

Fundamentos de fotografía digital

Efraín García y Rubén Osuna ©

12. Referencias.

Son absolutamente recomendables tres referencias básicas para entender el tema de la resolución y la calidad de imagen en general, reforzando el razonamiento que hemos presentado en este mismo artículo: el contraste es tan importante como la resolución para la calidad percibida en una imagen; a menores resoluciones los objetivos proporcionan mayor nivel de contraste, y los sensores más grandes tienen que hacer menores esfuerzos resolutivos para cualquier impresión; y por último, la capacidad resolutiva de un sensor (frecuencia de muestreo) debe ser lo más alta posible, para de esa forma eliminar los efectos degradantes del exceso de señal, *si bien hay una relación inversa con la razón señal-ruido y con el porcentaje de aprovechamiento real de la capacidad resolutiva del sensor.*

- Primero, un famoso [artículo](#) de Erich Heynacher y Fritz Köber (1969), y [otro](#) de Kämmerer (1979), ingenieros de Carl Zeiss, que trata de forma muy accesible la importancia del contraste en la percepción de la calidad de una fotografía. Véase Heynacher, E. y Köber, F. 1969. Resolving Power and Contrast, Zeiss Information, 51; y Kämmerer, J. 1979. When is it advisable to improve the quality of camera lenses? Optics & Photography Symposium, Les Baux, 1979. Habría que añadir la consideración del ruido en dicha percepción, tema [tratado](#) por Norman Koren.
- En segundo lugar debería consultarse el [análisis](#) de Bob Atkins sobre la importancia del tamaño del sensor, por su relación con el nivel de contraste de la imagen impresa (otro tema es el de la calidad relativa de la imagen en los bordes del fotograma, que también hay que [considerar](#)). Erwin Puts ha publicado sus reflexiones ([1](#), [2](#), y especialmente [3](#)) sobre el tema, en última instancia coincidentes con las apreciaciones de Atkins.
- En tercer lugar, un importante [documento](#) del Dr. Karl Lenhardt, de la firma Schneider-Kreuznach, que añade consideraciones sobre el exceso de señal, en relación con el número de píxeles requeridos para la impresión y la frecuencia de muestreo.

Hay referencias adicionales muy instructivas, y que no deberían dejar de estudiarse para conseguir una buena comprensión de los temas tratados, aunque son técnicamente más difíciles.

Los dos artículos de Ronald W. Harris dedicados al tema de la resolución, pero no referidos al medio digital específicamente (Parte I, sitio [a](#) o [b](#); Parte II, sitio [a](#) o [b](#)), son fantásticos. Las referencias exactas son Ronald W. Harris. (1991): Understanding Resolution. Lens, Flim and Paper. Darkroom & Creative Camera Techniques, Mar-Apr., pp. 26-66; y Ronald W. Harris. (1991): Understanding Resolution. Using Modulation Transfer Function. Darkroom & Creative Camera Techniques, May-Jun., pp. 55-57.

Es recomendable también la [serie explicativa](#) dedicada al tema de la resolución por Bob Atkins ([1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#) y [6](#)), a la que habría que añadir dos breves comentarios muy instructivos ([1](#), [2](#)) y un interesante análisis adicional ([3](#)). Atkins ha resumido sus planteamientos en un análisis que cierra muy bien sus puntos de vista sobre el tema ([1](#) y [2](#) con ejemplos en [3a](#),

[3b](#)). Los cálculos de resolución de Makoto Honda son muy interesantes, junto con sus comentarios, y es recomendable consultar sus artículos ([1](#)).

Para acabar, son imprescindibles los estudios, muy técnicos, de Roger N. Clark ([1](#)) y Norman Koren ([2](#)). Este último aporta interesantes referencias adicionales.

La Tesis doctoral de Charles Dickinson, "An Evaluation of the Current State of Digital Photography", de 1999, es otra fuente importante, y se puede acceder a ella libremente ([->](#)). Otra Tesis Doctoral: Garrett M. Johnson, "Measuring Images: Differences, Quality And Appearance", de 1998 ([->](#)). El artículo "How Small Should Pixel Size Be?" de Chen, Catrysse, El Gamal y Wandell, de 2000, es otra referencia de gran interés ([->](#)), así como "CMOS Imager Technology Shrinks and Image Performance", de Rhodes et all (2004) ([->](#)) y "Roadmap for CMOS image sensors: Moore meets Planck and Sommerfeld", de Catrysse y Wandell (2005) ([->](#)), para el tema de difracción y tamaño óptimo de "píxel".

Para el tema de la interpolación de colores en sensores de cámaras digitales es muy recomendable consultar "A Study of Spatial Color Interpolation Algorithms for Single-Detector Digital Cameras", también de Ting Chen, del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Stanford ([->](#)), que repasa los distintos tipos de algoritmos y compara los resultados.

Peter Karbe, actual jefe del departamento óptico de Leica, ha publicado en la revista LFI, número de marzo de 2006, el artículo "Form Follows Format", que aporta claves muy interesantes para entender las diferencias entre formatos, explicado de forma sencilla e intuitiva. Igualmente, en el número de febrero de 2007, Michael J. Hussmann publica el artículo "The Nuts and Bolts" que resulta de gran interés para entender el concepto de profundidad de bits.

Un excelente libro es "Leica Lens Compendium", de Erwin Puts (Hove Books, 2003), que trata con mucho detalle temas genéricos de óptica y fotografía, además de ofrecer un apasionante análisis de los objetivos Leica. Muy asequible para un lector medio, aunque en inglés, son los temas de óptica fotográfica tratados por [Paul van Walree](#). Por último, son muy recomendables los libros de óptica de Rudolf Kingslake, durante muchos años jefe del departamento de diseño óptico de Kodak y profesor en la Universidad de Rochester, especialmente "A History of the Photographic Lens" (Academic Press, 1989), para la historia de la óptica fotográfica, y "Lens Design Fundamentals" (Academic Press, 1978), para los principios del diseño de objetivos fotográficos.

La Tesis Doctoral del que fuera director del departamento de diseño de Leica en Canadá, Walter Mandler, de 1980, dedicada a la optimización de los objetivos de tipo Doble Gauss, es una referencia aún hoy día. Se publicaron a partir de ella dos artículos en alemán en la revista científica *Optik*, y uno en inglés, de título "Design of basic double Gauss lenses", en el *International Optical Design Conference, Fisher ed., Proceedings SPIE 0237*, pp. 222-232. Mandler publica "Leica lenses and early computers" en dos partes, en 1989, en *Viewfinder, Leica Historical Society of America 22(1)* y *22(2)*. Otro interesante artículo sobre la filosofía de diseño de Mandler, de Reginald P. Jonas y Michael D. Thorpe, se ha publicado en 2006 (*Proceedings SPIE 6342*) con el título "Double Gauss lens design: a review of some classics". Por último, hay un libro, difícil de encontrar, que es una absoluta referencia sobre estos temas. Se trata de "Image Clarity: High-Resolution Photography", de John B. Williams (Focal Press, 1990).

Agradecemos a [Norman Koren](#) (programador de la aplicación [Imatest](#)), [Erwin Puts](#) (conocido experto en óptica fotográfica, analista y consultor), Peter D. Burns (ingeniero de Kodak,

Imaging Research and Development Labs) y [Valentín Sama](#) (óptico y profesor de la Universidad Complutense) por atender a las consultas puntuales que les hemos planteado en algún momento de la elaboración de este trabajo.

[Efraín García](#) y [Rubén Osuna](#) ©