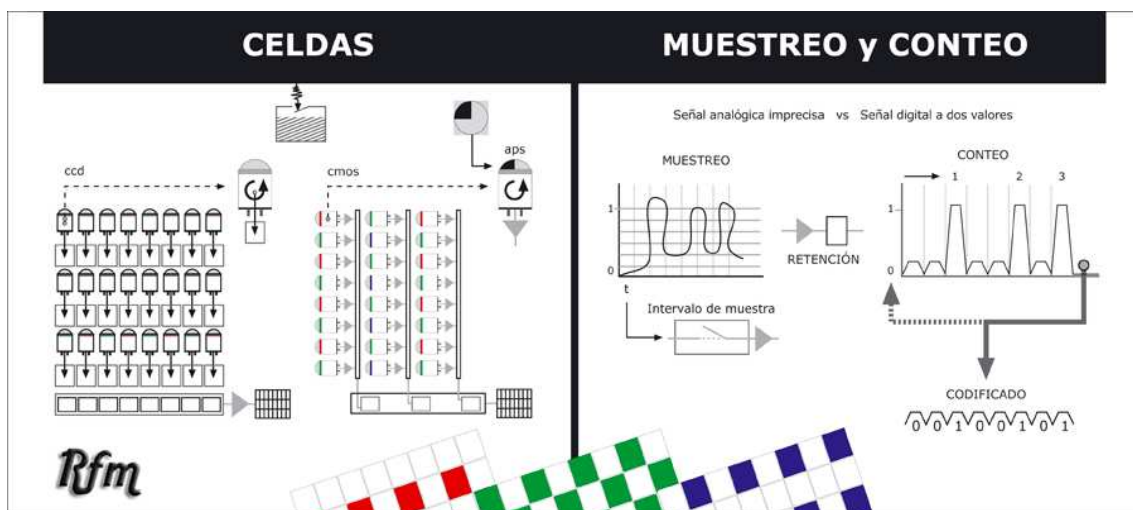
Como digo, dependiendo del tipo de sensor, esa obturación será global (caso de los CCD) es decir de un único golpe se realiza todo el escaneado completo de las celdas obturadas horizontales y verticales para su posterior ampliación conjunta, o bien (caso de los APS/CMOS) será amplificando ya por cada celda previamente, obturando y escaneado bien por líneas consecutivas, o bien por líneas alternas (interlaced / non-interlaced).

En los sensores tipo APS (Active Pixel Service) CMOS, los amplificadores de señal y transistores se incorporan directamente al elemento sensible, restando parte de su espacio de lectura de luz (en un bajo porcentaje). Mientras que por el contrario en los CCD, es necesario el traslado conjunto de todas las cargas para su amplificado posterior conjunto.

Dadas ambas estructuras de obturación de las celdas, tenemos que por parte del sensor CMOS se favorece la creación de patrones repetidos, lo que provoca que un posible error de luz se disperse en la imagen bien afectando a una línea o bien a varias consecutivas, situación de mucha menor influencia en los CCD, sensores que además por acarrear celdas y líneas sin amplificación su gestión es "menos ruidosa".

Una vez obturadas todas las señales quedan inmediatamente retenidas en una cavidad de almacenaje o depósito mientras dure el proceso de integración (iluminación o exposición a la luz por parte de la cámara). Y quedan retenidas - Hold - por un tiempo finito y aisladas en ese depósito - por entradas diferenciales - para evitar errores eléctricos o de interferencia (y con ello mitigar una opción más de ruido) por varios motivos: El primero, para que una vez acabada la exposición pueda drenarse de un modo inmediato y conjunto (Reset), pero además para que previamente a ese vaciado y en ese mismo lugar se proceda al muestreo (Sampling) y al conteo de un modo continuado y "limpio" (*).

(*) A ese depósito irán también los fotones que no queremos, el ruido, y además allí se quedará a vivir.



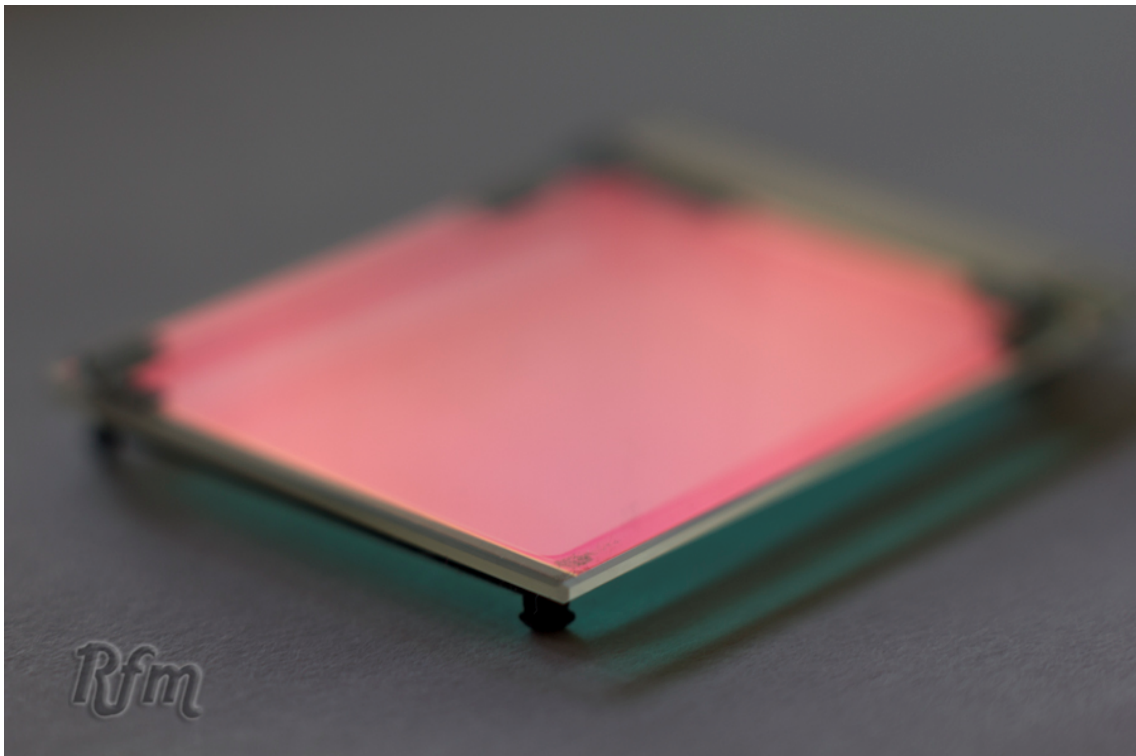
Gráfica 7. Muestreo

Muestras

Comienza la fase de tomar muestras de esas señales eléctricas retenidas. Al contrario que sucede con otras etapas del proceso, ésta resulta ser la más engorrosa de explicar y de entender, y la más aburrida visualmente, pues comprende diagramas funcionales en bloque, es decir, operaciones que implican organigramas, algoritmos, en definitiva transmisiones de esas frecuencias mediante circuitos y convertidores. No variará en mucho con respecto al resto de operaciones de ahora en adelante, sólo que en esta etapa entran en juego aspectos de cierto conocimiento avanzado en física y matemática avanzada.

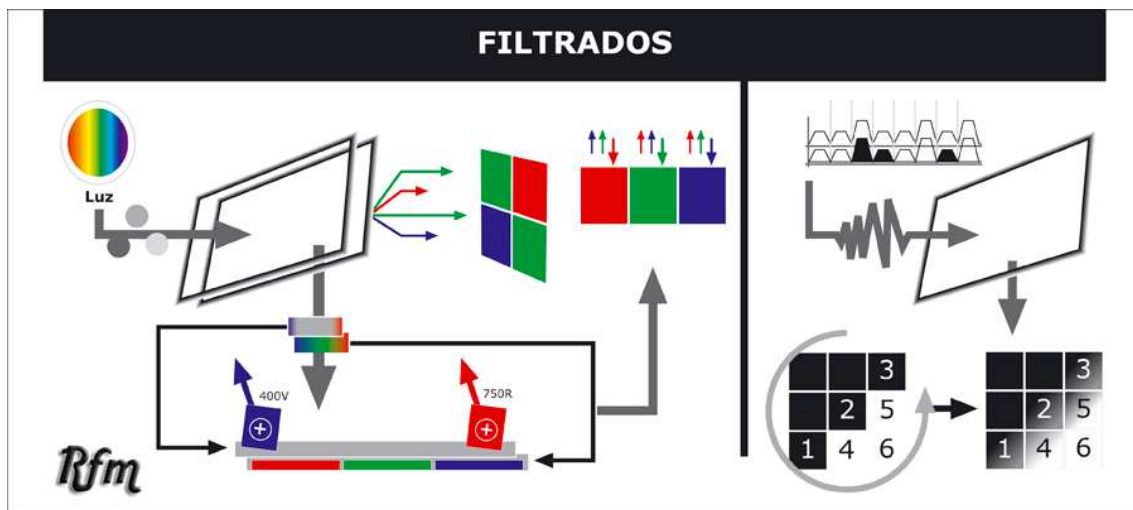
Y con todos esos cálculos vendrán errores.

Al igual que con todo lo anterior, en esta fase también se han adaptado recursos pensados para mitigar esos fallos. La repetición de recogida de muestras (remuestreo) es una de ellas, pero incluso aquí también existen otros recursos, como el filtro anti-aliasing que ayudan a depurar (anti) algunas de esas señales o interferencias que pudieran ser interpretadas como patrones (aliasing), distorsiones, superposiciones, interferencias o defectos que afectan principalmente a la finura de los detalles en esa recogida de señales, entregando otras respuestas filtradas en respuesta.



Y ¿por qué este filtro de anti-aliasing? Porque la luz es imperfecta por dispersos sus fotones y porque el sensor, más imperfecto aún, al captarla no los ordena (y es un lastre para la fotografía digital que me temo eterno). Porque la luz no es precisa como lo son los vectores y no hay exactitud que delimite unos elementos con otros dadas además las características de los pixeles que enseguida veremos, y menos aún si esas señales – que con cifras matemáticas – han de solaparse con diferentes muestreos.

Y para formar el mosaico final (ese que llamamos Negativo digital y que en realidad es un positivo de luz en escala de grises) el sensor y las matemáticas se las ingenian para devolvernos una cuadrícula en tonalidad de grises con unas transiciones suavizadas lo más aproximado a como el ojo humano las percibiría.



Gráfica 8. Filtrados

Además ese muestreo implica recogida de mucha información, pero para toda ella hay unos límites de admisión (como veremos luego con mayor detalle en la siguiente etapa de codificación) por lo tanto existe una compresión de datos - con pérdida principalmente aunque también en apariencia "sin ella" (hay que afirmar que en ambos casos se desecha cierta cantidad, incluso en las imágenes en crudo) -, para que se pueda adaptar a la capacidad de profundidad de datos que disponga cada sensor, es decir no se pueden captar 17 en dónde sólo "cabén" 16.

Al igual que casi todas las cámaras tienen diferentes estructuras de diseño, igualmente tienen distintas adaptaciones para sus funciones como también distintos son sus algoritmos y su salida - no universal - codificada. Por lo tanto, queda claro que toda esa información va a ser refinada en el paso de conversión analógico/digital (A/D) y acondicionada a los "lectores" o traductores digitales posteriores. Y entre toda esa información, recordemos, está el ruido. Y en la etapa de muestreo en concreto y apoyada por su repetición (remuestreo) otra de las funciones que se realizan es la de la eliminación del ruido captado como dato.

Porque el ruido está siempre presente. Con la simple actividad eléctrica el ruido ya aparece, es decir inada más encender nuestros dispositivos!

La pérdida de sensibilidad

El ruido es una alteración en la intensidad de la luz, es decir de los fotones, para cualquiera de esas tres bandas de luz filtrada y por lo tanto una alteración de la calidad en la luminosidad y en el color. Y por si fuera poco molesto, en

digital además ese ruido producto del azar, es en su crecimiento dispersado de un modo ordenadamente "desordenado" y variado. Por ende, al contrario que sucede con la película el ruido digital es muy poco plástico o estético.

Tan variado es que de hecho existen varias formas de ruido, y entre ellas están las alteraciones de estos dos conceptos citados: luminoso y cromático.

Aunque nos quieran vender que son lo mismo ambos ruidos (de luminosidad y de color), no lo son por la misma lógica que existe un patrón con un porcentaje desigual para esos dos aspectos o tan siquiera sea porque somos más sensibles a lo primero que a lo segundo, como ya es sabido. Y digo más de lo mismo, también para las marcas o compañías que nos quieran vender la novedad de incorporar un software capaz de estudiar el comportamiento del ruido, mediante el cual nos aseguran que "conocido el ruido de una imagen, en la comparación con las subsiguientes éste será suprimido o descartado", a mí desde luego me suena a cuento chino, y es a todas luces incoherente.

Pero es que además hay otros muchos ruidos, muchos: Por la temperatura propia de la máquina o incluso del exterior, ruido por errores en la fase de muestreo, ruido producido por un mal diseño de la cámara o por una mala fabricación o suciedad del sustrato, ruido por el mal comportamiento o daño del material sensible, ruido al amplificar la señal, ruido en los interpolados, en los filtrados o los generados por algoritmos, ruido de codificación digital, ruido en las exposiciones prolongadas e incluso como ya he citado anteriormente ruido tan siquiera por encender la cámara, pues aún estando en estado de reposo y con el fotodiodo a la espera con el modo de captación (o integración) con el ISO más bajo asignado o cercano al nativo (si lo conocemos), existe una mínima carga eléctrica "en esa oscuridad" en ese depósito vacío de carga.

El ruido automático

Si falta luz, búscala fuera de la cámara.

Este es el mejor resumen que puedo hacer para asimilar este concepto de ruido digital. Y si hay una posibilidad de ajuste de sensibilidad o ISO automático en una cámara y este se usa como reemplazo a la luz, habrá ruido automáticamente, nunca mejor dicho. Pero no me voy a quedar con esa frase, sino a razonarla a mi manera tal y como yo lo veo, entiendo y utilizo. Pero desde luego no hay otro modo mejor para definir el ISO en modo automático: es una configuración digital aterradora.

El ISO es el único parámetro que tiene una influencia determinante en el registro de salida, incluso en RAW, y no se puede ajustar posteriormente (que no sea de un modo ficticio), puesto que forma parte del proceso de amplificación de señal dentro de la etapa de conversión. El resto de parámetros – la gran mayoría – tienen la oportunidad de permanecer como datos de información anexos al documento final (especialmente tratándose de un fichero en bruto o natural).

Todos conocemos que la relación entre la apertura de luz y la obturación para no reducir y mantener el nivel de luz es lineal por pasos enteros, por lo que la

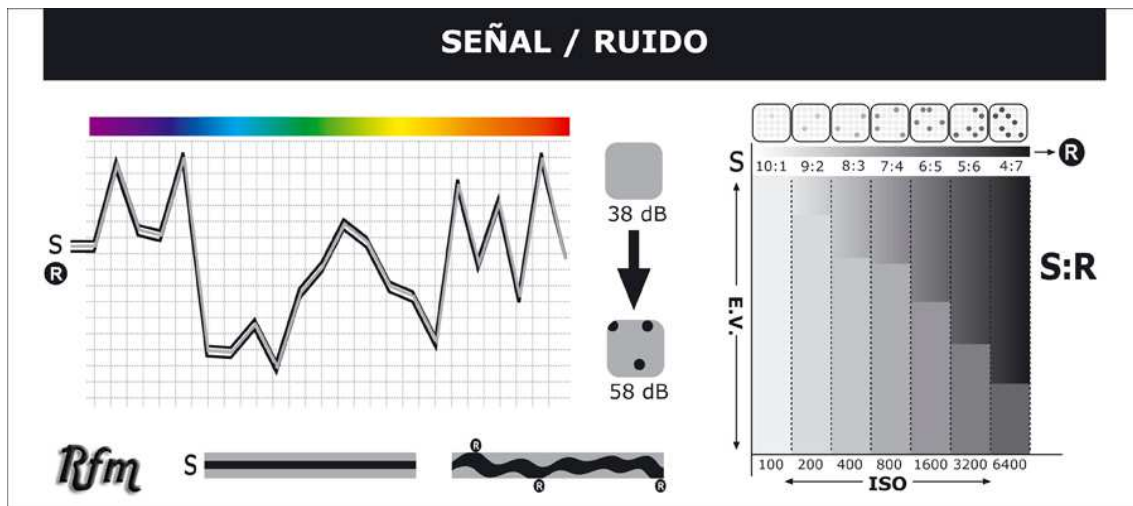
pérdida de sensibilidad se compensa entre ambos. Sin embargo cuando las necesidades de velocidad son elevadas la calidad no mejora. Aumentando la obturación nos obligamos a aumentar la fuente de luz y si esto no es posible, nos queda abrir el diafragma con la consiguiente pérdida de profundidad de campo u otras necesidades por definir. Por lo tanto el recurso que nos resta para elevar la velocidad es incrementar la sensibilidad para mantener ese nivel.

Para los que venimos del uso de película, la posibilidad de ubicar el mecanismo de gestión del ISO en modo automático ha venido a reducir muchos recursos empleados entonces, pero no a mejorar la cuestión. Contrario a lo que se pueda pensar, antiguamente alterar el uso de la sensibilidad se podía hacer igualmente en cualquier momento en el uso de una película cualquiera, insisto cualquiera (...) si bien, ese tratamiento implicaba un ajuste posterior en la gestión de su composición interna (sales de plata) para con los químicos, que con su calidad propia de compensadores u otras formulaciones hacían bastante bien su ayuda (es decir forzando y amplificando químicamente lo ya captado). Ahora bien, esos cambios siempre eran manuales en la captura y condicionados por un procesado químico más riguroso en su parte final. Y desde luego, ese resultado visible (o grano) era rico por agradable en ocasiones, necesario en otras, y estéticamente admitido, y lo más importante, hasta cierto nivel era además controlado. Distinto en definitiva al ruido digital que estamos viendo aquí. Como distinto es adornar a estropear.

En digital el avance de la sensibilidad ha sido significativo, pero esa rapidez de gestión es igual a la que han tenido los fabricantes en apurar esa facultad, sin extremar una vez más los cuidados en la calidad. No es nada nuevo, mencionar que con el aumento en el cambio de ISO lo que se logra únicamente es amplificar la señal en la intensidad de la luz (es decir inventar fotones donde no hay o sacarlos de nuevo una y otra vez de esos depósitos de almacenaje de señales), contrario a lo que anteriormente se lograba con la rapidez en las películas, cuya respuesta a la luz quedaba marcado por la cantidad, calidad y tamaño del resultado en forma de grano (conocido e invariablemente variable en respuesta a la reacción de las sales de plata).

En digital se genera "una ganancia" de información en la luz, afectando a un resultado ya final con ruido electrónico y con menor calidad del color, reduciendo además el margen de contraste, el potencial del sensor y por extensión la gama tonal del resultado, que están estrechamente ligados a la resolución y la rapidez de respuesta de la cámara. Por esto, ya es obvio afirmar que la captación de la luz y el resultado cualitativo no es igual en ambos sistemas de captura fotográfica.

Mientras en película podemos cambiar la sensibilidad de dos o varios modos (y al mismo tiempo en distinta medida dentro de una misma película), en digital tan sólo de uno (para empezar físicamente el sensor permanece anclado, "y no quiero dar ideas"). Y por si fuera poco, mientras en película solamente dos son los procesos (fotoquímico y de revelado) en digital son muchos más, los inherentes a las fases de captación, selección y conversión que estamos viendo, es decir un trasiego aturdido de datos, y los que quedan.



Gráfica 9. Señal y Ruido

Pese a todo, los técnicos para sus ensayos/errores entre la fotografía química y la digital y para alcanzar una igualdad en el comportamiento de la sensibilidad, han tenido que partir de la base de una igualdad de condiciones, es decir que un ISO bajo igual e inicial (sea 100, menos o más) lo sea para película como para digital, con su equivalencia en pasos enteros arriba/abajo.

Esta igualdad jamás será exacta, ni mejor ni peor para ninguno de los dos lados.

Por tanto cabe afirmar que una cámara digital tiene un ÚNICO ISO, no sólo por ese estándar de fabricación universal conforme a esas pruebas de equivalencia entre película y sensor como acabo de decir, sino por esa limitación fotónica vista con anterioridad y porque los pixeles - en digital - al contrario que los cristales de plata - en la película fotográfica - tiene un tamaño fijado e invariable para un mismo sensor.

Para liarlo más, ese único ISO no es igual al ISO correspondiente al más bajo nivel de la cámara (pero casi), si bien se corresponde con un índice bajo (no forzado) de interpretación de intensidad de luz.

El ISO nativo de las máquinas (pese a que muchos fabricantes no lo mencionan abiertamente) no reside en la numeración más baja, de hecho en algunas cámaras existe la opción de forzar el ISO por abajo y por encima, excediendo el propio límite aceptable - por el fabricante - en las características de la propia cámara.

Así que no nos equivoquemos, cuando hablamos de un ISO muy elevado (y no tanto) de gran calidad, hablamos de cámaras con sensores con los mayores tamaños (que no resoluciones) esmerados y preparados por el fabricante para resolver del mejor modo la capacidad de disimulo del ruido electrónico, adaptados para disfrazarse muy bien frente a su sempiterna presencia.

Todo esto nos ayuda a comprender mejor aquella teoría equivocada de "cuantos más mega-píxeles mejor", porque queda claro que los píxeles necesitan ser grandes para ser mejores y con ello tratar mejor la luz. Cuando se aumenta la resolución a cambio de fotosensores y píxeles más pequeños, se obtiene el efecto contrario, por lo tanto la calidad del sensor es importante, pero su tamaño lo es más y en igualdad de grandeza la diferencia reside en la dimensión del fotodiodo (y obviamente en la calidad de la señal), repitiendo lo ya dicho al inicio: No evita el ruido, pero lo atenúa.

Antes he mencionado con entrecorillado "ganancia" de luz y cuando me refiero a ella, he de advertir que esa ganancia no es de carácter positivo porque significa "pérdida" y lo es en todos los casos. Con ella además reducimos – en calidad – el rango dinámico. Una pérdida de calidad que por otro lado y en las cámaras que lo permitan se puede multiplicar (a) si lo que hacemos también es activar la función de reducción de ruido o, (b) si lo que hacemos es bajar de su ISO nativo (o nominal).

Además el elevar un ISO en digital trae consigo al menos otras dos consecuencias no sólo para la imagen: (a) generar puntos de calor (hot spot), y con ellos la reducción en la vida del sensor o de su material sensible, y (b) un dominancia rojiza/magenta como aberración cromática dispersa en el resultado.

Todos deberíamos conocer el límite aceptable de ISO en nuestras cámaras, de tal modo que sepamos su mejor comportamiento (tolerancia) o respuesta en determinadas ocasiones, y con ello optar por sacrificar - o no - parte de la calidad de resolución de salida en cada escenario que se nos ponga por delante. En definitiva, es tan sólo saber el ISO que nos devuelve la imagen "menos ruidosa" posible.

Con lo dicho ya, parece que elegir el modo automático para una sensibilidad es una alternativa descabellada y obviamente lo es, y atroz como afirmaba antes si la intención es que la cámara decida por nosotros aleatoriamente y hasta el límite de sus posibilidades, pues es una decisión aleatoria para una acción aleatoria. La decisión de un ISO siempre es de uno mismo, nunca debe serlo de la cámara, ni antes ni ahora.

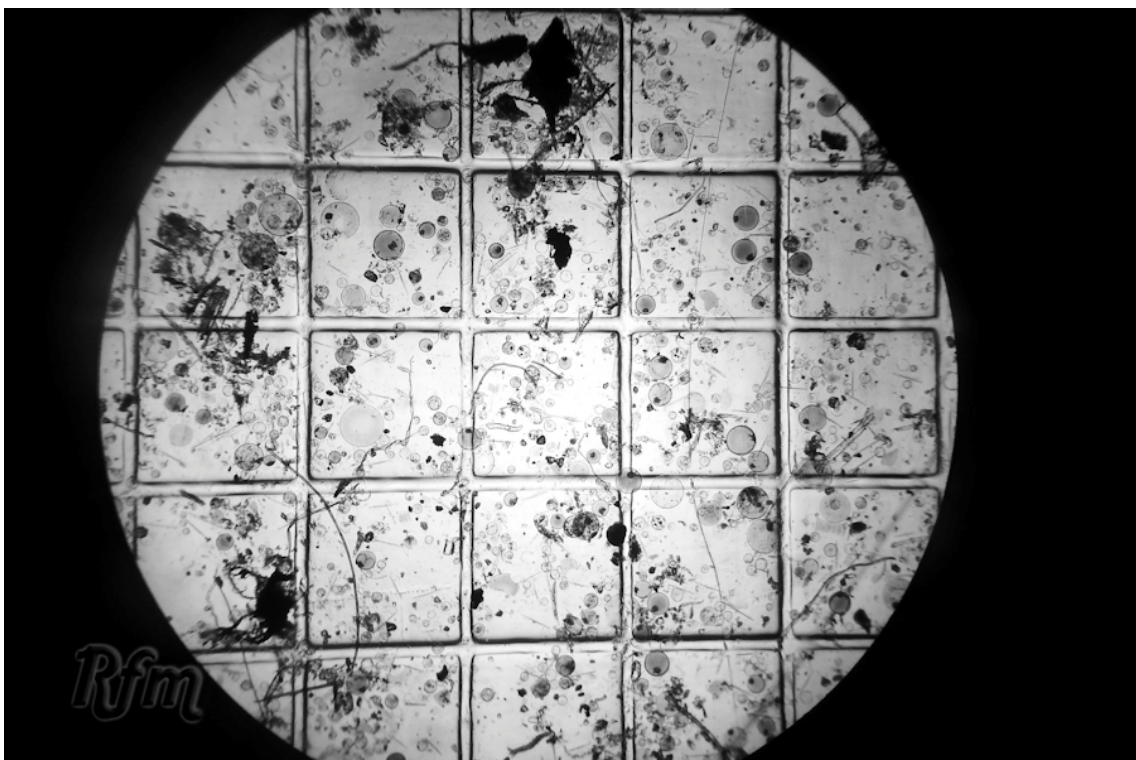
No obstante el modo automático tiene una única función útil (a mi modo de ver), que curiosamente nos puede ayudar a estudiar y a conocer ese límite aceptable y esa mejor tolerancia, dado que en esa situación (de automático) la cámara optará por valores intermedios en la escala ISO (y que muy posiblemente en algunos modelos de cámara no se nos permita configurar). Por lo tanto situando el modo en AUTO - y por lógica entre las cifras menores que se nos permita -, podremos conocer mediante las pruebas oportunas en condiciones óptimas de luz, si alguno de esos valores se corresponde con el nativo óptimo que buscamos.

El asunto como se puede ver es largo, pero lo dejaré aquí para seguir con la última fase previa a la obtención de la imagen final.

El Digitalizado

Para que una buena codificación sea llevada a cabo, la calidad de la información es vital, y para esa calidad de ahora en adelante habrá otras operaciones que además de las propias electrónicas del sensor, algunas y de algún modo las podremos hacer nuestras o acondicionar de un modo manual, configurando o alterando las órdenes para ciertos parámetros que preparen las máscaras de ciertos algoritmos, bien previamente en la cámara bien posteriormente con nuestro traductor o editor de imágenes.

En cualquier caso antes de ver cada una de ellas, determinados conocimientos informáticos nos pueden venir de mano para asimilar todo de un modo más cómodo. Veamos primero la información básica necesaria para entender todo esto, empezando por lo más pequeño, el pixel.



Pixeles

La luz es imperfecta, porque para que lo sea - perfecta por blanca y pura - se necesitan una serie de condiciones que normalmente no se dan pero que el ojo humano tampoco detecta, lo mismo que no detecta parte de su espectro. Lo que sí es claro es que sabemos que lo que podemos ver de ella tiene unos límites, sabemos que la luz es recta, en forma de una haz lleno de esas partículas que hemos mencionado, sabemos que la luz cambia de dirección a una velocidad finita y que se descompone, y que es nuestra materia prima en la fotografía. Y si la luz es así de natural e irregular, por lógica podemos imaginar lo imperfecto que será un pixel, pues dependiendo de ella además entre una y otro median una enorme cantidad de procesos no tan naturales como hemos visto ya, y los que nos quedan aún.

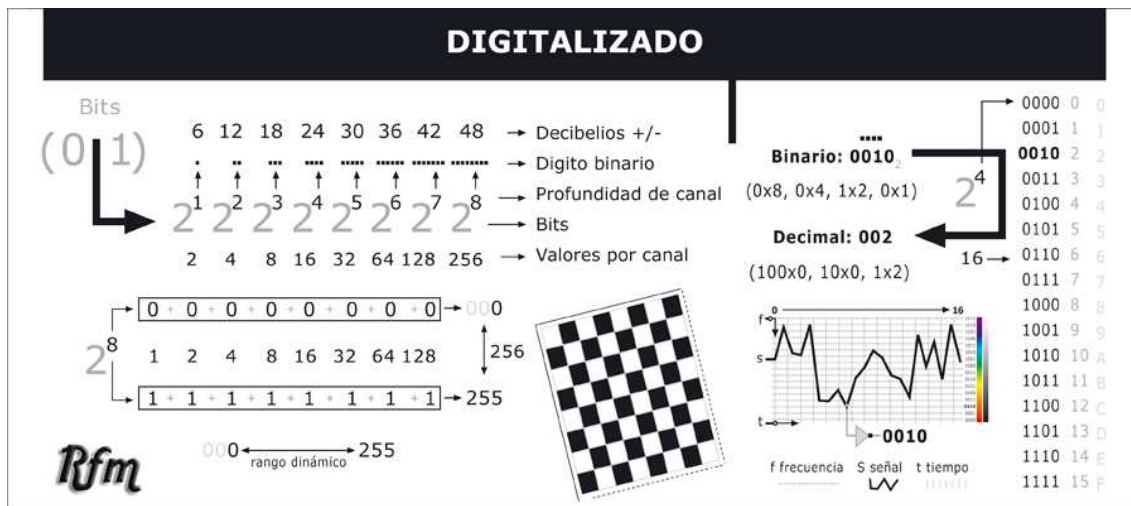
Un pixel es una estructura de dos dimensiones rectangular (...) al igual que la suma de todos ellos en su forma final de mapa de bits. Un pixel tiene una forma menos dispersa, más incompleta y menos "redonda" que la luz y además también tiene sus propios límites.

Siendo una fotografía redonda en su origen, con la fotografía digital no ha cambiado esa proporción de aspecto (pero esto es largo de explicar ... tanto como en la cuadratura del círculo ...). Con el sensor digital sucede igual que con la película, el registro también se encierra en otro modelo cuadrado/rectangular. Seguimos con que "cierta cantidad de ella" (condicionada por la mecánica de observación o captación) se desecha, porque irónicamente nos hemos adaptado mejor a un mundo con formas más cuadrículadas que circulares, ideo sí que es una confusión y no esa del círculo!

Los pixeles, esos diminutos y archiconocidos elementos que contamos por millones – con la idea no muy acertada que por cuantos más tanto mejor, son una referencia de cantidad, y no de calidad, y una vez llegados al final de su transformación o conversión no son nada por sí solos (ni tan siquiera en ese conjunto final), pues tendrían una vida muy apagada y fugaz caso de no existir una posterior etapa final de archivado (o cualquiera que sea su modo de salida), función además ejecutada por separado, sin la cual harían del disparo fotográfico digital algo por completo inútil y volátil. Es decir, que a pesar de ser dos etapas igual de dependientes entre ellas como con la película, en la fotografía digital sucede al contrario, el registro y el almacenamiento del resultado son independientes entre sí.

Además esa gran cantidad de procesos intermedios, hacen de ese registro final en pixeles una situación mucho más caprichosa, inaccesible y ensombrecida que con la película en su proceso de revelado químico, al que sustituyen. El resultado digital de todos esos pixeles es una copia retocada y positiva de luz, porque no tenemos acceso a la información eléctrica pero sí a los datos digitales transformados que genera.

Por si fuera poco en este mundo digital fotográfico tan avanzado, no hace falta indicar quizás que para tanto pixel percedero en potencia y sus resultados necesitados de archivo, además de un soporte de almacenamiento necesitaremos de ambos lados una energía eléctrica sí o sí y una vez obtenida, un nuevo gestor posterior para poder tratar todos esos datos o tan siquiera simplemente para poder visualizarlos. Es justo resaltar por el contrario a la película, que en este nuevo mundo fotográfico digital se ha logrado una inmediatez espectacular y sobrepasado con creces las posibilidades de volumen en unos resultados (de los que quizás no reconozcamos tan a menudo una calidad degradada o cuestionable y que aquí se está demostrando aunque tan sólo en el aspecto tecnológico) que pueden ser trabajados de forma individual, compartidos y desparramados a velocidades descontroladas, y que una vez conseguida esa permanencia digital, a su favor juega que esos pixeles tendrán una mayor vida futura sin degradación, en forma de bits.



Gráfica 10. La salida Digital

Bits

Volviendo al asunto digital, que es el que importa en este artículo, y dando ya por hecho que podremos almacenar el resultado para el propósito que sea (al gusto de cada uno), para alcanzar un mejor entendimiento del comportamiento de cualquier sensor digital (y sin profundizar en detalles excesivamente técnicos, que se antoja complicado en ciertos momentos) es bastante provechoso conocer cierta teoría con respecto a esa creación y composición de imágenes o dispositivos gráficos desde su origen, así como a su vez los conceptos o ideas vinculadas a dimensiones, resoluciones, profundidades, tonalidades y espacios. No es una matemática complicada porque de un simple dato en ocasiones derivan – por pura lógica - tantos otros, pero siendo sencilla, quizás no es tan lógica como vamos a ver.

Todos y cada uno de esos elementos mínimos de una imagen (pixel) forman en conjunto un mapa de bits en un proceso denominado ("Readout Sensor Process") para obtener con ello una estructura de dos dimensiones individuales, por lo general de forma rectangular (igual de imperfecta que el propio pixel). Todos y cada uno de ellos igualmente se codifican según una calidad de profundidad de tono mediante una serie de números binarios o bits (bit - Binary Digit, las unidades mínimas de información digital).

"Readout Sensor Process", es el breve instante en el que la máquina / sensor realizan las operaciones necesarias para hacer de la luz un mapa de bits, proceso que lleva su propio obturador.

Esa calidad de profundidad está definida por BPP para "bits por pixel" (no confundir con el también denominado BPC para "bits por canal", ya que este último hace referencia a cada una de las combinaciones o canales individuales con sus "bits por pixel" propios), pues bien, sabiendo que cada bit puede tener dos valores o estados 0 ó 1 (encendido/apagado, el clásico ON/OFF vaya), 2 es la base para la representación de esa profundidad de tono dentro de ese sistema numérico posicional binario. Sistema binario que hace que cada pixel pueda tener, partiendo de esa cifra, 2 elevado a "n" posibilidades o

representaciones de tonos distintos (siendo "n" el exponente). Por ejemplo, para la profundidad mínima de tonalidades sabemos que 2^n (siendo el exponente $n=1$) nos devuelve una profundidad mínima de 1BPP para 2×1 valores o dos tonos que son blanco o negro (es decir monocromo de dos únicos tonos).

Cualquier profundidad superior a ella nos devuelve ya una escala - también monocromática, esto es importante comprenderlo - pero de mayor cantidad de tonos de gris, así por ejemplo la profundidad inmediatamente siguiente 2^n (siendo $n=2$) nos dará una profundidad de 2 bits (2BPP) pero ya para (2×2) es decir cuatro valores 00, 01, 10, 11 puesto que además del blanco y negro en sus respectivos extremos (00/11) obtendremos otros dos valores intermedios de tonalidad de gris (01/10).

Y así sucesivamente o mejor dicho así progresiva o exponencialmente aumentará esa calidad de profundidad de tono ... de tal modo que 2^n (siendo $n=8$) nos devuelve la profundidad más habitual de 8 bits por pixel (8BPP) para $(2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2)$ es decir 256 valores o tonos de gris, comprendidos de 0 a 255.

Este rango de tonos nos avisa de su saturación, que será tanta menos cuanto más cercana al 255 con la tonalidad más clara, 0 para la ausencia de luz, y por lo tanto nos avisará de su brillo en forma de porcentaje, siendo 255 el 100% y 0 el 0% de brillo, pero además nos sirve para ubicar ese tono en una zona concreta de luz (baja para las sombras, media para medios tonos y altas para las luces).

En esa profundidad de 8bp, esa escala de gris se interpreta en porcentajes cuando posteriormente nos referimos a pigmentos, así el blanco (255) que es el 100% de gris en luz, es sin embargo el 0% de gris en tinta) ... hasta el negro (0) que es el 0% de gris en luz y el por lo tanto 100% de gris en tinta).

Y cuando digo que la profundidad de tono de 8BPP es la más habitual (aunque podríamos seguir incrementando el exponente y con ello ese rango de grises y los bits), es porque el ojo humano siendo fabuloso para muchas situaciones tiene una limitada capacidad, concretamente la que el cerebro humano en unión con la parte sensible de ese ojo es capaz de resolver para poder interpretar la sensación de color. Y esa raíz sensible son los tres conos de nuestra retina, que en base a las distintas longitudes de onda que alcanza, son capaces de determinar tres datos, los que componen la luz blanca del espectro visible.

Esa limitada capacidad, por lo tanto es el resultado de aplicar la misma profundidad de 256 tonalidades para cada uno de esos tres datos, es decir 8 BPP para cada uno. Uno por canal.

Canales

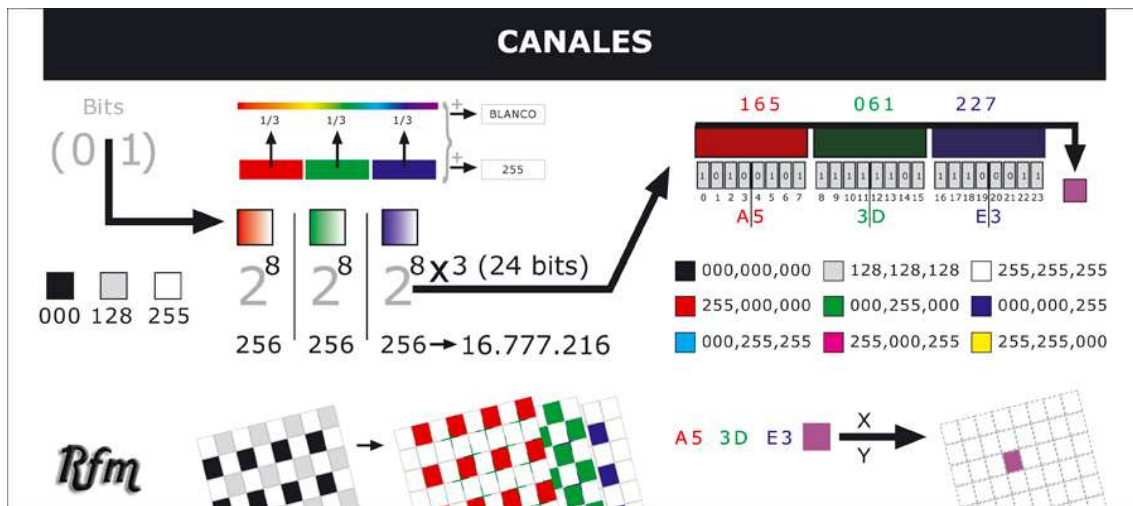
Esos tres canales lo forman los colores RVA para Rojo, Verde y Azul (Violeta es el límite real) que se corresponden dentro de los límites del espectro visible de la luz 400V a 750R nanómetros y que sumados los tres en su máxima

expresión nos dan esa luz o blanco "imperfecto" y sumados en diferentes intensidades todos los demás colores. De un modo individual, cada uno de esos colores forma un canal independiente con su valor de tono, saturación y brillo propio, conceptos que ahora veremos.

El sensor detectará cada canal con su correspondiente valor de electrón posible, ya que la cantidad de energía determina tanto la posición en el espectro - con sus respectivos fotones -, como la temperatura de luz que conforma dichos colores.

De esos tres canales o colores - de ahora en adelante RGB - ese ojo humano es más sensible al Verde como hemos visto ya (y eso lo tiene también en cuenta el filtro correspondiente del sensor, como veremos después) sin embargo para cualquiera de los tres colores, ese mismo ojo lo es de un modo mucho más acertado con el brillo que con el tono y la saturación.

Este hecho, es uno de los motivos por el que no estamos muy acertados al ver una imagen que contenga una ligera compresión (JPG) porque ésta se basa en la reducción (interpolación de crominancia) de tono y saturación.



Gráfica 11. Canales

Es importante conocer que es lo que implica la variación en cualquiera de esos tres conceptos. El Tono (o Matiz) es el color dentro del espectro visible (su longitud de onda), la sensación visible de cualidad individual para un componente de la luz. La Saturación (o croma) es la pureza de ese tono acercándose al blanco (para lo que nos ocupa, será ese acercamiento al 255) dentro de ese espectro. El Brillo es la cantidad percibida de ese tono alejándose del negro, del 0 (o ausencia de luz), es decir el valor en porcentaje de esa saturación.

No hay que confundir el Brillo con la Luminosidad, ésta última es el valor de claridad o valor de reflectancia, la intensidad reflejada - claridad u oscuridad - pero de la luz, es decir de los tres canales, y por lo tanto la Luminosidad (aplicada siempre a la luz de la informática que considera el espectro visible dentro de un rango de 360 grados a partes iguales), comprende un valor, en una escala de 1 a 100, dentro del rango pero para los tres canales unidos (0-255,0-255,0-255).

Aplicado todo esto con el ejemplo siguiente 128R,0G,0B, no sale la siguiente lógica:

(128,0,0) es el valor de Tono formado por la combinación de los tres canales y que en este caso comprende únicamente al canal (R) rojo, puesto que (128),(0),(0) es la Saturación o pureza (valores) de cada uno de esos canales dentro de sus límites de 0-255. Por último (50%),(0%),(0%) es el brillo para ese Tono, para una Luminosidad total de 16/100 (16 sobre un total de 100) para los tres canales.

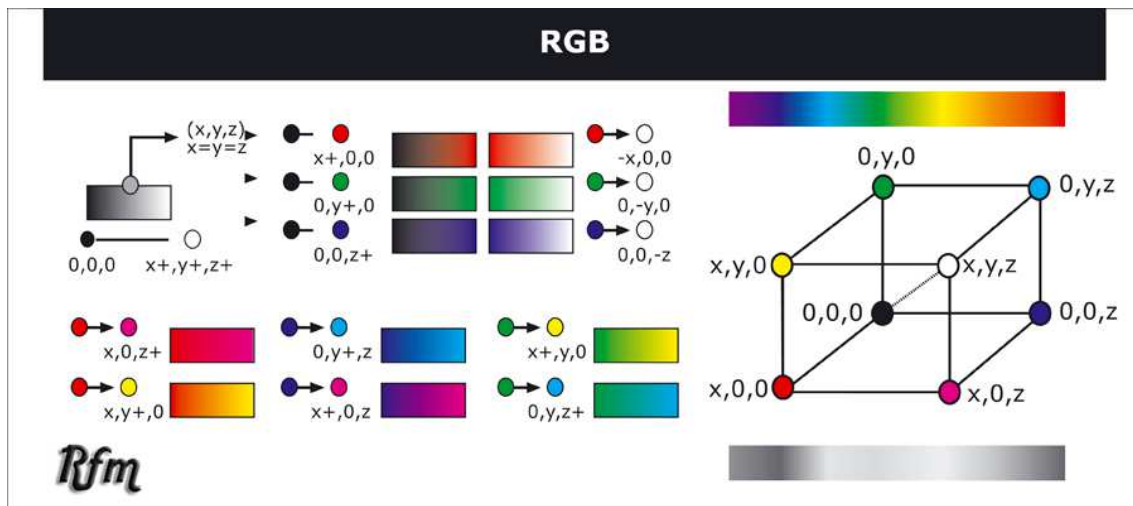
Colores

Al aplicar todo esto combinado con aquella profundidad de tono (8BP) obtenemos, ahora sí, una profundidad de canal BPC (bits por canal) aludida anteriormente, que es el resultado de combinar los tres canales con 256 valores o tonos para cada color, es decir $256 \times 256 \times 256$ o $2n \times 3$ (siendo $n=8$) para alcanzar esa cercanía al límite de percepción real humana en un modelo denominado "Color Real de 24 bits" (" n " x "canal").

Con los tres canales RGB unidos, como ya podemos saber, de un lado saldrá en ausencia de luz el negro 0R,0G,0B (acromático), de otro con la suma de todos el blanco 255R,255G,255B (acromático) y por último con todos los demás valores intermedios en igualdad, cualquier tonalidad de gris (102R,102G,102B, acromático gris de 40% por citar un ejemplo intermedio). Cualquier variación por mínima que sea en esa igualdad nos dará una dominante (croma) y un tonalidad que aun siendo cercana (o no) al gris, ya no lo es, y así hasta formar los 16.777.216 tonos posibles.

Si continuamos jugando con la matemática fácil de estos valores (por la síntesis aditiva del color) de dos a dos, podremos llegar a otros tonos o colores secundarios, importantes para lo que nos ocupa fotográficamente hablando, que son Cyan, Magenta y Yellow (CMY) para Cian, Magenta y Amarillo (CMA), con lo que por ejemplo sumando rojo y verde (de igual a igual) 255,255,0 en su saturación más pura, nos devuelve como resultado un color secundario que es el Amarillo (pues son los colores que absorbe).

Sabiendo esa relación primario/secundario R(C), G(M), B(Y), hay un truco rápido con el que con cierta agilidad podemos descubrir un tono complementario de un primario - e incluso en valores no precisos que tipo hay de dominante - siempre que respetemos ese orden de lectura redactado, y que es tan sencillo como saber en donde está el 0. Por ejemplo, el complementario en RGB para 255,0,255 en C(M)Y es M, el Magenta).



Gráfica 12. RGB

Ahora sí, todo este campo de letras, cifras y colores que se podría hacer mucho más extenso, ya es suficiente para entender mejor que esta etapa de digitalizado no es otra cuestión pues, que aplicar toda esta última información explicada (de bits y canales) a aquella otra recibida y transformada (de luz a señales eléctricas) para obtener un resultado numérico (de ceros y unos) aplicado a todos y cada uno de estos pixeles (de aquel mosaico sensible).

Y con ello ya obtendremos la imagen digital que no es otra cosa que la misma matriz de elementos sensibles (foto-captore) con la que comenzamos, trasladados a una cuadrícula bidimensional con sus coordenadas de elementos imagen (pixel) del mismo tamaño pero cada una con una referencia numérica propia (o identidad digital) que dispuesta visualmente, en caso de acceder a ella sin más artificios u operaciones, daría como resultado un mosaico de luz en escala tonal agrisada, positiva y no definitiva (el llamado negativo digital). Pero restan unos cuantos cálculos más (¡qué raro!) para la obtención de una imagen final con su estilo propio definido y definitivo.

Y si cada pixel es un número, imaginad la cantidad de posibilidades en los cálculos de resultados. Las matemáticas hacen el resto.

Estilo de imagen

La configuración que nosotros controlamos previo a la captura en una cámara digital es bastante más amplia comparada con la que se efectúa en película, pero el triángulo principal más importante coincide: apertura, velocidad y sensibilidad (en digital, en menor medida este último como hemos visto al hablar del ruido). Además hay otros aspectos que podemos configurar o preparar y que realmente serán indicaciones para que actúe bien el software directamente en la cámara o bien a posteriori para el ajuste o tratamiento informático acorde con el registro de salida en aquellos valores que se nos permita.

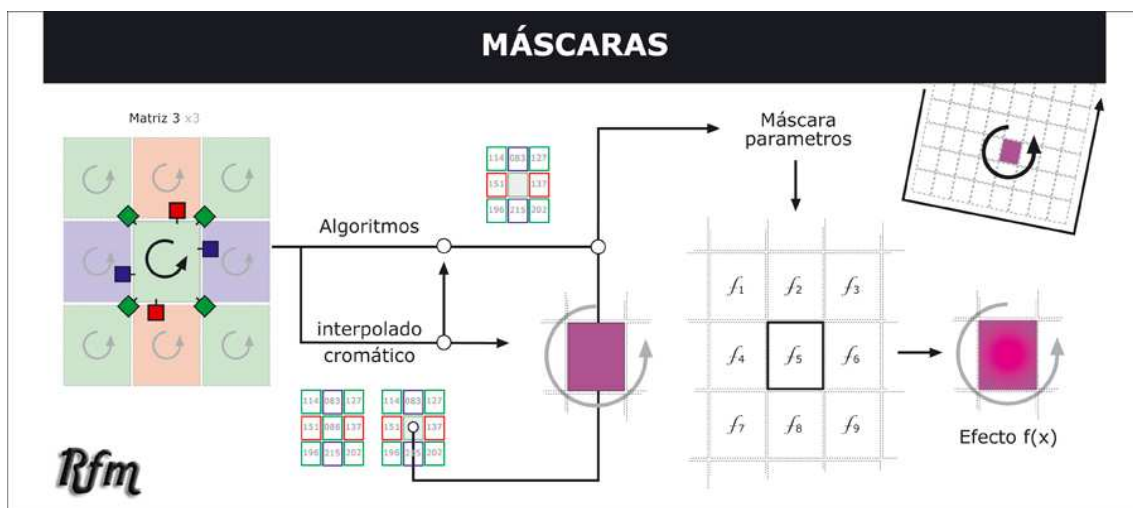
Esas operaciones matemáticas pueden ser tanto las sencillas aritméticas que todos conocemos, como también geométricas (por posición o distribución de píxeles) o algebraicas (en combinación con otros píxeles) u otras ..., y todas se realizarán por medio de máscaras, pixel a pixel.

Máscara

No es otra cosa que una plantilla (matriz o patrón recortado de píxeles concretos) que hace las veces de un filtro de valores. En ella, mediante unas cifras - núcleo o kernel - por lo general con "un pixel guía" o de referencia en su parte central (que luego pasa a ser pixel lindante o vecino), ejecutarán esos parámetros o algoritmos que el fabricante haya establecido o que el usuario haya podido configurar de antemano en la cámara, o bien que haya decidido posponer y disponer con el software adecuado, dependiendo siempre del registro de salida elegido. Nos devolverá un resultado calculando y transformando uno por uno los píxeles totales de la imagen digital.

Px. Pixel | (x,y). Coordenadas | M. Máscara | E/S. Entrada/Salida

$$EPx(x,y) \text{ ---> } M(EPx(x,y)) = SPx$$



Gráfica 13. Máscaras

Dentro de esas operaciones con filtros de valores están: (a) gestionar el interpolado cromático (o demosaicing) es decir deshacer el mosaico digital no definitivo para hacer otro mosaico imagen final y (b) ajustar el equilibrio de temperatura, es decir hacer que la luz blanca, sea blanca, entre otras.

Interpolación cromática

Es vital tener claro que el color no estará presente hasta este momento, todo lo anterior es una escala tonal de gris. Tan vital como tener claro que aunque necesitemos disponer de una imagen en escala de gris como fotografía final este proceso también se llevará a efecto tratando la escala de gris del mismo modo interpolado.

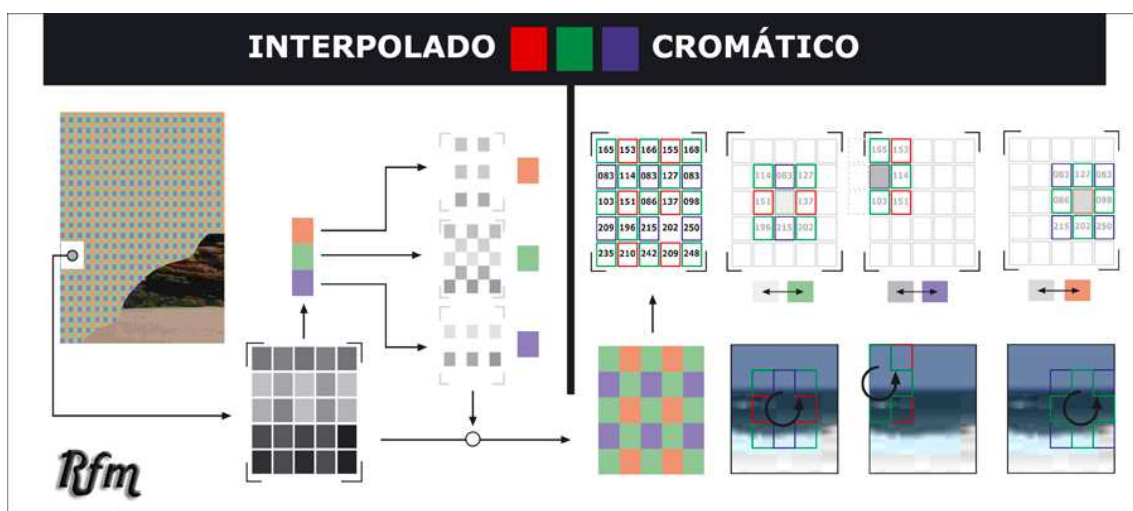
El filtro de color, de que ya he mencionado su estructura anteriormente y que ahora se entenderá mejor, es una banda de dos filtros conjuntos - alto y bajo - que opera conforme a dos datos, el que debe suprimir y el que debe permitir pasar. Se encarga de absorber la luz en base a su intensidad dada su frecuencia o longitud de onda dentro del espectro de luz visible (es decir sus fotones correspondientes). En resumen, es un traductor para que el sensor "sepa" de que color se trata, luego veremos que además necesitaremos otro traductor para la imagen final definitiva (imágenes que por cierto, de seguir este patrón de interpolado, se denominarían "de Patrón Bayer").

Básicamente un filtro de paso bajo permite el "paso" de frecuencias bajas mientras que uno de paso alto tiene una relación de semejanza directamente opuesta.

El asunto es que con ese filtro lo que obtendremos será un mosaico con una serie de pixeles (en gris) con únicamente esos tres valores (asociados a uno de esos tres colores), pero en la vida real esos tres están unidos en la luz. Como he dicho, este sistema está basado en la síntesis aditiva del color, de modo que con esos tres colores podremos formar todos los demás, siendo así, lo que hay que hacer es tan sencillo como mezclarlos, pero no de cualquier modo, sino con una función matemática (un sistema de convolución) que logrará darnos un dato final con la gestión de varios valores, es decir que debemos deshacer ese mosaico ("demosaiicing") para construir la imagen.

Este sistema para reconstruir una imagen (con pérdida de detalle y nitidez por cierto) tomando como referencia esa plantilla digital final y las máscaras (conforme a ese filtro de tres colores), se denomina "interpolación cromática".

Básicamente su función es alterar todos esos pixeles obtenidos uno por uno (que ya ha sido resuelto con un valor digital propio), con un algoritmo cuyas funciones repetitivas de cálculo (organigrama) toman como referencia el comportamiento y los valores de los pixeles inmediatamente lindantes, para dar un único valor de salida. Ese valor o referencia resultante, debidamente codificado, apunta directamente a un lugar específico en la imagen y al mismo tiempo su identidad apunta a una huella de color.



Gráfica 14. Interpolado

La base para esa interpolación es esa máscara o recorte - normalmente de 3x3 píxeles -, que está formada por una pequeña parte de esa estructura total (o Mosaico) explicada anteriormente, con un punto guía referente (normalmente centrado) que varía pixel a pixel.

En esta etapa de interpolado entran en acción otras necesidades de suma importancia para obtener la calidad que se espera en la imagen final - y no sólo el color, que no siempre será su finalidad -, el primero de ellos es la necesidad de una inmediatez en esas funciones (matemáticas), el segundo es la necesidad de poder analizar la respuesta a la relación señal/ruido, el tercero es también la necesidad de corregir impurezas y patrones repetitivos (producto de esa matriz) y todo ello conservando la mayor cantidad de píxeles posibles (y con ello la resolución efectiva).

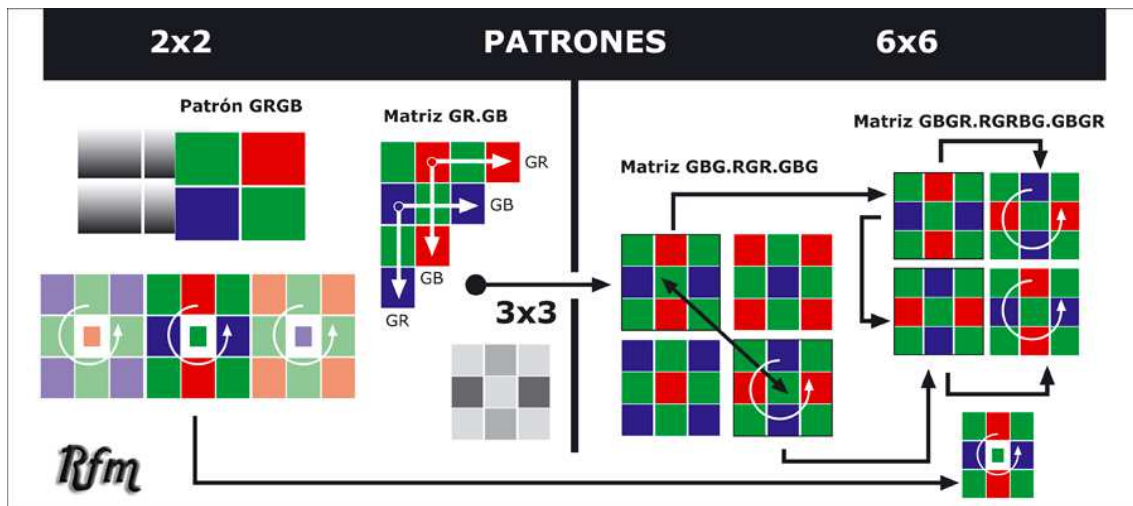
Porque esos retales (o recortes) al realizar esas matemáticas (según que máscaras, según que funciones) se encontrarán distintas interpretaciones, en especial las que por su ubicación no tan centrada dentro del mosaico total, implican distintas actuaciones en sus algoritmos. Por ejemplo en situaciones en las que para esas máscaras, no haya un pixel lindante inmediato, como es el caso de los márgenes de la imagen.

Y no sólo la ubicación de las máscaras implica cambios de operatividad, igualmente sucederá con cualquier otro tamaño o disposición de los propios retales o del propio patrón de la banda de color, veamos un ejemplo:

Fuji ha desarrollado una variación sobre el filtro Bayer para su nuevo sensor X-Trans (basado en la tecnología APS/CMOS para su serie de cámaras X) en el que además, por la disposición de su novedoso recorte (en su caso de 6x6) aseguran que eliminan (o atenúan) el efecto de patrón Moiré sin la necesidad de incorporar el filtro de paso bajo a la hora de deshacer el entramado del mosaico con los algoritmos correspondientes (¡uf! si no has entendido esta frase, me temo que tendrás que empezar de nuevo). También afirman una mayor fidelidad en los colores con la idea de emular el patrón irregular de los haluros de plata en la emulsión de una película fotográfica, pero veamos realmente lo que han hecho.

Como sabemos la matriz más frecuente sobre la que se emplean los algoritmos de descomposición de un mosaico de color (interpolado cromático o "demosaicing") es de 3x3 (me basaré en él para el ejemplo pero vale cualquier otro retal). Pues bien con esa matriz de 6x6 de Fuji, lo que han hecho es suprimir del original de Bayer los dos retales en cruz (en la gráfica siguiente - que espero se entienda bien - podremos ver que son los que llevan los filtros rojo y azul en el centro) y con los otros dos restantes de 3x3 (que en realidad es un único de 3x3, pues es el mismo pero girado 45 grados) han formulado su nuevo patrón repitiendo ese 3x3 tres veces.

Es decir, hablando y resumiendo muy superficialmente el tema - que no es el asunto -, lo que pretenden evitar con esto es que haya repeticiones en el patrón de color para los algoritmos que deshagan el mosaico, es decir que en las filas y columnas en lugar de seguir un sistema GB o GR, lo haga del modo GBR es decir con los tres canales.



Gráfica 15. Variaciones sobre Filtro Bayer

Pudiera parecer más completa dicha estructura pero hay que advertir ya de inicio que esa fidelidad que aseguran en los colores lo devuelve no sólo ese detalle de estructura de dicho patrón o que hayan realizado una mejor distribución "aleatoria", sino también esas operaciones matemáticas necesarias en cualquier "demosaicing" que acabo de mencionar.

Pero es que además somos, como ya he insistido más de una ocasión en este mismo artículo, más sensibles a la luminosidad (que entrega el verde) que al color y en esto se basan los interpolados - en la variación del cromatismo -, para que no lo notemos en exceso, como también ya he advertido anteriormente en este mismo artículo, por lo que esa fidelidad si acaso es cuestionable por inapreciable.

A mi modo de ver el asunto, esa nueva disposición lo que hace es "juntar" demasiados pixeles verdes. He explicado hace bien poco también, que el verde central en la matriz es el único que no está rodeado por los otros dos colores de cuatro a cuatro contrarios, y sobre esa matriz Fuji han generado esa variación.

Estudiando algo más en profundidad esa nueva disposición (y esto sale simplemente estudiando el patrón por líneas, que es como obturan los sensores sus celdas, y en el caso de un APS/CMOS - como lo es en este - es más exagerado que en un CCD) genera un porcentaje más del canal rojo que del azul (no puede ser de otro modo tratándose de Fuji -, al igual que sucedía con sus película, en eso sí que lo emula), por lo que esa fidelidad de los colores es más que cuestionable, vuelvo a insistir.

Por lo tanto, si asociamos que hay una carencia en el enfoque generado por la capacidad de respuesta con la penetración del canal rojo y este es precisamente el color que tiene el inconveniente añadido de una mayor presencia, la anunciada dificultad para con la nitidez, es doble. Y quizás, por lógica, se agregue una dominante.

Por lo que respecta a la eliminación del filtro de paso bajo, posiblemente pueda estar relacionado con esa reducción (mínima) del canal azul.

Ahora bien, esa mayor presencia o ese mayor porcentaje de rojos tienen una disculpa. Parece ser que el ojo humano, en cuanto a la magnitud de luminosidad y en unas condiciones óptimas de iluminación, tiende a equilibrar los tres canales en la siguiente proporción 50% de verde, 30% de rojo y 10% de azul para obtener un gris. Y en base a ellos se establecen las máscaras para ese equilibrio de luz blanca.

Equilibrio de luz

Tras tantos colores descritos y tanto control y procesado de color, parece paradójico que sea un gris, un blanco o un tono neutro el que nos ayudará a controlar el equilibrio de todos ellos, ¿no? Esto es así porque lo que tratamos de conseguir es que la luz (blanca) sea blanca y como ya hemos visto esto es así porque los tres colores básicos que la componen al estar igualados nos devuelven siempre un color acromático.

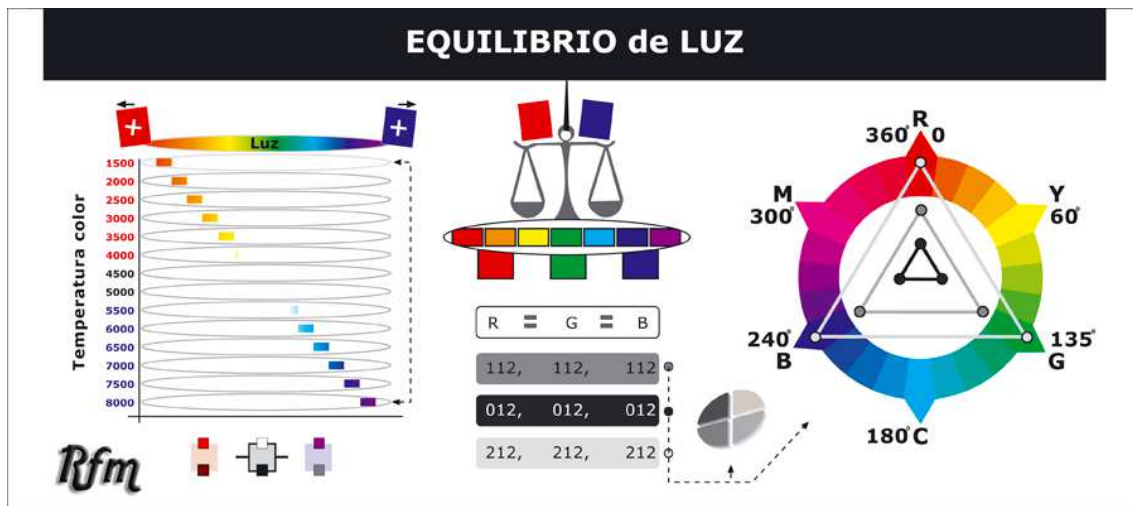
Y esa es la idea "igualar" para que no haya desvíos, para que no haya dominantes. Pero el negro acromático no nos vale, porque como se suele decir, "brilla por su ausencia".

Sin tratar de hacer demasiado extenso este apartado, ni ahondar en aspectos relacionados con la luminosidad ni en las mediciones que son más propios de la captura, hemos de recordar que uno de los valores tomados por cierto como referencia para el equilibrio de temperatura de luz, el 18% de gris, es un valor suposición, una conjetura o una referencia de tono medio neutral y no una cifra exacta o un valor preciso.

Esto ha sido así "casi" toda la vida con la fotografía tradicional, había quien tomaba por referencia media válida el amarillo de Kodak, otros su cartulina de gris (en su momento compré una de 1.000 pesetas vaya), otros buscaban la referencia en las tapas grises de los botes de película ... y otro sinfín de recursos.

Con la llegada del mundo fotográfico digital, además de ser una conjetura inexacta, ese 18% resulta una herramienta obvia por inútil y menos precisa aún (1. la referencia siempre es el blanco, 2. como hemos visto la sensibilidad no es una opción y 3. porque hay más parámetros que afectan a la medición, y este equilibrio de temperatura es uno de ellos ...).

Por otro lado, el valor de (128) tomado como gris intermedio en el modo RGB una vez obtengamos la imagen final, para igualar temperatura, tampoco es un gris medio exacto, sino que depende de su emplazamiento en un diagrama de cromaticidad para el espacio de color que comprenda, como veremos a continuación.



Gráfica 16. El equilibrio de la luz

Esta función de equilibrio a luz blanca (mal llamado balance de blancos) o equilibrio de temperatura (que tampoco lo es en realidad, tan sólo como referencia de color o cambio de estado visual) también la realiza el sensor en la etapa del filtrado de luz dentro del proceso completo DSP (Digital Signal Process).

La temperatura además hace referencia al color o al tono de la luz, pero no a su composición dentro del espectro visible.

Y lo hace gestionando mediante un software que evalúa cada uno de esos tres canales de modo independiente - buscando siempre una referente blanca en la imagen - conforme a los parámetros resultantes de una máscara, aplicada en una matriz de convolución y tomando como referencia el filtro o banda de color (esta frase tiene tela también, pero si has leído todo lo anterior, es pan comido).

Como sabemos esa función de equilibrio se puede personalizar, y al hacerlo estamos variando esa máscara, o mejor dicho variando los valores que han de aplicarse a dicha máscara, al igual que lo haremos con cualquier otra función que afecte al estilo de imagen.

Tal es así, que los distintos modos personalizados para ese equilibrio de luz (sombra, tungsteno, nublado, ...) no hacen sino aplicar distintas máscaras - a sus retales del mosaico - ajustando la escena a ese modo seleccionado con el fin de obtener esa "igualdad" de "temperatura" de "color".

Temperatura automática

Al igual que cuando hablaba del ruido automático, una configuración automática de equilibrio de luz es perjudicial.

Nada mejor para controlar la sensibilidad y la temperatura en la fotografía digital que tratar la captura como si de película se tratase, esto es, acondicionar en nuestra cámara digital ambas funciones de un modo inalterado (haced la prueba en una sesión). Aunque se pueda llegar a pensar que es un paso atrás, en mi opinión es una enorme escuela de aprendizaje, tan obvia como obvia es la diferencia entre un control manual y otro automático.

La idea de ese equilibrio correcto, aún queriendo que quede marcado a fuego en la fotografía digital, es una opción que se registrará de diferente manera según sea el formato de fichero de salida (para un .jpg quedará incrustado directamente en la imagen, para un .raw quedará anexo – por defecto con esa máscara y con las demás susceptibles de poder ser ajustadas – como datos en su modo documento). Por lo tanto es una función – al igual que muchas otras – que tienen la particularidad y oportunidad de permanecer disponibles para ser ajustados posteriormente. Esa es la importancia. Por eso tanto el interpolado como el equilibrio, como otras asignaciones, se pueden variar posteriormente caso de ser archivado en modo documento, esto es, a código abierto. Tal es el motivo por el que se usa ese modo automático en la configuración previa de cámara.

En definitiva no hay que olvidar que esa alternativa automática es un modo pre-establecido que además nos priva de cierto control, que curiosamente nos "balancea" y entorpece el entendimiento y nos condiciona – en determinadas ocasiones – a un posterior ajuste innecesario. ¿Utilidad? Francamente no veo ni una, que no sea la posibilidad de una rectificación por un despiste u olvido para quien opte por esa alternativa, necesitada obligatoriamente de un registro abierto como digo.

Hay que matizar que no siempre se necesita buscar ese aspecto en nuestras obras, en nuestras manos queda el querer buscar un equilibrio tanto como elegir un desvío o dominante deliberada, situación que el modo automático desconoce y que con un modo pre-establecido no podría averiguar en escenas complicadas.

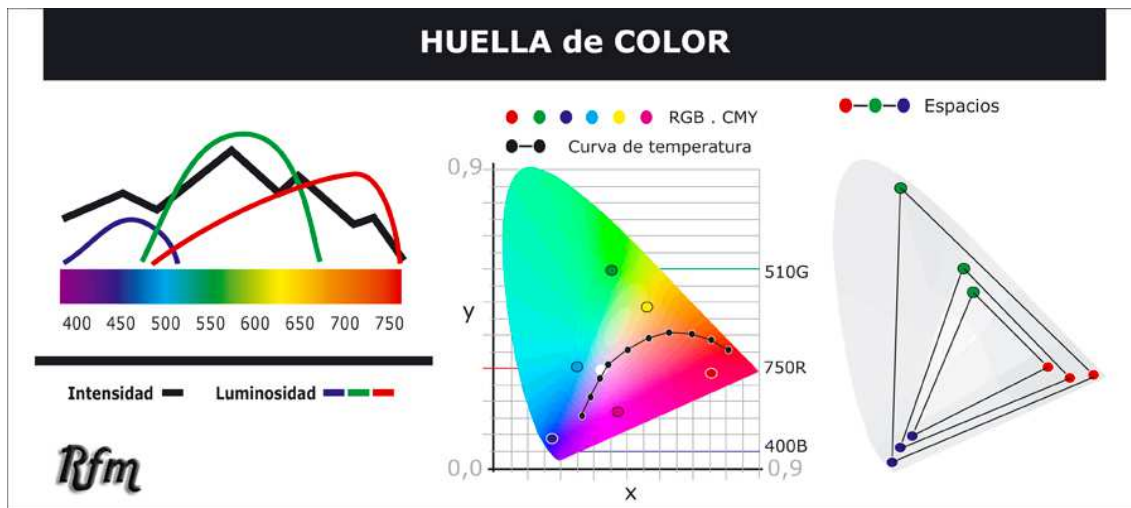
Este equilibrio de luz está emparejado a la etapa de interpolación, a la de corrección de color y gama, y además a la de asignación de un espacio de interpretación de color final. Porque por lo que respecta al color en concreto aún queda al menos otra operación, que bien pudiera ser aplicada igualmente en la cámara o posteriormente, y es el espacio cromático (CSA – Color Space Array) al que debe interpretarse o traducirse la fotografía o imagen final.

Modelo y espacio de color

Todos los colores de este espectro visible – tantas veces mencionado –, tienen unas coordenadas dentro de un espacio "limitado" (huella o diagrama cromático) y en esa huella están todos representados sin excepción.

"Limitado", al ojo humano

Además con ello se asegura que todos tendrán su localización libre de dudas y formalizada por controlada y aceptada, independientemente de su proximidad confusa y en ocasiones de indistinguible diferencia entre ellos, más aún por no ser una representación lineal.



Gráfica 17. El espacio del color

Una vez más, siendo más sensibles al verde como somos, y siendo el color más luminoso (de los tres colores aditivos primarios) el más centrado en el espectro y el de mayor intensidad, de ahí tenemos esa forma peculiar de la huella.

Ese diagrama tiene esa estructura por la relación al estímulo de los tres "conos" que forman nuestra retina.

Pues bien, trazando un diagrama con estos datos obtendremos una estructura de dos dimensiones para sus dos coordenadas (x,y) pero en base a tres datos (x,y,z) que son los tres valores que unidos sumarán la luz blanca (100% a 1:1) un blanco que se formará exactamente en la parte más centrada de dicho diagrama, con la suma de todos.

$$R = r / r+g+b = 1-g-b \quad | \quad G = g / r+g+b = 1-r-b \quad | \quad B = b / r+g+b = 1-r-g$$

$$X = x / x+y+z = 1-y-z$$

$$\text{Blanco} = x=y (0,333) \quad | \quad \text{RGB} = 0,333, 0,333, 0,333 = 1 = 100\%$$

La temperatura que acabo de explicar, está estrechamente ligada a esas coordenadas y a ese diagrama, tanto por localización de valores, puesto que en ese diagrama están incluidas las tonalidades del "recorrido de temperatura" con los distintos cambios de color, como para dar una explicación visual de esos cambios de equilibrio de temperatura, ya que podemos apreciar (en la gráfica anterior) que ese recorrido está más cercano a la parte baja de la huella - lugar que une los extremos rojo y azul (o línea de púrpuras y magentas) - quedando por debajo de ese punto blanco central - al que llega casi en la mitad de su camino - sin acercarse apenas a ese verde intenso centrado y elevado. Por todo ello, ese equilibrio de luz/temperatura queda "casi" en un asunto entre dos.

Un modelo de color distinto a otro implicará una necesidad de adaptación al nuevo medio de reproducción, y por lo tanto será obligada una conversión para ajustar y respetar, en lo posible, los cambios en la relación y los valores de entrada/salida para cada uno de los colores que lo comprenda.

Un espacio de color distinto a otro implicará una reducción o ampliación de su estructura dentro de ese diagrama completo y por lo tanto significará una variación en la huella representativa de los colores, que automáticamente contendrá menos o más posibilidades respectivamente (siempre dentro del espectro visual y de nuestra capacidad visual). Ahora se comprenderá el motivo arriba mencionado por el que ese (128) no siempre es el gris medio.

Modo o modelo es un concepto, y espacio es otro. El motivo de una asignación de un espacio y de un modelo de color es para tener el control cromático y para que ese rango de colores que lo forman, sea igualmente aprovechado al máximo y representado independientemente del dispositivo de trabajo. Cada espacio/modelo debe ser adecuado para cada aplicación de salida necesaria, con sus beneficios y sus daños a partes iguales.

En caso de ser aplicado un espacio de color en la cámara directamente y además como registro de imagen definitivo, este tendrá las limitaciones que su software incorpore y quedará automáticamente cerrado a ese espacio, con la consiguiente pérdida no sólo de riqueza sino para un posible traslado o necesidad de conversión posterior.

El cambio de un espacio a otro se realiza, como no puede ser de otro modo, con unas fórmulas u operaciones matemáticas, cuya misión se reduce a establecer un rango definitivo de tonos dentro una huella delimitada por el espectro visible.

Y el cambio de un modelo a otro se realiza con una etapa de conversión que afortunadamente podemos (y debemos) controlar y ejecutar manualmente, dentro de sus límites de rango, obviamente.

Independientemente del espacio de color a elegir propio de cada uno, desde luego el criterio de elección nunca debería ser el considerar únicamente la finalidad de nuestras fotografías o imágenes, sino que conocidos los límites de esa interpretación de color, la lógica nos aporta varias consideraciones previas bien claras:

- a. *"Será mejor descartar que inventar". Siempre. Por lo tanto ese espacio debe ser el más amplio y más rico posible, con la menor pérdida, con la mayor información de gama. Sin embargo con esto hemos de comprender que un espacio por amplio que sea, pudiera no contener ciertos valores de un espacio inferior (y viceversa) e incluso pudiera no ser completa su visualización de rango por parte de nuestro hardware/software de trabajo, generando avisos "invisibles" fuera de gama.*

- b. *"Tenemos la opción de generar las copias que necesitemos al espacio adecuado partiendo de un espacio completo". No siempre. Quedaremos condicionados tanto al registro en un formato abierto para que no quede asignado o incrustado ningún espacio en concreto, como a la necesidad de mayor espacio de archivado en disco, bien por tamaño del propio documento, bien por los guardados de diferentes perfiles.*

Desde luego el espacio en disco hoy día no es condicionante ni decisivo en este último aspecto. Dicho lo cual, se puede deducir que la solución a espacios de color pasa por optar a un registro en crudo (raw) y con ello no deberemos extremar ningún otro cuidado. Tan sólo tener presente el modelo y el espacio de color - así como el tipo de conversión - para cuando necesitemos una salida o perfil concreto con posterioridad.

Imaginemos que todo lo dicho hasta ahora sobre los canales RGB no vale para nada si resulta que existe un modo de interpretación de color que lo supera en eficacia, en cantidad de colores y con menos números, el modo Lab (1931.C.I.E. L*A*B*). Un espacio más preciso porque distribuye todos los colores - también en tres canales - pero en este caso de un modo tridimensional. Uno de ellos representa la luminosidad (L) (que como hemos visto va de 0 hasta 100) y los otros dos representan los colores en dos apartados (a) para los tonos entre rojo (valores + 0/127) y verde (valores - 0/128) y (b) para los tonos entre amarillo (valores + 0/127) y azul (valores - 0/128), es decir (100,255,255). Es un modelo al que se recurre con cierta frecuencia para varios procesos de tratamiento posterior (porque las cámaras no disponen de él, e incluso no hay mucho software que pueda) y entre esos motivos está la precisión con un "gris medio", precisamente por tener su disgregación entre la luminancia y la crominancia.

Y si ahora volvemos a ese "gris medio tan importante" para un equilibrio de temperatura y de luz, en este CIE Lab (concretamente en el valor intermedio de la luminosidad) es donde lo encontraremos. Porque no hay nada más obvio que encontrar la mitad de la luz, justo en la mitad de la luz, ¿increíble verdad?

De momento nos tendremos que ceñir al "modelo" o modo RGB que he explicado, cuyos espacios de color pueden ser (sRGB, AdobeRGB, RGB(A), ProPhoto RGB, ...), es decir los más habituales en cámaras y gestores de imagen hoy en día. Todos ellos están cimentados en la síntesis aditiva (de huella no lineal) de ese tricolor y en definitiva basados en los sistemas para establecer las imágenes acorde a la luz. No está de más, de todos modos, el comprender y estudiar otros "modelos" de color, tales como YUV, HSV - ó HS(B), HS(L), HS(I) ... - y por supuesto el modelo CMY(k), de vital importancia en la conversión de luz a pigmento ... si bien en este proyecto no abordaré estos conceptos en profundidad pues significaría ir hilando y vinculando asuntos desde su origen, que aunque harían más comprensible este artículo, quedaría infinitamente más extenso y desviado.

Así pues y al igual que sucede con el equilibrio a luz blanca, la función de asignación de espacio de color quedará reflejado en el registro de salida de distinta manera, si bien no habrá que ajustarlo en cada ocasión (salvo que deseemos cambiarlo constantemente en la cámara o a posteriori). Tanto las cámaras como el software posterior, aplicarán según nuestro criterio un espacio de color para poder establecer una comunicación fiel del color entre el dispositivo de captura y el lector o editor posterior. Depende de nosotros el configurar y controlar esa opción para poder aprovechar toda esa riqueza del mejor modo. En cualquier caso, la alternativa en la configuración de la cámara pasa por el espacio de color más amplio, dado que la gran mayoría de cámaras hoy día disponen de una herramienta "de referencia" - que veremos a continuación - para todos esos valores y muchos otros, que nos ayudará de un modo muy aproximado a estudiar su comportamiento.

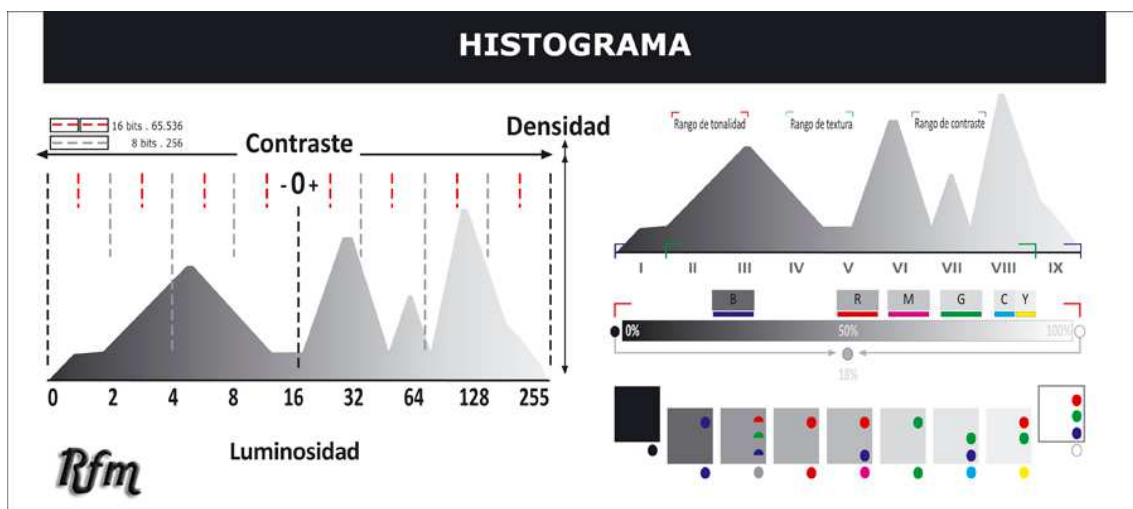
Aunque ese registro sea a código abierto, tendremos una alternativa previa en la propia cámara para poder visualizar el resultado. La cámara automáticamente generará una vista previa en un fichero cerrado (normalmente .jpg) con toda la configuración y parámetros establecidos, entre ellos, todos estos últimos de gran importancia que acabamos de ver: interpolado, equilibrio y espacio de color (entre otros muchos).

La cámara fotográfica digital nos facilita una herramienta de referencia para todas esas tonalidades y colores, para toda esa saturación, para todos esos brillos y sobre todo para la luminosidad, que nos ayuda a interpretar la intensidad de una imagen resultante por medio del contraste y de la densidad, con la distribución de toda esa información de píxeles (bueno, no toda).

El histograma.

Es una representación gráfica "exclusivamente informativa" y de lectura, con la estadística de un rango de datos, que en ningún momento refleja la resolución espacial de los píxeles de una imagen en su relación de ancho por alto.

En ningún caso debe tener una forma determinada, si bien por esa forma podemos "interpretar" como se han resuelto los datos recibidos de transmisión de la luz, y será más aproximada tanto más grande sea la dimensión de ese diagrama en pantalla sobre la que la veamos y obviamente mejor aún si la gráfica se aplica sobre esos datos LIBRES de interpretación e interpolación cromática (situación que no ocurre jamás directamente en la cámara).



Gráfica 18. Histograma

La amplitud total en el eje horizontal de esa gráfica conforma el rango de contraste, que no siempre coincide con el rango de tonalidad puesto que este último comprende la distancia entre ambos extremos de la información tonal capturada de la escena. En ese eje horizontal, el rango de textura determinará para ambos extremos la zona de inicio y fin para las zonas tonales con detalle. Por otro lado, la amplitud en el eje vertical conforma la cantidad de píxeles de una misma intensidad para cada uno de esas variaciones de luminosidad tonal.

Espacio tonal

El mundo real es un rango tonal increíble de grande, desde la noche más cerrada hasta el día más soleado, si bien estas dos situaciones (la señal luminosa más intensa del día más soleado y la señal más débil de una determinada noche oscura) no se dan conjuntamente. El ojo humano tiene una capacidad para adaptarse a esas situaciones de contraste de un modo tan o más increíble y selectivo.

El registro digital de una cámara tiene por el contrario un rango muy limitado y si hablamos de los monitores que luego reproducen ese resultado éste se reduce aún más (sin embargo la gráfica se interpreta mejor cuanto más grande como acabo de decir). En digital ese límite viene determinado por un algoritmo entre esas dos señales luminosas (máxima y mínima) – rango de brillantez - recibidas por el sensor en forma de decibelios. Los sensores están preparados para responder a estas situaciones de modo que se acomoden a la capacidad del registro (profundidad de bits). El sensor lo puede realizar pixel a pixel (de un modo global) o bien con una máscara de pixeles lindantes (modo local).

Al igual que con la interpolación, a mayor cantidad de pixeles evaluados como lindantes, mayor será la precisión.

Volviendo al diagrama, entenderemos mucho mejor su estructura una vez comprendido todo lo anterior sobre pixeles, bits, canales, tonos, etcétera. Así, por ejemplo para una profundidad de 8BP esa estructura (o rango tonal) irá desde la zona de sombras (izquierda/000) hasta las luces (derecha/255), pasando por la distribución de todos los medios tonos entre ambos extremos.

Esta gráfica además, nos ayudará a saber ubicar lugares para ciertos tonos, así como distinguir las zonas de coincidencia (o suma de luz) de más de un valor, para poder intuir las desviaciones (dominantes) de cada uno de los tres canales.

Salvo que lo necesite expresamente por algún motivo, no tengo por costumbre ni pre-visualizar la imagen, ni usar la referencia de esta gráfica.

En definitiva, este Histograma gestiona los resultados de los niveles de luminosidad de los tres canales de color convertidos en tonos y los muestra de una forma aproximada, es decir que, simple y llanamente podremos "intuir" como se ha resuelto una escena expuesta.

Tipos de archivos digitales

Y si podemos ver el histograma de una imagen digital significa que la fotografía ya ha sido realizada y que automáticamente la fotografía ha pasado a un soporte físico de almacenamiento, generalmente a una memoria portátil, con toda la información anexa en un formato de archivo determinado.

No obstante nos queda por comprender que parte de esa información incluye muchas otras acciones (una gran mayoría de ellas susceptibles de ajuste o edición posterior) y muchos datos intermedios anteriores a ese archivado de imagen, que son producto de otros parámetros de configuración previa en el equipo fotográfico y que se deben tener en cuenta de igual modo a nivel

particular. Tantas preferencias, perfiles o modos particulares de trabajo, como son los diseños de las cámaras, como son sus tecnologías y los accesorios de comunicación electrónica empleados en la captura.

Por lo general todos los archivos digitales procedentes de una cámara fotográfica contienen una serie de datos específicos que tendrán su propio apartado anexo informativo con las etiquetas de la imagen (exif).

Todos esos distintos formatos de archivo podrán mudar a otros con sus características propias de almacenaje y profundidad de bits, pero también como imagen. En algunos casos esas etiquetas permanecen, en otros casos no, y además se pueden editar y suprimir.

No es mi intención mencionar o detallar todos esos perfiles, porque forman parte de los modos de trabajo o configuración de cada uno, como tampoco me extenderé con los diferentes tipos de archivado digital, ya no sólo por lo ya extenso de este artículo sino también por la validez, permanencia o muda con el tiempo para algunos formatos frente a otros. Tan sólo citaré con brevedad y reduciré el asunto a dos formatos, que por otro lado son los más habituales en las cámaras digitales.

Modo imagen (JPG)

No creo que haga falta tampoco extenderse en demasiadas explicaciones para este formato tan conocido y recurrido para visualizar y compartir imágenes en mapa de bits, y que además resulte ser el más utilizado en las cámaras fotográficas digitales.

Si acaso citar lo curioso y gracioso del asunto - como así lo indican sus siglas -, y es que hayan sido un "Grupo de Expertos en Fotografía" los que reunidos en sus ideas consiguieron unificar la creación de un documento digital, para codificar las imágenes. Y digo lo curioso porque parece ser que pese a su experiencia, especialidad o habilidad en el digitalizado lo que han conseguido esos expertos es diseñar ese formato pero sin extremar los cuidados en la calidad del guardado.

Y digo gracioso porque "una vez más" las decisiones para con la fotografía digital van por el camino de marginar la calidad, primando otros aspectos.

Para ese guardado emplea un algoritmo de compresión que degrada la imagen, pero que consigue con ello, una mayor rapidez y facilidad de trabajo, así como agilidad para su visualización y almacenamiento.

Al ser un formato - en su condición de registro definitivo de salida - cerrado (o rígido en su estructura) posee otro condicionante o inconveniente, en especial para quienes recurren a posteriores ediciones tras la captura, que es el de no poder realizar ciertos cambios para con esas determinadas acciones citadas anteriormente susceptibles de ajuste o edición posterior.

Este formato es además, es el culpable de poder realizar la visualización previa del histograma en la propia cámara, un motivo más para insistir que dicho diagrama es exclusivamente de referencia informativa "aproximada", porque aproximado es su algoritmo y comprimido su resultado, gracias a los expertos.

Modo documento (RAW)

No son exactamente siglas, pero bien pudieran serlo cuando a alguien se le ocurra desarrollarlas individualmente, mientras tanto nos tendremos que referir a este formato acudiendo a su definición en la lengua de Shakespeare, es decir que es un formato de documento en "crudo", bruto o natural. Lo bueno de esa palabra "raw" es que además posee una cadena de tres letras, situación que en informática es ideal para designar una extensión de archivo.

Sus características no son exactamente las contrarias al formato anterior (JPG) pero casi.

Para empezar es un formato que no es una imagen por sí misma, sino un documento o plantilla que almacena la información original y digitalizada de la captura, y que necesita de un gestor posterior para poder procesar, interpretar o traducir todos esos datos.

Si al comienzo de este proyecto indicaba que todo parte de un modelo o un tamaño de paso universal, aquí en digital es justo donde se aborta esa universalidad, pues este formato tiene un condición de no normalizada en todas sus variantes, lo que significa que cada documento posee su propio traductor nativo y que esa extensión de archivo varía dependiendo del fabricante, de la marca y del modelo de cámara fotográfica.

Este formato (denominado también Negativo Digital) es la base o plantilla, con toda esa información, de la que se parte para exportar o expresar a un documento final y visualmente de un modo ya generalizado. No todas las cámaras fotográficas disponen de la opción de acceso a esta plantilla o modo documento (raw), si bien todas se basan en ella para la obtención del registro final (y en algunos casos se puede hacer trampas para lograr su acceso). En dicha plantilla además, se encuentra incrustada una referencia visual – índice – de formato JPG que al igual que el formato anterior, nos permitirá un acceso visual rápido de referencia a la interpretación de su histograma.

Al contrario que con el formato JPG y gracias a esos traductores que podrán interpretar esos datos abiertos, sí se podrán realizar ciertos cambios a esas ciertas y últimas acciones de digitalizado mencionadas con anterioridad.

Finalmente toda esa información dentro de este formato (con y sin compresión, dependiendo del modelo) nos condicionará a una mayor lentitud de trabajo y a una mayor capacidad de almacenamiento.



Tipos de sensores

Para acabar con este proyecto mencionaré muy brevemente los diferentes modelos de sensor digital, que ahora se entenderán mucho mejor tras haber leído el artículo completo (si has tenido ganas y paciencia suficiente).

Después de explicar de un modo gráfico la composición y acción de un sensor, y darle sentido a todo este mundo digital de cifras, dimensiones, etcétera hay que añadir además que existen diferentes modelos para este dispositivo electrónico, que a pesar de llevar consigo unos ligeros cambios de operatividad particulares para cada uno, poseen un fin emparejado.

Los dos más conocidos son: Los Sensores de tecnología y fabricación CCD y los Sensores de tecnología APS de fabricación CMOS, que cito no sólo por orden de aparición comercial, allá por el año 80 el primero de ellos, sino además por orden de calidad. Por alguna extraña razón ese primero (CCD) siendo mejor, ha pasado a un segundo escalón (y quizás a la historia) a favor del siguiente.

Esta situación ha sucedido también con mucha otra tecnología dentro y fuera de la fotografía, la cual tras ciertas mejoras anunciadas a bombo y platillo, el disimulado sacrificio que los diferencia parece compensar el cambio, a expensas de la clara pérdida en la calidad.

Con respecto a estos dos sensores, tres son los motivos fundamentales de esa "aparente" mejoría para el sucesor (APS/CMOS): una rapidez de gestión, un menor consumo y un menor coste de fabricación, por lo que, como digo, la calidad sacrificada y disimulada se queda fuera de la lista de detalles importantes a tener en cuenta en esas fabricaciones ...

CCD – Charged Couple Device

Básicamente su función es almacenar la carga de información y volcar el resultado por líneas completas, es decir lo que hace su circuitería (es un dispositivo creado en 1969). Por ello no sólo son sensores lentos, como acabo de decir, sino que emplean un mayor consumo para poder deshacer esa carga total de salida de información (análoga/digital o A/D). Por el contrario, al tener una única salida tan sólo incluyen un amplificador de señal y esto es quizás lo más importante para esa diferencia de calidad con respecto al otro modelo posterior, por su mejor respuesta a la sensibilidad o relación señal/ruido. También como señal de calidad poseen una obturación electrónica de celdas para un proceso "Reset" (*) de carga/descarga más completa, lo que significa que las celdas fotografían por completo de una sola vez.

() "Reset a sensor" significa que el sensor se vacía y se prepara para una nueva imagen, partiendo del negro o ausencia de luz. Sin embargo aún vacíos, cada uno de los fotodiodos poseería una señal eléctrica mínima, denominada "corriente de oscuridad".*

No obstante al ser una secuencia lineal de gestión, en caso de aparecer algún error de luz ("blooming, smearing") éste se repartiría afectando no sólo a los píxeles adyacentes sino a toda la línea de píxeles leídos.

*Obviaré otro tipo de sensores de imagen, como el sensor CCD/**CIS** que es más propio de un escáner que de una cámara, y que usan una estructura lineal y no matricial, con una operatividad muy emparejada con el CCD, aunque de inferior calidad.*

Como ya he dicho es un sensor abandonado a su suerte, que aún permanece en mayor grado debido a su utilización en ciertos sensores de mediano formato.

APS/CMOS – Active Pixel Service / Complementary Metal-Oxide Semiconductor

Este tipo de sensor por su lado, carga la información de modo individual por pixel ocupando parte del elemento sensible, de ahí el nombre de su tecnología APS para Active Pixel Service. Luego esa información se descarga del mismo modo individual con su correspondiente amplificador, y por ello son más rápidos y de menor consumo por poder deshacer esas cargas de un modo parcial, sin embargo debido a todos esos circuitos integrados y amplificadores, obtienen peor respuesta a la sensibilidad, sumado al hecho de tener una obturación de celdas de recorrido en escalera (carga y descarga) por líneas. Es decir, esas celdas "fotografían" una vez pero por línea, y esa lineatura genera que el posible ruido sea incluso un patrón de fondo siguiendo ese recorrido.

*También obviare otro tipo de sensor basado en el mismo modelo de fabricación CMOS, de reciente creación, el sensor **Foveon X3** con un sistema tecnológico distinto y de tres capas (Three Stacked Photodiodes o Three Well), cuya diferencia reside en que gestiona de modo distinto los canales de color con una capa de color. "Aseguran" de un lado un tratamiento individual del color, a cambio de un disimulado perfeccionamiento de su carencia en el enfoque generado por la penetración del canal rojo (el más profundo de los tres). ¡Vaya una novedad!, muy probablemente pensarán haber creado algo innovador, y en digital no digo que no sea así, pero se han basado para esa estructura ien una película fotográfica de color, hace muchos años ya inventada!*

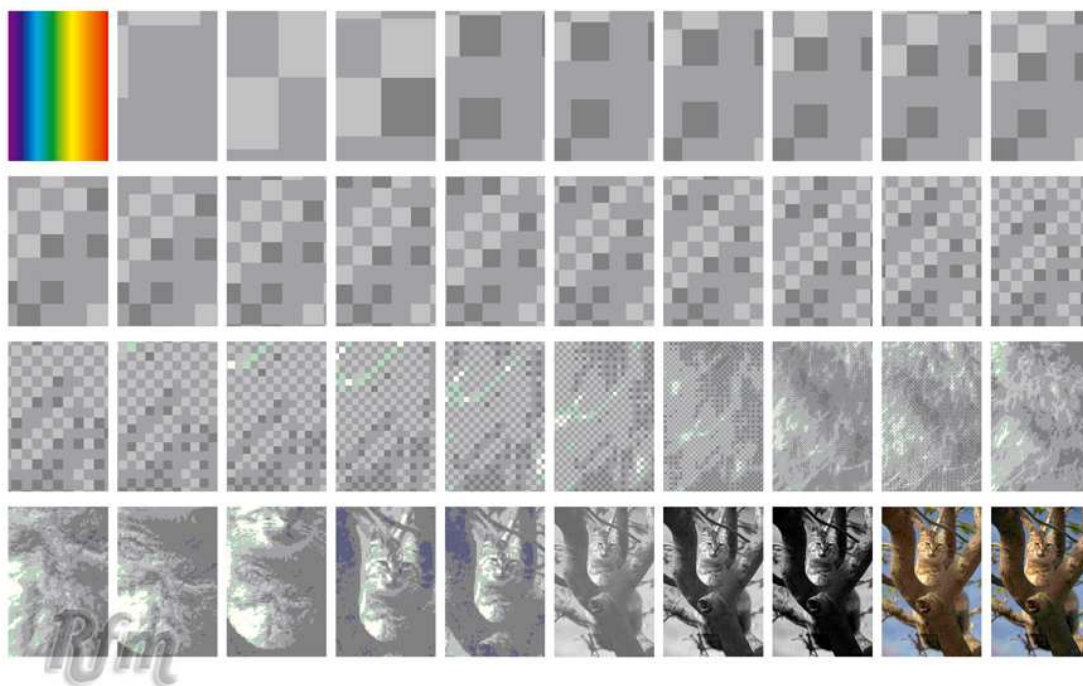
En cualquiera de los casos, no me voy a extender más sobre estos aspectos particulares, pues no es el asunto de este artículo, como tampoco lo es el tratar los aciertos y errores de cada uno de ellos. Y ya va tocando acabar.

Conclusión

Puede parecer increíble que todo esto que acabo de escribir sobre El Proceso Digital de principio a fin, tan extensamente y tras muchas, muchas horas de trabajo (y que aún se podría hacer mucho más extenso), se resuman en tan sólo unos pocos milisegundos tras el apretón de un disparador con una máquina fotográfica, y quizás apenas resulten unos pocos minutos de lectura. No obstante, a modo de reflexión final, precisamente creo que la Fotografía Digital incluye otras lecturas ... no tan técnicas y algo más ideológicas, algunas de las cuales ya he dejado caer a lo largo y ancho de este proyecto que ahora acaba.

No tiene mucho sentido que esta reflexión final sea más extensa que el propio proyecto en sí, pero aún cuando se me amontonan las ideas y los argumentos, considero necesarias unas breves conclusiones, para empezar porque el excesivo entendimiento de las cosas tiene dos vertientes, de un lado la del acercamiento total sobre lo estudiado y su aprovechamiento, pero por contra también puede traer la frustración sobre ciertos conceptos aprendidos e incluso el rechazo a querer seguir indagando sobre la materia, para no sufrir decepciones o desalientos.

Por lo tanto, de un estudio tan a conciencia como este proyecto, es normal que salgan dudas, debates y algunas conclusiones de odiosa comparación.



LA FOTOGRAFÍA DIGITAL

Puedo concluir, como se ha podido comprobar – siempre bajo mi punto de vista -, que la fotografía digital es un engaño matemático. Es un remiendo tras otro, desde la propia captación selectiva, pasando por el filtrado o rebote, al reducir y al contar, al ampliar, al codificar, al depurar y por supuesto al deducir finalmente las conclusiones digitales de una “comunidad de vecinos” bajo unas normas aleatorias, para formar la imagen fotográfica final.

Pese a esa definición, como apasionado de La Fotografía y todo lo que tenga que ver con ella, bien sea como arte, disciplina, ciencia o técnica, soy de sumar más que de restar y me atraen por igual todos sus aspectos y sistemas. Este mundo digital no podría ser distinto. Para empezar por no restar el mérito que tiene este avance tecnológico, que nos devuelve de un modo asombroso una adecuada y falseada realidad después de tanto cálculo, mas también porque con su diversidad se enriquece como ayuda o complemento a la fotografía tradicional de toda la vida.

La fotografía en términos generales ha sido de siempre una mentira, pero reside en el valor del fotógrafo y no en los instrumentos el lograr hacer de esa mentira una verdad, muy real. Y ese aspecto instrumental toca directamente a lo digital.

No obstante, la lejanía de la realidad no viene sólo con lo digital sino que forma parte de la propia Historia de La Fotografía, porque implica situaciones tan habituales como la congelación de un instante en movimiento, o simplemente por querer plasmar una realidad en blanco y negro cuando la vemos en color - entre otros ejemplos -, porque no hace falta recurrir a engaños o tratamientos excesivos para encontrarnos con esa realidad distinta.

Con todo ello, el gran daño a la Fotografía de antes y de ahora, sin lugar a dudas ha sido dejar la puerta abierta.

"Usted pulse el botón, nosotros hacemos el resto"

Ese menoscabo parte de premiar o valorar con mayor interés todo ese esfuerzo posterior tras separar la vista del ocular y el dedo del disparador. Y curiosamente para mí esos dos gestos en la fotografía, son ya de descanso, significan un trabajo hecho. La idea es hacer por ver algo admirable, no hacer por deslumbrar.

Esa manipulación (de siempre), algo que ya he tratado y repetido en otros artículos en esta misma web, ahora con lo digital cobra otra dimensión, la de una posible alteración más superficial - que no precisa - y finita pixel a pixel, cuando con la fotografía tradicional cristal a cristal es profundamente "a todas luces" inagotable.

REFLEXIÓN FINAL

Con la fotografía digital se juega con la comodidad de sus automatismos, se nos anuncia el ahorro económico "aparente" con respecto a su predecesora, se nos cuenta de ciertas mejoras con la inmediatez del trabajo, se nos vende con la posibilidad de un desparrame a velocidades finitas pero de vértigo, pero con todo ello quizás se menosprecia lo que en este artículo se ha venido demostrando que se pierde o reduce: "la calidad del momento", "la pobreza del contenido", "la estrechez del fondo" y el "recorte de la creatividad", aspectos que no se nos advierten con tanta importancia al comparar a la una con la otra.

Con la fotografía de película guardamos recuerdos en nuestra memoria con un apego muy distinto (ha sido de siempre una lucha contra el olvido), con la fotografía digital tan sólo almacenamos datos en tarjetas. Con la fotografía tradicional un grano es hermoso, en digital maquillamos los píxeles. Con la película o el papel teníamos algo entre manos, con la llegada digital se lo damos de comer "a los ratones" y se nos va de las manos con cada actualización. Podría seguir con las analogías y con las diferencias alargando una situación que agoniza del lado incorrecto y tradicional de la Historia, pero en resumen, con la fotografía digital se hace cómodo lo incómodo haciendo pequeño lo grande y haciendo que un instante sea inmediato. Pero con esa

comodidad olvidamos lo importante, y con esa pequeñez reducimos la calidad, y además al hacerlo inmediato, todo se pierde con el tiempo.

Sea como sea, la Fotografía Digital forma parte de La Fotografía y de su Historia y a ella se lo debe. La idea no es cambiar La Fotografía en su esencia, que no es otra que hacer que la visión del fotógrafo sea la misma que la visión del espectador.

La idea es guardar La Fotografía en El Tiempo, conservar el valor y la importancia de sus orígenes en su forma más básica, porque si para el proceso de exposición - de siempre - hay tres valores innegables e imprescindibles que son la luz, el tiempo y la sensibilidad, también hay otros tres valores inequívocos de siempre que no deben cambiar para el proceso de creación de una obra fotográfica que son: el fotógrafo, su cámara y un motivo.

Y mientras todo este sinsentido de aplastamiento digital, acabado hasta el agotamiento no acabe, no cabe duda que cuanto más conozco la fotografía digital y ésta más se acerca a pasos de gigante hacia el triunfo más definitivo para conseguir el Oro olímpico, a mí más me gusta quedarme atrás para conseguir la Plata.

Proyecto: 22.09.2014