SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA DIGITALIZACIÓN

Pablo Ruiz
Centro de Tecnología de la Imagen de la Universidad de Málaga

Introducción

La era digital que acaba de comenzar ha abierto todo un abanico de nuevas formas de gestión, divulgación, conservación, etc., de nuestras colecciones de imágenes fotográficas. Esta transformación se ha producido en los últimos años impulsada por la necesidad de adaptación, de forma un tanto rápida y acelerada, a las nuevos instrumentos digitales.

Las grandes empresas de tecnología punta comenzaron, a mitad de los '90 del siglo pasado, una trepidante carrera por el cambio de la sociedad analógica y mecánica, en una sociedad codificada en unos y ceros. Todos los ámbitos sociales, inspirados por lo que se ha llamado "nuevas tecnologías" se han apresurado a subirse a ese tren en marcha que se llama mundo digital, impulsado por la locomotora de la comunicación en red.

Actualmente disfrutamos, en nuestras casas y puestos de trabajo, de una gran ventana abierta a todo el conocimiento, al que podemos acceder de forma independiente y personal. Esta nueva forma de comunicación, que parece casi un milagro –como lo fue en su momento la radio o la televisión-, se fundamenta en el simple hecho de poder sistematizar el amplio universo humano en un código binario fácilmente interpretable por las máquinas.

De esta manera, se ha conseguido transformar nuestro complejo mundo, lleno de matices, en un sistema comprensible por dispositivos de todo tipo. En esta situación, todos los aspectos de nuestra vida se han visto forzados a seguir el rumbo del cambio tecnológico. Como no podía ser menos, el mundo de la cultura y, concretamente, el de los archivos y museos, ha tenido que evolucionar para evitar quedarse atrás y tener que remar contra corriente.

Los remos que han ido impulsando la adecuación de nuestros archivos y museos a la nueva realidad, se fundamentan en dos aspectos principales:

1º) La codificación de todos los elementos de información creados en los sistemas analógicos –la nueva información se crea ya codificada-.

2º) La adaptación de las estructuras intelectuales de organización, control, y gestión, a los nuevos usos -por ejemplo, traduciendo nuestras descripciones de objetos fotográficos en modelos de metadatos para facilitar su acceso vía Internet-.

Con el paso del tiempo se ha podido constatar que este esfuerzo para subirnos al tren de los nuevos usos de la información, no resulta tan sencillo. La puesta en marcha de proyectos de digitalización se ha visto afectada de forma directa por la inestabilidad que produce la fulminante evolución de las tecnologías.

Durante los primeros años de asentamiento y evolución del mundo digital hemos tenido que observar, y aprender de los errores. Con la experiencia adquirida, se está trabajando, desde múltiples instituciones internacionales, para desarrollar métodos que faciliten la constante adaptación que requieren los proyectos de digitalización.

Por esta razón, para poder obtener un adecuado rendimiento de los esfuerzos que requiere la evolución hacia la conversión digital de nuestras colecciones de fotografía, se está fomentando la creación de ciertos modelos de control de calidad, aplicables a las distintas facetas que afectan este tipo de proyectos.

Un ejemplo muy interesante de todo esto lo encontramos en VADS (Visual Arts Data Service)[1]. Este servicio tiene, entre sus múltiples apartados uno que se llama “Guides for Good Practice”, en el que encontramos toda una serie de recomendaciones para poder realizar proyectos de conversión digital de colecciones de fotografía.

Dentro de esta guía práctica, podemos hallar información acerca de la gestión, la preservación, la difusión, la organización, la digitalización, etc. No obstante, lo más interesante de todo, es que, además de funcionar como una guía de recomendaciones -porque es imposible crear normativas dentro de un ámbito tan heterogéneo como es el campo de las artes visuales-, actúa como un estamento dedicado a garantizar unos mínimos niveles de calidad en la elaboración y ejecución de proyectos de digitalización de imágenes. Así, si una institución en el Reino Unido quiere obtener fondos públicos para la realización de un proyecto de conversión digital, debe, como mínimo, trabajar aplicando dichas recomendaciones en la planificación del proyecto. Con este tipo de medidas, se intenta que las necesidades concretas de los originales y de la institución, se conjuguen junto con las propias del proyecto de digitalización, haciéndolo flexible y adaptable a los cambios en la tecnología y en los usos.

La flexibilidad es uno de los conceptos más importantes para evitar la obsolescencia prematura de los proyectos de conversión digital. La recopilación de datos durante la puesta en marcha del proyecto es una de las herramientas que nos ayuda a conseguir dicha flexibilidad. Los datos recopilados, normalmente, se obtienen a través del empleo de sistemas de control de calidad sobre las distintas facetas del proyecto. Por ejemplo, revisando y comprobando nuestro método de descripción, tanto para la gestión interna del fondo, como para la confirmación de la eficacia de los sistemas de recuperación de información por parte de los usuarios. O, como en el caso que nos ocupa, tomando datos de la realidad del sistema de captura digital empleado para la codificación de nuestros originales a través de los sistemas de control de calidad.

Es importante recordar, que la planificación también debe trabajarse bajo un cierto grado de flexibilidad. Sobre todo, teniendo en cuenta que el mundo digital es un mundo vivo en constante cambio. Por lo tanto, una buena solución podría ser la creación, desde el primer momento, de herramientas capaces de facilitarnos la constante readaptación.

Estas herramientas pasan por lo dicho anteriormente. Si somos capaces de tomar datos relevantes sobre las distintas fases necesarias para la gestión de nuestros fondos en el mundo digital, podremos evitar tener que empezar de cero cuando nuestro sistema no pueda seguir la estela de las nuevas tecnologías.

Así pues, la planificación, la recopilación de datos y el empleo de métodos de control de calidad de los trabajos realizados sobre nuestro fondo, son los aspectos que nos pueden ayudar a remar eficazmente en la nueva corriente de la era digital.

Nuevos métodos de trabajo

La transformación de la información contenida en las imágenes fotográficas en un código binario, forma parte de toda una estructura de trabajo que tiene como objetivos: la preservación de los originales, la organización para la gestión del fondo –con una doble dirección interna-externa-, y la divulgación del contenido y de los originales.

La puesta en marcha de esta estructura de trabajo necesita la previsión de una serie de acciones que podrían organizarse de la siguiente manera:

FONDO FOTOGRÁFICO NO OPERATIVO

Acciones sobre los originales.

Acciones sobre la gestión documental.

Acciones sobre la conversión digital.

Acciones sobre las estrategias de divulgación.

Acciones sobre los métodos de preservación.

FONDO FOTOGRÁFICO OPERATIVO

En el caso que nos ocupa, vamos a centrarnos en lo que se viene a denominar conversión digital[2]. La experiencia adquirida en el mundo de la captura digital, nos ha hecho familiarizarnos con un nuevo léxico y toda una serie parámetros de actuación, relacionados con los métodos de codificación digital de la información contenida en nuestros originales fotográficos. Sin embargo, la evolución técnica sigue su marcha incesante, y ahora que comenzamos a entender los métodos de trabajo, nos encontramos con la posibilidad de desarrollar mejores resultados introduciendo en nuestra cadena de acciones algunas de las nuevas pautas de trabajo.

Hasta hace poco, los métodos que utilizábamos para comprobar la calidad de nuestras imágenes escaneadas se fundamentaban, exclusivamente, en la observación empírica de los resultados mediante la comparación visual de las imágenes en nuestros monitores, o en las copias impresas de esas imágenes convertidas en ficheros digitales. Los sistemas de control de calidad eran caros y difíciles de aplicar; su uso estaba restringido a las grandes industrias y a ciertas universidades extranjeras. No obstante, el continuo desarrollo de programas informáticos, ha ido produciendo una serie de herramientas capaces de realizar mediciones de valores que muestran la verdadera calidad de las imágenes codificadas mediante los equipos que pueda haber en cualquier institución. Uno de ellos es el *Imatest*[3], que resulta asequible económicamente, a la par que preciso y sencillo en el manejo –profundizaremos en él más adelante-.

De esta manera, actualmente la conversión digital puede articularse en las siguientes acciones:

1. Preparación del espacio de trabajo para evitar daños a los originales durante la conversión digital.

2. **Realización de pruebas de calidad con respecto al tipo de original a escanear.**

3. Ajuste de los métodos de conversión digital para la obtención de la máxima calidad de la reproducción.

4. Delimitación de las necesidades de resolución máxima con respecto a la resolución de máxima calidad que nuestro sistema de codificación nos aporta.

5. Comprobación del sistema de edición con respecto a la eficacia entre los ajustes de imagen y el tiempo empleado.

6. Definición del tipo, formato, y tamaño, de las imágenes master.

7. Definición del tipo, formato, y tamaño, de las imágenes derivadas.

8. Ajustes y comprobación del “work flow”.

9. Medición del rendimiento.

En esta cadena de trabajo, observamos que el segundo punto es el que marca la diferencia con los métodos hasta ahora utilizados. Tal y como entendemos nosotros, la finalidad de estas pruebas de control de calidad no va encaminada a determinar si en nuestra institución disponemos de equipos de captura digital mejores o peores. El objetivo

principal, es el conocimiento preciso y concreto de cómo nuestro sistema de codificación crea esos códigos, que luego podemos ver en las pantallas de nuestros ordenadores, y cómo conociendo estas limitaciones reales, podemos adaptar nuestro sistema de trabajo para ajustar los parámetros y obtener las reproducciones que más se ciñan a nuestros originales, sin olvidarnos de tomar los datos que marcan las verdaderas desviaciones entre nuestro original y su reproducción codificada.

Nuestro sistema de trabajo dependerá siempre de la situación particular de cada institución, y del tipo de originales fotográficos que conformen nuestra colección o fondo. En muchos casos, ya se tiene una larga experiencia porque se lleva afrontando la digitalización de las imágenes desde hace algún tiempo. Otras instituciones subcontratarán la codificación de sus fotografías según lo vayan necesitando, y habrá algunas que trabajen con talleres de formación en los que se enseñe a jóvenes profesionales. Estas variables independientes a cada institución no son determinantes. Siempre, en cualquier momento, podremos comenzar a adaptarnos a la evolución tecnológica.

Sin embargo, sí son los originales los que nos van a ir marcando sus necesidades de escaneo. Los parámetros y la resolución que podamos emplear para codificar, una placa de 9x12, un autocromo, un negativo blanco y negro de 35 milímetros, o una tira de diapositivas color de 120, por poner algunos ejemplos, no serán los mismos, incluso usando el mismo escáner y el mismo ordenador.

Llegados a este punto, resulta importante aclarar dos conceptos:

En primer lugar, mayor calidad de imagen no es igual a mayor resolución. La resolución en imagen digital se ha venido asociando a la calidad de imagen, pero en realidad es un parámetro que indica, en valores de alto por ancho, el tamaño de una imagen expresado generalmente en píxeles por pulgada. En realidad, no expresa ninguna información acerca de cómo son esos píxeles, cuál es su nivel de ruido, su acutancia, su gamma, etc. Estos conceptos sí indican y concretan valores de calidad de imagen –los explicaremos en detalle más adelante-.

En segundo lugar, existe una relación directa entre tamaño de original y resolución "óptima"[4]. De este hecho podemos deducir que "el tamaño sí importa". Si partimos de originales pequeños, por ejemplo negativos de 35 milímetros, nos pasará como en la fotografía convencional cuando ampliamos una imagen: cuanto más grande sea el grado de ampliación de la señal digital, peor será la calidad de ésta.

Por otra parte, siguiendo con el esquema anterior, una vez hayamos tomado los datos que indican la verdadera calidad de lo que nuestros sistemas de codificación de imágenes pueden hacer, con respecto al tipo de originales con los que vayamos a trabajar, podremos realizar los ajustes necesarios para obtener los mejores resultados.

Estos ajustes se llevan a cabo sobre aspectos como el contraste, la profundidad de color, los filtros de enfoque, y las distintas herramientas que nos proporcionen nuestros programas informáticos de captura digital. Esos ajustes nos ofrecerán un método de trabajo, dentro del cual encontraremos una resolución –tamaño de imagen-, que sea la óptima para el tipo de original con el que estemos trabajando.

Esta codificación de nuestro original será la mejor que podamos obtener con nuestros equipos y métodos de trabajo. Pero sobre todo, habremos podido tomar datos sobre cómo es en realidad ese código en términos de señal de imagen digital. Y por otra parte, habremos obtenido una información muy importante cuando en el futuro cambien los sistemas y se necesiten readaptar las imágenes digitales a los nuevos valores de uso.

La introducción, en nuestra cadena de trabajo, de un sistema de control de calidad que nos indique claramente cómo estamos transformando nuestros originales fotográficos en

códigos digitales, no es un esfuerzo gratuito. Gracias a esa constante evolución tecnológica de la que hemos hablado, actualmente podemos tomar datos precisos, sin grandes esfuerzos, de nuestro sistema de conversión digital, pudiendo aportar un control científico a nuestra cadena de trabajo. En esta situación, comenzaremos a transformar la digitalización de nuestros originales en un sistema eficaz de preservación y difusión del legado visual de nuestra institución.

Sistemas de reproducción

Los sistemas de codificación digital mantienen una gran similitud con los sistemas de reproducción fotográficos convencionales. Para la transformación en unos y ceros de nuestras imágenes, utilizamos un sistema que emplea, junto con una lente, una fuente de luz que actúa sobre el original, y un material sensible que la recoge. Por lo tanto, es factible pensar que muchas de las leyes físicas que afectan a los sistemas de reproducción fotográficos, afectarán asimismo, a los sistemas de captura digital. En este sentido, si queremos conocer la respuesta real de nuestros equipos, deberemos considerar el análisis de algunos parámetros que llevan muchos años siendo aplicados para el control de la fotografía convencional.

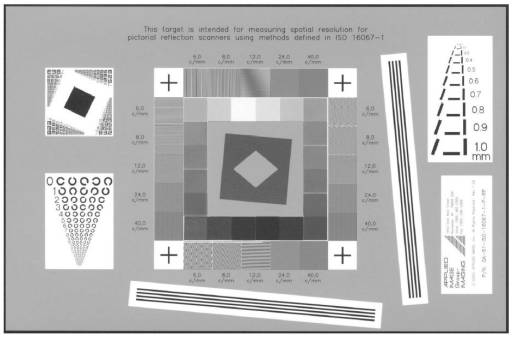
Existe una larga tradición de sistemas de control científico sobre las particularidades propias de los sistemas ópticos de captación de la realidad –fotografía-. Desde el propio comienzo de la fotografía se buscaron métodos para el control sistemático y científico del efecto de la luz sobre los materiales sensibles. Así, por ejemplo, Claudet[5] inventó, ya en 1848, un instrumento para determinar la sensibilidad de los daguerrotipos. Sin embargo, no fue hasta 1890 cuando Hurter y Driffield[6] establecieron el primer método de control densitométrico de la reproducción fotográfica. El desarrollo de lo que se ha venido a llamar curva característica, ha sido la base para el gran avance en los estudios sobre los métodos científicos para el análisis y control de los sistemas de reproducción fotográficos.

Por supuesto, los sistemas de control de la calidad de la reproducción fotográfica han cambiado mucho. Los trabajos científicos de Kenneth Mees[7] y mucho otros, junto con la introducción de equipos de medición, sensitómetros, densitómetros, colorímetros, espectrofotómetros, han proporcionado el desarrollo de multitud de sistemas para el control científico de los sistemas de reproducción. En la actualidad, con la introducción del universo digital en la producción fotográfica, hemos tenido que adaptarnos a las limitaciones de los nuevos equipos. Por suerte, la evolución de los mecanismos de control de la reproducción fotográfica, nos ha facilitado la aplicación de los ajustes que requieren los distintos periféricos para obtener reproducciones fotográficas aceptables –por ejemplo, el calibrado y perfilado-.

También es importante recordar, que la conversión y transformación de unos sistemas fotográficos en otros, forma parte del propio concepto de fotografía. La invención de la fotografía fue posible porque todos los agentes involucrados tenían en mente la idea de otorgar al mundo un sistema de creación y repetición de imágenes obtenidas directamente de la naturaleza. Con esta idea, se fueron creando multitud de sistemas -adaptados a las evoluciones tecnológicas de cada época- para la creación de fotografías. Cuando, por una u otra razón, se necesitaba reproducir imágenes fotográficas que habían sido creadas con procedimientos que se habían quedado obsoletos, se procedía a la migración de la información de unos soportes a otros. Esto es exactamente lo mismo que se está haciendo con las colecciones de fotografía histórica para adaptarlas a las nuevas necesidades.

El método científico

Los métodos científicos de análisis trabajan con la utilización de elementos que aporten parámetros concretos, definidos, y mensurables. En el mundo de la fotografía –digital o convencional- se utilizan una serie de escalas y cartas calibradas. Estas cartas calibradas son de muchos tipos, y existen muchas empresas que las comercializan, pero todas ellas suelen estar fabricadas bajo normativas internacionales. Toda la industria de producción de fotografía utiliza estas cartas calibradas para ajustar sus equipos, calibrando impresoras, printers, escáneres, offset, etc. También se usan para el ajuste de perfiles de captura, de perfiles de monitores, de perfiles de salida para sistemas de impresión, etc. En nuestro caso las utilizaremos para medir la respuesta de los equipos de captura digital.



Los sistemas digitales funcionan capturando la señal de onda de la luz de tal manera que ésta pueda ser codificada en sistema binario. Por lo tanto, la mayoría de los sistemas de medición del comportamiento de las cámaras y escáneres, funcionan analizando los valores de esa señal –frecuencia de onda-, y cómo el sistema responde ante ellos. Estas mediciones resultan más sencillas si utilizamos cartas calibradas como éstas. Existe una gran variedad de cartas de calibración, cada una de ellas está creada para propósitos específicos. Aquí referimos algunas de ellas:

- QA-61 Reflective scanner test chart (iso-16067-1).
- QA-62 SRF & OECF #2 scanner test chart.
- ST-51 EIA halftone gray scale.
- QA-69 Picture / check size color scanner target.
- QA-72 ISO-12233 digital still-camera resolution chart.
- IT 8.7 calibration targets. (Serie de escalas de calibración de color).
- Gretagmacbeth™ colorchecker color calibration target.

Ejemplo reflective test chart (ISO-16067-1).

Otro aspecto a tener en cuenta para trabajar bajo métodos científicos, es que se debe actuar analizando las variables de una en una. De esta forma, conseguiremos observar los cambios concretos que se producen en cada apartado que deseemos comprobar. Por lo tanto, si queremos verificar las diferencias que encontramos al realizar una captura digital a distintas resoluciones, únicamente haremos variaciones sobre este campo. Una vez comprobado que con una determinada resolución de captura obtenemos los mejores resultados, podremos pasar a examinar otros factores. En este caso, mantendremos fija la opción de la resolución al valor que consideremos más adecuado, y pasaremos a analizar una por una las demás variables, por ejemplo el contraste, o los filtros de enfoque, o los valores de profundidad de color, etc.

Por lo tanto, el método científico exige la utilización de elementos constatables y fijos, junto con el estudio independiente de cada una de las variables que consideremos importantes. En el caso de la fotografía, existen dos formas de objetos fotográficos analógicos que nos aportan las dos variables principales. Independientemente del equipo que se utilice para la codificación de los originales, siempre existirá la necesidad de escanear unos objetos fotográficos legibles mediante luz transmitida –negativos y

transparencias-, y otros originales fotográficos legibles con luz reflejada –lo que se suele denominar copias positivas-.

La utilización de la luz para proyectar la imagen fotográfica sobre el sensor de nuestro equipo, o que sea la luz que refleja nuestro original la que llegue al sensor, son dos aspectos físicos que nos aportarán resultados muy diferentes, incluso utilizando el mismo dispositivo. Como ya hemos dicho antes, son los originales fotográficos los que determinan la utilización de nuestros equipos de reproducción y, por supuesto, nos podemos encontrar tantas variables como tipos de objetos fotográficos existen. No obstante, éstas no son tan relevantes en cuanto al control de calidad de nuestros sistemas de digitalización se refiere. Sin embargo, el tipo de iluminación que utilicemos para su lectura sí marca grandes diferencias con respecto a las capacidades reales de las cámaras o los escáneres.

Partiendo de estas bases podemos comenzar a analizar el comportamiento de los sistemas de codificación digital. Con respecto a la imagen digital, los siguientes factores son los que deberemos considerar para comprobar la respuesta de nuestro sistema.

A) Aberración cromática.

En óptica, la aberración cromática, se produce porque las lentes tienen diferentes índices de refracción para las distintas longitudes de onda de la luz. Esto provoca que cada color en el espectro lumínico no pueda enfocarse en un único punto del eje óptico.

Existen dos tipos; longitudinal, donde los diferentes colores forman su foco en planos distintos. Y, lateral, donde la longitud focal de la lente, por lo tanto, la ampliación, es diferente para cada color. La aberración cromática lateral causa un efecto muy visible, un borde irregular de color, conocido *coulor frimgering*. Normalmente se mide la aberración cromática lateral.

Las aberraciones cromáticas de las lentes son más aparentes en los bordes de la lente que en el centro. Por esta razón es conveniente medirlas en los extremos y hacer un calculo medio para el conjunto de la lente. Actualmente, el uso de lentes apocromáticas, ha reducido mucho el efecto degradante de la aberración cromática en los sistemas fotográficos.

B) Contraste –en términos de valor de gamma-.

Es un dato que relaciona niveles de píxeles, en la imagen, con el brillo del monitor o la copia. En los monitores encontramos que: luminancia = nivel de píxel^{gamma}. Mientras que en una cámara o un escáner la referencia es: nivel de píxel = brillo^{gamma}.

Gamma es equivalente a contraste. Esto se observa en las curvas de reproducción tonal en fotografía convencional que muestran el contraste como una escala logarítmica. Gamma es la pendiente media de esa curva.

El mayor problema del uso de los sistemas digitales, es que los sensores (CCD) producen señales de bajo contraste. Este aspecto ayuda a producir imágenes con un mayor rango dinámico. Al menos en teoría, porque en los análisis llevados a cabo sobre distintos dispositivos de captura, se han encontrado gammas bajas, y rangos dinámicos no demasiado amplios para lo que cabría esperar.

Otra particularidad es que las salidas de los equipos digitales -monitores por ejemplo- no pueden seguir exactamente la curva de gamma exponencial. Una curva de reproducción tonal -normalmente una curva “S”- suele ser superpuesta en la curva de gamma de la imagen, para incrementar el contraste visual sin perjudicar al rango dinámico. Este tipo de curvas incrementan el contraste en los tonos medios mientras

que lo reducen en las altas luces y las sombras. Cuando se selecciona la gamma en el programa de escaneo, estamos indicando al sistema cómo queremos que sea esta curva superpuesta.

La curva de reproducción tonal también puede ser adaptada: la gamma se puede incrementar para escenas de bajo contraste, o reducir para imágenes muy contrastadas. Estos ajustes son parecidos a los del revelado (N-1, N, N+1, etc.) que Ansel Adams usó en su sistema de zonas.

C) MTF

La definición en un sistema fotográfico se determina mediante un valor que llamamos función de transferencia de modulación (*Modulation Transfer Function,* MTF). También es conocido como respuesta de frecuencia espacial (*Spatial Frequency Response, SFR)*. Este parámetro indica el contraste de un patrón en una frecuencia espacial dada, generalmente en relación con frecuencias espaciales bajas.

MTF es la respuesta espacial de la frecuencia de un sistema digital o uno de sus componentes. Normalmente, se mide en ciclos por píxel o par de líneas por milímetro. Un ciclo es un periodo completo de repetición de una señal. Es usado para medir la frecuencia. Un ciclo es equivalente a un "par de líneas". A veces, por razones históricas, se emplea "ancho de línea" –un par de líneas es igual a dos anchos de línea-. El término "líneas", a secas, debe ser evitado cuando se describe frecuencia espacial, porque es intrínsecamente ambiguo. Normalmente significa "ancho de línea", y a veces es utilizado, sin cuidado, como "par de líneas".

Por otra parte, algunas representaciones de los gráficos del MTF, nos aportan información sobre la acutancia del sistema. La acutancia es la capacidad de representar los cortes entre zonas de alto contraste -blanco y negro- de forma precisa, como un corte con un cuchillo afilado. Una imagen parece mejor enfocada cuando las líneas divisorias entre zonas adyacentes son perfectamente distinguibles y precisas. El enfoque decae cuando las distintas áreas tonales se suman unas a otras, o cuando las densidades en los bordes cambian gradualmente por medio de una sucesiva escala de grises. Una imagen con una acutancia más alta parece tener una mejor definición, aunque un aumento en el acutancia no aumente la resolución verdadera. Además, nos podemos encontrar con sistemas que nos aporten un poder de resolución aceptable pero una mala acutancia, y sistemas que nos aporten una mayor acutancia pero peor nivel de resolución.

Es importante recordar que el término resolución no tiene una única definición. Se puede expresar de muchas maneras, algunas de las cuales pueden ser erróneas. En términos generales, resolución hace referencia a cualquier medida de un sistema fotográfico, digital o no, que exprese su capacidad de resolver detalles finos. El ratio de píxel por pulgada de un escáner es siempre llamado resolución. Esto puede ser muy erróneo. Por ejemplo, escáneres baratos de sobre mesa pueden llegar a tener un poder de resolución –expresado en el ratio de píxeles por pulgada-, tan grande como los escáneres buenos de películas. Un método que parece más eficaz para obtener datos fiables de la resolución real es el que nos aporta el MTF50.

Para medir la capacidad de resolución de nuestro sistema de captura, se utiliza normalmente el MTF50. Es la frecuencia espacial donde el contraste de una imagen es la mitad (50%) que el contraste presente a bajas frecuencias. MTF50 es una medida excelente para percibir la nitidez porque el detalle disminuye pero todavía es visible, y porque está en la región donde la respuesta de la mayoría de los equipos digitales decae más rápidamente. Es muy válido para comparar la nitidez de distintos equipos.

Además, debemos mencionar que las altas frecuencias espaciales corresponden a los detalles finos en la imagen. Cuanto más amplia sea la respuesta, más fino será el detalle, y mejor la definición de la imagen.

D) Nivel de frecuencia Nyquist.

Representa el punto de mayor nivel de frecuencia espacial donde un sensor digital puede obtener información real. Cualquier información por encima de este nivel que alcance el sensor es *aliased* –imitada, copiada, clonada- a la información de las frecuencias justo inferiores, creando unos patrones repetitivos del tipo *moire*, bastante molestos. Este tipo de efectos se denomina *Aliasing*[8].

Una alta respuesta de la MTF por encima de la frecuencia Nyquist indica grandes problemas de *aliasing*. El efecto visible es peor cuando el *aliasing* parte desde el sensor; es entonces cuando se presenta en el enfoque. No es fácil concluir en las curvas de MTF cuál de estos efectos es el dominante.

Lo ideal sería encontrar un sistema lente/sensor que tuviera un valor de MTF igual a 1 antes de alcanzar el nivel de frecuencia Nyquist, e igual a 0 por encima de éste. Desafortunadamente esto no es factible en sistemas ópticos. Una solución de la industria ha sido el diseño de filtros anti-aliasing (lowpass), pero su uso siempre implicará una pérdida en la acutancia de la imagen.

En la mayoría de los escáneres se utiliza este tipo de filtros. Suelen ser montados dentro del sistema y no suelen ser mencionados en las especificaciones técnicas de los equipos. La sensación que producen es un efecto de pérdida de enfoque en las imágenes escaneadas.

E) Nivel de ruido.

Son variaciones aleatorias de la luminancia de una imagen que provocan el efecto de grano en una película, u oscilaciones electrónicas en un sensor digital que se aprecian como perturbaciones de los niveles de los píxeles.

Es uno de los factores más importantes en cuanto a calidad de imagen se refiere. Se produce por el efecto de las características físicas de un fotón de luz, junto con la energía térmica del calor que se produce al incidir sobre la superficie del sensor o la película. Esto indica que siempre estará en nuestro sistema de fotográfico. No obstante, el nivel de ruido se puede mantener bajo, casi imperceptible.

Los escáneres suelen incluir filtros antirruido para mantener los niveles de ruido en valores aceptables. El efecto contrario que producen estos filtros, es la degradación de la acutancia –enfoque- de la imagen, produciendo un efecto de pérdida de definición.

Existe una gran variedad de mecanismos por los que se produce ruido en nuestras capturas digitales. Por ejemplo, el número de fotones que alcanzan un mismo píxel. De esta manera, en equipos con elementos fotosensores grandes (píxeles), de 5 micras cuadradas o más, el nivel de ruido suele ser muy bajo. Sin embargo, en sensores de píxeles pequeños el ruido puede ser un problema.

El ruido suele ser menor en las zonas claras de la imagen, donde la respuesta tonal de la curva “S” de corrección de contraste superpuesta –mencionada anteriormente- reduce el contraste y, por lo tanto, el ruido. Además, en los sistemas digitales podemos observar cómo el nivel de ruido de una imagen es diferente para cada uno de los canales RGB. Normalmente, el canal azul es el que presenta mayor nivel de ruido. También, es importante recordar que el efecto de ruido depende del grado de ampliación de la imagen. En el mundo digital esto quiere decir que capturando

nuestros negativos a resoluciones muy altas produciremos imágenes con mayor nivel de ruido.

F) Rango dinámico.

Es el rango de exposición dentro del cual un equipo puede producir una respuesta tonal aceptable. Normalmente se mide en f-stops. También se le suele llamar rango de contraste o de exposición. De él depende la latitud de exposición de un equipo fotográfico.

Por lo general, cuanto más amplio es el rango dinámico más facilidad tendrá el sistema de reproducir los detalles, tanto de las luces como de las sombras. Por lo tanto, podemos pensar que cuanto mayor sea el rango dinámico, tendremos mejores imágenes[9]. La realidad es que la mejora en el rango dinámico se consigue sacrificando otras cualidades de la imagen, como por ejemplo el contraste.

En la práctica de la imagen digital, el rango dinámico está limitado por el ruido, que tiende a ser peor en las zonas oscuras. El rango dinámico puede ser definido como el rango total sobre el cual el ruido permanece bajo unos niveles aceptables. Cuanto menor es este nivel de ruido, mejor es la calidad de la imagen.

G) Representación del color –desviación cromática-.

El color es una sensación que se produce en el observador a través de las longitudes de onda, producidas por una fuente de luz, y que son modificadas por un objeto. En definitiva, el color es una sensación, como la del olor, o el oído, que depende en gran medida de la subjetividad de la persona que lo siente.

Asimismo, los sistemas digitales disponen de una sensibilidad espectral concreta, que limita su habilidad para reproducir el color. La mayoría de las sensibilidades espectrales de las cámaras digitales y de los escáneres, no pueden reproducir las transformaciones lineales de las sensibilidades del espectro visual del sistema humano. Ésta es una de las principales razones por las que los sistemas digitales producen desviaciones cromáticas.

Por lo tanto, el análisis de la correspondencia del color del original con el de su reproducción puede ser bastante complicado, sobre todo teniendo en cuenta que utilizamos medios diferentes para comprobar dicha correspondencia. Como resultado el monitor de nuestro ordenador producirá unas sensaciones cromáticas distintas a las que podamos observar en nuestros originales.

La exactitud del color es un factor importante pero ambiguo de la calidad de la imagen. Algunos observadores podrán preferir una mayor saturación de la imagen, otros no. Además, no siempre la reproducción más exacta del color es la más agradable. En cualquier caso, es importante medir la respuesta de color de nuestro sistema para poderla ajustar a nuestras necesidades.

Con el fin de reducir al mínimo las variables subjetivas, podemos utilizar sistemas de análisis como el ColorCheck del Imatest, que compara los valores de una carta de color como la GretagMacbeth™ ColorChecker, medidos bajo unos parámetros controlados, con la información de color de nuestro fichero digital. No obstante, este método solo nos permite analizar originales opacos. Las transparencias y los negativos, necesitan unos sistemas mucho más complicados para el análisis de sus desviaciones de color.

H) Reproducción tonal.

Un último concepto asociado a la reproducción de imágenes, sobre todo monocromas, es la reproducción tonal[10]. Este concepto hace referencia al grado de coincidencia de los rangos de luminancia del original, con los de su reproducción, y es uno de los aspectos más importantes en cuanto a la calidad de imagen. Si la reproducción tonal de una imagen es correcta, ésta será considerada aceptable, incluso si otros parámetros no son óptimos.

La reproducción tonal es aplicable sólo en el contexto de la captura o de la exposición. Esto significa que se debe analizar en función del dispositivo final de visionado. Los sistemas digitales necesitan unos controles apropiados, para conseguir que las imágenes con rangos dinámicos altos, puedan ser representadas en equipos de rangos dinámicos más limitados. Por ejemplo, las impresiones en papel, los monitores CTR o LCD, o cualquier sistema de proyección, disponen de rangos dinámicos propios y, sobre todo, mucho más comprimidos que los rangos tonales de nuestro sistema visual. La solución propuesta por la industria digital, es realizar mediante un mapeado –mapping, en ingles-, un traslado de los valores tonales del original sobre el sistema de visionado. Esto se consigue con la utilización de sofisticados algoritmos matemáticos que afectan al contraste de la imagen, y se aplican por medio de los sistemas gráficos de los ordenadores. La mayoría de estos sistemas trabajan para que la compresión tonal se produzca en los valores de luminancia. Lo que se intenta, es que el traslado del rango tonal, no afecte al contraste natural de la imagen, preservando la información de color.

Por otra parte, la reproducción tonal está intrínsecamente relacionada con valores como el rango dinámico, el nivel de ruido, y el contraste. Por este motivo, se suele trabajar analizando estos valores, para poder medir las cualidades de la respuesta de reproducción tonal que nos proporciona un determinado equipo de captura digital.

Todos estos conceptos nos ayudan a definir la respuesta de la señal digital que representa a nuestros originales en los sistemas informáticos. Además, no son conceptos que funcionen de forma aislada. La calidad de un equipo de captura digital, se ve afectada, por un lado, por la influencia de unos parámetros sobre otros. Y por otro, por la existencia de toda una serie de condicionantes técnicos dentro del sistema de trabajo que afecta a los resultados que podamos obtener. Para poder aislar estas variables, y trabajar dentro de un método de análisis apropiado, lo más importante es anotar el modo de trabajo, indicando que con un escáner concreto, con un ordenador que tiene una tarjeta gráfica específica, un monitor con una calibración determinada, etc., conseguimos unos resultados particulares, con respecto al tipo de original que necesitemos codificar.

Por otra parte, los sistemas de captura emplean una serie de nociones para identificar el tipo de código digital que da forma a nuestras imágenes. Actualmente, estamos familiarizados con muchos de estos conceptos. Por ejemplo, sabemos que las cámaras y escáneres siempre trabajan bajo el modo RBG. También conocemos que algunos tipos de ficheros como los TIFF o JPEG, incluyen un sistema de decodificación de la señal digital que representan. Y que, sin embargo, los cada vez más usados formatos RAW, se diferencian de los anteriores porque el código de decodificación de la señal no se incluye en el archivo, sino que la imagen se hace legible a través del empleo de ciertas aplicaciones informáticas. Igualmente, estamos familiarizados con la necesidad de calibrar y perfilar nuestro sistema para poder acercarnos lo más posible a las características de nuestros originales. Sin olvidarnos de la utilización de unos propósitos de color determinados, junto con los valores de profundidad de color, y muchos más elementos de control que no es necesario explicar en este texto.

Todas estas nociones, y algunas más, ya están superadas. Lo que nos interesa ahora es conocer y entender los parámetros que muestran el comportamiento real del sistema de captura. Por lo tanto, si queremos ir más allá de las especificaciones técnicas de los folletos,

debemos entender cómo se comportan los parámetros arriba mencionados. Así, podremos tomar los datos que indiquen el grado de transformación que aportan nuestros equipos justo en el momento de codificación de los originales. Por último, recordar que estos datos nos ayudarán a obtener la flexibilidad necesaria para mantenernos a flote en la marea de universo digital, ya que al disponer de datos, podremos ajustar nuestras fotografías convertidas en códigos binarios, a lo que las nuevas tecnologías demanden.

Ejemplo práctico

Supongamos que necesitamos hacer la conversión digital de una colección de negativos de 35mm en blanco y negro de los años 70. En nuestra institución disponemos de una cámara digital reflex de calidad media alta, de un escáner específico de transparencias y negativos de calidad media del tipo Coolscan de Nikon, o podemos subcontratar la captura a una empresa de artes gráficas que utilice escáneres de alta precisión como los de tambor virtual.

Nuestro propósito es triple:

1) Obtener reproducciones digitales que sirvan como objetos de preservación, y que puedan sustituir a los originales en determinados usos, restringiendo el acceso, y así poder dotar a los negativos de las medidas de preservación apropiadas en un contexto estable.

2) Proporcionar a la Institución una colección virtual para poder difundirla a través de un espacio web, o en un puesto de consulta en sala.

3) Producir ficheros de imagen digital de suficiente resolución –tamaño-, para poderlos utilizar en publicaciones, exposiciones, y cualquier otro medio de divulgación en el que se necesiten copias impresas de las imágenes digitales.

Por lo tanto, en un principio podemos pensar que haciendo una conversión digital a la máxima resolución con el mejor equipo que podamos pagar sería un buen punto de partida. Y es aquí cuando nos empezamos ha hacer preguntas.

¿Cuánto tiempo tardaría en hacer la conversión digital de una colección de 10.000 imágenes? ¿Cuál es la verdadera calidad de la máxima resolución? ¿Realmente necesito esa máxima resolución? ¿Cuánta gente dispongo para realizar el trabajo, cuánto tiempo, cuánto dinero? ¿Necesitaré mucho tiempo de edición de las imágenes para obtener positivos acordes a la información contenida en la colección de negativos? ¿Cómo es la codificación que se ha realizado? ¿Qué se está añadiendo, o eliminado, de la información fotográfica propia de los originales?…

Con respecto al caso propuesto, deberíamos comparar los tres equipos y valorar sus particularidades. Así, podríamos trabajar escaneando tres tipos de originales distintos. A saber, una escala calibrada de color, una escala de resolución, y un negativo original. Los tres han de ser de las mismas dimensiones, esto es, 35mm. Se realizarían todas las capturas manteniendo los parámetros de los distintos programas a los ajustes por defecto. La variable que queremos comparar es la respuesta directa de cada equipo. Por supuesto, ciertos ajustes en manos expertas nos pueden ayudar a obtener mejores resultados. Pero lo que nos interesa en este caso es comprobar si un equipo con un método de trabajo concreto, se ajusta a las necesidades de la conversión digital de nuestra institución, con las particularidades propias de nuestros recursos. Así pues, necesitaríamos analizar:

A) Los datos técnicos de los equipos.

Equipo	Tipo	Formatos	Sistema de alimentación	Sistema de escaneado	Fuente de luz	Sensor	Resolución óptica	Software	Comentarios
Nikon SUPER COOLSCAN	Escáner de transparencias	35mm	Tira de 6 fotogramas de 35mm, sin chasis.	Paso único, paralelo, de soporte móvil, fijo y óptico.	Tres LEDs RGB, rendija con varilla y suministrador.	CCD linear, monocromo, de tres líneas, *falta información*	4000 por pulgada	Nikon Scan 4	Problemas con las tiras, no reconoce la tira de 6, al ser automática la introducción de la tira de negativos puede tener fallos de posicionamiento del fotograma, no hay control de posicionado del neg. Parece tener mucho polvo.
Imacon Flextight	Escáner de transparencias y opacos	35mm hasta 12x25cm, opacos hasta A4	Chasis para tira de 6 fotogramas.	Paso paralelo, soporte móvil, curvatura del original.	Bombilla fluorescente catódica blanca.	3 CCD monocromos de 8000pixeles	8.000 por pulgada	Color flex	No resulta fácil colocar las tiras en el chasis, resulta imprescindible hacerlo sobre unacaja de luz. Hace un preescaneo de toda la tira.
Nikon D	Cámara digital	Todos	Colocar enfrente de la óptica.	Cortinilla.	Luz fluorescente para fotografía.	CCD RGB 23,7x15,6mm, 5,3MGpixeles (4.024x1.324)	5,8MGpix	Nikon Capture	Tiene en cuenta el perfil de color pero no lo incrusta.

B) Datos de manipulado de los originales.

Equipo	Tipo de original	Método de manipulación	Tiempo de preparación	Tiempo de calentamiento	Tiempo de fijación de parámetros	Tiempo de preescaneo	Tiempo de escaneo	Tiempo total	Comentarios
Nikon SUPER COOLSCAN	Negativo 35mm B/N	Chasis no fácil de montar	2min	30sg	30sg	1min 10sg	1min 30sg a 4000ppi	5min 40sg	
Imacon Flextight	Negativo 35mm B/N	Chasis no fácil de montar	1min 30sg	20sg	1min	45sg	3min 15 sg para 8.000ppi	6min 50sg	
Nikon D	Negativo 35mm B/N	Manual, colocar enfrente de la óptica	Hasta 30min (ver comentarios)		30sg			30sg	El tiempo de preparar las luces, la exposición, el encuadre, y el foco puede ser largo, hasta 30min. Una vez fijado no hace falta emplear mas tiempo y el trabajo se realiza rápido.

nº ID	Equipo	Original	Formato	P. Color	Gamma	Resolución	Dimensiones	Espacio Color	Peso	Comentarios
001N	Nikon SUPER COOLSCAN	IT8 35m	TIFF	8	1,8	4000 PPI	3,40X2,41	Nikon Adobe RGB	55,6MB	Suciedad
002N	Nikon SUPER COOLSCAN	R. Target	TIFF	8	1,8	4000 PPI	3,40X2,31	Nikon Adobe RGB	55,6MB	
003N	Nikon SUPER COOLSCAN	Neg. B/195/13	TIFF	8	1,8	4000 PPI	3,78x2,51	Nikon Adobe RGB	67,3MB	Mala alineación
001F	Flextight	IT8 35m	TIFF	16	2,2	5000 PPI	3,44x2,36	Adobe RGB 1998	180MB	Todo por defecto
002F	Flextight	R. Target	TIFF	16	2,2	5000 PPI	3,19x2,39	Adobe RGB 1998	169,4MB	
003F	Flextight	Neg. B/195/13	TIFF	16	2,2	5000 PPI	2,59x3,75	Adobe RGB 1998	215,4MB	
nº ID	**Equipo**	**Original**	**Formato**	**P. Color**	**Exposición**	**ASA**	**Dimensiones**	**Espacio Color**	**Peso**	**Comentarios**
001Cam	Nikon D	IT8 35m	NEF	12	1/15(F6.3)	125	3.800x1960	Nikon Adobe RGB	7,73	La medición de cámara fue 1/15(F8)
002Cam	Nikon D	R. Target	NEF	12	1/15(F6.3)	125	3.800x1960	Nikon Adobe RGB	7,73	Dificultad en posicionar el original
003Cam	Nikon D	Neg. B/195/13	NEF	12	1/15(F6.3)	125	3.800x1960	Nikon Adobe RGB	7,73	

C) Datos de captura.

Con estos datos podemos observar bastantes diferencias entre el comportamiento de un equipo y otro. Por ejemplo, si lo que tenemos son muchos originales y poco tiempo, tal vez sea bueno utilizar la cámara, aunque estamos limitando el tamaño de imagen. Si, en cambio, lo que necesitamos son tamaños mucho mayores de imagen, tal vez nos tendríamos que decantar por el escáner de tambor virtual. Por supuesto, estas conclusiones son fáciles imaginar sin necesidad de hacer ningún análisis. Pero cuando, por ejemplo, necesitamos saber cómo se comporta realmente el equipo que nos aporta esa máxima resolución -que implica sacrificio de tiempo y dinero-, podemos hacer dos cosas: confiar en la experiencia profesional del operador del escáner –que por lo general suele ser profesionales serios-, o medir realmente esa calidad.

Si consideramos la segunda opción, deberíamos trabajar utilizando un método de medición junto con un análisis empírico de los resultados. Los datos nos ayudan a confirmar lo que nosotros podemos observar. De esta manera, haríamos un primer análisis visual, con el mismo monitor y con los pertinentes ajustes de calibración correctos. Seguidamente, pasaríamos los datos de las dos escalas calibradas por un programa de calculo matemático de la respuesta de los parámetros de calidad de imagen, por ejemplo, el Imatest. Y compararíamos los datos con las imágenes obtenidas, haciendo anotaciones de los parámetros más relevantes.

De esta manera, aplicando tablas parecidas a las anteriores nos encontraríamos con datos parecidos a éstos:

A) Datos análisis visual carta de color.

nº ID	Tipo de original	Brillo	Contraste	Tono	Color
001N	IT8 35mm	Clara	Poco contraste	Calido	Buena representación color teniendo en cuenta el exceso de brillo.
001F	IT8 35mm	Clara	Muy poco contraste	Frío	Buena representación del color a pesar de su apariencia de poco contraste.
001Cam	IT8 35mm	Muy oscura	Mucho contraste	Muy calido	Mala representación del color

B) Datos análisis visual carta de resolución.

nº ID	Tipo de original	Comentarios
002N	R. Target	En esta muestra el blanqueo se produce en el borde entre las zonas blancas y negras, es como un aumento del brillo en las sombras. No se produce nitidez, pero si se nota un aumento de contraste. Las líneas de la trama parecen con mayor foco pero es porque están más oscuras, con mayor contraste.
002F	R. Target	La imagen aparece con un tono bastante frío, con algo menos de contraste. Las zonas de blanco tienen información, es como si pudiera representar mejor tanto los detalles en las luces como en las sombras. No produce blanqueo alguno.
001Cam	R. Target	Se nota un gran aumento del contraste, pérdida de detalles en luces y sombras, pero mucho mejor enfoque.

C) Datos análisis visual del negativo de muestra.

nº ID	Tipo de original	Comentarios
003N2	Neg. B/195/13	No está bien encuadrada, tiene suciedad por todo, aparece como si el negativo estuviera rayado. Es una imagen de tono frío y pide un poco de detalles en las sombras. Nos proporciona un positivo directo.
003f	Neg. B/195/13	La imagen es un negativo, y se aprecia claramente una falta de contraste grande, con una fuerte dominante azulada. El fotograma no esta bien ajustado al chasis, se pierde un poco de información arriba y a la derecha. Es curioso que las zonas adyacentes pertenecientes al chasis no dan información de negro, se aprecian como gris oscuro. La captura obliga a un reencuadre posterior y a ajuste de tono y contraste.
006Cam	Neg. B/195/13	Al obtener directamente un negativo lo que produce es un trabajo extra de retoque para ajustarla imagen al original.

De los datos obtenidos mediante el análisis visual –ver imágenes de muestra al final-, lo primero que descubrimos es que todos los equipos hacen una captura digital que se aleja sensiblemente de las cualidades de nuestro original. El contraste y, por lo tanto, el rango tonal es muy diferente de uno a otro. La cámara nos proporciona una imagen de alto contraste, mientras que el escáner de alta calidad nos proporciona una imagen muy plana. La representación del color en la cámara es pobre, en las otras dos aceptable. Y, por otro lado, el escáner Nikon, nos proporciona una imagen con mucha suciedad y rayas.

Esta desviación nos indica que, posiblemente, los trabajos de edición de las imágenes posterior a la captura puede que se nos compliquen. No obstante, un buen técnico puede minimizar estas desviaciones; pero en ese caso tendrá que dedicar tiempo al ajuste antes de la captura, y en algunos casos será complejo automatizar el trabajo.

Es importante recordar que los ajustes, mediante una aplicación de captura concreta, se realizan antes de dar la orden al escáner para que haga la captura de la imagen. Pero con las cámaras digitales, estos ajustes se hacen después de realizar la toma. El uso de cámaras digitales, nos da la posibilidad de trabajar con lo que se ha llamado formatos "RAW". Estos formatos "en bruto" son dependientes de las distintas marcas comerciales que existen en el mercado. Para poder trabajar con estas imágenes es imprescindible la utilización de programas que interpreten la información codificada del fichero y la traduzcan como imagen. Estos sistema de traducción de señal digital en señal visual tienen varias ventajas: Primero, permiten trabajar con ficheros de menor tamaño y muy buena calidad. Segundo, funcionan como los negativos convencionales en cuanto a que es necesario su "revelado" –la traducción a la que nos referimos-. Esta interpretación de la señal digital puede hacerse según nos interese -siguiendo con la analogía de la fotografía convencional- mediante un revelado de bajo, medio, o alto contraste, mayor o menor saturación del color, etc., optimizando la imagen según nuestras necesidades, sin pérdida de calidad. Claro está, que esa traducción o procesado puede hacerse de muchas maneras y mediante programas muy diversos. En la actualidad, existe una gran discusión sobre el tema en los foros fotográficos internacionales, y se están buscando estándares que faciliten el trabajo y despejen dudas.

Siguiendo con el análisis y medición de la respuesta de estos tres equipos, lo primero que tendríamos que hacer es pasar la información de las cartas calibradas, escaneadas por cada equipo, por un programa capaz de medir los datos.

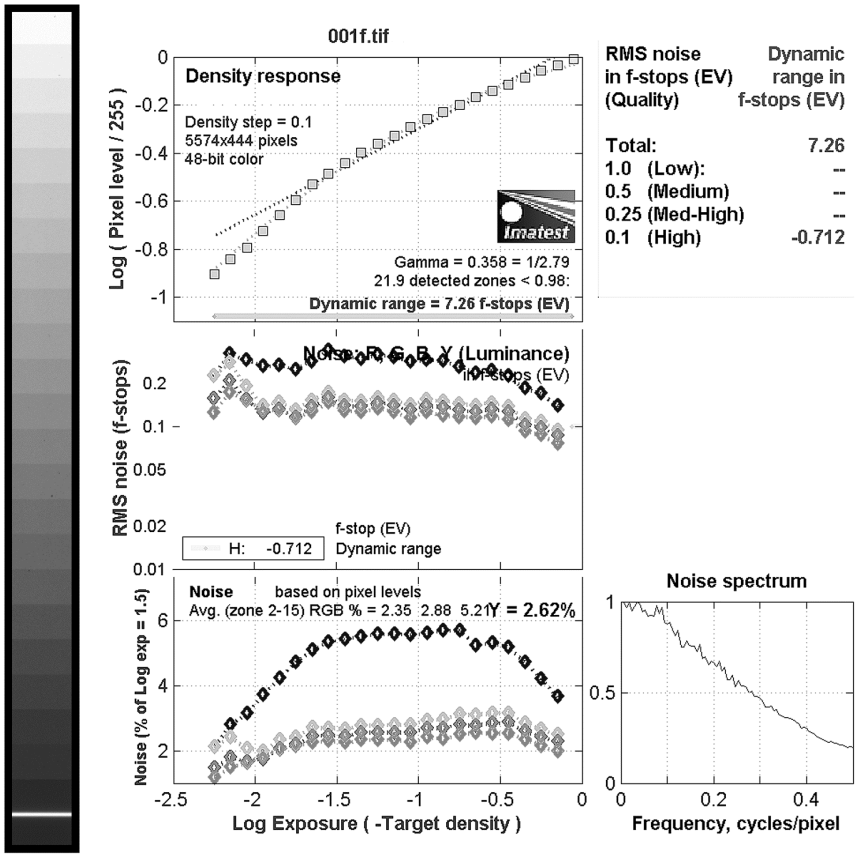
Al estar trabajando con transparencias y negativos, nos hemos encontrado con una primera limitación. Las aplicaciones que conocemos, y que resultan asequibles en términos económicos y prácticos, están hechas para trabajar con luz reflejada a la hora de medir la respuesta de color, pero no transmitida. Las cartas de color específicas para luz transmitida, tienen un patrón de colores mucho más complicado y los sistemas para su análisis implican la utilización de equipos bastante caros como los espectrofotómetros. En esta situación, tendremos que analizar el color de las transparencias y negativos mediante los sistemas empíricos ya descritos.

No obstante, el resto de información, nos proporciona datos muy relevantes en cuanto a la reproducción tonal y la definición de cada uno de los equipos. De esta manera, podríamos obtener datos de este tipo:

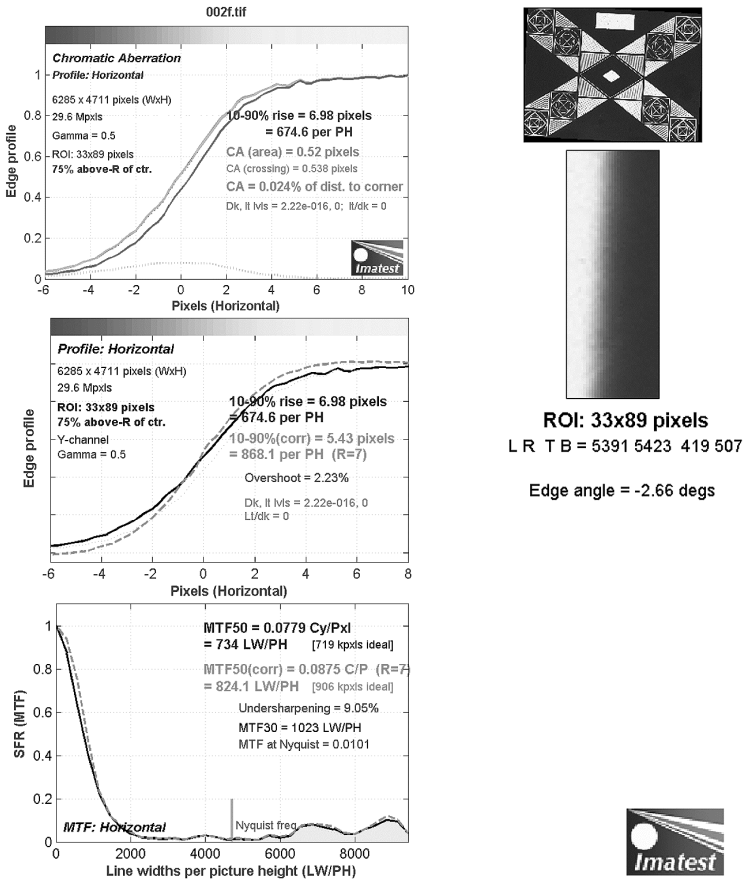
Datos numéricos.

Equipo	Gamma	Rango dinámico	Nivel de ruido en el canal de luminancia	Frecuencia de ruido	Curva de acutancia	Aberración cromática en relación al centro de la lente	MTF en la frecuencia Nyquist	MTF50 (LW/PH)	MTF50/10pulgadas
Nikon SUPER COOLSCAN	0,388=1/2,58	7,31f-stops (EV)	Y=2,58%	Diagrama de caída pronunciada	Amplio de -2 a 4	CA=0,008%	0,0567	789,9	78,99
Imacon Flextight	0,358=1/2,79	7,26f-stops (EV)	Y=2,62%	Diagrama de caída pronunciada	Amplio de -4 a 4	CA=0,024%	0,0101	734	73,4
Nikon D	0,509=1/1,97	7,17f-stops (EV)	Y=1,43%	Diagrama de caída suave	Moderado de -2 a 2	CA=0,03%	0,0787	600	60

Estos datos son obtenidos del análisis de gráficos como estos. El primer grupo nos aporta información sobre la respuesta tonal.



Este segundo grupo de gráficos nos indica cómo es la capacidad de definición del sistema de captura digital.



Por cada equipo analizado, o variable que queramos definir, deberíamos obtener, como mínimo, las mediciones que nos aportan estos dos tipos de gráficos. En este caso, a modo de ejemplo, mostramos los gráficos obtenidos para un escáner del tipo Imacon Flextihg .

En cuanto a los datos de los tres equipos analizados, vamos a empezar por comprobar la respuesta del contraste, en valores de gamma. En el cuadro anterior a los gráficos, vemos cómo los dos escáneres nos dan un valor bastante bajo, 0,388 y 0,358 respectivamente. Esto nos indica que podremos esperar la obtención de imágenes bastante planas. En contraposición, observamos que la cámara nos da un valor de gamma mayor, aunque no excesivamente alto.

El siguiente dato en que nos fijamos es la medición del rango dinámico. No hay grandes diferencias en la respuesta de los tres equipos. Podríamos pensar que la cámara nos aportaría una mayor compresión tonal, dado que tiene un contraste mayor, pero no es así.

Uno de los parámetros que afectan al rango dinámico es el nivel de ruido. A este respecto, comprobamos que ninguno de los tres equipos nos da un valor de ruido muy alto, pero es la cámara la que nos proporciona el valor menor. Esto quiere decir que los otros dos equipos pueden ver reducido su rango dinámico por efecto del nivel de ruido, y por esta razón, no encontramos grandes diferencias entre un equipo y otro.

Claro está que hay otros factores que afectan al nivel de ruido. Por un lado, tenemos que a mayor tamaño de imagen, más visible se hace el nivel de ruido –el tamaño de imagen obtenido con el escáner tipo Imacon, ha sido mucho mayor que la obtenida con la cámara-. Y por otro, debemos tener en consideración la gradiente del gráfico de frecuencia de ruido –Noise Spectrum, en el primer grupo de gráficos-. Para simplificar, diremos que cuando se aprecia un diagrama de caída muy pronunciada, se está detectando la influencia de filtros antirruido. Estos filtros intentan mejorar la respuesta del sistema ante el nivel de ruido, pero afectan a la definición de la imagen.

La definición la comprobamos en el segundo grupo de gráficos. En primer lugar, comprobamos que ninguno de los tres equipos se ve afectado por problemas de aberración cromática; los niveles son prácticamente inapreciables. Pero sí encontramos algunas diferencias, por ejemplo en la acutancia –que se ve en el primer gráfico del segundo grupo-. Dicho gráfico, debería representar un corte preciso, y no una curva. El mejor resultado nos lo ha proporcionado la cámara, aunque no es excesivamente bueno. La acutancia se ve afectada por varios factores: el tipo de original –transparencia de 35mm-, el tamaño de ampliación, y la influencia de los filtros antirruido y anti-aliasing.

Con respecto al efecto aliasing –ver representación último gráfico del segundo grupo-, vemos que ninguno de los tres equipos se ve afectado por este problema. Los niveles de MTF en la frecuencia Nyquist, son muy bajos, tanto que es muy presumible que los equipos utilicen filtros anti-aliasing (lowpass), que afectan directamente a la definición de la imagen.

Para acabar, comprobamos el poder de resolución de los equipos mediante la medición del MTF. Existen varios valores que representa este parámetro; para nosotros el más sencillo de interpretar es el que mide anchos de líneas por alto de la imagen, en MTF50. A este respecto, el escáner Nikon es el que nos ha proporcionado el valor más alto. Una forma fácil de comprender qué significan estos valores es analizarlos en función del

tamaño de impresión en pulgadas. Existe una tabla aproximada que dice que un valor de 150 es excelente, de 110 es muy buena, y de 80 tiene una definición aceptable para distancias normales de visionado, pero no para trabajos exigentes. De esta manera, si queremos obtener una copia de 8x10 pulgadas –aproximado a nuestro 18x24- dividiremos el valor de MTF50 entre la altura, esto es, 10 pulgadas. Y en nuestro caso, comprobamos que los tres equipos nos han dado valores muy justos; el mejor lo representa el escáner Nikon con 78,99, y el peor la cámara con 60. El escáner de mayor calidad no nos ha proporcionado mucha mejor calidad de imagen, aunque hayamos obtenido una imagen de mayor tamaño.

Conclusiones

Todo este análisis nos puede llevar a muchas conclusiones. La primera es que cualquier sistema de codificación de nuestras imágenes, nos proporciona información que se aleja en mayor o menor medida de lo que son en sí los originales. Por tanto, la inclusión de los datos que indican esa desviación en la descripción de nuestro sistema de conversión digital, dejará constancia de esa transformación, para que cuando en el futuro existan herramientas de ajuste, podamos acercar nuestras copias digitales al sentido fotográfico de nuestros originales.

Otra conclusión importante es que no por una mayor resolución conseguimos una mayor calidad de imagen. De esta manera, son los originales los que nos limitan el tamaño de ampliación de la señal digital. A este respecto, una forma aceptable de trabajar, sería comprobando cuál es la mejor resolución que nos aporta nuestro sistema de codificación con respecto al original, y utilizar programas de interpolación para aumentar el tamaño de la imagen si fuera necesario.

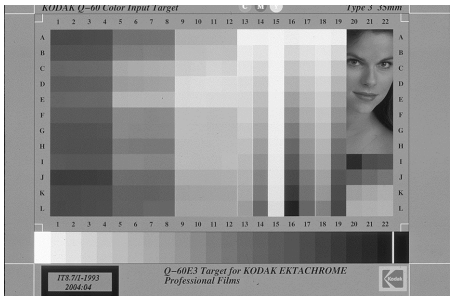
En relación a la valoración de la calidad de un equipo frente a otro, debemos decir que todos tienen sus limitaciones. Y a este respecto, es importante mencionar que, en la actualidad, tal y como se ha ido desarrollando la tecnología digital, un operador experimentado puede obtener buenos resultados casi con cualquier equipo. No obstante, si ese operador dispone de datos precisos podrá implementar la producción en el trabajo, y ser más eficaz en resultados y en tiempo de trabajo.

La inclusión en nuestra cadena de trabajo de un sistema de control de calidad de la digitalización, para saber cual es la mejor respuesta de un equipo, puede suponer en tiempo, unos tres o cinco días. En cuanto a costes, aparte del sueldo de un operario con unas nociones básicas, un programa del tipo Imatest, puede costar alrededor de los 100€, y las tarjetas de control, suponen una inversión de unos 200€ a 600€, dependiendo de si necesitamos cartas calibradas para varios formatos de imagen.

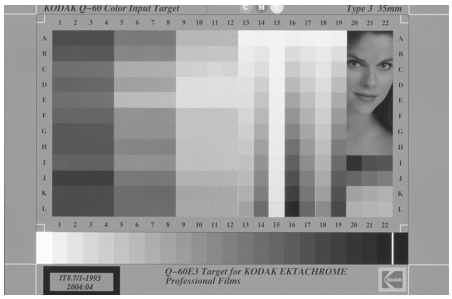
Por lo tanto, la mejora y el control de nuestro sistema de codificación de originales, resulta un esfuerzo asumible por la gran mayoría de las instituciones que custodian fondos fotográficos en nuestro país. Además, mediante el empleo de este tipo de métodos, estamos dotando a nuestras colecciones de herramientas que faciliten su adaptación a los cambios tecnológicos.

La velocidad de los cambios hace muy difícil conjugar cierta estabilidad con el dinamismo del siglo XXI. Frente a esta situación, disponemos, por lo menos, de dos opciones: gastar grandes cantidades de recursos para volver una y otra vez a digitalizar nuestras colecciones –hasta que los originales dejen de existir-. O trabajar bajo métodos de planificación flexibles, que cuenten con ciertos controles de calidad, tanto en la codificación de los originales, como en la aplicación de las estructuras intelectuales de organización, control, y gestión.

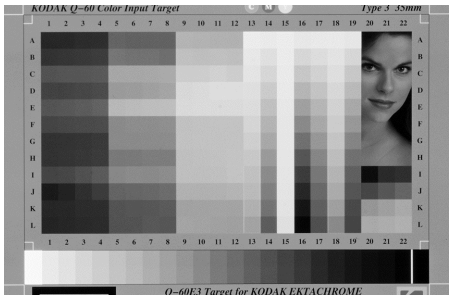
Para acabar, quisiera recordar, que todo proyecto de conversión digital nace con la idea de mantener vivo y dinámico un fondo o colección de imágenes. Superadas las principales limitaciones técnicas de los sistemas de digitalización, es hora de aprovechar estos recursos para garantizar la vida de nuestra memoria visual.



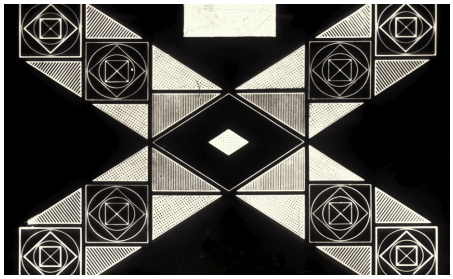
Carta de color IT8, 001N



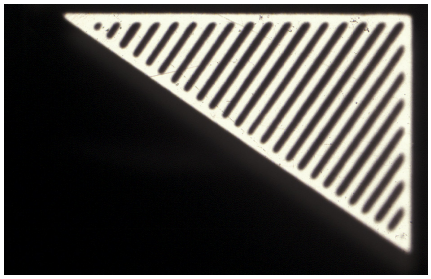
Carta de color IT8, 001F



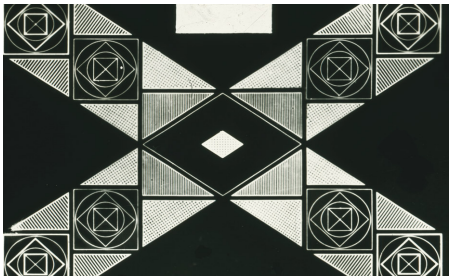
Carta de color IT8, 001Cam



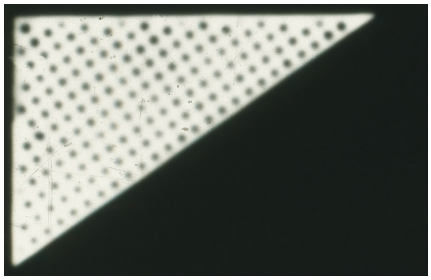
Carta de resolución, 002N



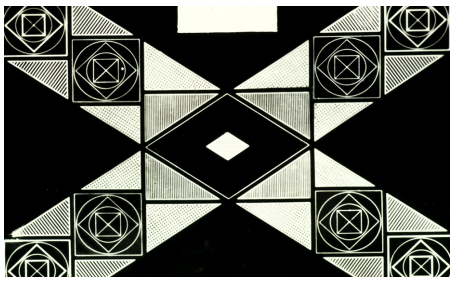
Detalle de 002N



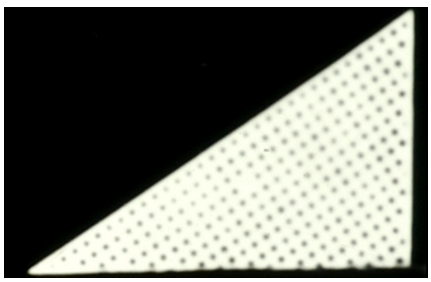
Carta de resolución, 002F



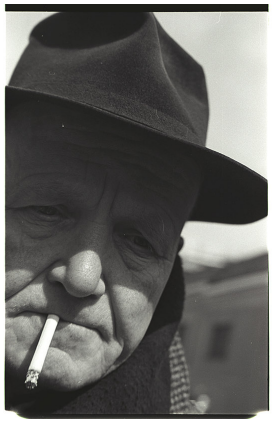
Detalle de 002F



Carta de resolución, 002Cam



Detalle de 002Cam



Original 003N

Original 003F

Original 003Cam

[1] Es una de las áreas de ADHS (Arts and Humanities Data Service) que es un servicio organizado en el King's College London, en el que colaboran varias universidades del Reino Unido, dedicado a la creación y preservación de recursos digitales, por y para, la investigación, la enseñanza y el aprendizaje de las artes y las humanidades. Actualmente cubre cinco áreas: Arqueología, Historia, Artes Visuales, Literatura, y Artes Escénicas.

[2] Término usado en CÍA, J. y FUENTES, A. *Notas sobre la conversión digital de colecciones fotográficas antiguas.* Dins: "Lligall" núm.16, 2000. Su aplicación dentro del campo de la fotografía, viene encaminado a diferenciar la simple digitalización, de la aplicación de métodos científicos de captura. El empleo de los métodos científicos de trabajo se utiliza para intentar evitar que la digitalización signifique la desvirtualización del sentido original de las de imágenes.

[3] En realidad, es un conjunto de programas preparados para medir la respuesta de un sistema fotográfico digital. Puede medir la definición y calidad de las lentes, de los CCDs de las cámaras digitales, de las películas digitalizadas, y de las copias impresas, etc., mediante la utilización de una serie de escalas de control concretas.
El programa tiene varios módulos: *SFR,* que mide la calidad de las lentes en cuanto a acutancia y aberración cromática; *Colorcheck,* que mide la respuesta del sistema en cuanto a la reproducción del color -necesita una escala que no existe para transparencias-; *Stepchart,* que mide la respuesta tonal del sistema junto a la frecuencia de ruido. Además, tiene otros módulos enfocados a la medición de la calidad de las copias impresas desde ficheros digitales.

[4] Es conveniente no confundir resolución óptica, con resolución óptima. Resolución óptica hace, generalmente, referencia a la máxima resolución –tamaño de imagen- que nos proporciona un determinado equipo de captura. Mientras que resolución óptima, hace referencia a la resolución que nos aporta la máxima calidad de imagen con respecto a las cualidades y dimensiones de un determinado original.

[5] Fotógrafo francés afincado en Londres. Fue uno de los últimos profesionales en abandonar la técnica del daguerrotipo, no en vano siguió trabajando con placas de daguerrotipo hasta casi final de los 50 del siglo XIX. Son excepcionales sus daguerrotipos coloreados.

[6] Ferdinand Hurteer y Vero Charles Drieffield, dos químicos industriales ingleses, y fotógrafos aficionados. Publicaron por primera vez sus trabajos sobre sensitometría y densitometría en el articulo “Photo-chemical Investigations”, publicado por el Journal of Society Of Chemical Industry en 1890. En él se indican los fundamentos científicos de los métodos de análisis de los sistemas de reproducción modernos.

[7] Dr. C.E. Kenneth Mees, 1882-1960. Nacido en Wellingborough, Inglaterra, desarrolló su carera en Estados Unidos. Fue pionero de la investigación fotográfica, dedicó su vida a establecer los procedimientos científicos de la fotografía moderna.

[8] No existe traducción para este término en castellano. Por lo tanto, utilizaremos la acepción inglesa para referirnos al efecto de bordes irregulares y patrones pixelados en la representación de líneas oblicuas y curvas.

[9] El problema de la mejora en una de las cualidades físicas de nuestro sistema fotográfico, implica una pérdida en otro de los parámetros que definen su comportamiento. Por esta razón, los fabricantes siempre tienen que hacer un balance, y equilibrar a unas cualidades con respecto a otras.

[10] No debemos confundir la reproducción tonal con el tono de la imagen. El tono hace referencia a la desviación del balance cromático de una imagen. Este hecho se aprecia más fácilmente sobre una escala gris, en la que podemos apreciar si sus tonos se desvían hacia los tonos fríos o cálidos. Normalmente este efecto se relaciona con la temperatura de color.