

El ruido en fotografía digital: sensores y exposición



Editorial
Universitat Politècnica
de València

Jorge Igual

El ruido en fotografía digital: sensores y exposición

Jorge Igual

<http://fotoigual.com>



Editorial
Universitat Politècnica
de València

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: IGUAL, J. (2019): *El ruido en fotografía digital: sensores y exposición*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.

© Jorge García Igual

© 2019, Editorial Universitat Politècnica de València

Venta: www.lalibreria.upv.es / Ref.:0277_14_01_01

Imprime: Byprint Percom, sl

ISBN: 978-84-9048-812-6

Impreso bajo demanda

Si el lector detecta algún error en el libro o bien quiere contactar con los autores, puede enviar un correo a edicion@editorial.upv.es

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo edicion@editorial.upv.es

Impreso en España

Resumen

La fotografía digital cambia el soporte donde se guardan nuestras imágenes; se acabó la era química y comenzó la época electrónica. Este libro analiza en profundidad el concepto del ruido en fotografía digital.

El sensor de una cámara de fotos digital no es más que un conjunto de elementos que intentan registrar de manera lo más fiel posible la luz captada. En esta tarea intervienen dos factores: por una parte, la luz, y, por otra, la electrónica del sensor.

El libro explica en detalle cómo contribuyen al ruido total ambos elementos. Si bien el factor luz es fácilmente caracterizable pues es independiente del sensor usado, el ruido debido al sensor es totalmente dependiente de la calidad tecnológica del mismo.

Cada día que pasa, la tecnología avanza y no es difícil imaginar un mundo donde el límite tecnológico se alcance y la variable sensor desaparezca de la ecuación del ruido en fotografía (si es que ese límite no se ha alcanzado ya).

Ese día surgirán nuevos retos tecnológicos, como aumentar la resolución manteniendo la limitación teórica mínima en cuanto a ruido o desafíos más interesantes como el perfeccionamiento de las técnicas de reducción de ruido sin coste en la calidad de la imagen final. Ese día tampoco parece muy lejano; la fotografía computacional abre un nuevo horizonte al mundo de la fotografía.

Mientras tanto nos tenemos que conformar con entender qué es el ruido y cómo afecta a nuestras fotos hoy día.

Este libro intenta contribuir a clarificar muchos de esos aspectos, así como a explicar qué hace realmente una cámara desde que capta la luz hasta que genera el fichero RAW. Por el camino descubriremos personajes clásicos en todo debate sobre ruido, como el ISO, la exposición, la profundidad de bit, la relación señal a ruido, el rango dinámico, ...

El objetivo del libro es explicar los fundamentos y cómo proceder para el análisis de cualquier sensor en términos de ruido. Para que queden más claros esos conceptos, los aplicaremos al estudio detallado de algún modelo concreto de cámara.

Es evidente que no tiene ningún interés saber cómo se comporta frente al ruido un modelo en particular de cámara (salvo que dé la casualidad que sea tu cámara). Pero un libro donde no se pongan ejemplos prácticos con cámaras reales sería poco útil y el contenido quedaría muy abstracto.

Así que es fundamental poder realizar medidas concretas y testear cámaras concretas. El objetivo no es decir A es mejor que B, sino ver las diferentes características que presentan algunos sensores y en particular cómo el avance tecnológico ha permitido reducir el ruido y cómo puede cambiar aspectos creativos de la fotografía, como la forma de exponer.

El libro se estructura en capítulos que expanden lo visto en el capítulo anterior.

El primer capítulo sirve de soporte al resto de capítulos. Introduce los conceptos de señal, ruido y cómo medirlos. Explicamos cómo afecta el ruido a tus fotos, las situaciones más comunes donde el ruido resulta visible, qué es la relación señal a ruido y cómo calcularla. Además, introducimos un planteamiento formal del problema y las herramientas de cálculo que vamos a usar en el resto de capítulos cuando realicemos medidas para estudiar el comportamiento frente al ruido de un sensor concreto.

El segundo capítulo presenta de manera lo más intuitiva posible el problema del ruido en términos generales: cómo un conjunto de fotones capturados por un píxel de tu sensor acaban convirtiéndose en un valor digital hecho de unos y ceros en tu fichero RAW. Acompañaremos al fotón en su viaje y descubriremos las procelosas aguas de la transcripción fidedigna del número de fotones capturados a un valor RAW. Nos aparecerá el ISO y tendremos que hacer ya algunos cálculos para entender de manera intuitiva todo el proceso.

Cuando hayas acabado el segundo capítulo tendrás los conceptos claros y, sobre todo, sabrás quién es quién en el tema del ruido en fotografía digital. Tendrás

ganas de poner en práctica todos esos conceptos y analizar en detalle un sensor concreto.

El tercer capítulo hace eso. Es el momento de formalizar lo explicado en el capítulo anterior; se acabaron los ejemplos de juguete y números sencillos para explicar qué le pasa al ruido. Es el momento de atarse los cinturones porque vamos a tener que utilizar ecuaciones matemáticas para estimar valores como el ruido, la relación señal a ruido, el rango dinámico, . . .

Presentamos la metodología a seguir para hacer las mediciones para la caracterización de un sensor cualquiera e introducimos algunos conceptos anexos al tema del ruido.

Cuando acabes el tercer capítulo podrás poner a prueba tu sensor y ver qué tal se comporta frente al ruido. Pero si pensabas que ya habíamos terminado, estás equivocado: todavía nos quedan algunos flecos.

El cuarto capítulo introduce nuevos elementos no considerados previamente: otras fuentes de ruido. Por ejemplo, aunque en teoría todos los píxeles de un sensor son iguales, en la práctica su comportamiento sufre pequeñas variaciones. Lo mismo con la electrónica asociada a cada píxel. Repasamos cómo afectan dichas inhomogeneidades de un sensor a la imagen final y cómo cuantificarlas.

En este capítulo también explicamos cómo afecta al ruido del sensor el calentamiento del mismo y cuando las fotos son de muy larga exposición. Por último, analizamos cómo afecta la cantidad de bits del conversor analógico digital a la calidad final de la señal digitalizada.

Una vez explicadas las fuentes de ruido, ¿qué podemos hacer para minimizarlo? El conocimiento de la naturaleza de cada tipo de ruido nos permite adoptar medidas tanto en cámara como durante el procesado para reducir los efectos del ruido. El quinto capítulo presenta algunas de estas técnicas, haciendo énfasis en las que se basan en el uso de la cámara.

El sexto capítulo vuelve al tema del ISO. En capítulos anteriores hemos explicado lo que es y cómo afecta al ruido. Pero no hemos definido el ISO formalmente y cómo se relaciona con el sistema de medición de la luz de la cámara.

En este capítulo presentamos la definición formal del ISO y el porqué de algunas confusiones sobre el mismo. Los avances tecnológicos más recientes al respecto del comportamiento de un sensor frente al ISO se incluyen en este capítulo.

Se explica en detalle qué se entiende por un sensor invariante al ISO y la última innovación en sensores: qué es un sensor de ganancia dual.

Todos estos conceptos y explicaciones no servirían de nada si no realizamos pruebas prácticas. El último capítulo presenta a modo de ejemplo el análisis de algunas cámaras. Presentamos su comportamiento frente al ruido a través de varias figuras con medidas técnicas y fotos de ejemplo.

Aunque no es objetivo del libro hacer comparativas de sensores, sí resulta ilustrativo comprobar cómo se traduce en un sensor real todos los conceptos explicados y cómo se puede caracterizar un sensor sin necesidad de ningún equipamiento especial.

A la vista de los resultados, comprobamos cómo la tecnología ha mejorado con los años.

0.1 Por qué este libro y riesgos para el lector

El libro pretende satisfacer una de las características que nos hacen humanos: el saber por el saber. Es decir, satisfacer inquietudes intelectuales. En nuestro caso saber qué es el ruido en fotografía, a qué se debe, cómo medirlo y otras muchas más cosas. Es decir, no se trata de un libro enfocado a cómo hacer esto o aquello para obtener mejores fotos.

Sin embargo, si lees con detenimiento el libro, además de entender qué es el ruido, podrás extraer consecuencias prácticas que puede que sí te ayuden a obtener mejores fotos, sobre todo en el apartado de cómo exponer y qué hacer para reducir el ruido.

El libro es técnico. Cualquier libro técnico es aburrido. Te lo dice alguien que ha leído muchos libros técnicos y escrito alguno.

Cualquier libro técnico es de lenta digestión. Hay gente que lee una cosa y lo entiende a la primera. Incluso algunos detectan un fallo nada más leerlo. Otros necesitamos varias pasadas para digerir las cosas. Así que si en alguna sección se te indigesta la comida déjala para otro día o simplemente evita ese plato. Tienes muchos platos donde elegir.

¿Por qué un libro técnico sobre el ruido en Fotografía?

Cualquier libro técnico tiene matemáticas. No conozco otra forma mejor que formalizar las cosas matemáticamente para que las ambigüedades desaparez-

can. La Historia demuestra que hemos avanzado más usando el lenguaje de las Matemáticas que ningún otro.

Pero la Fotografía no son Matemáticas.

Si hacemos un debate sobre cuál es la exposición correcta de una foto, habrá tantas opiniones como fotógrafos. Es normal. A uno le gustará sobreexponer, a otro subexponer, etc.

Lo que no tiene sentido es que las cosas que se pueden cuantificar objetivamente se releguen a la parte no medible de la Fotografía. Por ejemplo, el ruido.

Es habitual leer en revisiones de cámaras en revistas, blogs y demás sitios cosas como:

“Gracias a este nuevo procesador podrás tomar fotografías con menor ruido trabajando con sensibilidades ISO más elevadas que con los modelos anteriores”, o “la marca X tiene más ruido que Y”, o “en la cámara A puedes subir el ISO hasta 6400 sin ruido”.

En el mejor de los casos estas afirmaciones se apoyan en unas fotos de ejemplo. En otros muchos casos ni eso.

¿Soy el único que quiere saber qué significan exactamente frases como esas o similares?

Si el ruido se puede medir, prefiero decir “el ruido de la cámara A es el doble que el de la cámara B” a decir algo difuso que se puede interpretar a gusto del lector o, peor todavía, dar por ciertas algunas afirmaciones sin ninguna prueba.

Si tenemos un cuentakilómetros, veo más informativo que me digan que la distancia entre A y B es 300 km y entre A y C 500 km a que me digan que el viaje de A a B es más corto que de A a C. Y no digamos si lo que me dicen es que el viaje de A a B es más placentero; ¿qué significa eso?

Así que la motivación de escribir este libro es el hábito tan común en Fotografía de utilizar un lenguaje extremadamente ambiguo y de realizar afirmaciones sin aportar la más mínima evidencia científica.

Eso no significa que este libro esté libre de errores. Al contrario. Pero, para poder corregir un error primero hay que estar seguro de lo que hay que refutar. Si me dices que la suma de dos más dos da un poco no hay nada que corregir; si me dices que da 5 sí hay algo sobre lo que podamos discutir. Así que estimado

lector, en cuanto detectes un fallo en esto que vas a leer, notificámelo, por favor.

El uso de modelos matemáticos nos permite realizar razonamientos y predicciones que nos hacen la vida más fácil. Pero tampoco hay que exagerar. La realidad y el modelo de la realidad son cosas diferentes.

Por último, la aclaración más importante. Los números no lo dicen todo. Para empezar, si comparas algo tienes que estar seguro que comparas peras con peras y no con manzanas. Además, la experiencia fotográfica no se reduce a tengo un sensor con más o menos ruido.

En el libro ha habido que sacrificar rigor en algunos apartados. Espero lo entiendan. Por ejemplo, no podemos entrar en detalle a explicar la arquitectura a nivel electrónico de un píxel. Entre otras cosas porque la desconozco; no trabajo en ninguna empresa que haga sensores. Desde el punto de vista fotográfico, no le veo ningún interés a saber si este sensor utiliza 4 transistores, compartiendo transistores entre píxeles, etc.

Del mismo modo, algunos temas se han quedado fuera del libro o son tratados de manera superficial. Por ejemplo, daría para otro libro entero explicar los algoritmos de reducción de ruido o qué le ocurre al fichero RAW hasta que se convierte en un fichero JPEG (el revelado digital).

El libro es para fotógrafos con curiosidad, no para ingenieros. Si el fotógrafo curioso tiene conocimientos matemáticos, mejor, pero no es imprescindible porque el libro intenta explicar todo desde cero.

Cuando acabes de leer el libro ya podrás traducir textos como éste sacado de la página web de un fabricante:

“La cámara A ofrece una precisión y una potencia excepcionales. Gracias a su rango ISO excepcionalmente amplio, esta cámara muestra todo un mundo de nuevas oportunidades de disparo en situaciones de oscuridad y maneja increíblemente bien las zonas de altas luces. El ruido más sutil se reduce drásticamente e incluso las imágenes recortadas que se han capturado con valores de sensibilidad ISO alta conservan su calidad”.

Es normal que el fabricante use ese lenguaje. Por una parte debe ser sencillo y claro para que cualquier fotógrafo aficionado normal entienda las bondades de la nueva cámara; por otra, debe usar un lenguaje que haga que el producto suene apetecible al lector.

Si alguien quiere algo más técnico, que se lea las especificaciones técnicas (aunque esa parte se la podían trabajar más, porque tampoco es que den muchos detalles).

0.2 Disclaimer

El libro tiene un carácter didáctico. No es su objetivo hacer comparativas de sensores entre otras cosas porque no se sigue ningún procedimiento estandarizado para hacer las mediciones en un entorno tipo laboratorio con absoluto control de las variables bajo análisis.

Los resultados mostrados no persiguen realizar deducciones del tipo el sensor A tiene menos ruido que el sensor B. Simplemente pretenden mostrar casos prácticos para que cada lector pueda, si dispone de las herramientas necesarias, realizar los mismos experimentos y así sacar sus propias conclusiones.

Resumiendo, que el objetivo del libro es satisfacer la curiosidad intelectual de quien se pregunta qué es el ruido en fotografía digital y no hacer un ranking de sensores.

Del mismo modo, no hay ninguna relación entre las cámaras usadas a modo de ejemplo en el libro para explicar los conceptos y una predilección por ninguna de ellas. El libro se escribe de manera totalmente autónoma y con los medios propios del autor y personas que gentilmente han colaborado ofreciendo fotos realizadas con sus cámaras.

0.3 Agradecimientos

Gracias a las personas seguidoras de fotoigual.com que han colaborado activamente en la realización de este libro; en particular a los que me han enviado sus fotos y que es imposible citar aquí a todos ellos. El último capítulo del libro de análisis de cámaras no hubiese sido posible sin su colaboración.

Gracias a William J. Claff y Juan G. Cámara por su revisión del manuscrito y sus valiosas aportaciones y discusiones.

Gracias a JSB y LvB sin cuya compañía hubiese sido imposible realizar este trabajo.

Gracias a la familia por su paciencia.

0.4 Recursos

Todo está en internet (en inglés), a disposición de cualquiera; tan sólo hay que separar la paja del trigo.

Como la lista es muy larga y siempre me olvidaría de alguno, tan sólo citar el seminal paper de Emil Martinec “Noise, Dynamic Range and Bit Depth in Digital SLRs”, las pastillas concentradas de William J. Claff y las magistrales disecciones de Douglas A. Kerr sobre los estándares ISO de la cámara (y cualquier otro tema que se te ocurra de Fotografía). En el océano de recursos en inglés sobresale una isla en español: <http://www.guillermoluijk.com>.

Para obtener medidas técnicas de casi cualquier cámara, tienes:

<http://photonstopphotos.net>

<http://www.dxomark.com>

Decía Newton: “Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes”. Yo ni siquiera he visto más lejos; lo único que he intentado hacer es dar forma de libro de texto a tanta información valiosa. El mérito es de ellos.

0.5 Contenido extra

El libro incluye un videotutorial de ayuda donde explico conceptos básicos, cómo funciona un sensor, qué es el ruido, tipos de ruido, cómo calcular el ruido, curvas de transferencia fotónica, curvas de relación señal a ruido y rango dinámico.

Para acceder a él basta con que mandes un mail a libroruido@gmail.com con tus datos (justificante de la compra del libro y una cuenta de correo Gmail). En cuanto pueda te pasaré el enlace al vídeo para que te sirva de ayuda y complemento al libro.

Además encontrarás videotutoriales gratis en el canal de Youtube [fotoigual](https://www.youtube.com/channel/UC...), algunos sobre la temática del libro, así como más tutoriales sobre fotografía en general en <http://fotoigual.com>.

JORGE IGUAL - fotoigual@gmail.com
<http://fotoigual.com>

Índice general

Resumen	III
0.1 Por qué este libro y riesgos para el lector	VI
0.2 Disclaimer.	IX
0.3 Agradecimientos	IX
0.4 Recursos.	X
0.5 Contenido extra.	X
Índice general	XI
1 Qué es el ruido y cómo medirlo	1
1.1 Definición de ruido.	2
1.2 Ruido y posterización	9
1.3 Relación señal a ruido.	13
1.4 Unidades de la relación señal a ruido.	18
1.5 Cómo medir la relación señal a ruido.	20
1.6 Ruido aleatorio	28
1.7 Ruido de patrón fijo	33
1.8 Ruido de resta y suma de imágenes.	38

1.9 Relación señal a ruido y percepción del ruido	42
1.9.1 Imagen sintética lisa	43
1.9.2 Imagen sintética con contraste	45
1.9.3 Foto en RAW lisa con ruido artificial	46
1.9.4 Foto en RAW normal con ruido artificial	48
1.9.5 Foto en RAW con ruido original	50
2 El ruidoso camino del fotón al valor RAW: la historia corta	53
2.1 El sensor de la cámara	54
2.2 Funcionamiento básico de un sensor	57
2.3 En el principio fue la luz: ruido fotónico.	61
2.3.1 Interpretación gráfica	70
2.4 Y después llegó la electrónica: ruido de lectura	73
2.4.1 El ISO: exposición vs. “exposición”.	74
2.4.2 Componentes del ruido de lectura	76
2.4.3 Cómo afecta el ISO al ruido	80
2.4.4 Demasiados conejos bajo la chistera	87
2.5 Cómo exponer en fotografía digital	90
3 Ruido, SNR e ISO: la historia larga	91
3.1 Qué es un fichero RAW	91
3.2 Ruido fotónico	95
3.3 Ruido de lectura	97
3.4 Modelo del ruido fotónico, ruido de lectura e ISO	100
3.5 Curva de transferencia fotónica	107
3.6 Curvas de relación señal a ruido	114
3.7 Relación señal a ruido e ISO	120
3.8 Rango dinámico	130
3.8.1 Cálculo gráfico del rango dinámico	132
3.9 Ruido de lectura previo y posterior	136
3.10 Modelo del ruido y exposición	141
3.11 Medidas de calidad para un sensor cualquiera	148

4	Otras fuentes de ruido: la historia completa	151
4.1	Componentes del ruido de lectura: ruido de patrón fijo	152
4.2	Respuesta no uniforme de los píxeles	162
4.3	Ruido de corriente oscura	169
4.4	Error de cuantificación	181
4.5	Otros ruidos	184
5	Reducción de ruido	187
5.1	Reducción de ruido de larga exposición	187
5.2	Reducción de ruido para ISOs altos	193
5.3	Promediado espacial y resolución	195
5.4	Combinación de fotos: promediado temporal	201
5.5	Combinación de fotos: promediado de exposiciones y HDR	203
5.6	Combinación de fotos: promediado de ISOs	208
6	Todo sobre el ISO	213
6.1	Definiciones de sensibilidad o ISO de un sensor	214
6.2	ISO real, interpolado y extendido	223
6.3	Sensor invariante al ISO	232
6.4	Sensor de ganancia dual	240
6.5	Cómo exponer en fotografía digital reboot	252
7	Análisis de cámaras	255
7.1	Introducción	256
7.2	Cámaras analizadas	261
7.3	Procedimiento y consideraciones previas	263
7.4	Resultados a nivel de píxel	268
7.4.1	Ruido de lectura en unidades RAW	268
7.4.2	Ruido de lectura equivalente en electrones	275
7.4.3	Curvas <i>SNR</i>	284
7.4.4	Rango dinámico	296
7.5	Resultados a nivel de sensor	300

7.6 Resultados a nivel de foto	318
7.7 Análisis con fotos	330
7.7.1 Cómo exponer en fotografía digital: versión final	330
7.7.2 Discusión sobre revisiones basadas únicamente en fotos	332
7.7.3 Escena de bajo rango dinámico	339
7.7.4 Escena de alto rango dinámico	356
A Anexo	365
A.1 Ruido de combinación de imágenes	365
A.2 Creación de ficheros RAW para la evaluación perceptual de la <i>SNR</i>	367
Índice alfabético	369

Capítulo 1

Qué es el ruido y cómo medirlo

La Fotografía consiste en congelar momentos de la realidad a través de la captación de la luz proveniente de la escena fotografiada.

El objetivo es registrar una versión lo más fidedigna posible a lo que existe al otro lado de la cámara.

El elemento que se encarga de registrar esa información lo mejor posible es el sensor de la cámara. Pero hay un elemento que va en contra de ese objetivo: el ruido.

En este capítulo explicamos qué es el ruido en fotografía digital, cómo medirlo y cómo afecta perceptualmente a nuestras fotos.

Presentamos el concepto clave para cuantificar el ruido, la llamada relación señal a ruido, y qué se entiende por señal y ruido en términos precisos matemáticos para poder cuantificarlos en próximos capítulos y así poder hacer comparativas de sensores en términos de comportamiento frente al ruido.

1.1 Definición de ruido

Un sensor se compone de un conjunto de píxeles cuya misión es recoger los rayos de luz que durante el tiempo de exposición atraviesan el diafragma y son desviados por el objetivo.

Los fotones captados por cada píxel se convierten en electrones que, a su vez, representan una carga eléctrica que es convertida en voltaje. Éste es posteriormente amplificado más o menos según el valor del ISO seleccionado. Por último, esa señal es digitalizada obteniendo el valor RAW del píxel.

En un mundo ideal, el valor RAW registrado debería ser una transcripción perfecta de la luz que incide en el píxel. Sin embargo, la realidad no es así. Esa diferencia entre el valor teórico y el registrado es lo que se denomina ruido.

En cada etapa del proceso antes referido, la señal (la luz en el caso de la fotografía) sufre un deterioro que es debido a multitud de factores diferentes; por ejemplo, ruido fotónico debido a la inherente naturaleza estadística de la luz, ruido de lectura, debido a inexactitudes en el proceso de amplificación-lectura de la señal, ruido térmico, debido al calentamiento del sensor, y así unas cuantas más fuentes de ruido.

El ruido se manifiesta visualmente en la foto en forma de pequeños puntos, unos más claros y otros más oscuros, distribuidos aleatoriamente sobre la superficie de la imagen; se suele decir que es como si le hubiesen echado *sal y pimienta* a la foto.

El ruido es especialmente visible en dos tipos de fotos.

La primera es cuando se intentan recuperar las sombras profundas durante el postprocesado de la imagen. A lo largo del libro usaremos Lightroom como procesador RAW.

Lightroom tiene un ajuste llamado Exposición que permite modificar el brillo de la foto. Un valor positivo permite aclarar la foto y un valor negativo oscurecerla. Usaremos este ajuste para corregir el brillo de una foto cuando sea necesario. Puedes encontrar las curvas tonales que aplica cada ajuste de Lightroom en el libro <http://fotoigual.com/libro-fotografia-digital-con-lightroom-6-y-cc/>.

Por ejemplo, en la Figura 1.1 tenemos una foto subexpuesta. Después de aplicarle un ajuste de Exposición = +3 en Lightroom, se obtiene la Figura 1.2.

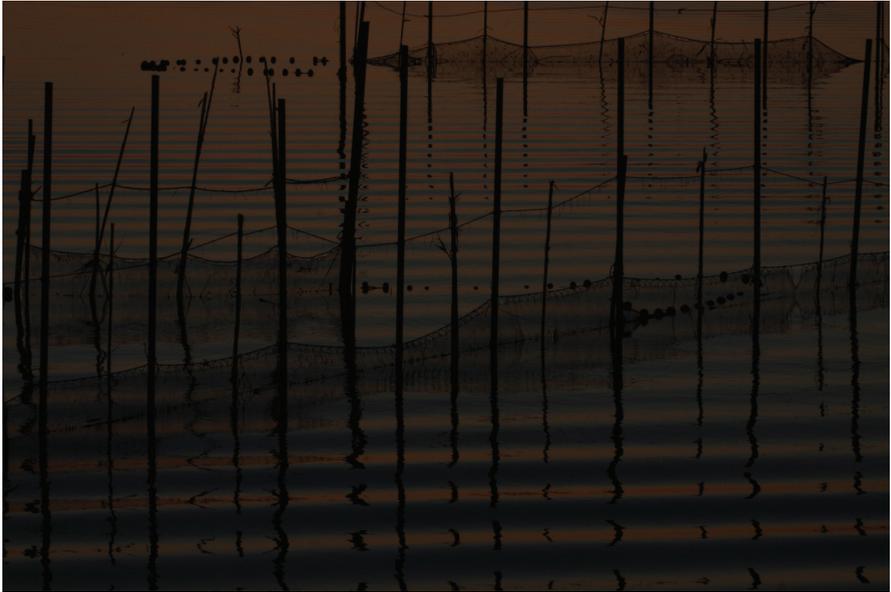


Figura 1.1: Imagen original subexpuesta.



Figura 1.2: Foto de la Figura 1.1 corregida la exposición en Lightroom (+3 EV).

Si ampliamos una zona de la Figura 1.2, podemos apreciar claramente el ruido (Figura 1.3).



Figura 1.3: Detalle ampliado de la foto de la Figura 1.2.

En este caso, el ruido también viene caracterizado por una coloración aleatoria (ruido de crominancia), debido a la forma en que se aplican los algoritmos de demosaicing que se encargan de obtener los valores RGB de un píxel a partir de los valores de las componentes de color de los píxeles vecinos. Esas manchas de colores no dejan de ser un artefacto inherente al ruido original presente en el fichero RAW.

Para saber cómo funciona una cámara, cómo se pasa de luz a un fichero RAW y en qué consiste éste, puedes consultar el tutorial:

<http://fotoigual.com/tutoriales/como-funciona-una-camara-de-fotos-obtencion-del-fichero-raw/>

El segundo caso donde el ruido se manifiesta más claramente es cuando se sube el ISO de la cámara. En la Figura 1.4 tenemos una foto hecha sin trípode y con una focal larga con ISO 3200 sin ningún ajuste de brillo durante el revelado (hubo que subir mucho el ISO para poder disparar a una velocidad suficientemente alta para minimizar los efectos del posible movimiento del animal y de la cámara).

Si observamos un detalle de la foto, el ruido se hace evidente (Figura 1.5). En este caso es un ruido sin color (ruido de luminancia).



Figura 1.4: Foto original con ISO 3200.



Figura 1.5: Detalle de la foto de la Figura 1.4.

Así pues, nuestra experiencia fotográfica nos dice que el ruido es especialmente visible en las sombras más profundas y cuando usamos ISOs muy altos.

A lo largo de este documento obtendremos la respuesta a estos fenómenos así como otros que irán apareciendo relacionados con el ruido y el funcionamiento de un sensor de una cámara de fotos digital.

Que el ruido resulte más o menos perceptible depende de muchos factores. En los ejemplos previos hemos visto que suele presentarse con un patrón de sal y pimienta coloreado o no. Pero hay otros patrones que irán saliendo a lo largo del documento, dependiendo del origen del ruido.

Del mismo modo, el motivo fotografiado y el sistema visual humano tienen mucho que decir en la percepción del ruido. Es muy probable que la misma cantidad de ruido en dos fotos de motivos diferentes con la misma exposición produzcan percepciones muy diferentes del ruido; puede que en una no lo notes y en la otra sea tan molesto que descartes la foto.

Por ejemplo, en la Figura 1.6 tenemos otro detalle de la foto de la Figura 1.4.



Figura 1.6: Percepción del ruido.

Aunque el ruido es el mismo en todas las zonas con un mismo nivel de brillo, resulta más visible en las superficies uniformes (rama) que donde hay textura (animal).

El ojo humano es muy bueno detectando bordes, así que le va a ser más fácil detectar ruido en superficies lisas que en objetos con textura.

Para que quede más claro todavía, vamos a generar una imagen ruidosa a partir de una imagen sin ruido. Para ello, partimos de la foto original de la Figura 1.7.



Figura 1.7: Foto sin ruido.

A continuación le añadimos artificialmente ruido a cada uno de los canales RGB, obteniendo la imagen de la Figura 1.8.



Figura 1.8: Foto con ruido.

El ruido es especialmente molesto en el cielo, las nubes y las paredes lisas de las montañas, en parte por el color que produce rechazo en nuestro cerebro, en parte por ser superficies lisas, sin texturas.

Sin embargo, en la zona de los árboles el ruido resulta casi inapreciable si no fuese por su componente cromática. Tan es así, que si pasamos la imagen a blanco y negro (Figura 1.9), la percepción del ruido en algunas zonas boscosas resulta más que difícil.

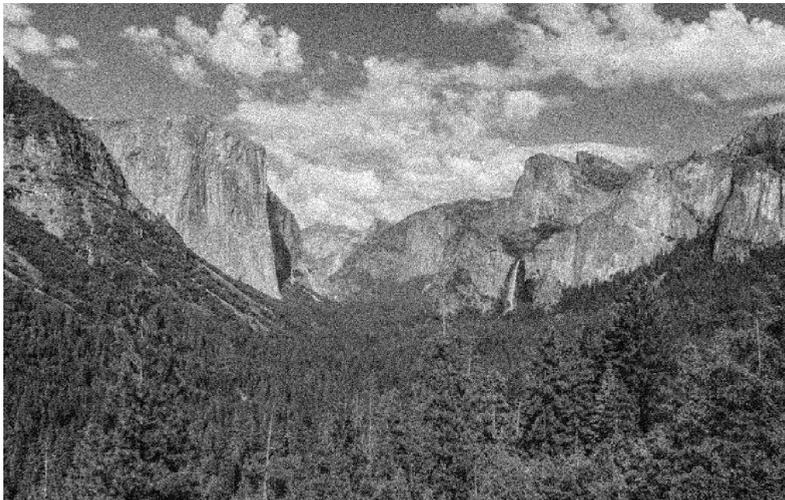


Figura 1.9: Foto con ruido en blanco y negro.

En conclusión, el ruido desde el punto de vista fotográfico es una variable artística más que queda sujeta a la valoración particular de cada uno de nosotros.

De hecho, cualquier software de revelado que se precie tiene un menú para añadir ruido artificialmente simulando el grano del ruido químico (potencia, rugosidad y tamaño del grano).

Ese ruido no tiene nada que ver con el ruido que introduce un sensor digital y que es el motivo de este libro: cuantificar en términos objetivos el ruido que introduce el sensor de una cámara digital.

Su uso queda para el libre albedrío del lector. Una cosa es cuánto ruido hay y otra muy distinta cómo afecta perceptualmente a la foto. La siguiente sección es un buen ejemplo de esto.

Para seguir leyendo haga click aquí