

De qué hablamos cuando hablamos de bits

Textos por Bruno Moretti - Ilustraciones de Federico Oddone



Las cámaras de fotos digitales no son más que computadoras con una lente adelante de un sensor, y la función específica de tomar fotografías



Figura 1 - El sensor

En el mundo de la fotografía estamos bastante habituados a hablar de cuántos bits tiene determinado formato de imagen, que un JPG tiene 8 bits, que un RAW puede tener hasta 16 bits, que tal nueva cámara tiene un sensor que produce 14 bits, y así muchos ejemplos más, pero ¿de qué hablamos exactamente cuando hablamos de bits?

Antes que nada es importante aclarar que siempre que se habla de bits, en fotografía o en tratamiento de imagen en general, se habla de "bits por canal", entendiéndose por canal el color que representa ese canal. En imagen digital esos colores, o canales, son el rojo, el verde y el azul (RGB por sus siglas en inglés: *Red Green Blue*).

Desde que las computadoras hicieron su aparición, y hasta el momento, la unidad fundamental e indivisible que una computadora utiliza para su funcionamiento es el bit.

El bit es la unidad fundamental, y se entiende como una unidad capaz de estar en un estado de dos posibles. Y es por eso que se relaciona la computación con el sistema de numeración binario, o sea de unos y ceros.

Entonces, bajo ese régimen de unos y ceros, un bit, que puede estar en uno de dos estados posibles, será capaz de estar ya sea en 1 ó en 0.

A nivel electrónico el 1 representa un nivel de voltaje alto (por ejemplo 5V) y el 0 representa un nivel de voltaje bajo (por ejemplo 2V). De esta manera funcionan las computadoras, y no nos olvidemos que, desde que la fotografía es digital, nuestras cámaras de fotos no son más que computadoras con una lente adelante de un sensor (figura 1) y con una función específica: tomar fotografías.

Hasta aquí está claro qué es un bit para una computadora y cómo un bit es capaz de estar en uno de dos estados posibles.

Ahora bien, pongamos lo que dijimos hasta ahora en términos de combinaciones o, mejor dicho, cuántas cosas distintas se pueden formar combinando los elementos de que se disponen.

Supongamos que disponemos de un bit. ¿Cuántas combinaciones diferentes caben en un bit? Dos combinaciones. Habíamos dicho que un bit era capaz de estar en un estado de dos posibles, pues bien, o está en 1 ó está en 0, ésas son las dos únicas alternativas de las que disponemos.

Y ahora, para complicar un poco la cosa, supongamos que tenemos 2 bits. Tenemos un dispositivo cualquiera que es capaz de almacenar sólo 2 bits. ¿Cuántas combinaciones posibles se nos presentan si contamos con 2 bits? Hagamos las cuentas.

Las combinaciones de colores en bits se expresan como potencias de base 2, porque estamos trabajando en sistema binario, así para saber cuántas combinaciones son 8 bits basta con calcular 2^8 , que es igual a 256 combinaciones

Primero vamos a nombrar los bits que tenemos sólo para ordenarnos, digamos que, si tenemos 2 bits, al primero lo llamamos "bit A" y al segundo lo llamaremos "bit B".

Entonces, hagamos la lista de posibilidades:

1. Que el bit A esté en 0 y el bit B esté en 0
2. Que el bit A esté en 0 y el bit B esté en 1
3. Que el bit A esté en 1 y el bit B esté en 0
4. Que el bit A esté en 1 y el bit B esté en 1

Y se acabaron las posibilidades con 2 bits. Si cuento con 2 bits no puedo formar más de cuatro combinaciones diferentes: el 00, el 01, el 10 y el 11.

Ahora aumentemos la cantidad de bits (y de aquí ya podemos sacar una regla para calcularlos, no se crean que siempre vamos a tener que hacer la lista de combinaciones).

Supongamos ahora que contamos con 3 bits y hagamos la lista de combinaciones posibles. Ah, pero antes pongámosle nombre a ese tercer bit, llamémoslo, como no podría ser de otra manera, "bit C".

Vamos a organizar un poco la nomenclatura de modo que sea más práctico. En lugar de escribir todo como en el caso anterior, ahora vamos a hacerlo de la siguiente manera:

A=0, B=0, C=0 que es lo mismo a decir "Que el bit A esté en 0, el bit B esté en 0 y el bit C esté en 0".

Entonces:

1. A=0, B=0, C=0
2. A=0, B=0, C=1
3. A=0, B=1, C=0
4. A=0, B=1, C=1
5. A=1, B=0, C=0
6. A=1, B=0, C=1
7. A=1, B=1, C=0
8. A=1, B=1, C=1

Y se acabaron las posibilidades con 3 bits. O sea, si cuento con 3 bits puedo formar hasta ocho combinaciones diferentes: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 y 111.

Con estos dos ejemplos, ya podemos notar que de aquí se desprende la fórmula que dice que la cantidad de combinaciones posibles se calcula como 2 elevado a la cantidad de bits. O sea, los bits como potencia de base 2.

Así podemos calcular rápidamente cuántas combinaciones posibles nos da, por ejemplo, 8 bits, sin tener que hacer la lista de combinaciones. La cantidad de combinaciones con 8 bits es 2^8 , que es igual a 256. Con 8 bits, puedo crear 256 combinaciones distintas, y eso será 00000000, 00000001, ... hasta el 11111111. 256 combinaciones posibles de ceros y unos.

Con 8 bits puedo formar hasta 256 combinaciones diferentes, eso nos da 256 tonalidades diferentes por color, o sea una gama de 16 millones de colores posibles por píxel

Pero qué tiene que ver todo esto con la fotografía. Parece tan distante y abstracto...

No nos olvidemos de que una cámara digital no es más que una computadora con una lente adelante y con forma de cámara (y esto último no siempre es así) que cumple una función específica: sacar fotos. Y por eso es que ya es común entre los fotógrafos hablar de "los bits de un formato de archivo" o "los bits del sensor de la cámara", etcétera.

Entonces, ¿cómo se aplica este proceso combinatorio que nos brindan los bits a lo que usamos todos los días como fotógrafos?

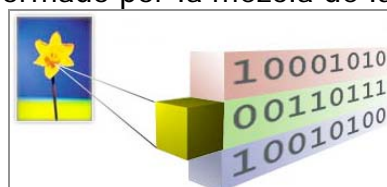
Sabemos que, entre los formatos más difundidos en fotografía, una foto JPG es de 8 bits, que un archivo TIFF es de 16 bits, que un archivo RAW (el crudo del sensor de la cámara) es de *hasta* 16 bits y que trabajando con Photoshop podemos crear archivos de 32 bits si quisiéramos, etcétera.

Recordando lo que dijimos al principio, cuando hablamos de bits en fotografía, hablamos de bits por canal, o sea, bits por color. Qué quiere decir esto: que una imagen JPG, que es de 8 bits, tiene 8 bits por canal, o sea, 8 bits para el rojo, 8 bits para el verde y 8 bits para el azul. Si lo llevamos a cifras de combinaciones serían 256 tonalidades de rojo, 256 de verde y 256 de azul. Y todo esto cabe en un píxel. Bien, apareció la palabra "píxel". Y acá está lo fascinante de todo esto, ahora un píxel es la unidad fundamental de una imagen. Pero, ¿acaso no era el bit la unidad fundamental? El bit es la unidad fundamental, en términos de niveles electrónicos, porque es capaz de estar en un estado de dos posibles (sistema binario) y eso es para cualquier sistema computacional, donde por supuesto también entran las cámaras digitales. El píxel es la unidad fundamental de una imagen, y está compuesto por uno de x estados posibles. ¿Cuántos estados posibles? Tantos como combinaciones posibles nos permita la cantidad de bits que ese tipo de imagen sea capaz de soportar.

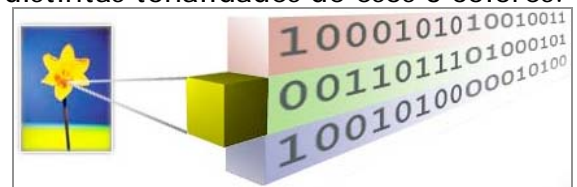
Supongamos el caso de la imagen JPG. Decíamos que tenía 8 bits, o sea, que es capaz de soportar 8 bits por canal, o sea, 24 bits POR PÍXEL (los 8 del rojo más los 8 del verde más los 8 del azul).

Pero entonces, ¿cuántos colores posibles podría tener un píxel de una imagen JPG? Decíamos que un píxel puede estar en uno de x estados posibles. ¿Cuánto es ese x para 8 bits por canal? Si son tres canales (RGB) será entonces $256 \times 256 \times 256 = 16.777.256$. Lo que comúnmente se conoce como 16 millones de colores.

Entonces, una imagen JPG puede albergar uno de esos 16 millones de colores por cada píxel. Sólo uno, lógicamente. Y ese color estará formado por la mezcla de las distintas tonalidades de esos 3 colores.



8 bits por color



16 bits por color

El formato RAW, por su diseño, es capaz de soportar por ahora hasta 16 bits, pero las cámaras actuales de más alta gama, fuera de las cámaras especiales, tienen sensores de hasta 14 bits

Sabemos que una imagen en formato RAW tiene hasta 16 bits. Digo hasta 16 bits, porque es la cantidad de bits capaz de soportar el formato de imagen, pero no quiere decir que los sensores de las cámaras fotográficas sean capaces de generar semejante cantidad de colores, por ahora. Por ejemplo, la Nikon D300 que se lanzó recientemente tiene 14 bits por canal en sus archivos RAW, la Canon 40D tiene 12 bits al igual que la Nikon D200, la Nikon D3 puede trabajar hasta en 14 bits, al igual que la Canon 1D MkIII.

Entonces, ¿cuántos colores es capaz de soportar un archivo RAW que sabemos que tiene hasta 16 bits? Hagamos las cuentas.

$2^{16} = 65.536$ combinaciones posibles por canal. O sea, 65.536 tonalidades de rojo, 65.536 tonalidades de verde y 65.536 tonalidades de azul. Si multiplicamos la cantidad de tonalidades de cada color nos da un total de 281.474.976.710.656 colores distintos. ¡Impresionante!

O sea, una imagen RAW o TIFF (ambas en 16 bits) es capaz de soportar uno de entre 281.474.976.710.656 colores posibles dentro de cada píxel.

Por todo esto es que siempre se dice que, si vamos a querer trabajar un poco con nuestras imágenes digitales, es mejor tomar las fotografías en formato RAW, porque tenemos muchos más colores a nuestra disposición para trabajar (profundidad de color). ¿Y cuántos más? ¿Es necesario hacer la cuenta? La cifra ni siquiera entra en la pantalla de las calculadoras comunes. Esa cifra se expresa como doscientos ochenta y un billones... y la diferencia en cantidad de combinaciones entre un RAW (o un TIFF) y un JPG será, a grandes rasgos, 281 billones menos 16 millones... O sea, esos 16 millones, casi no restan nada a la cuenta. La diferencia es gigantesca.

En las figuras 2 y 3 se muestra cómo un color que debería ser degradado continuo (el cielo) se hace escalonado por la falta de colores.



Figura 2



Figura 3

El rango dinámico es la forma en que se distribuyen los bits (o mejor dicho las combinaciones de colores) dentro de los distintos pasos de diafragma, otorgándole a cada nivel de luminosidad una cantidad de combinaciones fija y lineal

Y ahora, todo esto que sabemos debemos aplicarlo a entender cómo funciona el rango dinámico de las cámaras, que vendría a ser cómo se distribuyen estos bits dentro de los distintos diafragmas o niveles de luminosidad de las cámaras. De esa forma vamos a comprender de modo muy gráfico las verdaderas ventajas de contar con el formato RAW.

Pero esto es más que suficiente para hablar largo y tendido sólo de este tema, así que bien podríamos dejarlo para la próxima entrega. Como adelanto, y para ir introduciéndonos en el tema, podemos decir que los sensores actuales cuentan con un rango dinámico de entre 5 y 8 pasos de diafragma (o hasta 10 dependiendo del tipo de medición). O sea, en el caso de un RAW de 12 bits (la mayoría de las cámaras actuales descontando las de más alta gama tienen sensores de 12 bits) tendremos $2^{12} = 4096$ tonalidades por canal que deberemos distribuir en -para este caso práctico, por ejemplo- 5 diafragmas. ¿Y cómo se distribuyen? La mitad en las altas luces (2048 tonalidades) y el resto de forma lineal (de a mitades) hasta llegar a las sombras profundas, a la cual le corresponderán 128 tonalidades. Pero, repito, dejemos la complejidad del rango dinámico para la próxima entrega.

Todo lo que acabamos de explicar no es más que una fundamentación de cómo funciona algo con lo que trabajamos todos los días y nos permite apreciar cuán grandes son las diferencias cuando hablamos de diferencias.

Textos por Bruno Moretti
Ilustraciones de Federico Oddone