
Òptica i exposició

PID_00249107

Aniol Marín Atarés

Temps mínim de dedicació recomanat: 3 hores



Índex

| | |
|--|----|
| Introducció | 5 |
| 1. L'exposició correcta | 7 |
| 1.1. Balanç de blancs i correcció de color | 8 |
| 1.2. Velocitat d'obturació | 12 |
| 1.3. El diafragma | 16 |
| 1.4. Guany electrònic | 21 |
| 2. Objectius compostos | 26 |
| 2.1. Gran angular | 29 |
| 2.2. Teleobjectius | 31 |
| 2.3. Les lents segons altres criteris | 34 |

Introducció

La implementació de les tècniques digitals en l'àmbit del cinema durant la primera dècada del segle XXI va ser ràpida i va produir diverses novetats, la majoria de les quals van ser ben rebudes. No obstant això, alguns professionals i amants del cinema s'hi van mostrar en contra, sobretot per algunes de les seves característiques. Per exemple, *Public Enemies* (2009) va ser criticada per la seva estètica, molt semblant a la del vídeo, que no tothom va rebre positivament. D'alguna manera, el tractament de la imatge era diferent del que l'espectador estava acostumat, trencava la il·lusió de film clàssic i delatava clarament el tipus de càmera que s'havia utilitzat per a la gravació.

Vist amb perspectiva, podria semblar que l'estètica d'aquesta pel·lícula era deguda a les limitacions de les primeres càmeres de cinema digitals. De totes maneres, en aquells moments ja era habitual que moltes pel·lícules de cinema comercial es rodessin així, sense que l'estètica se'n ressentís en absolut. Per a la majoria d'espectadors, la diferència entre les tècniques noves i els mètodes tradicionals de gravació passava inadvertida ja que, quan està prou desenvolupada, la tecnologia digital permet recrear fàcilment les característiques del cinema analògic. *Public Enemies* no té una estètica de vídeo per error, sinó per una tria conscient del director. El rebuig que va despertar en una minoria es devia al fet d'haver comès el que sovint s'anomena *crim d'obturació* (*shutter crime*), una tècnica molt simple en digital però que tradicionalment no es podia obtenir amb les càmeres de cinema analògic i que, fins fa poc, constituïa gairebé un estigma, ja que és una de les diferències fonamentals entre les grans pel·lícules rodades en analògic i el vídeo de les produccions de baix pressupost.

Actualment, la pràctica totalitat de les càmeres de vídeo tenen, almenys, un control automàtic de l'obturació i d'altres recursos d'òptica i exposició que tenen un gran impacte sobre les característiques del nostre clip final. Encara que sovint no ens n'adonem, si no s'ajustessin bé les preses gravades, sovint serien inservibles. Moltes càmeres relativament senzilles, a més, permeten un control manual d'alguns d'aquests paràmetres, que es poden utilitzar com a recurs expressiu o estètic. Tot i que la interacció entre aquests és complexa i s'ha de conèixer molt bé si se'n vol fer un ús completament manual, els modes o ajustos semiautomàtics de les càmeres ens poden ajudar a aconseguir els efectes desitjats mantenint sempre una exposició correcta, fet que suposa un gran avantatge. Tanmateix, si no sabem què estem fent, podem trobar-nos que som a un clic de menú de cometre un crim d'obturació o d'aplicar qualsevol altre efecte no desitjat que pugui resultar perjudicial pel que volem gravar. Saber quines són les interaccions entre cadascun dels paràmetres, doncs, segueix essent essencial encara que ens refiem de l'automàtic.

1. L'exposició correcta

Com ja hem comentat en un altre mòdul, les càmeres de vídeo són capaces de gravar uns determinats passos de llum en cada imatge. Com més passos sigui capaç de captar, menys ens haurem de preocupar per tal d'obtenir preses útils. Aconseguir l'exposició correcta consisteix simplement a aconseguir que tot el que es veu a la imatge quedi dins del rang dinàmic del sensor, de manera que no hi hagi zones subexposades ni sobreexposades. Si ho fem correctament, en el millor dels casos no caldrà fer cap correcció de color posterior (tot i que, com veurem més endavant, encara pot ser aconsellable corregir-la igualment). Però de vegades, els contrastos dins de la imatge seran tan grans que superaran els passos del sensor, de manera que no ens quedarà més remei que decidir quines zones de la imatge són importants i de quines, en canvi, se'n pot sacrificar el detall.

De totes maneres, per bona que sigui la càmera, és impossible captar totes les situacions imaginables sense ajustar d'alguna manera l'exposició. La llum d'un cel assolellat és milions de vegades més intensa que la del mateix cel il·luminat només amb les estrelles; caldria un sensor amb més de 30 passos per tal de captar qualsevol situació sense modificar-ne cap paràmetre. Fins i tot en cas que fos possible, en algun moment ens caldria fer-hi ajustos, ja que una pantalla estàndard sol ser capaç de mostrar poc més de 6 passos. Ni tan sols la visió humana mateixa no és capaç de distingir detalls de més de 14 passos en una mateixa imatge.

La il·luminació és complexa de mesurar, normalment es fa en lux o en candela-peus (*foot-candle*, utilitzat sobretot als Estats Units), que són unitats lineals, mentre que l'exposició es mesura en valor d'exposició (EV, de l'anglès *Exposure Value*), que és el que normalment es coneix com a pas, i que té un comportament exponencial. D'aquesta manera, la quantitat de lux es duplica amb cada pas. Per exemple, 1 EV = 2,5 lux, mentre que 2 EV = 5 lux i 3 EV = 10 lux. Tenint en compte les situacions més extremes, el rang d'EV en imatges de vídeo pot anar de -6 EV (0,02 lux) fins a 23 EV (10⁷ lux).

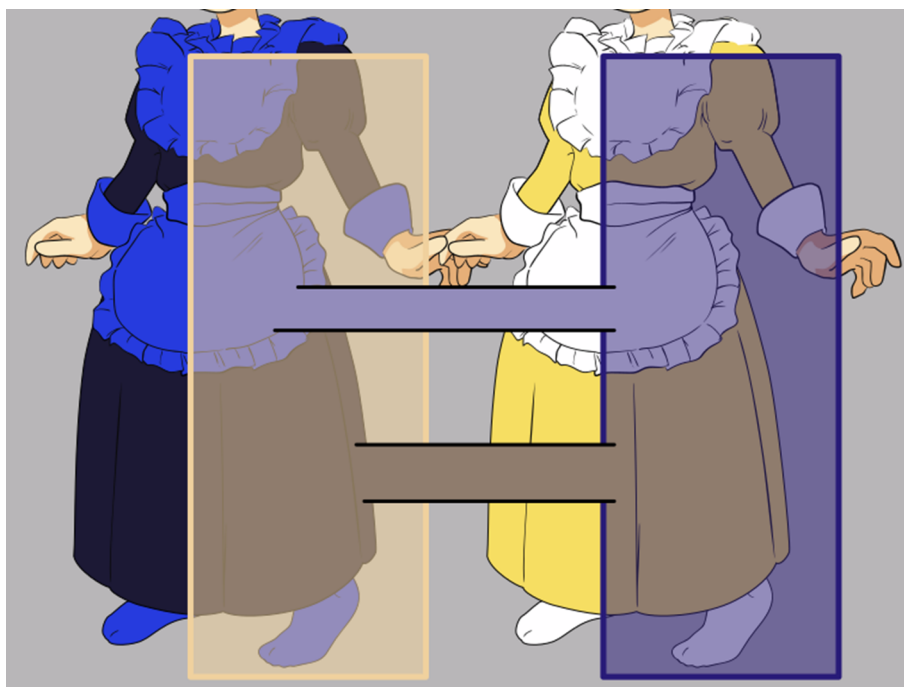
Tot i així, si regulem la quantitat de llum que arriba al sensor podem aconseguir perfectament que una mateixa càmera gravi imatges en situacions molt diverses. Limitar la quantitat de llum és relativament fàcil; les úniques situacions on els sensors solen tenir problemes són les de poca il·luminació, que són especialment difícils pels petits sensors dels mòbils i dels models domèstics. Totes les càmeres, doncs, regulen l'entrada correcta de llum a partir de tres paràmetres bàsics:

- Velocitat d'obturació
- Obertura del diafragma
- Guany del sensor electrònic

A més, a causa de les característiques de la llum, se sol fer un mínim d'ajust a la imatge del sensor per tal que s'assembli més a la imatge real. En les càmeres domèstiques és un procés automàtic, integrat dins de la càmera mateixa; en els models que graven en *raw*, en canvi, es fa sempre a postproducció. El procés en general es coneix com a **correcció de color**, tot i que consisteix principalment en una correcció de la intensitat de la llum. De totes maneres, també inclou el calibratge del color en si, sovint anomenada **balanç de blancs**, que sempre és necessària per corregir la qualitat de la llum. Començarem per aquests últims ajustos, per simplicitat, abans de veure la resta de paràmetres.

1.1. Balanç de blancs i correcció de color

Com ja hem anat comentant, la càmera de vídeo és un instrument de precisió, mentre que la visió humana és un instrument de percepció. Tot i que sovint ens sembla percebre els colors i les intensitats en termes absoluts, ho fem depenent moltíssim del context. La càmera, en canvi, capta les imatges objectivament, tal i com són en realitat, però no és sempre capaç de conservar-ne el context. Això fa que les imatges generades pel sensor no sempre s'assemblin al que n'esperàriem. La correcció de color serveix precisament per ajustar aquestes diferències.



La correcció de color es fa principalment alterant l'àmbit de llum, és a dir, ajustant les intensitats de cada franja d'intensitat i de color de la imatge. Hi ha certes correccions que es poden fer automàticament, per exemple, si hem aconseguit gravar una escena dins del rang dinàmic, la càmera podria ajustar el contrast de manera que el punt més fosc de la imatge es correspongui al negre i el punt més intens a un color RGB saturat (blanc, vermell, verd, etc.). Les càmeres enfocades en l'àmbit domèstic solen fer automàticament correccions de gamma complexes, per tal d'obtenir directament imatges més espectaculars,

sense necessitat de fer-ho manualment. De totes maneres, és difícil que un control automàtic sàpiga detectar amb precisió totes les situacions possibles, de manera que les correccions que es fan a la càmera, per bones que siguin, solen oferir poca flexibilitat. A la postproducció, en canvi, es pot alterar manualment i amb més precisió la corba d'intensitats, de manera que, per exemple, les ombres siguin més o menys fosques. D'aquesta manera s'aconsegueix que cada zona de la imatge es vegi amb el detall i la intensitat desitjats.

Tanmateix, la correcció de color depèn molt de la qualitat del material d'origen. En general, només s'obtenen els millors resultats quan s'utilitza la informació en cru d'un sensor exposat correctament. Generalment, qualsevol zona fora de rang (sobrexposada o subexposada) serà insalvable, de manera que tenir una càmera amb molts passos és un gran avantatge. Independentment de la qualitat del sensor, si la càmera ens genera fitxers petits, molt probablement ho farà descartant bona part de la informació del sensor, i per tant és preferible assegurar-se que la imatge original de la presa ja es desa amb la millor correcció de color possible. En canvi, si ens genera arxius molt grans o, encara millor, en *raw*, és preferible fer la correcció de color manualment, ja que d'aquesta manera podrem aprofitar més bé la flexibilitat de la postproducció.

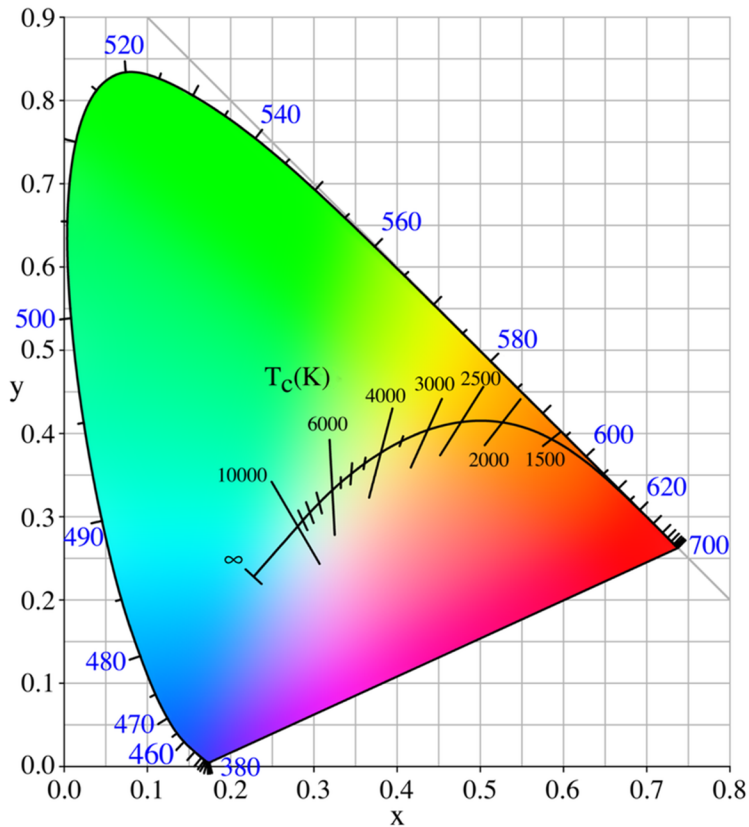
En qualsevol cas, qualsevol càmera que no gravi en *raw* fa, com a mínim, un balanç de blancs. Fer el balanç de blancs significa ajustar la càmera de manera que els objectes blancs es reproduïxin com a tals a la pantalla, independentment de si són il·luminats per una font d'il·luminació o una altra. L'operació del balanç de blancs és pròpia de totes les càmeres, tot i que sovint es fa automàticament sense que ens n'adonem. La solució més senzilla que algunes càmeres utilitzen per calcular-lo és assumint que alguna zona de la imatge és blanca, de manera que la prenen com a referència per tal de fer-ne el càlcul.

Segons com sigui cada càmera, hi ha diferents procediments possibles per a dur a terme aquest ajustament. La majoria de les càmeres de vídeo domèstiques disposa de diverses opcions amb ajustos cromàtics predefinits. Algunes de les opcions més habituals són les següents:

- **Automàtic.** La càmera ajusta el balanç de blancs en funció de la llum entrant, sense interacció de l'usuari. Tot i que sol ser adaptatiu, en aquesta posició és possible que el balanç de blancs es faci només a l'inici de la gravació. En qualsevol cas, si a la mateixa presa es graven diverses fonts de llum, es pot apreciar el canvi.
- **Semiautomàtic o manual.** Igual que l'anterior, però la càmera fa un balanç automàtic només quan l'operador ho indica. La majoria de càmeres d'alta gamma ofereixen aquesta opció, ja que permet fer el balanç ràpidament només apuntant cap a una imatge que contingui un objecte blanc ben il·luminat. El balanç fet es manté tant de temps com interressi, en totes les preses successives, fins que es torni a indicar.

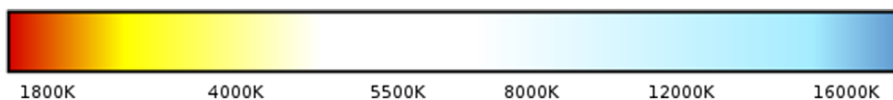
- **Interior o càlid.** La càmera compensa la imatge càlida aplicant un filtre fred. Sol ser útil per a interiors, ja que la llum de les bombetes, en general, és càlida.
- **Capvespre, albada o molt càlid.** Similar a les anteriors, però amb un filtre fred més potent per tal de compensar situacions encara més càlides.
- **Incandescent, fluorescent.** Tot i que són llums càlides, les llums incandescents solen tenir un to magenta i les fluorescents, en canvi, verdós. Aquestes coloracions suposen una altra qualitat del balanç de blancs. Els modes respectius, doncs, tenen un filtre que, a més de ser fred, corregeix la quantitat de verd o de magenta.
- **Neutre, halogen o tungstè.** Tot i que cadascun d'aquests modes poden fer el balanç de blancs en punts lleugerament diferents, en general se solen considerar fonts de llum amb una temperatura neutra que no cal corregir. És la més adequada per il·luminacions d'estudi o exteriors ben il·luminats a les hores de matí o de tarda.
- **Sol, exterior, flaix o fred.** Representen la situació inversa, la de les fonts de llum fredes que es compensen amb filtres càlids. Solen ser aconsellables per exteriors amb cels molt clars, especialment a les hores del migdia.
- **Núvol, ombra o molt fred.** Aquestes situacions solen ser les que generen la llum més freda, i per tant aquests modes són els que tenen els filtres càlids més agressius.

Cal dir, però, que hi ha molta variació en els noms dels modes. Per exemple, un mode «càlid» es pot referir a l'efecte del filtre, en lloc de fer-ho a la situació de llum càlida. Així doncs, és important no guiar-se només pels noms i assegurar-se sempre per endavant de quins filtres exactes s'apliquen cada cas. En general, si s'enquadra un objecte blanc, és fàcil de comparar-los i determinar quins modes són més freds, més càlids, o corregeixen a verd o a magenta.



Algunes càmeres, en canvi, permeten fer el balanç de blancs directament en funció de la temperatura de color. La temperatura de color es mesura en graus Kelvin (K), ja que parteix de la freqüència de «blanc» que emetria un material ideal a la mateixa temperatura, segons descriu el *locus* de Planck. Tot i que la temperatura exacta de cada escena pot ser bastant variable, i per anar bé s'hauria de mesurar sempre amb alguna eina adequada, normalment es poden utilitzar les següents temperatures de color com a referència:

- < 2.000 K: color de les postes de sol, les flames de fusta que crema o similar
- 2.400 K: bombetes d'incandescència càlides
- 2.550 K: bombetes d'incandescència fredes
- 2.700 K: fluorescents o bombetes LED càlides
- 3.000 K: bombetes LED fredes
- 3.200 K: bombetes de tungstè (halògenes)
- 3.350 K: focus d'estudi estàndards
- 5.000 K: llum solar directa esmorteïda
- 5.500 K: flaix electrònic
- 6.000 K: llum solar directa intensa, pantalles LCD
- >15.000K: color blau del cel completament nítid



Com es pot observar, les situacions en els extrems difícilment s'entendrien com a temperatures a les quals cal aplicar un ajust de blancs, sinó que ja tenen per si mateixes una coloració càlida o freda associada que gairebé sempre ens interessa mantenir. Normalment les càmeres que permeten indicar manualment la temperatura de color també mesuren la temperatura exacta de la imatge a través d'instruments de precisió. En canvi, en els casos de les càmeres que només permeten fer el balanç de blancs a través de la temperatura de color o de modes, sense instruments de mesura, és important tenir clares les correspondències per tal d'aplicar els ajustos correctes, ja que probablement les mateixes càmeres generaran imatges de poca qualitat pel que fa a correccions de color posteriors.

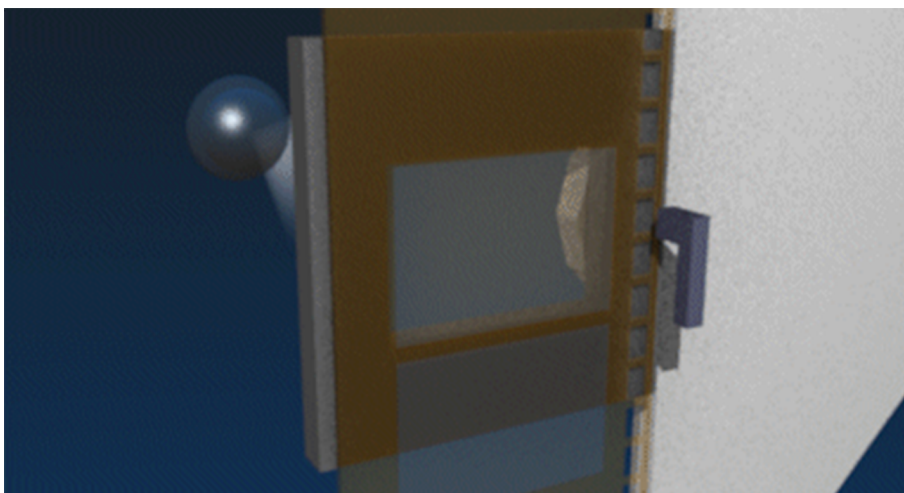
Un balanç de blancs adequat és important per a aconseguir la continuïtat d'una seqüència. Cal esperar, per exemple, que un vestit blanc no aparegui blavós quan la persona està en exteriors i de cop i volta, vermellós, quan entra en un ambient interior. De totes maneres, també constitueix un recurs expressiu important, ja que la visió humana és perfectament capaç de distingir bé els colors sempre que el context sigui l'adequat. Així doncs, una mateixa escena pot tendir a tons freds o càlids segons les finalitats estètiques o comunicatives de la producció. Tal com es pot intuir, una imatge freda denotarà fredor, ja sigui per reforçar condicions atmosfèriques o per generar un clima distant o hostil. Una imatge càlida, en canvi, pot reforçar tant altes temperatures com una situació amable, relaxada o íntima.

De manera similar, també s'ha de vigilar, i alhora s'hi pot jugar com a recurs expressiu, amb la resta d'aspectes de la correcció de color. La saturació o la vibració de color, per exemple, també es pot utilitzar per manipular la percepció de l'escena, ja que els colors més tènues es perceben com a més distants o depressius, mentre que un color molt intens sol denotar emoció o alegria. També es poden utilitzar correccions més evidents, per exemple a blanc i a negre, per tal de destacar seqüències especials, com per exemple les de salt enrere o *flashback*. O bé per fer canvis més subtils, com ara canvis graduals del contrast d'una seqüència, de manera que passin desapercibuts a l'espectador. En qualsevol cas, l'únic límit que s'hauria de respectar sempre és el de mantenir la continuïtat aparent de cada escena o seqüència.

1.2. Velocitat d'obturació

Pel que fa als recursos per controlar la quantitat de llum que arriba al sensor, la velocitat d'obturació és alhora la més fàcil d'entendre i la que genera més problemes. Consisteix, simplement, a aprofitar o deixar passar la llum només per una fracció de temps. D'aquesta manera s'aconsegueix que cada fotograma rebi la quantitat adequada de llum. A causa del funcionament real en un sensor electrònic, sovint també se l'anomena **temps d'exposició**.

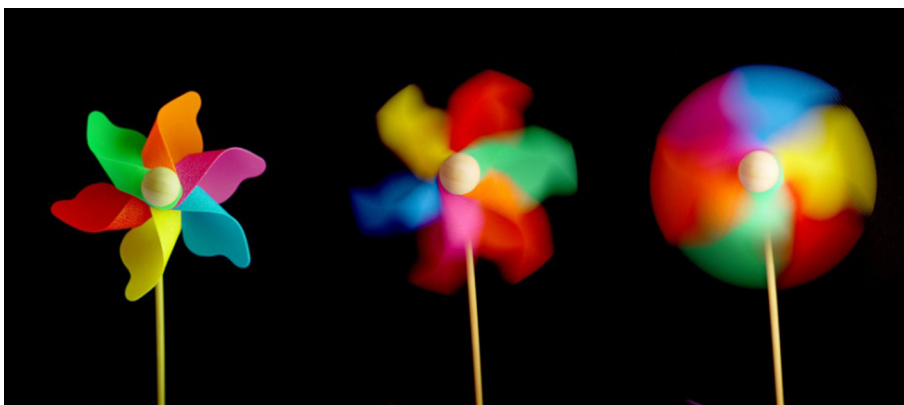
Tradicionalment, hi havia dos mètodes per controlar-la. En cinema i en fotografia s'utilitzaven obturadors, és a dir, superfícies que físicament bloquejaven l'accés al sensor i només deixaven passar la llum durant un temps limitat. Com que l'obturador del cinema solia ser un disc incomplet, que deixava passar la llum només en certes posicions, mentre girava, és habitual referir-se a la velocitat d'obturació en graus. Per exemple, 180° seria un obturador clàssic que només deixa passar la llum en una meitat i, per tant, redueix el temps d'exposició a la meitat respecte d'una exposició de 360° (cada meitat o doble de l'exposició es coneix com a **pas d'obturador**). Girar a 90° , en canvi, significaria reduir el temps d'exposició a un quart del total. D'aquesta manera sempre es pot reduir l'angle o equivalent per tal de reduir la quantitat de llum i aconseguir exposicions menors. Com ja hem comentat a la introducció, com que la pel·lícula fotosensible requeria d'un mínim de temps per moure's entre fotograma i fotograma, no era possible obtenir exposicions superiors, tot i que els sensors electrònics sí que poden obtenir fàcilment exposicions de 360° , captant simplement tota la llum que reben en continu, mentre que només han de descartar-ne una part si se'n vol reduir la informació.



La nomenclatura de cinema no és difícil d'entendre, però evidencia una qüestió important. El temps d'exposició del sensor i el temps d'exposició de la imatge en pantalla no tenen per què coincidir. Si, per exemple, es grava a 24 fotogrames per segon i a 180° d'obturació, el sensor capta la llum de cada fotograma discontinuament, i dona a cada fotograma una exposició de $1/48$ segons. A l'hora de mostrar-se a la pantalla, però, normalment se segueixen mostrant 24 fotogrames i, segons el mètode de projecció, poden mostrar-se perfectament en continu, i per tant ocupant $1/24$ segons cadascun. Aquest fet és encara més important en exposicions molt més ràpides, ja que, per exemple, gravar a 36° pot ajudar a controlar l'exposició d'una escena molt il·luminada, però d'altra banda, el fet de mostrar fotogrames en pantalla només una desena part del temps total comportaria una imatge molt fosca. És més fàcil entendre cada fotograma captat pel sensor com a una fotografia independent, que després es mostrarà en pantalla en una successió ininterrompuda.

El segon mètode, que provenia del vídeo analògic, utilitza una altra nomenclatura que també s'utilitza molt en fotografia. En aquest cas, simplement es considera el temps absolut que s'exposa cada fotograma. Normalment es compta en segons (és útil en vídeo per les filmacions a intervals o *timelapses*: 1", 2", 5", etc.) o en fraccions de segons (1/2, 1/4, 1/25, 1/100, 1/1.000, etc.). Calcular la quantitat de llum que arriba al sensor és fàcil: una velocitat de 1/50, per exemple, farà arribar al sensor el doble de llum que una velocitat de 1/100, i a la inversa. De vegades els modes de la càmera que regulen el temps d'exposició no fan referència directa a cap duració en concret. Ho veiem, per exemple, en els modes esportius, que simplement prioritzen temps d'exposició curts. Tanmateix, les càmeres que es basen en la nomenclatura fotogràfica sovint permeten triar un mode de prioritat d'obertura (Tv o S, de *Shutter Speed Priority*), que permet seleccionar els valors exactes. De vegades, en lloc de mostrar els valors com a fracció, ho fan directament amb el nombre de divisions de segon, de manera que, per exemple, mostrarien 2", 1", 5, 10, 100 en lloc de 2", 1", 1/5", 1/10", 1/100", etc. Les càmeres compactes professionals, a més, solen tenir botons específics per canviar ràpidament l'obertura, ja sigui sobre la base de l'angle o sobre la base del temps d'exposició, fet que pot ser molt útil en contextos com els de periodisme, on sovint cal regular el temps d'exposició sense perdre temps amb menús.

És important entendre que el temps d'exposició no pot ser superior a la durada del fotograma, perquè les càmeres no són capaces de superposar les exposicions dels fotogrames (cosa que sí que es pot fer a postproducció). En el cas d'utilitzar la nomenclatura d'angle, l'obturació no pot ser superior a 360°, tot i que les càmeres tampoc solen oferir angles superiors. En canvi, cal anar amb compte amb la nomenclatura de temps d'exposició, ja que moltes càmeres permeten seleccionar temps d'exposició més llargs i, consegüentment, de reduir el nombre de fotogrames. És a dir, si tenim la intenció de gravar a 24 fotogrames per segon però seleccionem exposicions de 1/2, en realitat la càmera ens gravarà dos fotogrames per segon. Per fer-ho correctament, si per exemple volem gravar a 25 fotogrames per segon, l'exposició màxima serà d'1/25. En cas de voler gravar a 60 fotogrames per segon, per exemple, l'exposició màxima serà d'1/60. D'aquesta manera, com més fotogrames vulguem gravar menys llum rebrà cadascun d'ells.



De totes maneres, el temps d'exposició no només té efecte sobre la llum que arriba al sensor, sinó que té un gran impacte sobre les característiques de la imatge en moviment. Suposem que volem gravar amb la càmera estàtica un objecte es mou ràpidament, per exemple una bicicleta. Si el temps d'exposició és llarg, cada fotograma mostrarà la bicicleta desenfocada, ocupant tota la zona per on s'ha mogut entre l'inici i el final de l'exposició, però alhora la major part del moviment quedarà captat en la successió de fotogrames i generarà un moviment molt fluid. Si la captem amb un temps d'exposició molt curt, la bicicleta quedarà molt definida, però l'objecte presentarà salts entre fotograma i fotograma, i generarà un moviment tallat. Normalment és preferible evitar tant un extrem com l'altre, tot i que ens pot interessar en determinades situacions, com ara en imatges poc dinàmiques que no presenten desenfocament de moviment, o bé en imatges molt dinàmiques com ara esdeveniments esportius.

En cas de voler una imatge «normal», com que solem estar acostumats al cinema, la norma general dicta que s'ha de gravar aproximadament la meitat del temps d'exposició per cada fotograma que es mostrarà, és a dir, 180° o bé $1/48$ per 24 fps, $1/50$ per 25 fps, $1/60$ per 30 fps o $1/400$ per 200 fps. D'aquesta manera, encara que fem modificacions de temps de reproducció (com en una càmera lenta o *slow motion*) el desenfocament de moviment es mantindrà constant. Es considera que aquesta proporció d'exposició és un bon compromís entre desenfocament de moviment i definició d'imatge. Les exposicions superiors, a banda de generar més desenfocament de moviment, fan que la imatge sembli més natural, càlida i semblant a la realitat. Les exposicions inferiors, en canvi, creen un efecte fred, irreal, o d'*staccatto*.

Cal tenir en compte que, en el cas de gravar fotogrames que després es descartaran, s'estarà descartant també el temps d'exposició que els pertoca. Si, per exemple, gravem 60 fps a $1/120$ (180°), pensant en fer càmera lenta, però després decidim deixar-ho a velocitat normal i descartem la meitat dels fotogrames, acabarem mostrant 30 fps a $1/120$ (90°). Com que el temps d'exposició és quelcom que no podem modificar fàcilment a postproducció, sempre que sigui possible cal fer aquesta tria abans de gravar. Un exemple que ens mostra que això no és una qüestió trivial el tenim a la trilogia *The Hobbit* (2012-14), on es va voler experimentar amb una versió de la pel·lícula a 48 fps. Com que de la mateixa gravació també se n'havia d'extreure una còpia a 24 fps, es va intentar buscar un compromís amb la velocitat d'obturació, rodant el màster de 48 fps a 270° ($1/64$) que, a l'hora d'extreure'n la versió a 24fps, suposava 135° ($1/128$). La diferència entre les dues versions és important: l'una té un aspecte molt tallat, mentre que l'altra té una imatge molt contínua, i arriba a «trencar» la màgia de la fantasia èpica.

La velocitat d'obturació de vegades s'ha de controlar bé per evitar artefactes. Per exemple: en exposicions llargues, les imatges de saltants d'aigua o de pluja es mostren com a continu indefinit, però, en canvi, apareixen com a gotes individuals en temps d'exposició curts. En el cas de captar velles pantalles de

tub catòdic, cal utilitzar temps d'exposició llargs, per evitar el pampallugueig; el mateix efecte val per a les pantalles més modernes, tot i que normalment només es dona a velocitats d'obturació molt altes, que no solen afectar les gravacions normals.

Un altre cas important on cal controlar la velocitat d'obturació és en cas de moviment de càmera. Si, per exemple, fem un *tràveling* o una panoràmica per seguir un motiu en moviment, amb una exposició llarga aconseguirem que el motiu quedi definit mentre tota la resta al seu voltant perd definició. En canvi, un *tràveling* o una panoràmica que només mostrin figures estàtiques es pot fer molt desagradable si l'exposició és llarga, per la qual cosa cal augmentar la velocitat d'obturació respecte al que seria normal. L'exposició llarga en el zoom òptic pot tenir un efecte especial, anomenat *zoom burst*, que consisteix en un desenfocament de moviment només a les vores de la pantalla. De totes maneres, aquest és un efecte difícil d'aconseguir sense fer càmera lenta i un ajustament manual de l'angle de l'òptica.

Finalment, el desenfocament de moviment és quelcom que pot resultar molest però que en certa mesura ens esperem sempre. Un dels problemes de la parada de càmera (*stop motion*), de l'animació o de les filmacions a intervals o *timelapses* mal fets és precisament que no tenen desenfocament de moviment, i per aquest motiu solen resultar poc cinemàtics. En el cas de les filmacions a intervals cal ajustar bé els temps d'exposició abans de gravar, mentre que en les animacions i la parada de càmera cal recrear-ho amb tècniques més específiques.

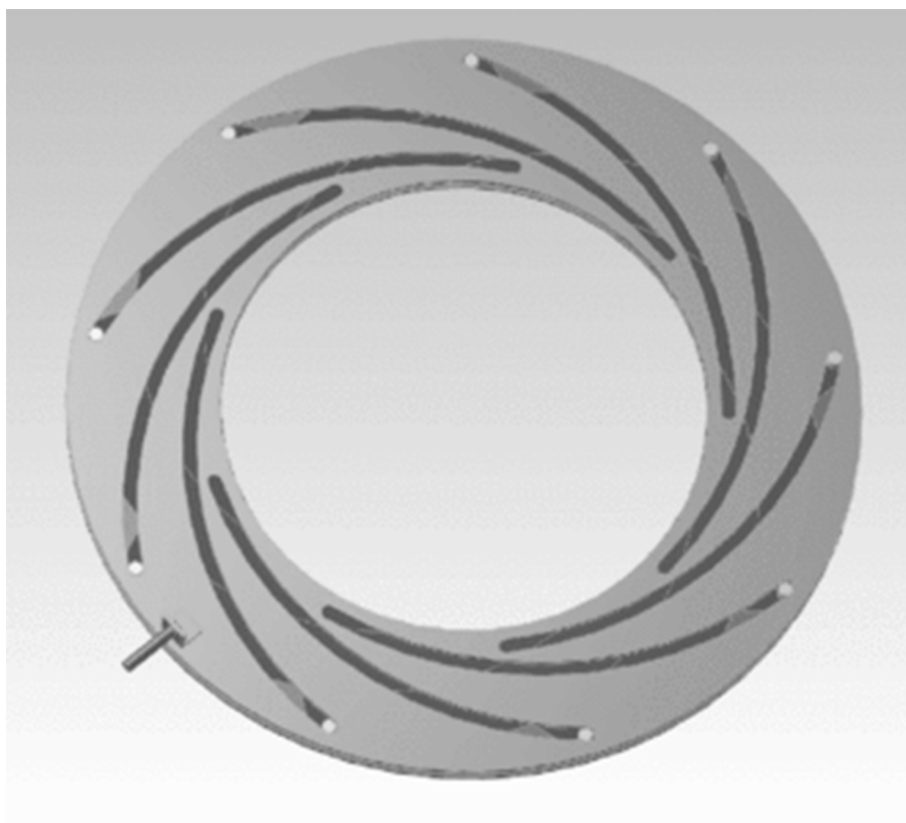
1.3. El diafragma

La lent, com ja hem vist, sol constar d'un o més discs corbats. La quantitat de llum que teòricament poden deixar passar ve limitada per la superfície exterior. Així, com més gran sigui la lent, més llum pot deixar passar. La superfície del sensor, tot i que també és important per captar bé la lluminositat, no té una relació directa amb la quantitat de llum que deixa passar l'òptica, ja que el joc de lents pot concentrar els rajos del pla d'imatge o bé estendre'ls per tota la superfície d'aquest.

De totes maneres, la superfície de la lent és un punt de control ideal per l'exposició. Tal com vam veure quan vam descriure la lent simple, cada punt de la imatge emet llum en totes les direccions, de manera que tots els angles que arribin a la lent acabaran confluint en un punt més o menys definit del pla de la imatge. Si reduïm la superfície de la lent, doncs, reduïrem l'angle de rajos que arriben des de cada punt de la imatge, i per tant, reduïrem l'exposició del sensor pel mateix període de temps. Aquest procés de control s'anomena *obertura del diafragma*, ja que sol ser un mecanisme amb el qual el diafragma «s'obre» o «es tanca», segons convingui.



La gran majoria de càmeres permeten controlar l'obertura del diafragma a través d'un iris integrat a l'òptica que, tot i que funciona a partir de fulles metàl·liques sòlides, a efectes pràctics compleix la mateixa funció que l'iris de l'ull humà. La funció de l'iris és impedir l'entrada de la llum fora d'un cercle de diàmetre variable, que es pot ajustar segons convingui. Algunes càmeres només tenen control automàtic de l'iris, tot i que de vegades permeten seleccionar-ne un valor concret a través d'un mode de prioritat d'obertura (Av o A, de l'anglès *Aperture Priority*). Les lents d'alta gamma, però, solen permetre'n l'ajust manual directament a través d'un anell al cos de l'objectiu, cosa que pot ser molt útil en situacions professionals on cal controlar manualment l'obertura del diafragma i alhora estalviar temps en la navegació de menús.

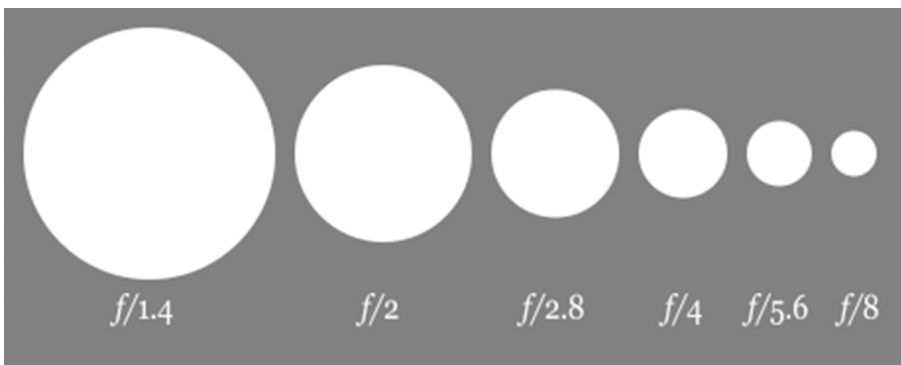


Tot i que en la majoria de situacions s'utilitzen modes semiautomàtics, que permeten el control manual o bé de la velocitat d'obturació o del diafragma, en cas de voler controlar-los tots dos alhora, cal recordar sempre que són mètodes complementaris de control de l'exposició. Per un mateix guany i exposició, si augmentem l'obertura haurem de disminuir el temps d'exposició. Per contra, en cas de voler exposicions llargues, segurament haurem de reduir l'obertura. Com veurem més endavant de manera més extensa, és quelcom important, ja que el balanç entre l'un i l'altre té efectes molt diferents sobre l'aparença de la imatge. El que cal tenir clar és que, de la mateixa manera que és fàcil saber la proporció entre la velocitat d'obturació i l'exposició (doble de temps o angle, doble d'exposició), l'obertura del diafragma és més difícil d'aplicar.

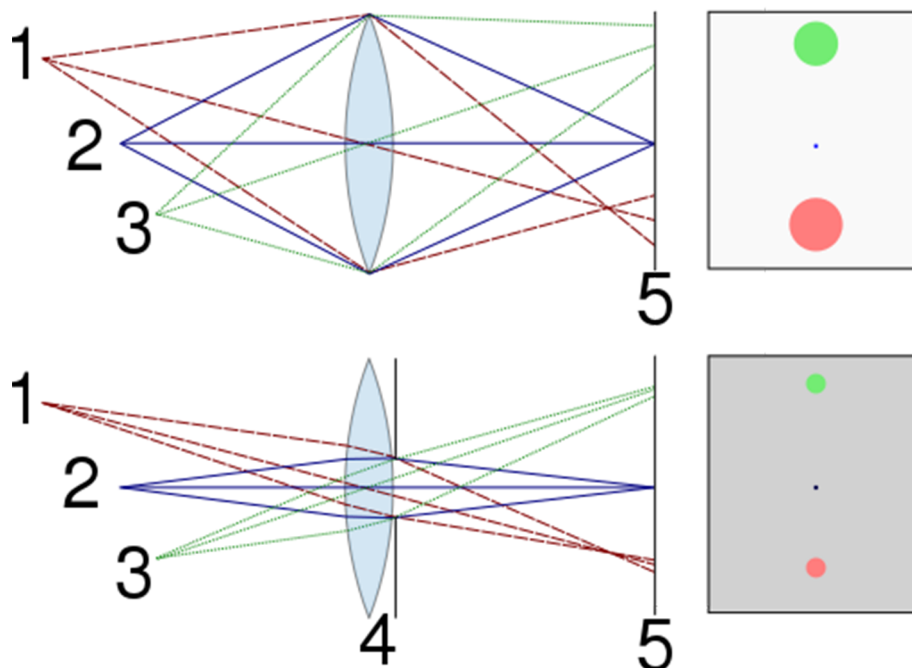
L'obertura del diafragma se sol mesurar en nombre F , també anomenat *obertura relativa* (o *F-stops*). És una mesura poc intuïtiva, ja que depèn de la distància focal utilitzada en cada moment (f , que com veurem depèn de l'angle d'obertura) dividida per l'arrel quadrada del diàmetre relatiu. Hi ha dues nomenclatures utilitzades, l'una estableix f com a unitat respecte el diàmetre (1:D), mentre que l'altra el representa amb una f amb ganxo ($f = D$ o, per simplificar-ho, $f = D$). En aquests apunts utilitzarem sempre la segona per tal de distingir-la d'altres nomenclatures semblants, com la velocitat d'obturació o la ràtio d'aspecte.

Les màximes obertures, que depenen de cada objectiu, són les que corresponen al diàmetre més gran i, si no es llegeixen com a fracció, semblen números més «petits»: $f/1$, $f/1,4$, $f/2$, $f/2,8$, etc. Per contra, les obertures més petites, que

deixen passar menys llum, són les contràries: $f/8$, $f/11$, $f/16$, etc. Normalment, se solen mostrar aquests números precisament per facilitar-ne la lectura, ja que no són aleatoris, sinó que cadascun es correspon amb un **pas de diafragma** (és a dir, al doble o la meitat d'exposició respecte al número consecutiu). Una obertura de $f/2,8$, doncs, deixa passar el doble de llum que una de $f/4$, i aquesta, el doble que $f/5,6$. Així, si volem controlar manualment la velocitat d'obturació i l'obertura de diafragma, hem de tenir en compte que pel mateix guany $1/50$ a $f/5,6$ té una exposició equivalent a la d' $1/100$ a $f/4$. Sortosament, normalment ens podem estalviar aquests càlculs i utilitzar controls semiautomàtics, que ens faciliten molt la feina.



Fins ara hem vist el funcionament del diafragma com a control d'exposició, però tal com passa amb la velocitat d'obturació, l'obertura també té un gran impacte sobre la qualitat de la imatge. Tal com hem recordat abans, els rajos de llum de cada punt de la imatge passen per tota la superfície disponible de la lent (segons l'obertura de diafragma) i arriben amb més o menys definició al pla d'imatge. L'obertura de l'iris té un impacte directe sobre la quantitat de definició d'aquesta imatge. Com més obertura, més fàcilment aconseguirem que els objectes situats fora de la distància exacta del pla d'imatge formin una imatge desenfocada. En canvi, com més tancat estigui l'iris, més fàcil serà que els objectes situats a distàncies diferents formin una imatge definida. El rang de distàncies que arriben al pla d'imatge de manera relativament definida és el que es coneix com a **profunditat de camp**.



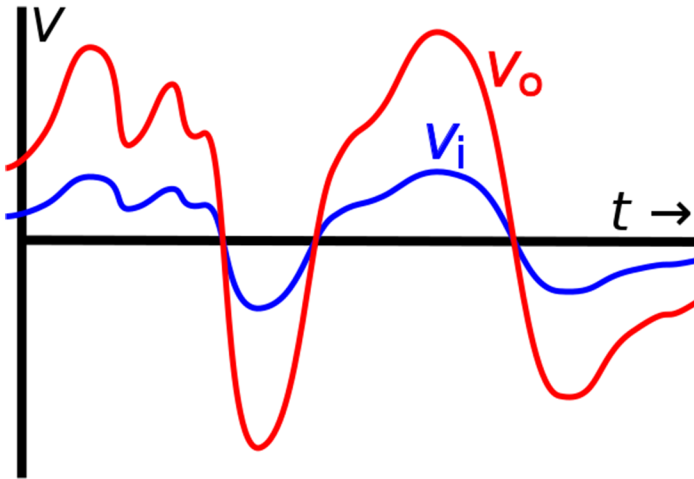
Tant la profunditat de camp com el desenfocament de moviment tenen un impacte semblant: desenfocuen part de la imatge. La profunditat de camp, però, no depèn en absolut del temps d'exposició sinó de la distància del motiu, de manera que un objecte apareixerà enfocat només si està relativament quiet dins del rang de la profunditat de camp. Tal com ja hem vist, l'ús de la profunditat de camp és essencial per tal de simplificar la composició fotogràfica. També es pot utilitzar com a recurs expressiu, ja que canviant l'enfocament en cas de profunditat de camp reduïda, podem aconseguir fàcilment que el focus d'atenció passi d'un objecte o subjecte a un altre. De totes maneres, cal recordar sempre que la velocitat d'obturació i l'obertura són complementàries pel que fa a l'exposició, per la qual cosa segurament haurem de triar si preferim definir la profunditat de camp, supeditant-hi el desenfocament de moviment, o bé a l'inrevés.



En algunes situacions extremes, especialment en casos de poca il·luminació, no ens quedarà més remei que treballar amb una profunditat de camp reduïda i un desenfocament de moviment alt (la situació inversa, en cas d'excés de llum, també es pot donar tot i que sol ser més fàcil de compensar). En qualsevol cas, encara ens queda veure un tercer factor, el guany, que en la majoria de situacions ens pot ajudar a buscar l'equilibri entre aquests dos factors. Habitualment és preferible no modificar el guany i jugar únicament aquests dos valors, però en situacions de poca llum sol ser inevitable.

1.4. Guany electrònic

Paradoxalment, el «guany» generalment és una tècnica que només provoca «pèrdua». Consisteix simplement a amplificar electrònicament el senyal del sensor, aplicant, per tant, un guany elèctric. Se sol quantificar sempre a partir de l'herència fotoquímica, en ISO (acrònim de *International Organization for Standardization*). Com menor sigui l'ISO, menor serà el guany i, per tant, potencialment, la imatge tindrà més qualitat. Normalment els sensors electrònics tenen una ISO mínima de 100, tot i que de vegades pot ser inferior. El doble de guany, que per analogia amb la resta de paràmetres es pot anomenar **pas d'ISO**, correspondria, per exemple, a ISO 200, mentre que el doble d'aquesta correspondria a ISO 400. Cada pas d'ISO correspon també al doble o meitat d'exposició. La majoria de càmeres permeten ISO relativament altes, de l'ordre de milers, tot i que com veurem, les ISO més altes rarament són útils.



Així doncs, si coneixem els tres tipus de pas, ens serà relativament fàcil de calcular manualment el valor correcte d'exposició. Per una ISO 100, per exemple, alguns dels valors d'EV (que es poden anomenar EV_{100}) correspondrien aproximadament als següents:

| EV_{100} | f/2,8 | f/4 | f/5,6 | f/8 | f/11 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 8 | 1/30 | 1/15 | 1/8 | 1/4 | 1/2 |
| 9 | 1/60 | 1/30 | 1/15 | 1/8 | 1/4 |
| 10 | 1/125 | 1/60 | 1/30 | 1/15 | 1/8 |
| 11 | 1/250 | 1/125 | 1/60 | 1/30 | 1/15 |
| 12 | 1/500 | 1/250 | 1/125 | 1/60 | 1/125 |

Com es pot veure, s'ha assenyalat en negreta el valor 1/60, que en cas de rodar a 25 o 30 fps seria el temps d'exposició ideal en situacions normals. També es pot observar que, tot i que EV8 és l'equivalent a un interior ben il·luminat o a un exterior amb llum esmorteïda, si volem mantenir la velocitat d'obturació adequada, hem d'obrir el diafragma al màxim. Per aconseguir més profunditat de camp o per gravar en situacions de menys llum, per tant, ens cal augmentar l'ISO:

| EV_{800} | f/2,8 | f/4 | f/5,6 | f/8 | f/11 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 5 | 1/30 | 1/15 | 1/8 | 1/4 | 1/2 |
| 6 | 1/60 | 1/30 | 1/15 | 1/8 | 1/4 |
| 7 | 1/125 | 1/60 | 1/30 | 1/15 | 1/8 |
| 8 | 1/250 | 1/125 | 1/60 | 1/30 | 1/15 |
| 9 | 1/500 | 1/250 | 1/125 | 1/60 | 1/125 |

D'aquesta manera, augmentant tres passos d'ISO, podem gravar les mateixes situacions de llum tancant tres passos de diafragma, disminuint tres passos d'obturació o qualsevol combinació entre aquestes. L'augment d'ISO, però, comporta un augment del soroll electrònic que sempre hi ha de fons, que és especialment visible en les zones fosques de la imatge i que, a diferència del gra de la fotografia analògica, es considera sempre un efecte no desitjat. Tot i que la qualitat del sensor és clau a l'hora de determinar quin serà el límit d'ISO útil, com a norma general no es recomana mai passar d'ISO 800, llevat que s'estigui gravant a una resolució molt superior a la que s'utilitzarà al clip final (per exemple, si s'està gravant en 4 K i es preveu generar un màster en 720 p, de manera que bona part del soroll es perdrà amb la reducció).

Sempre que no hi hagi zones subexposades, l'amplificació que fa l'ISO és quelcom que es pot recrear posteriorment, a la postproducció, de manera que sovint és preferible deixar-la una mica més baixa del que tocaria per tal d'evitar zones sobreexposades que generarien el mateix problema d'informació fora de rang. Hi ha alguns mètodes de processat, com la posterització, que permeten reduir el soroll electrònic, ja sigui a la càmera mateixa o a la postproducció. Tot i això, són mètodes que solen sacrificar el detall, i que tenen una eficiència sempre limitada en situacions extremes.



Per aconseguir gravar qualsevol situació, doncs, serà important disposar d'una càmera amb un bon rang d'ISO útil. Una càmera capaç de gravar més passos, en essència, significa que té un sensor millor, que pot treballar amb més variació d'intensitats dins del mateix valor d'ISO. De totes maneres, els passos útils sempre disminueixen quan s'augmenta el guany, de manera que a més de disposar d'un bon sensor és important assegurar-se sempre de buscar l'exposició òptima, combinant alhora l'ISO més baixa possible amb l'obertura i la velocitat d'obturació adequada.

Normalment, els paràmetres automàtics funcionen bé i són suficients per tal d'aconseguir una exposició correcta, sempre que no es vulguin utilitzar els desenfocaments com a recurs d'òptica. Tanmateix, un cas concret en el qual no és possible confiar en la lectura automàtica de la càmera es presenta quan el motiu que es vol filmar està situat a contrallum, és a dir, davant d'una font lluminosa potent. Quan es treballa a contrallum, el fotòmetre detecta l'entrada de llum intensa que ve de l'exterior i, en conseqüència, tanca el diafragma, disminueix la velocitat d'obturació i/o disminueix l'ISO. Com a resultat, la

figura que és en primer terme queda molt ennegrida i, en casos extrems, fins i tot subexposada. Normalment, en casos de contrallum és recomanable passar a mode manual i forçar una exposició superior a la que indica el lector, per tal que el motiu principal tingui una il·luminació correcta. No obstant això, de la mateixa manera que cal vigilar que el motiu no quedi subexposat, també cal vigilar que el fons no es cremi per sobreexposició. Algunes càmeres disposen d'una funció de contrallum per resoldre aquests problemes; en prémer el botó corresponent, el diafragma s'obre un parell de punts de manera automàtica.

En qualsevol cas, les situacions de contrallum són un altre exemple en el qual un sensor amb diversos passos pot fer una gran diferència. En aquests casos, és recomanable augmentar manualment la lluminositat del motiu, de manera que no se'n perdin els detalls. Malgrat tot, és recomanable no abusar-ne i mantenir lleugerament l'efecte amb què el personatge queda una mica a contrallum. Si s'igualen les dues exposicions, l'efecte de la correcció pot resultar menys creïble i, si el nivell de la il·luminació sobre el subjecte iguala o supera el nivell de la llum del fons, la sensació d'artificialitat augmenta.

A banda de la qualitat del sensor, el segon aspecte que ens dona més flexibilitat a l'hora d'obtenir la imatge correcta és el tipus d'òptica que s'utilitza. És per això que la pràctica totalitat de les càmeres de gamma alta disposen de lents intercanviables, que permeten optimitzar-ne les característiques en cada cas. Com que les càmeres amb lent simple són sempre d'objectiu fix, solem referir-nos a la totalitat de lents intercanviables i de lents adaptables com a objectius compostos. Són els que treballarem a continuació.

2. Objectius compostos

Tant si la càmera té objectius intercanviables com si no, sol estar sempre formada per més d'una lent, i per tant, és composta. De totes maneres, aquí ens referirem sobretot als objectius compostos que permeten algun reajustament de l'objectiu, ja que a efectes pràctics, si no hi ha flexibilitat de les diverses lents per, com a mínim, variar l'enfocament, no té sentit analitzar l'objectiu de manera diferent a una lent simple.

Els objectius compostos són conjunts òptics formats per diverses lents disposades de manera que es compensin les aberracions. Les lents que componen els objectius compostos, doncs, estan dissenyades per a oferir una imatge de qualitat en tots els sentits: en la reproducció del color, en la perspectiva, en l'enfocament, etc. De totes maneres, que una càmera tingui un objectiu compost no sempre és sinònim de qualitat, ja que, fins i tot en casos de lents molt barates, el cost de producció pot ser menor que no pas dissenyar una lent simple de característiques semblants.

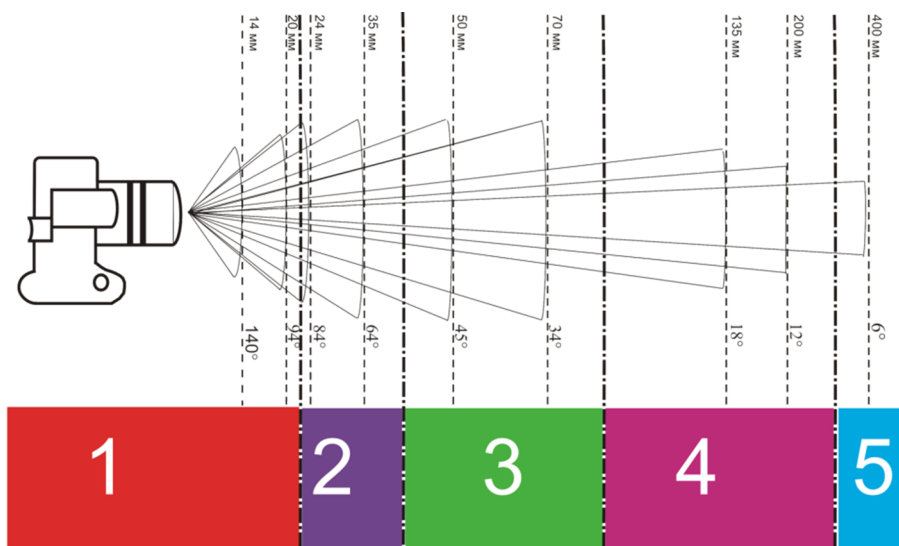
Un gran avantatge de les lents compostes és que en podem moure els elements per tal de variar la distància focal de la lent. Això permet ajustar fàcilment el pla de la imatge respecte del sensor, mentre que una lent simple només podria ajustar-lo variant la distància entre la lent i el sensor. Recordem que la distància focal és el punt on conflueixen els rajos de llum que arriben paral·lels (provinents d'una distància infinita) i que s'expressa en mil·límetres; el pla d'imatge, en canvi, només coincideix amb el punt focal quan està situat a una distància prou gran, i depèn de la distància entre el motiu i l'objectiu. Un altre avantatge menys evident és que els objectius compostos faciliten l'enfocament automàtic a través de sistemes de detecció de fase que no sempre són visibles (tot i que els models de càmeres fotogràfiques clàssiques sí que els mostraven al visor perquè el mateix ajust es feia manualment). L'autofocus motoritzat, sol ser més ràpid i precís que el control manual, cosa especialment important a l'hora de gravar a alta resolució, ja que una definició més precisa de la imatge fa més evidents els enfocaments imperfectes. La majoria de models de càmera operats per una sola persona en disposen, de vegades com a opció facultativa i, en càmeres d'alta gamma, com a única opció per defecte. En qualsevol cas, les lents compostes faciliten sempre el procés d'enfocament respecte de les lents simples. Un objectiu compost, per tant, té un gran avantatge a l'hora d'ajustar l'enfocament de la imatge.



La distància focal és important i no només per aconseguir l'enfocament, ja que, com veurem, és el paràmetre que defineix el tipus d'òptica. En funció de la distància focal, trobem dos tipus d'objectius: uns en els quals la distància focal de l'òptica és fixa i uns altres en els quals és variable. Popularment es coneixen respectivament com a lents fixes i com a zooms, ja que precisament la focal variable és el que permet crear aquest efecte de moviment de càmera. Els objectius de lent fixa capten sempre la imatge davant seu amb un **angle visual** concret, que pot ser més estret (corresponent per tant a distàncies focals majors, per exemple de 300 mm) o més ample (corresponent a distàncies focals menors, per exemple 16 mm). Els zooms, en canvi, són capaços de canviar la seva distància focal dins d'un rang, per exemple de 35-70 mm.



Tot i que pugui semblar estrany, les lents de qualitat més alta solen ser les que es dediquen en exclusiva a un angle visual concret, de manera que estan més optimitzades pel que fa a correcció de perspectiva i d'aberració. Els objectius que inclouen zoom, per contra, han d'estar adaptats a tots els angles i distàncies focals que ofereixen, i per tant, és més fàcil que creïn compromisos. Tot i que els objectius amb focal variable solen ser més complexos, i per tant tenen un cost superior per la mateixa qualitat de les lents, tenen l'avantatge d'oferir molts més angles visuals sense necessitat de disposar d'un objectiu diferent per cadascun d'ells, cosa que en general suposa un cost encara superior. De fet, en les càmeres de vídeo exclusivament, les òptiques acostumen a ser de focal variable, és a dir, solen ser zooms.



Tal com ja hem comentat, la distància focal d'un objectiu en determina l'angle visual. L'angle visual es defineix com a l'amplitud, major o menor, del que captarà la lent i que es projectarà sobre el pla de la imatge. Ja hem vist que un objectiu de distància focal curta proporciona un angle visual ampli, mostrant una gran àrea de l'escena al fotograma. Un objectiu de focal llarga, en canvi, provoca una reducció de l'angle visual fent que només una petita part de l'escena es mostri en pantalla, i crea, per tant, un efecte d'ampliació. Com veurem a continuació, a més, l'angle visual té un impacte en les característi-

ques de la imatge. Val a dir que el zoom òptic, en realitat, no és més que una modificació progressiva de l'angle visual que, com ja hem anat avançant, té un impacte sobre la perspectiva.

El valor exacte de l'angle visual que pot cobrir l'objectiu d'una càmera de vídeo, a més de dependre de la distància focal, depèn també de la mida i la forma del sensor i de la distància exacta entre aquest i l'objectiu. En general, en una càmera amb un sensor petit, els angles visuals generats per un objectiu amb una distància focal concreta seran menors que si s'utilitza el mateix objectiu amb la mateixa distància focal en un altre sensor més gran. Cal tenir en compte aquest detall perquè, en cas d'estar acostumat a utilitzar sempre la mateixa càmera, és habitual oblidar-se que la mateixa òptica es comportà de manera diferent a l'hora de muntar-la sobre un altre sensor. D'aquesta manera, quan s'utilitza una combinació que no es coneix bé, cal recordar que els valors focals indicats a l'objectiu no sempre coincideixen amb els valors d'angle visual que n'esperaríem.

Segons l'angle visual, es poden distingir diversos tipus d'objectius. En general, però, les diferències entre aquests són graduals i es poden resumir en només dos tipus d'objectius oposats: els gran angular i els teleobjectius.

2.1. Gran angular

El gran angular (en anglès, *wide-angle lens*) és un objectiu de focal curta, és a dir, amb lents molt potents que projecten sobre el sensor un angle de cobertura ampli. Se solen considerar gran angulars tots els objectius amb distàncies focals per sota dels 35 mm (84° d'angle de visió), tot i que quan passen dels 100° se solen anomenar *ull de peix* (*fish-eye lens*). Com a efecte col·lateral de la seva gran potència solen oferir obertures de diafragma molt grans (essent per tant molt lluminosos) i, per contra, aconsegueixen fàcilment una profunditat de camp molt ampla. Així, són idonis per incloure el conjunt d'una escena que es desenvolupa en espais reduïts o interiors (on la càmera s'ha de situar prop de l'acció), per mostrar una gran proporció del context al voltant del motiu, o bé per aconseguir mantenir enfocats motius que es mouen en l'eix de la càmera, acostant-s'hi o allunyant-se'n.



Els angulars, a més, generen una **perspectiva accentuada**, exagerada. Tot allò que se situa prop de l'objectiu apareix molt més gran que els elements que se situen a més distància, canviant ràpidament de mida si es mou en l'eix de profunditat. Si s'utilitzen pel rostre humà, el solen deformar, i fan que, per exemple, nas, ulls i llavis semblin molt més grans proporcionalment que la resta de la cara i el cos. També poden captar un motiu minúscul des d'un punt de vista proper a l'objectiu i fer que aparegui immens, mentre mostren una gran proporció del fons que, en comparació, sembla minúscul. Són, per tant, molt útils per aconseguir plans complexos, on, per exemple, situem un motiu en primer pla rodejat per un ambient en pla general. Tant el motiu en primer terme com els elements situats en la llunyania estan enfocats. N'és un exemple el cas en què veiem una flor en primer terme i en llunyania, un paisatge. Aparentment, la flor propera sembla de dimensions similars a un arbre situat en el fons. És fàcil d'observar, també, que són les càmeres més adequades per situacions extremes, i per tant les més utilitzades en càmeres d'acció.



Les focals gran angular, però, sovint tenen el problema de distorsionar els elements col·locats a la vora. Les verticals cauen, els edificis amb parets paral·leles en la realitat convergeixen, i els cercles es representen com el·lipsis. En els casos més extrems, especialment en els ulls de peix, serà recomanable aplicar una correcció de perspectiva en la fase de postproducció, tot i que amb aquesta correcció perdrem part de la superfície de la imatge.

De totes maneres, els angulars tenen un gran potencial narratiu. La deformació, combinada amb les grans possibilitats de profunditat de camp i d'alta exposició, poden fer-los molt adequats per representar situacions irrealment, opressives, o per contra, d'espais molt oberts o simplement realitats quotidianes des d'un punt de vista inusual.

2.2. Teleobjectius

Els objectius de més de 75 mm, en canvi, es consideren teleobjectius. Són lents de poca potència, de manera que, a banda de mostrar un angle visual molt petit, requereixen un cos bastant llarg per tal de formar el pla d'imatge

al sensor. La poca potència, paradoxalment, és la que permet que mostrin la imatge molt ampliada tot i la gran distància que hi sol haver entre el motiu i l'objectiu. A més, com a efecte col·lateral, una òptica amb una distància focal llarga serà menys lluminosa, tindrà una profunditat de camp menor, i per tant presentarà un punt d'enfocament més crític i precís, si ho comparem amb les lents de distància focal curta. En cas d'utilitzar l'enfocament manual en un objectiu zoom, per tant, sempre és recomanable enfocar amb la distància focal màxima del teleobjectiu. D'aquesta manera, quan s'obre l'angle tenim la seguretat que la imatge està ben enfocada. En canvi, si enfoquem amb la distància focal més curta, aquesta seguretat no hi és.



És fàcil veure que els teleobjectius representen la situació inversa als angulars en gairebé tots els aspectes. De la mateixa manera que els angulars empeteixen els motius respecte de la superfície de la imatge, els teleobjectius els engrandeixen. Per tant, resulten extremadament útils per produir imatges de motius distants amb una mida suficient. En tenir una profunditat de camp reduïda, també poden accentuar la percepció de profunditat d'una altra manera: a través d'un fons desenfocat o bé quan el motiu es mou en l'eix de la càmera i per tant s'enfoca o es desenfoca ràpidament a mesura que es va desplaçant. D'altra banda, són ideals per aconseguir imatges des de lluny sense interferir en l'escena, com per exemple en el cas de gravar animals en estat salvatge. Pel que fa als primers plans dels rostres, mostren els detalls de la cara molt més proporcionats, fins i tot massa, si la distància focal és massa llarga; es considera que la distància focal òptima per a un retrat és entre els 50 mm i els 70 mm, just al límit del rang entre els objectius normals i els teleobjectius.

Els problemes òptics dels teleobjectius també són diferents dels dels gran angulars. Com ja hem comentat, la facilitat d'enfocament desapareix i enfocar el teleobjectiu és molt més difícil, fins i tot en automàtic. A més, solen tenir una lluminositat menor o, en cas de ser lluminosos, solen ser lents molt grans,

pesades, i difícils de transportar. L'angle reduït, d'altra banda, fa que a l'hora de gravar s'hagi d'estabilitzar la càmera molt millor, ja que qualsevol tremolor pot resultar ser fàcilment excessiu.



El teleobjectiu també varia la mida relativa del motiu respecte del fons, tot i que ho fa en un sentit contrari al gran angular. En captar un angle visual menor, la càmera s'ha de situar a més distància, i per tant, tots els elements de la imatge queden relativament més a prop entre ells, amb la qual cosa es disminueix l'efecte de la perspectiva. L'observador coneix les mides reals dels objectes, sap que, per exemple, dues persones solen tenir alçades similars. Si un pla amb una profunditat de camp relativament gran mostra dues persones de mides molt diferents, l'espectador entendre de seguida que l'un és a prop i l'altre és lluny. En cas d'utilitzar un teleobjectiu, però, les diferències de mida que es deuen a la distància disminueixen, de manera que és més difícil determinar en quina profunditat estan els diversos elements i, per tant, es parla de **perspectiva comprimida**.

D'altra banda, en tenir una profunditat de camp reduïda, si el motiu es situa relativament a prop, el teleobjectiu aconsegueix fàcilment un desenfocament del fons, cosa que pot ser molt interessant des del punt de vista de la composició. De totes maneres, a grans distàncies, els rajos arriben pràcticament paral·lels i, per tant, la profunditat de camp augmenta, ja que el pla d'imatge coincidirà pràcticament amb el punt focal i qualsevol distància superior serà indistingible a nivell d'enfocament. Així, si mostra motius prou llunyans, tant aquests com el fons estaran enfocats i, a causa de la manca de perspectiva, semblaran aixafats i es destacaran poc.

2.3. Les lents segons altres criteris

Els tipus d'objectius, a més, es poden classificar segons altres criteris. Per exemple, tinguin l'angle que tinguin, quan es parla dels diafragmes de l'objectiu, es pot parlar de «velocitat» per tal de referir-se al temps d'exposició necessari per compensar-ne l'ús. D'aquesta manera, es coneixen com a lents ràpides aquelles que, en deixar passar molta llum, permeten velocitats d'exposició molt curtes. En general, són òptiques amb obertures properes, iguals o inferiors a $f/1$, que és el límit teòric que es pot aconseguir si el sensor no està en contacte amb l'òptica (cosa difícil d'aconseguir amb lents intercanviables normals). Una lent ràpida pot arribar a permetre la captació de gairebé qualsevol escena amb il·luminació natural de manera semblant a com la veuríem en realitat essent-hi presents. A causa de la seva complexitat i el seu cost, el seu ús en vídeo és rar. Un dels pocs exemples coneguts de l'ús d'aquestes lents en vídeo correspon a les que va utilitzar Stanley Kubrick en algunes escenes del seu film *Barry Lyndon* (1987), on va utilitzar lents amb valors pròxims a $f/0,7$, que li van permetre filmar escenes a la llum de les espelmes i recrear, així, una estètica pictòrica de clarobscur.



En els objectius zoom és habitual que la lluminositat màxima es redueixi amb l'increment de la distància focal. Així, si l'obertura màxima és $f/4$ en posició angular, en passar a teleobjectiu pot passar perfectament de $f/5,6$. Normalment, les càmeres de vídeo mostren els canvis del valor de diafragma en directe. Disposar d'una lent una mica més ràpida, encara que sigui d'un sol pas de diafragma, pot ser molt útil en aquests situacions. Com es pot suposar, les lents més cares solen ser les més ràpides, de manera que, a l'hora de triar un objectiu, cal fixar-se no només en l'angle, en la presència de zoom i en la qualitat de la lent, sinó també en la lluminositat o la velocitat màxima que són capaços d'obtenir.

De totes maneres, hi ha altres aspectes que cal tenir en compte a l'hora de distingir entre objectius diferents. Una diferència clau és la que hi ha entre els objectius pensats per a fotografia i els objectius pensats per a vídeo. Tot i que les lents en si poden ser de la mateixa qualitat, les lents per vídeo són molt més còmodes d'utilitzar en càmeres d'alta gamma. La majoria de lents fotogràfiques, per exemple, solen permetre la regulació de l'enfocament o del diafragma automàticament, però no sempre ho permeten manualment i, quan ho fan, solen ser poc precises. Tampoc han de mantenir necessàriament l'enfocament en cas de fer ús del zoom, ja que no sol ser un requeriment important en fotografia. Les lents de vídeo, en canvi, estan pensades per a un control manual molt més precís, incloent-hi el manteniment d'enfocament durant el zoom i una consistència d'imatge molt més gran entre preses quan es canvia entre lents del mateix fabricant. Les lents de cinema, a més, solen presentar rodes dentades, per tal d'utilitzar mecanismes o motors externs que poden ser molt útils en situacions d'operació remota o precisa. Precisament per facilitar l'ús d'aquests motors, les diverses lents d'una mateixa gamma solen presentar formes semblants, de manera que es poden intercanviar fàcilment sense haver de configurar de nou la plataforma (*rig*) on se sol col·locar la càmera amb tots els accessoris, com ara els engranatges de control.



Un altre criteri importants que cal tenir en compte a l'hora de valorar un objectiu és la compatibilitat entre càmeres i lents. En general, cada fabricant de càmera o d'objectiu sol oferir un tipus de muntura determinat, de manera que els objectius que es poden utilitzar amb una càmera no sempre són compatibles amb una altra. En els models d'alta gamma, més modulars, és habitual que la muntura sigui intercanviable. En models inferiors, en canvi, sol ser

necessari un adaptador que no sempre permet aprofitar totes les opcions de control, a banda d'afegir una distància extra entre l'objectiu i el sensor i, per tant, modificar l'angle original de l'objectiu.