

Fotografía digital

Fotografía

Alberto Rico



tech



CONTENIDO

1. Teoría de la luz.

¿Cómo se crea una fotografía?

2. Conceptos técnicos.

Abertura del diafragma ("F").

Profundidad de campo.

Modos de exposición.

Enfoque.

Distancia focal.

Velocidad de disparo o velocidad de obturación ("SS").

Sensibilidad ("ISO").

Exposición.

Configuración del formato del archivo.

3. Teoría del color.

Espacio de color.

Dimensiones del color.

Fenómenos ópticos.

4. Bibliografía.



TEORÍA DE LA LUZ

Fotografía es la combinación de 2 palabras Griegas: "Phos" y "Graf". "Phos" significa "Luz" y "Graf" significa "Escribir/dibujar". Por lo tanto, "Fotografía" significa "Escribir con la Luz". Debido a su definición, es posible entender el importante papel que juega el manejo de la luz para obtener buenas fotografías.

Se pueden hacer fotografías sin cámara, sin ópticas, sin película, pero no se puede hacer fotografía sin luz.

Saber fotografía significa aprovechar las situaciones de luz que se presenten (luz del sol, de una vela, etc.) e incluso saber crear esas situaciones con iluminación (flash por ejemplo).¹

Por tanto, según cómo sea usada esta luz, determinará la foto. Dependiendo del tipo de orientación de la luz, el resultado será completamente diferente.

¿CÓMO SE CREA UNA FOTOGRAFÍA?

Esta pregunta puede resumirse en la (Figura 1).

El agujero de la cámara oscura permanece tapado, y para tomar la fotografía, lo que se hace es lo siguiente: Se abre el agujero durante un momento (equivalente a apretar el botón de disparo de la cámara), la luz entra a la caja (a la cámara) y la escena se proyecta al fondo de forma invertida y es captada por el sensor. La luz debe estar entrando el tiempo necesario para que el material fotosensible del fondo pueda "captar" la luz de la escena. En el mundo analógico ese sensor era el "carrete" y ahora es el sensor digital.

Como ya se ha comentado, el término fotografía significa "escribir con luz". Para que sea posible la fotografía hace falta luz, por poca que sea, ya que sin luz no hay fotografía. Así, para captar una fotografía (la luz de una escena) los tres parámetros más importantes son:

1. **Apertura del diafragma:** Tamaño del agujero por donde entra la luz.
2. **Tiempo de exposición:** Tiempo que se deja que entre la luz.
3. **Sensibilidad:** Capacidad del sensor de captar la luz de una forma más rápida o menos.

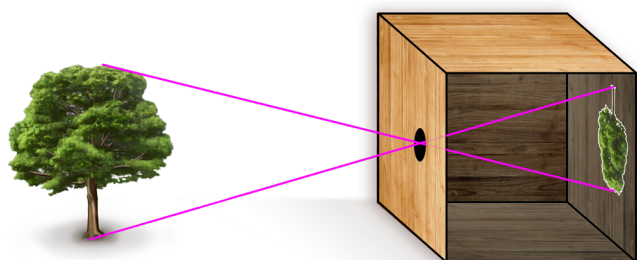


Figura 1. Esquematización resumida de cómo se crea una fotografía.

CONCEPTOS TÉCNICOS

Antes de entrar más en profundidad, es importante comprender los siguientes términos y parámetros.

ABERTURA DEL DIAFRAGMA ("F")

El diafragma es el disco que controla la cantidad de luz que llega a la película. El diafragma o abertura siempre está situado cerca del objetivo y actúa como el iris del ojo humano, variando su diámetro es posible controlar la luz que entra en la cámara. El diafragma está formado por un conjunto de laminillas metálicas que se abren y cierran en el interior del objetivo, dejando pasar entre ellas un hueco por el que pasa la luz hacia el sensor. Cuanto más abierto esté el diafragma, más cantidad de luz entrará. Cuanto más cerrado esté el diafragma, menor cantidad de luz entrará.

El fotógrafo puede variar la amplitud de esa abertura mediante la variación de los números "f", los cuales miden la magnitud de dicha abertura. Cuando mayor es el número "f", menor es la abertura, y viceversa.

Controlar el Diafragma manualmente permite, por tanto, controlar la luz de la foto.

Obertura del diafragma = "f" = F/D = Distancia focal del objetivo / Diámetro (obertura real o efectiva). (Figura 2)

En esta escala, cada salto de un número al siguiente supone que el área de la abertura se divide a la mitad, por lo que por unidad de tiempo llegará al sensor la mitad de luz. Por el contrario, cada salto hacia números de abertura más bajos, implica que el área de la abertura se aumenta al doble, por lo que por unidad de tiempo llegará al sensor el doble de luz. (Figura 3)

PROFUNDIDAD DE CAMPO

Se podría definir la profundidad de campo como la "zona de nitidez". Cuando se enfoca un objeto, los elementos que quedan por delante o por detrás de ese objeto quedarán nítidos o no, dependiendo de la Profundidad de campo.

La profundidad de campo depende de:

- Abertura del Diafragma "F".
- Velocidad de obturación.

La apertura del diafragma "f" está directamente relacionado con la profundidad de campo:

- **Diafragma más cerrado:** A diafragma más cerrado, es decir, la "F" más alta (por ejemplo: F32), mayor profundidad de campo habrá. Esto significa que todos los objetos por delante y por detrás del objeto a fotografiar están enfocados en la fotografía.
- **Diafragma más abierto:** A diafragma más abierto, es decir, la "F" más pequeña (por ejemplo: F4), menor profundidad de campo habrá. Esto significa que todos los objetos por delante y por detrás del objeto a fotografiar están desenfocados en la fotografía.



Figura 2. Se muestra la relación que guarda la mayor o menor apertura del diafragma respecto a cantidad de luz y a la profundidad de campo.

Modificando la "f":



Velocidad: 1/125

ISO: 100

F: ?

Flash: 1:4

Ring Flash
Foto Intraoral

Figura 3. Efecto de las modificaciones de la "f" en la cantidad de luz de la foto. (Fuente: cortesía del autor, clínica a2 dental mallorca).

La relación de la "f" con la profundidad de campo se podría entender como cuando se intenta cerrar un poco los ojos para ver de lejos – cuando se cierra el diafragma para tener más profundidad de campo. (Figura 4)

MODOS DE EXPOSICIÓN

Dependiendo de los parámetros de diafragma y/o tiempo de exposición que fija el fotógrafo, se clasifican 4 tipos principales de modos de exposición:

- 1. Prioridad de apertura o de diafragma (Av, A):** El fotógrafo elige el diafragma y la cámara proporciona el tiempo de exposición adecuado. Se emplea cuando se le quiere dar más importancia a la profundidad de campo que al movimiento.
- 2. Prioridad de tiempo de exposición (tv, s):** El fotógrafo elige el tiempo de exposición y la cámara proporciona el diafragma adecuado. Se emplea cuando se le quiere dar más importancia al efecto de movimiento que a la profundidad de campo.
- 3. Manual (M):** El fotógrafo elige el diafragma y el tiempo de exposición. Se emplea cuando se quiere tener un control más preciso de la exposición. Aunque es el modo más lento de utilizar, es el recomendado por el autor.
- 4. Automático y programa (P):** La cámara es la que elige el diafragma y el tiempo de exposición. El modo automático no suele permitir variar los valores proporcionados, y el modo programa sí suele permitirlo. Estos modos son los que permiten al fotógrafo tener menor control de la exposición de la foto y, por tanto, los autores son los que menos recomiendan.

ENFOQUE

En las fotografías, los elementos enfocados son los que aparecen bien contrastados, se aprecian bien sus bordes y sus distintas partes se aprecian de forma nítida y diferenciada.

Sin embargo, los elementos que no están enfocados en la fotografía aparecen sin tanto detalle, más borrosos, llegando incluso a ser irreconocibles.

Cuando se enfoca un elemento determinado, todo lo que está a la misma distancia de la cámara estará igualmente enfocado. Así, si se enfoca a una persona, en realidad quedará enfocada esa persona y todo lo que se encuentre a la misma distancia de la cámara. Lo que no queda a la misma distancia de la cámara no tendrá foco, y su desenfoque dependerá de lo cerca o lejos que esté del punto enfocado.

Enfocar es la maniobra que, mediante el avance o retroceso de la óptica, permite obtener una imagen nítida sobre la película.

Los aspectos que influirán en el enfoque de la fotografía, y que si se modifican tendrán que volverse a enfocar, son:

1. Distancia al sujeto.
2. Apertura del diafragma.
3. La distancia focal.

Además, hay 2 tipos de enfoque: El enfoque puede ser Manual (M) o Automático (AF):

- **Enfoque Automático (AF):** Es la cámara la que se encarga de enfocar el objeto a fotografiar, lo que suele ser más rápido y cómodo. Al presionar hasta la mitad el botón de disparo, la cámara intenta enfocar aquel objeto que se encuentra justo bajo el punto del enfoque activo. Si se logra el enfoque, la cámara muestra una señal luminosa o sonora. Si no se logra el enfoque, puede que ni si quiera permita disparar.

- Hay 2 tipos de Autofocus:

- » **One Shot:** Es el modo de AF más común, la cámara intenta enfocar y cuando lo consigue, fija el enfoque y se dispara o requiere apretar hasta la mitad restante el botón de disparo.
- » **Continuo:** Mientras se mantengan apretados el botón de AF, la cámara intenta enfocar continuamente hasta que se produce el disparo. Este tipo de autofocus se suele emplear en escenas en las que el sujeto o el objeto se mueve rápidamente.

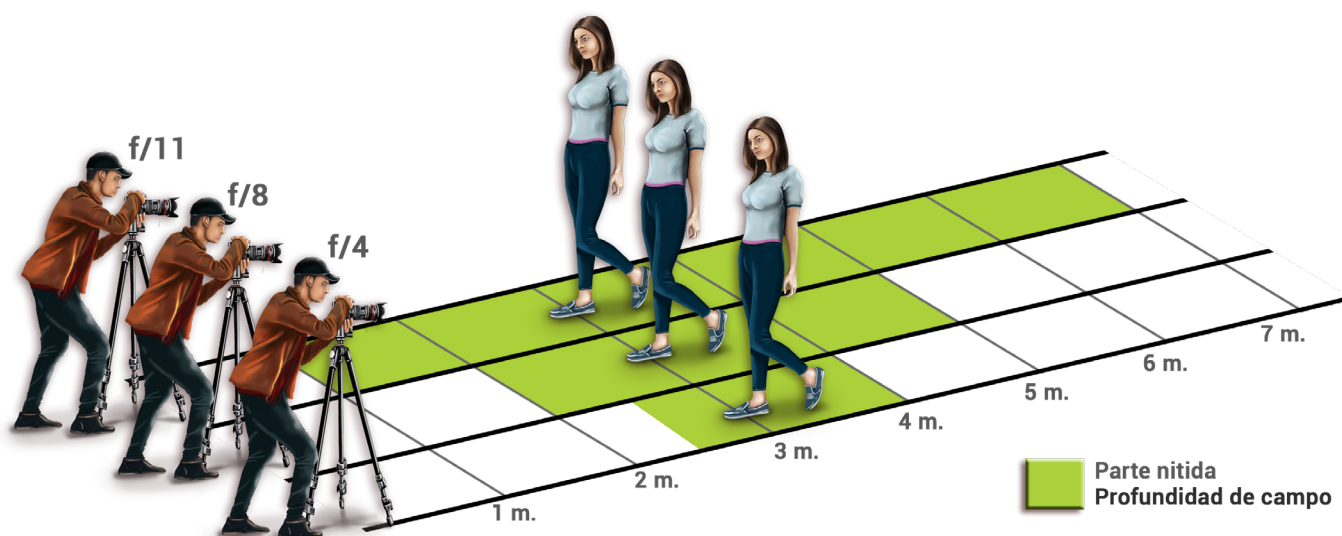


Figura 4. Impacto de la apertura del diafragma en la profundidad de campo. Característica de la Profundidad de Campo: La profundidad de campo siempre es el doble por detrás que por delante del elemento enfocado. (*theimagen.com*).

Al enfocar se iluminan los puntos donde va a recaer el enfoque, estos puntos los elige la cámara automáticamente. En este caso por proximidad y contraste. (Figura 5)

El reto es que el enfoque automático pueda enfocar el elemento que se quiera enfocar. Se le puede indicar la parte de la escena que debe tener en cuenta para encontrar el elemento a enfocar. Cada cámara tiene un número de puntos de enfoque posibles que pueden variar, según la cámara: 5, 9, 21, 39, etc., distribuidos desde el centro de la pantalla. (Figura 6)

Bloqueo del enfoque

Se emplea cuando se usa el autofocus para enfocar, pero el objeto sobre el que se quiere enfocar no está detrás del/los punto/s de enfoque.

Normalmente las cámaras tienen un botón de disparo que al presionarlo hasta la mitad se realiza el enfoque, la medición de luz y el balance de blancos. Si se coloca el sujeto detrás de uno de los puntos de enfoque, se enfoca sobre él presionando el botón de enfoque hasta la mitad y sin soltar el botón se re-encuadra la imagen, obteniendo lo que se quiere enfocar en la imagen.

El **enfoque Manual (M)** suele tener visores que facilitan el enfoque como una imagen partida en el centro o un microprisma. En Odontología, el enfoque recomendado es el manual, por lo que más adelante será importante centrarse exclusivamente en el modo de enfoque manual.

Como ya se ha comentado, cada objetivo tiene una distancia mínima de enfoque entre el objetivo y el sujeto enfocado, por debajo de la cual no es capaz de enfocar. Si se intenta enfocar más cerca, el objetivo no sería capaz. Aun así, se puede utilizar la profundidad de campo para que un elemento que se encuentra más cerca de la mínima salga enfocado (*cerrando diafragma*).

Cuanta mayor luz haya en la escena, más fácil resulta enfocar para el objetivo. Por lo tanto, se debe intentar tener toda la luz posible para que los enfoques sean precisos.

Luz de asistencia o de ayuda

La luz de asistencia o de ayuda al enfoque de la cámara es una función que ofrecen las cámaras o los flashes a través de una luz auxiliar, para que en situaciones de iluminación pobre, la cámara en automático o en manual se pueda enfocar correctamente. (Figura 7 y 8)



Figura 5. Puntos de enfoque.

Canon 80D

Nikon 5300

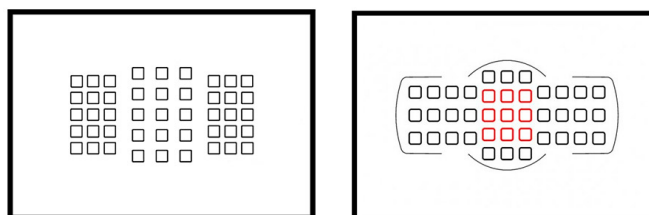


Figura 6. Se muestran los puntos de enfoque de un modelo de Canon y Nikon.



Figura 7. Luces de asistencia o de ayuda de un flash anular de Canon. (Fuente: Cortesía del autor, clínica A2 Dental Mallorca).



Figura 8. Botón del control de mando del flash anular de Canon para activar la luz de ayuda o de asistencia. (Fuente: Cortesía del autor, clínica A2 Dental Mallorca).

Bloquear el enfoque (truco para fotos extraorales)

En algunas ocasiones, puede ser útil bloquear el enfoque de un elemento concreto y luego encuadrar la foto de distinta manera sin que deje de estar enfocado ese elemento. Por ejemplo, en una foto extraoral (de toda la cara) en sonrisa para un análisis de Digital Smile Design, puede interesar bloquear el enfoque en la sonrisa del paciente y luego dejar de encuadrar la foto en esa sonrisa para encuadrar la foto a toda la cara, sin que la boca deje de ser el elemento enfocado de la foto, pero ahora, el encuadre sea la cara del paciente y no solo la boca.

Otro ejemplo en el que puede ser interesante bloquear el enfoque es si el sujeto a enfocar no está en el centro de la escena, para enfocar el sujeto se encuadra en el centro al sujeto, se aprieta el botón de disparo hasta la mitad (Canon) o botón AF-L (Nikon) y, sin soltarlo, se re-encuadra a la toma deseada y se dispara, de esa forma la cámara no pierde el enfoque anterior.

Es importante saber que si se usan profundidades de campo pequeñas esta técnica puede dar problemas, porque la pequeña diferencia en la distancia al enfocar el elemento y después re-encuadrar puede hacer que el sujeto pierda algo de enfoque.

Patrones de medición de la luz

Las cámaras réflex digitales permiten 3 patrones de medición de la luz para modos de exposición automáticos o semiautomáticos.

- 1. Modo matricial o evolutivo:** Se evalúa la escena entera. Se recomienda cuando hay diferencias grandes de luminosidad entre las diferentes partes de la escena. Será el de elección para la Odontología.
- 2. Modo ponderado al centro:** La medición de la luminosidad se realiza priorizando la existente en la parte central y menos en los bordes. No se utiliza mucho.
- 3. Modo puntual:** Mide exclusivamente la luz del centro del fotograma, aunque algunas cámaras permiten medir la luz en torno al punto donde se realiza el enfoque.

DISTANCIA FOCAL

Es el ángulo de visión que permite un objetivo. Así hay objetivos más angulares, como un 18mm., y objetivos más tele, como un 200mm. En Odontología se suelen emplear Objetivos Macro de 60mm o de 100-105mm.

Ópticas

Son herramientas que permiten formar imágenes de gran calidad sobre la película. El Espacio que hay entre la óptica y el lugar donde se forma la imagen se llama "Distancia Focal". La principal diferencia entre las ópticas es la distancia focal. Los objetivos de larga distancia focal se les llaman Teleobjetivos, tienen un ángulo de visión reducido y parece que los objetos se acercasen. Los de focal corta se llaman Angulares, tienen mayor ángulo de visión para permitir ver un área de imagen más amplia. (Figura 9, 10 y 11)

Distancia al objeto enfocado

El límite para acercarse a un elemento y poder enfocararlo es la **distancia mínima de enfoque del objetivo**, a menos de esa distancia no será posible enfocar. Cada objetivo tiene su distancia mínima de enfoque, generalmente marcada en el anillo frontal o en un lateral del objetivo. (Figura 12 y 13)



Figura 9. Ejemplo de foto con objetivo angular (fuente: www.gopro.es).



Figura 10. Ejemplo de fotografía con tele-objetivo. (Fuente: <http://almazoracastello.blogspot.com/2014/>) La regla es: A mayor distancia focal, menor profundidad de campo y viceversa.

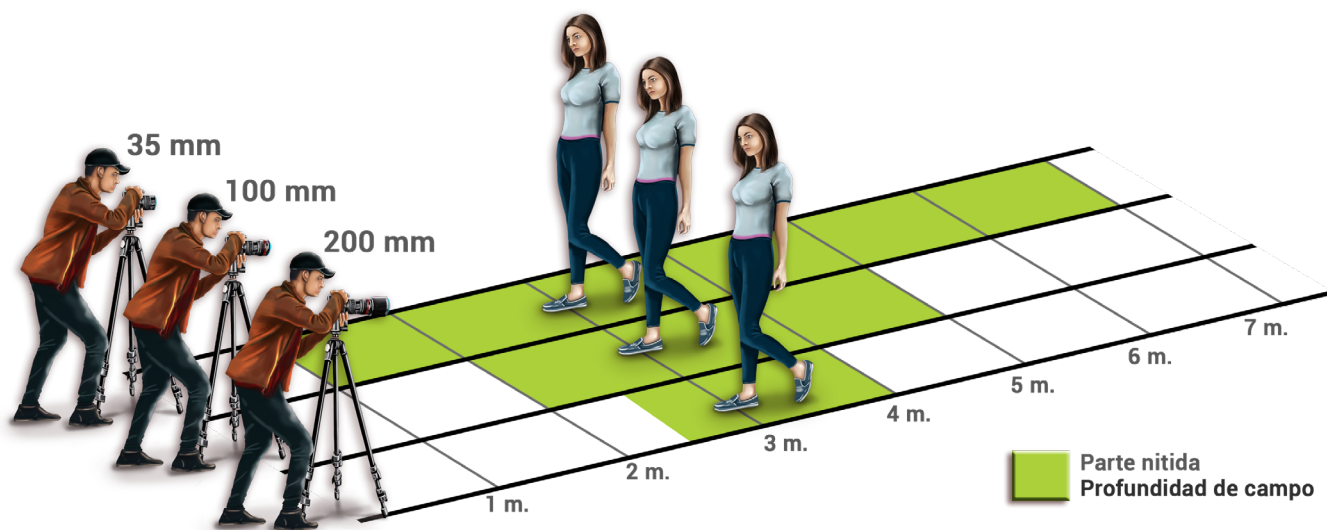


Figura 11. Impacto de la distancia focal en la profundidad de campo (www.theimagen.com).



Figura 12. Distancia mínima de un objetivo macro de 100mm de Canon (fuente: Cortesía del autor, clínica A2 Dental Mallorca).

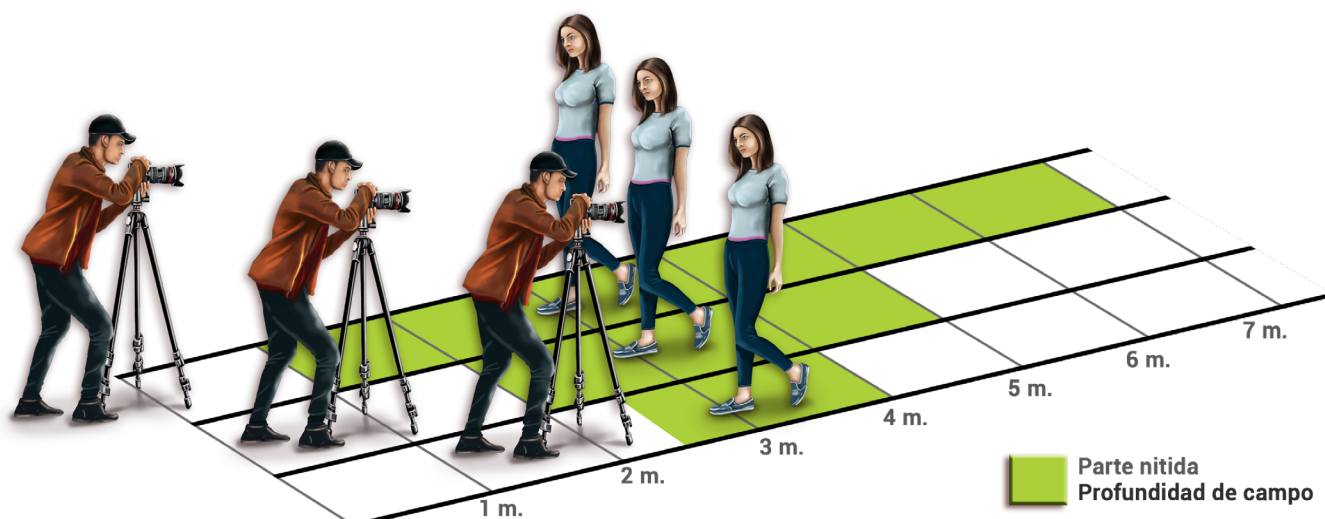


Figura 13. Impacto de la distancia al objeto enfocado en la profundidad de campo (*theimagen.com*).

Cuanto menor es la distancia mínima de enfoque, más cerca se podrá poner del elemento a fotografiar (por ejemplo, la boca) y, por tanto, más macro serán las fotografías. En Odontología esto resulta importante porque si la distancia mínima es larga, nunca será posible hacer una foto de detalle de algún elemento pequeño, lo cual es importante para fotografía Dental Estética.

Cuanto mayor es el macro del objetivo, la escala es más pequeña y la distancia mínima de enfoque es menor, por tanto, se podrán hacer fotos de pequeños detalles (por ejemplo, Objetivos Macro de 100-105mm). Si, por el contrario, se usan Objetivos macro de 60mm, la escala mínima que se podrá fotografiar es casi toda la boca, por tanto, no será posible hacer fotografías de pequeños detalles.

VELOCIDAD DE DISPARO O VELOCIDAD DE OBTURACIÓN ("SS")

Es el tiempo que permanece abierta la cámara para la entrada de luz y así registrar la foto. La velocidad de obturación la controla el obturador, el cual se abre y cierra el tiempo establecido para que se capture la foto.

El tiempo de obturación se puede regular manualmente en la cámara:

- A mayor tiempo de obturación, más luz entra en el sensor.

Los tiempos de obturación se expresan en forma de fracciones de segundo:

- Tiempo de obturación de 1/10 equivale a una décima de segundo.
- ½: Medio segundo.

Los valores se expresan en 1 segundo repartido por las unidades que indiquen, y la velocidad de disparo será una de esas unidades en las que ha quedado dividido ese segundo.

A más velocidad de disparo, se consigue congelar la fotografía. A menor velocidad de disparo, se consigue dar imagen de movimiento (típica foto de los taxis en movimiento en la plaza de Times Square NY).

Un obturador permite controlar la cantidad de tiempo en el que la imagen se proyecta sobre la película. Debido a ellos, será posible congelar el movimiento con tiempos de milésimas de segundo o recoger el movimiento con exposiciones de segundos.

Por tanto, en velocidades lentas (tiempo de exposición largos) será necesario el uso de trípode.

Es por ello, por lo que es un parámetro con el que se controla la cantidad de luz. Durante una hora entra más luz que durante un segundo. Esto hace que para la exposición (grado de luz o iluminación) de la película, los valores de Diafragma-Velocidad estén muy ligados. En función del interés se elegirá la combinación Diafragma-Velocidad que más interese. Por ejemplo, si se quiere congelar el movimiento, se elegirá una velocidad rápida, pero abrir el Diafragma (*F baja*). Y si se quiere conseguir profundidad de campo, se elegirá una Velocidad más lenta.

En Odontología no interesa registrar movimientos rápidos en una foto, sino que interesan fotos nítidas estáticas, por lo que normalmente se usarán Velocidades pequeñas, entre "1/125 y 1/160", y se dejará como parámetro estático para fotografía dental. (*Figura 14*)

SENSIBILIDAD ("ISO")

El valor ISO es la Sensibilidad del sensor digital. Cuanta mayor sensibilidad se use en la foto (*ISO más alta*), más sensible será el sensor de la cámara a la luz y, por lo tanto, más luz captará. Sin embargo, al usar valores ISO muy altas, se está forzando mucho al sensor y, por tanto, la foto, aunque con más luz, también aparecerá con menor calidad, aparecerá lo que se denomina "ruido o grano" en la fotografía.

Con la sensibilidad también se podrá manipular la cantidad de luz:

- Se usará Sensibilidad Alta para malas condiciones de luz, la calidad de la foto se verá afectada negativamente.
- Baja Sensibilidad cuando la luz sea optima, ésta última opción será la que permita la máxima calidad de luz.

La sensibilidad se mide en números ISO. Cuanto mayor sea el número ISO mayor es la sensibilidad. Una escala de sensibilidades habituales en fotografía digital es la siguiente: 100- 200 -400 – 800 – 1600 – 3200.

Cada salto en esta escala supone que el sensor es el doble de sensible a la luz, por lo que para una misma cantidad de luz y un mismo diafragma se podría usar un tiempo de exposición de la mitad, o bien para un mismo tiempo de exposición se podría utilizar un diafragma el doble de cerrado.

Siguiendo con la terminología de puntos, cada salto en la escala anterior de un número ISO al siguiente, supone que se aumenta la sensibilidad en un punto. Así, pasar de ISO 100 a ISO 800, por ejemplo, supone aumentar tres puntos de sensibilidad, y a la inversa, pasar de 400 ISO a 200 ISO supone disminuir la sensibilidad en un punto.

Mientras más bajo sea el valor ISO, mayor calidad tendrá la fotografía, pero será necesaria más cantidad de luz. Si se aumenta el valor ISO, el problema será que se pierda contraste en la fotografía y aumentará el ruido de la misma. El “ruido” es la aparición en determinados píxeles de colores o tonos que no son reales, lo que disminuye la calidad de la imagen.

A continuación, se expone un ejemplo del autor para entender la Sensibilidad (ISO): Imaginar un paparazzi por la noche escondido dentro de un coche en un parking de un centro comercial, para tomar una foto robada a un personaje famoso de la mano de su amante secreta. Para tomar esa foto, ha de estar alejado, no podrá acercarse para que no le descubra, ni usar flash, además, la escasez de luz en el parking hará más difícil el obtener una foto que se intuya quienes son los personajes. Por tanto, lo que hará el paparazzi será subir la ISO al máximo para que se intuyan un poco los personajes dentro de la oscuridad, pero añadiendo mucho ruido a la foto, de esa forma aparece una foto de muy mala calidad, pero que se ha podido realizar.

(Figura 15 y 16)

Cuanto más tiempo se dedique en manejar correctamente todas estas herramientas, menos tiempo se dedicará a corregir las fotos postproducción. Las leyes de la fotografía no han cambiado, por tanto, da igual cuál sea el equipo fotográfico que se disponga, siempre y cuando se tengan claros los conceptos básicos en la mente. Es por ello, por lo que al autor no le importa tanto dar recetas estándares para tomar fotos en Odontología, sino hacer entender cómo influyen todos estos parámetros para así no necesitarlas en caso de no disponer de ellas.

EXPOSICIÓN

La Exposición es el proceso por el cual la luz incide sobre el sensor para generar una imagen digital. Para que la imagen tenga una apariencia idónea, ha de recibir la Exposición adecuada.

Dependiendo de la cantidad de luz que llegue al sensor, la fotografía puede quedar:

- **Muy iluminada (lo que comúnmente se conoce como una fotografía quemada):** Se denomina “sobreexposición”.
- **Iluminación adecuada:** “Exposición correcta”.
- **Poco iluminado (oscura):** “Subexposición”.

El nivel de Exposición se mide mediante el Histograma, que mide la luminosidad.

- El Histograma muestra la distribución de los tonos de la imagen.
- **En el Eje Horizontal se encuentran los valores de brillo:** De más oscuro (a la izquierda) a más claro (a la derecha).
- En el Eje Vertical se muestra el número de píxeles para cada nivel de brillo.

El objetivo, como odontólogos, es conseguir una gráfica en el Histograma que arranque en cero a la izquierda y termine en cero a la derecha, sin importar lo alta o baja que sea en el eje vertical.

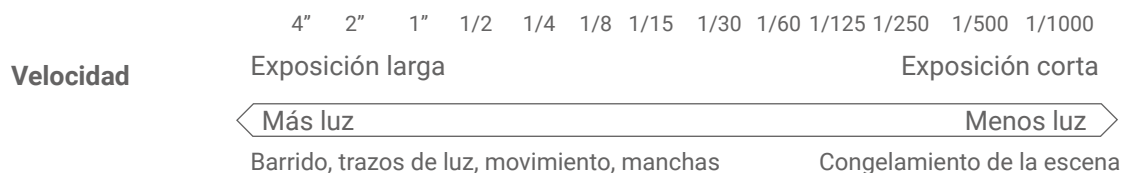


Figura 14. Influencia de la velocidad de disparo con la cantidad de luz de la foto.

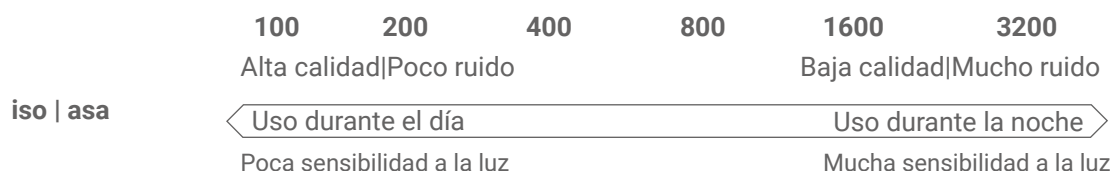


Figura 15. Influencia del ISO con la luz y con la cantidad de ruido de la foto.

Modificando la "ISO":



ISO 100

ISO 200

ISO 800

Velocidad: 1/125

ISO: ?

F: 20

Flash: 1:4

Ring Flash
Foto Intraoral

Figura 16. Efecto de las modificaciones del ISO en la cantidad de luz que hay en la foto. (Fuente: Cortesía del autor, Clínica A2 Dental Mallorca).

El nivel de exposición depende, como ya se ha visto, de factores como: (Figura 17, 18 y 19)

- Velocidad de disparo.
- Apertura del Diafragma "f".
- Sensibilidad ISO.

CONFIGURACIÓN DEL FORMATO DEL ARCHIVO

La imagen obtenida se puede grabar en la tarjeta de memoria en distintos formatos. Los más habituales ofrecidos por las cámaras digitales son: JPG, TIFF y RAW.

Si la cámara lo permite y hay interés para realizar un control lo más estricto posible de la imagen, se puede utilizar RAW, si no, JPG. El uso de TIFF no se recomienda.

- **JPG:** Es el formato más común ofrecido por las cámaras digitales. Utiliza una compresión con pérdida, es decir, se sacrifican datos y calidad de la imagen para conseguir tamaños de archivo menores cuando el archivo está cerrado. Su pequeño tamaño es su principal ventaja. Las cámaras suelen ofrecer distintos grados de calidad de guardado JPG para cada tamaño de imagen (3 normalmente) que se refieren al grado de compresión del JPG. A mayor grado de compresión, menor calidad y tamaño de archivo. A compresiones menores, la degradación de imagen puede ser ínfima y puede obtenerse una imagen prácticamente indistinguible de una imagen no comprimida. Por tanto, si se prefiere usar este formato y no hay problemas de capacidad en las tarjetas de memoria, es recomendable que se ajuste la calidad de guardado de los JPG al máximo.

Al utilizar JPG como formato de guardado, la cámara, antes de guardar la imagen en la tarjeta, aplica los ajustes de balance de blancos, saturación, enfoque y contraste que ese momento estaban ajustados.

- **TIFF:** El TIFF es un formato de archivo al que las cámaras no aplican ningún tipo de compresión, por lo que se guarda con la máxima calidad. Sin embargo, ocupa mucho espacio en tarjeta y suele ser muy lento en grabarse. Además, al igual que en el caso del JPG, previamente a guardar la imagen en la tarjeta, la cámara procesa la imagen con los ajustes que se hayan colocado. Es un formato de disparo no recomendado y por ello está desapareciendo del mercado en las cámaras digitales.

	Nikon		Canon
Exposición	+ 1 . 1 . 0 . 1 . 1 -	Exposición normal	2 . . 1 . . 1 . . 2
	+ 1 . 1 . 0 . 1 . 1 -	Sobrexposición	2 . . 1 . . 1 . . 2
	+ 1 . 1 . 0 . 1 . 1 -	Subexposición	2 . . 1 . . 1 . . 2

Figura 17. Representación de los grados de exposición en las cámaras Nikon y Canon.

Modificando la "ISO":



ISO 100

ISO 200

ISO 800

Velocidad: 1/125

ISO: ?

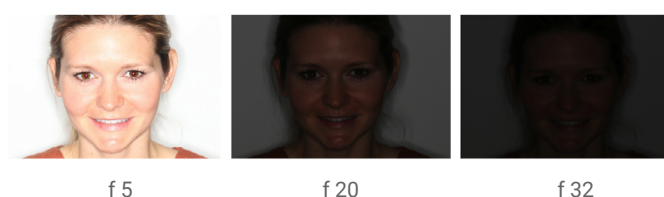
F: 8

Flash: 1:2

Ring Flash
Foto Intraoral

Figura 18. Efecto de las modificaciones del ISO en el grado de exposición de la foto. (Fuente: Cortesía del autor, Clínica A2 Dental Mallorca).

Modificando la "f":



f 5

f 20

f 32

Velocidad: 1/125

ISO: 200

F: ?

Flash: 1:2

Ring Flash
Foto Intraoral

Figura 19. Efecto de las modificaciones de la "F" en el grado de exposición de la foto. (Fuente: Cortesía del autor, Clínica A2 Dental Mallorca).

- **RAW:** Es un formato no estandarizado, ya que cada marca de cámara posee su propio formato RAW. Así, se tendrán entre otros los archivos ORF de Olympus, NEF de Nikon, CRW y CR2 de Canon, RAF de Fuji o MRW de Minolta. Un archivo RAW contiene los datos en bruto captados por el sensor, sin aplicar los parámetros colocados en cámara y sin realizar el demosaicing y conteniendo, por lo tanto, la máxima calidad posible. Las imágenes en RAW no pueden ser abiertas directamente en un programa de retoque, sino que necesitan ser procesadas previamente y convertirlas a un formato como JPG o TIFF. Mediante este procesamiento se le puede aplicar a la imagen distintos ajustes de exposición, contraste, saturación de color, balance de blancos y enfoque de una manera más precisa y potente que si se aplican directamente a la cámara, como se hace cuando se graba en formato JPG o TIFF. Al abrir un RAW se ve la imagen, según los parámetros de contraste, saturación y balance de blancos definidos por la cámara, pero estos ajustes no han alterado la información captada, sino que solo se utilizan para la representación. Por ello, existe la libertad de modificarlo como si aún no se hubiese realizado la foto y estuviera ante el motivo.

El RAW ocupa menos tamaño que el formato TIFF, aunque es más lento de escribir en la tarjeta y satura más el buffer, por tanto, deja grabar más imágenes que TIFF pero a menor velocidad. Desgraciadamente el formato RAW solo se suele ofrecer en las cámaras de gama alta y algunas de gama media.

- **RAW + JPG:** Algunos modelos permiten guardar a la vez la misma imagen como RAW y como JPG, lo que permite aprovechar las ventajas de ambos formatos: La inmediatez y el poco peso de los JPGs, y la calidad y posibilidad de procesamiento de los RAWs. El inconveniente de usar esta combinación es que el número de fotos por tarjeta disminuye, ya que por cada foto captada se guardan 2 archivos en lugar de uno.

TEORÍA DEL COLOR

Para entender el color hay que conocer el espectro electromagnético. Las ondas electromagnéticas pueden tener muchas longitudes de onda y frecuencias diferentes en un intervalo que se llama espectro electromagnético. La luz visible es una estrecha gama de ondas electromagnéticas que el ojo humano puede detectar, longitudes de onda fuera de esta franja serán imperceptibles para el ojo humano. Dentro del espectro de luz visible, existen diferentes longitudes de onda que producen diferentes percepciones de color. De esta forma, las longitudes de onda más largas producen la percepción del rojo, mientras que las cortas producen la percepción violeta. (Figura 20)

Según la Real Academia de la Lengua Española, el color es una "sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda".

El mundo es incoloro, se podría decir que todo el color que se ve no existe, es una percepción. Los objetos poseen la característica de absorber determinadas partes del espectro lumínico. La luz que no es absorbida se remite y transmite diferentes estímulos de color al de la ambientación general. Al llegar estos estímulos hasta el órgano de la vista, produce una sensación de color.

La luz blanca está formada por 3 colores básicos: Rojo, verde y azul (RGB: Red, Green and Blue). Éste fenómeno lo descubrió Isaac Newton al hacer pasar un rayo de luz blanca por medio de un prisma de cristal, este haz de luz se dividió en un espectro de colores idéntico al resto del arco iris.

Los colores aparecen a partir de lo que se conocen como los 3 colores primarios, a partir de los cuales se forma para cada sensación de color un código de tres partes. Estos colores primarios no surgen de la mezcla de ningún color, por eso se denominan primarios. (Figura 21)

Los colores secundarios son aquellos que se forman de la mezcla, por partes iguales, de dos primarios (p.e verde: Mezcla del azul y el amarillo).

Los colores terciarios se forman con la mezcla, por partes iguales, de un color primario con uno secundario adyacente. Así, de esta combinación resulta el rojo violáceo, rojo anaranjado, amarillo anaranjado, amarillo verdoso, azul violáceo y azul verdoso. (Figura 22)

ESPACIO DE COLOR

Dentro del modo RGB que captan las cámaras digitales, hay distintos subconjuntos llamados espacio de color, que definen las diversas gamas de color dentro del modo RGB.

Cada uno de estos espacios de color abarca un espectro de colores diferente. Al elegir el espacio de color, es como si se eligiera la paleta de colores que será capaz de captar el sensor. Normalmente se puede elegir entre Adobe RGB y sRGB. Si se desconoce el uso final de la imagen o esta va a ser destinada a impresión, se recomienda utilizar AdobeRGB, que da una gama de color más amplia y real. Si su destino es la pantalla, se puede usar sRGB, cuya gama se aproxima mucho a la que es capaz de representar un monitor típico. En las digitales que no ofrecen la posibilidad de elegir el espacio de color, éste suele ser sRGB.

DIMENSIONES DEL COLOR

Munsell organiza los colores en 3 dimensiones: Matiz, Chroma y Valor.^{3,4}

- **Matiz/Tono/Hue:** Es la dimensión más sencilla de entender y distinguir. Es la que diferencia una familia de color de otra. En resumen, se podría decir que es lo que se llama el color (azul, amarillo, verde, etc.).

En la práctica clínica, en las guías más comunes que se emplean, por ejemplo, la guía Vita Classic, se encuentran 4 matices: A (marrón-anaranjado), B (amarillo), C (amarillo-grisáceo) y D (marrón).

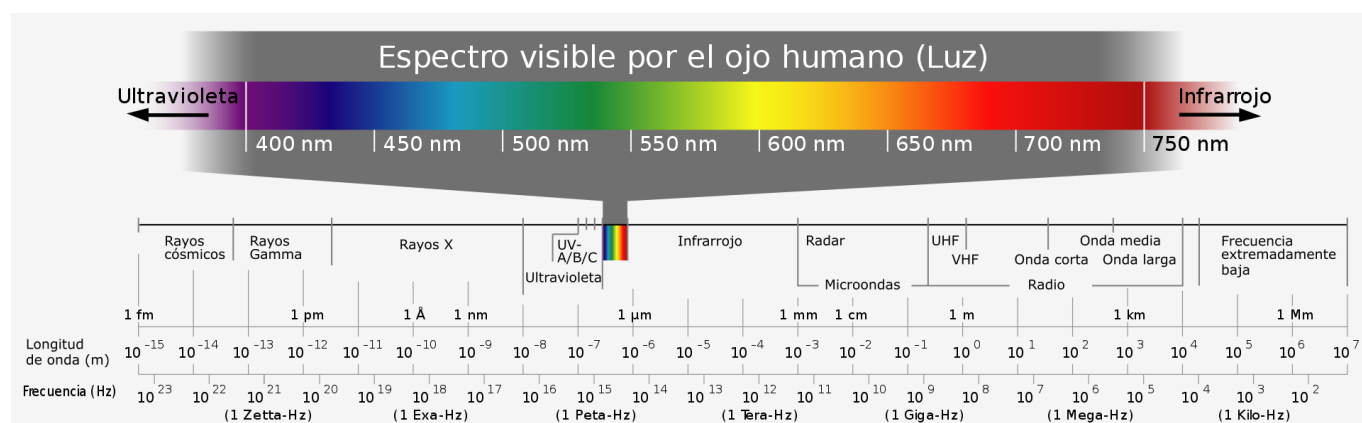


Figura 20. Espectro Electromagnético (fuente: Wikipedia).



Figura 21. Colores primarios y secundarios.



Figura 22. Colores primarios, secundarios y terciarios.

- **Croma/Saturación:** Es la cantidad de pigmento o saturación que presenta el matiz o tono. En la práctica clínica, el matiz se subdivide en diferentes grados de saturación, desde el A1 (menos saturado), hasta el A4 (el más saturado), dentro del tono A (marrón-anaranjado). En los dientes las partes más saturadas se encuentran en cervical, y las menos saturadas en la región incisal, ya que el grado de saturación del diente viene determinado por la cantidad dentina y el espesor del esmalte.
- **Valor/Luminosidad/Brillo:** El brillo o grado de luminosidad es una propiedad acromática, es decir, es independiente completamente del tono o matiz, pero es la que distingue un color claro u otro más oscuro en cuanto a la capacidad de reflejar y/o absorber la luz. Es la dimensión más compleja de entender, pero la que más significancia clínica tiene, ya que el ojo humano está mucho más desarrollado para diferenciar o percibir grados de luminosidad que tonalidades o saturaciones. El ojo humano tiene aproximadamente 100.000.000 de bastones

que son los responsables de la percepción de la cantidad de luz, y 7.000.000 de conos responsables de la percepción del matiz y croma. Es por ello, por lo que si una restauración, por ejemplo, una corona cerámica, el valor es adecuado, para el paciente y para los profesionales en odontología será mucho más difícil de percibir pequeñas discrepancias de matiz o croma. Debido a ello, hay guías que están organizadas por el valor y ya no tanto por el tono o saturación, como la guía Vita 3D Master.⁵

FENÓMENOS ÓPTICOS⁶

- **Translucidez:** Grado con el que la luz es capaz de transmitirse en lugar de absorberse o reflejarse. Algo con un mínimo grado de translucidez es un objeto opaco, ya que es incapaz de transmitir luz. Por el contrario, algo un grado máximo de translucidez sería un objeto transparente, capaz de transmitir toda la luz que ha incidido sobre él. El esmalte es translucido, especialmente en los bordes incisales donde no hay dentina.
- **Opalescencia:** Es la habilidad de un cuerpo translucido de parecer azul con luz reflejada (bajo iluminación directa, las longitudes de onda más cortas del espectro visible, es decir, las azules son reflejadas por el esmalte del diente natural) y naranja-rojizo con luz transmitida (iluminado con longitudes de ondas largas que pasan a través del esmalte). Esta es una propiedad del diente natural.
- **Fluorescencia:** La capacidad de un cuerpo de emitir luz visible cuando es expuesto a rayos excitantes de alta energía como la luz ultravioleta.
- **Metamerismo:** Capacidad por la cual dos objetos pueden aparecer del mismo color bajo una fuente de iluminación determinada, y distintos al cambiar la fuente de iluminación. Por lo tanto, resulta interesante a la hora de tomar el color de un diente, hacerlo bajo dos fuentes de luz diferentes, y evitar interpretar colores con bajos niveles de iluminación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Which is the best camera for dental photography?
2. Int J Periodontics Restorative Dent 2018;38(suppl):s113-s118.
3. Munsell AH. A Color Notation. Boston: G. H. Ellis Co.; 1905.
4. Joiner A. Tooth Color: a review of the literatura. Journal of Dentistry 2004; 32 Suppl 1:3-12.
5. Evaluación de la sensibilidad y la concordancia de la fotografía intraoral en la determinación del color dental. UCM Sergio Giner Garrido.
6. Kina. S, Bruguera A. Invisible: Restauraciones estéticas cerámicas. Brasil: Panamericana 2011.