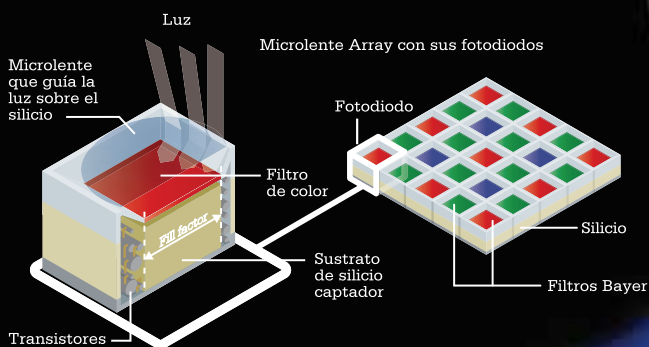




CINE Y TELEVISIÓN DIGITAL

MANUAL TÉCNICO

Jorge Carrasco



► Información completa con 100 infografías

COMUNICACIÓN ACTIVA
CINE





CINE Y TELEVISIÓN DIGITAL

MANUAL TÉCNICO

Jorge Carrasco

COMUNI
CACIÓN
ACTIVA
//////CINE



Publicacions i Edicions



UNIVERSITAT DE BARCELONA



ÍNDICE

Prólogo	
por José María Aragonés	25
Introducción	
por Jorge Carrasco	27
Contenidos de la obra	29
 PARTE I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA IMAGEN DIGITAL	
Cuatro palabras antes de comenzar	33
1. Definiendo la calidad objetiva	35
› Definiendo la calidad	35
› Estándares y flexibilidad	36
› Cine, televisión, vídeo	36
Cine: el formato fotoquímico	37
› Fotoquímico	38
› La resolución en fotoquímico	38
› Grabación digital en fotoquímico	39
› Parámetros de calidad	39
› Límites y estándares	40
› La cadencia	41
› Negativo y positivo	41
› Tiraje de copias y sonorización	42
› Pérdidas de calidad	42
› El cine totalmente digital	43
Televisión: la señal electrónica	44
› Del analógico al digital y de SD a HD	44
› El mundo televisivo actual	44

Índice

› Grabación analógica	45
› Estándares analógicos	46
› Cadencia	47
› Megahercios y ancho de banda	47
› El color en televisión: RGB	48
› Suma aditiva	49
› Monitorización del color	49
› La cuantificación digital	49
› Ventajas digitales	49
› Sistema binario	50
› Compatibilidad	51
› El <i>bitrate</i>	51
El nacimiento del cine digital	52
› Telecine y escáner digital	52
› Intermediación digital (DI)	53
› Filmado digital	54
› La conexión <i>indie</i>	54
› Alta definición y cine digital	54
› Distribución digital	55
2. Parámetros digitales	57
› La “sopa de letras”	57
› Conceptos fundamentales	57
› Estándares internacionales y formatos comerciales	58
› Las particularidades del cine e internet	59
› Tres categorías “pro”	60
› Normativa HDTV	61
› Resolución	62
› Muestreo	62
› Profundidad de color	63
› Cadencia	63
› Compresión	63
› Calidad e información	64
› Un poco menos de “selva”	64
3. La resolución	67
› Definición	67
› Cine y televisión	68
Resoluciones HDTV	68
› Cambio de relación de aspecto (<i>aspect ratio</i>)	69

› Dos estándares	69
› HD Ready y Full HD	70
› Ultra High Definition	70
Resolución en el cine digital y HR	70
› Formato de pantalla	70
› Resolución horizontal	72
› Recomendación DCI	72
› E-Cinema	74
› Full Aperture	74
› Captación 2K / 4K	76
› 3K, 6K, 8K...	76
Otras resoluciones no estandarizadas	76
› VGA y otros	77
› Equipamientos de usuario y profesional	78
› Resolución “nativa”	78
› Visionados correctos	78
› Megapíxeles	80
Rescapitulación	80
4. Profundidad de color	83
› Etapa A/D	83
› Color expresado en bits	83
› El estándar 8 bits	84
› Canales separados	85
› 10, 12 bits	85
› Otras terminologías	86
› SNR: <i>signal noise ratio</i>	87
Rescapitulación	87
5. El muestreo	89
› Muestreo total y parcial	89
› De la televisión en blanco y negro al color	89
› Luminancia y crominancia	90
› Las limitaciones del espacio radioelctrico	92
› El submuestreo o muestreo parcial	92
› Submuestreo analógico	93
› TV 4:2:2	93
› Cine 4:4:4	94
› Reducción de flujo de datos	94
› Pérdida de calidad efectiva	94

Peso y bitrate	121
› Peso o tamaño	121
› Flujo de datos o bitrate	121
› Cálculo del peso y el bitrate	122
› Redondeo	123
› Cuidado con la “b”	125
› GigaBytes por hora	125
Formatos comerciales	126
› Submuestreo	126
› Compresión	127
› 2 estándares, muchas etiquetas	127
Recapitulación	129
8. La compresión	131
› La necesidad de compresión	131
› Origen de la compresión	131
› Códecs	131
› MXF	132
› Familias de códecs	132
› Familias de compresión	133
› Dentro del cuadro (<i>intraframe</i>)	133
› Entre varios cuadros (<i>interframe</i>)	133
› Diferencias entre familias	134
› Compresiones pro y prosumer	135
› I-Frame	135
› Tendencias	135
Recapitulación	136
9. Sonido	137
› La importancia del sonido	137
› Peso del sonido	137
› Estándar SDTV	138
› Estándar HDTV	138
› Bitrate	138
› Sonido en el cine	138
› Sonido óptico (banda internacional)	139
› Sonido digital	139
› Sonido digital en proyección digital	140

PARTE II: CAPTACIÓN

› Captación: las cámaras y algo más	143
› Límites en la captación	144
› Destino final	144
› Coste total	144
› Tipo de producción y presupuesto	145
La línea de la luz	145
› Conjunto óptico	146
› Separación tricromática	147
› Sensor	147
› RAW	147
› ¿Qué es una cámara?	147
La línea de datos	148
› Monitorización	149
› Almacenamiento	149
› Dispositivos I/O	149
1. Elementos comunes a todas las cámaras	151
› La calidad como proceso global	151
› Concepto MTF	151
Las lentes	152
› Nitidez, definición, contraste	153
› Luminosidad	153
› Variedad focal	154
› Relación entre sensor y focal	154
› Lentes fijas o intercambiables	155
› Lentes no intercambiables	155
› Soluciones intermedias	156
› Ópticas intercambiables	156
› Compatibilidades	156
› La profundidad de campo	157
› ¿Influye el tamaño del sensor en la PDC?	158
› ¿Hay que tener en cuenta el sensor a la hora de valorar la PDC?	159
› Distancias focales “equivalentes”	159
› Formato de proyección y PDC	160
› El tamaño de visionado	160
› El “look” cinematográfico	160
› La labor del foquista	162

› Mala visualización	163
› <i>Backfocus</i>	164
Resumen	164
La separación tricolor	165
› Sensores: analógicos y monocromos	165
› Prisma dicróico	165
› Máscara Bayer	166
› GRGB, RGBW, <i>stripped</i> ...	166
› RAW, demosaico e interpolación	167
› Ventajas y desventajas	167
› Foveon	168
Resumen	168
Los sensores	169
› CMOS y CCD	169
› Capturar fotones	169
› Resolución y sensibilidad	170
› Tamaño del sensor	171
› Sensores Súper 35 (<i>Full Aperture</i> , FA)	172
› Sensores de fotografía (<i>Full Frame</i> , FF)	173
› Opción <i>Full Frame</i> /8 perforaciones	174
› Tamaño del fotodiodo y rango dinámico	175
› Ruido	175
› SNR y RD	176
› <i>Fill Factor</i>	177
› Tecnología: CCD y CMOS	177
› Arquitectura de cada tecnología	178
› Ventajas y desventajas	179
› <i>Shutter</i> y <i>artifacts</i>	180
› Contaminación (<i>smear</i>)	181
› Desarrollos posteriores: IT, FIT, 4T...	182
› Tecnologías equivalentes	183
› Nativo, interpolación y rasterizado	183
› Píxeles activos	184
› <i>Windowed</i> o <i>región de interés</i> (ROI)	184
› Sobremuestreo	185
› Demosaico y resolución	185
› Otras máscaras y demosaicos	186
› Máscara <i>stripped</i>	187

PARTE III: MONTAJE Y POSTPRODUCCIÓN

‣ Premisa fundamental	209
‣ Conversiones	209
‣ <i>Upconversion</i>	210
‣ <i>Crossconversion</i>	210
‣ <i>Downconversion</i>	210
‣ Etapas de la cadena	210
‣ Terminología	211
1. Montaje	213
Generalidades	213
‣ Mesa de montaje de cine	213
‣ A-B Roll	214
‣ Variedad de ENL	214
‣ Sistemas abiertos o cerrados	215
‣ Diferencias de sistemas y versiones	215
‣ La duda del montador	216
‣ Cualquier programa es bueno	216
‣ Cualquier máquina no es suficiente	216
‣ <i>Streams</i>	217
‣ Códecs de edición	217
‣ Procesos destructivos y no destructivos	217
‣ Renderizados, <i>realtime effects, on the fly</i>	218
‣ ¿Dónde se guardan los renderizados?	218
‣ Exportación	219
‣ Renderizados y código de tiempo	219
‣ Media y proyecto	219
‣ <i>Offline, online</i>	219
‣ Conformado	220
‣ <i>Proxies</i> o ficheros de baja resolución	220
La ingesta de material	221
‣ Ingesta	221
‣ La importancia de la ingesta <i>online</i>	221
‣ Percepción y calidad	222
‣ Códecs de edición y postproducción <i>online</i>	222
‣ Códecs nativos de cámara para la edición	223
‣ Modos de ingesta	224
» <i>Captura y volcado</i>	224
» <i>Importación y exportación</i>	224

Índice

» <i>Direct to Edit</i>	225
» <i>Log & transfer (selección y transferencia)</i>	225
» <i>Ventajas y desventajas</i>	225
» <i>La importancia del backup</i>	226
› La ingesta en fotoquímico	226
» <i>Escaneado y telecine</i>	226
» <i>Telecine y kinescopiado</i>	226
» <i>Cinevator</i>	227
» <i>Escaneado y filmado</i>	227
» <i>Otros transfers</i>	228
» <i>Calidad y textura</i>	228
› CGI en efectos y animación	228
» <i>Efectos</i>	229
» <i>Animación</i>	229
» <i>Cartoon</i>	229
» <i>Stop Motion</i>	230
» <i>Timelapse y otras animaciones</i>	230
Proceso de montaje	231
› Montaje tradicional	231
› Montaje sencillo de imagen	231
› Sincronización con el sonido: la claqueta	232
› Mezclas de sonido	232
› Edición por corte	233
› Negros, silencios y <i>wildtrack</i> o pista libre	233
› Transiciones y colas	233
› Encadenados y fundidos	234
› Encadenados fotoquímicos	234
› <i>Dip to color</i>	235
› Cortinillas	235
› Cortinillas 2D y 3D	235
› Uso y abuso de las transiciones	236
› Montaje terminado	236
› Montaje televisivo	236
› La percepción del espectador	237
Conformado	238
› <i>Offline a online</i>	238
› Identificación de las cintas	238
› La grabación del código de tiempo	239
› Código de tiempo en ficheros IT	240

› Identificación de fichero IT	240
› Tipos de fichero IT	240
› De <i>offline</i> a <i>online</i> mediante EDL	241
› Lenguajes de metadata	241
› Estándares comerciales	242
› Mejora en el flujo de trabajo	242
› Las <i>suites</i> de edición	243
› Cine: proceso tradicional	243
› Cine: proceso con intermediación digital	244
› Exportación vía referenciado	244
› Renderizado de efectos y transiciones	244
› Consolidado	245
› Trabajo en red (<i>SAN</i>)	245
2. Postproducción	247
› Formatos para DI	247
› ¿Excepciones?	248
› ¿Por qué sin comprimir?	248
› Ingesta <i>online</i>	249
› Límites al trabajo sin compresión	250
› RAID	251
› Tipos de RAID	251
› SAN	252
› Capacidad de cálculo del software	252
› Etapas de la postproducción: renderizados	253
› Incrustación de imágenes generadas por ordenador (CGI)	255
› <i>Broadcast safe</i>	255
› <i>Superwhite</i> y pedestal	256
› LUTs de visionado y exportación	256
› LUT 2D y 3D	257
› Procesos de intermediación en cine	258
› Masterizado final: el negativo digital o DSM	258
› Copias de seguridad	259
› Otras opciones para el <i>backup</i>	260

PARTE IV: DISTRIBUCIÓN

› El nuevo mundo <i>multicast</i>	265
1. Televisión convencional	267
Digital Video Broadcasting	267
Generalidades técnicas	267
La televisión “terrestre” o TDT	268
El apagón analógico	268
Espacio radioeléctrico	269
Ventajas y diferencias de la emisión digital	270
TDT = DVB-T	271
TDT en España	271
Calidad teórica	272
Ventaja del multiplex	272
Interactividad en la TDT	273
<i>Set Top Box</i>	273
Discos duros grabadores y VOD	273
TDT de pago	274
TDT en alta definición	275
Cadencia y resolución en HDTV	276
3 DTV	276
DVB-C y DVB-S	277
DVB-H	277
SMPTE VC-1, VC-3	278
2. Vídeo doméstico	279
DVD	279
DVD de alta definición: Blu-Ray	279
¿Ha llegado tarde el Blu-Ray?	280
El futuro ya	281
El Blu-Ray ROM como soporte de datos	282
3. IPTV: distribución por internet	283
Estándares	283
Reproductores en internet	284
Códecs y reproductor	285
El ancho de banda	285
<i>Streaming</i> y descarga (<i>download</i>)	286

Emisión en directo	286
¿Qué formatos son los adecuados para una distribución en internet?	287
Servidores	287
Metacapas	289
Piratería y DRM	289
Otras utilidades del DRM	289
Los modelos del negocio en internet	290
4. La distribución digital en salas	293
› Características técnicas de una proyección digital	293
› La necesidad de un estándar	294
› Digital Cinema Initiatives	295
El sistema DCI	296
› Terminología	296
› DSM	297
› DCMD	297
› Resolución y cadencia del DCMD	298
› Cadencia 48 fps	298
› Sonido DCI	299
› DCP	300
› Compresión en DCP	300
› Seguridad	301
› Polémica sobre la seguridad y el pirateo	302
› Transmisión de datos	303
› La proyección	303
› <i>Preshow</i> y contenidos alternativos	304
Contenidos alternativos y E-Cinema	305
› Cine independiente	305
› E-Cinema	305
› Emisión en directo	306
› Videojuegos	306
› Futuro próximo	306

ANEXOS

1. Resolución, definición, percepción y MTF	311
Resolución óptica en número de líneas	311
Pares de líneas	312
El teorema de Nyquist	312
Resolución fotoquímica y digital	313
MTF	314
Percepción	315
2. Visualización de la señal	317
Forma de ondas	317
Vectorscopio	318
Color 3D	318
Histograma	318
3. La rasterización	321
4. Relación de aspecto del píxel (<i>Píxel Aspect Ratio</i>, PAR) ..	323
PAR y Raster	323
Pérdida de calidad vs economía	324
3:1:1	324
Futuro <i>Full Raster</i>	324
Otros <i>non square PAR</i>	325
Cine digital PAR 1:1	326
5. Barridos PSF, PN y otros	327
PSF	327
PN	328
25P OVER 50i	328
PA	328
6. Codificación lineal y logarítmica	329
Fotoquímico logarítmico	329
Diferencias en la respuesta	330
Captación logarítmica	330
Monitorado y LUTs	330
Digitalización DPX	331
LUTs 3D	332
Tres aspectos en las LUTs	332

7. La gama 2.2	335
Gama en TV y en cine	336
8. La corrección de gama	337
Correcciones de gama	337
Corrección en las altas (<i>knee</i>)	338
<i>Skin detail/correction</i>	338
9. Non Drop Frame / Drop Frame	339
El código de tiempo (<i>Timecode, TC</i>)	339
30 NDP, 30 DP	340
10. Pull down	341
Transfer de progresivo a interlazado	341
23,976p	342
29,97p: <i>unusable</i>	342
¿Una cadencia común?	343
11. Captación RAW	345
Matrización de la señal	345
Menor pérdida RAW	345
Trabajo en postproducción	346
Ficheros RAW	346
12. Entradas y salidas en una cámara	349
La importancia de las conexiones E/S (interfaces I/O)	349
Cableado e información	349
Macho/hembra	349
Calidad de información en una misma señal	350
> a) <i>Conexiones de audio y vídeo</i>	350
>> a1) <i>HD.SDi</i>	350
>> a2) <i>Dual Link</i>	351
>> a3) <i>Cine Link</i>	351
>> a4) <i>HDMI</i>	351
>> a5) <i>Y Pb Pr</i>	352
>> a6) <i>S-Vídeo (Y/C)</i>	353
>> a7) <i>Cable A/V</i>	353
>> a8) <i>Canon XLR</i>	353
>> a9) <i>Jack, minijack</i>	353
>> a10) <i>Multicore</i>	354

Índice

› <i>b) Conexiones informáticas</i>	354
›› <i>b1) Firewire / IEEE 394 / iLink</i>	354
›› <i>b2) Firewire 800</i>	355
›› <i>b3) USB 2.0</i>	355
›› <i>b4) Gigabit Ethernet</i>	355
13. Requerimientos del equipamiento informático	357
Software	357
Plataformas	358
Hardware	358
Versiones	358
Interfaz de usuario	359
Cadena de proceso de datos	359
Cuellos de botella	360
Discos duros	360
CPU y RAM	361
Tarjeta de vídeo GPU	361
Monitorado	362
Cómo afecta la compresión de los códecs	362
RGB progresivo	363
14. Tipos de ficheros de imagen digital	365
Ficheros comprimidos o no	365
Resolución y calidad	365
Ficheros comprimidos	365
Ficheros no comprimidos	366
DPX	367
RAW	367
15. Los códecs Avid DnxHd	369
DnxHD 36 mbs	370
Otros códecs	371
16. ¿Qué cámara comprar?	373
La línea de la luz	373
› ¿Qué objetivo usa?	373
› ¿Qué apertura máxima?	374
› ¿Qué montura?	374
› ¿Qué lentes puedo montar?	375
› ¿Qué accesorios permiten?	375

Separación tricromática	375
› ¿Bayer, dicroico, Foveon?	375
› ¿Qué máscara Bayer usa?	376
Sensor	376
› ¿Qué tipo de sensor usa?	376
› ¿Tiene opción ROI?	377
› ¿Qué tamaño?	377
› ¿Cuántos fotodiodos tiene?	377
› ¿Qué tamaño tiene cada fotodiodo?	378
› ¿Cuál es su <i>Fill Factor</i> ?	378
› ¿Cuál es su rango dinámico?	379
La línea de datos	380
› ¿Qué profundidad de cálculo tiene?	380
› ¿Permite el uso de curvas de gama?	380
› ¿Qué formatos o resoluciones ofrece?	381
› ¿Qué tipo de barrido?	381
› ¿Qué cadencias permite?	381
› ¿Qué espacio de color?	382
› ¿Qué profundidad de color?	382
› ¿Qué bitrate ofrece el archivo?	383
Salidas y almacenamiento	383
› ¿De qué salidas dispone?	383
› ¿Dónde almacena la información?	384
› ¿Cómo almacena la información?	384
Sobre el contenido	385
› ¿Cuál es nuestro público?	385
› ¿Qué condiciones de trabajo?	386
› ¿Qué tipo de producción?	386
› Y por último...	387
GRÁFICOS EN COLOR	389

PRÓLOGO

La imagen estática, las películas cinematográficas, la televisión y las múltiples aplicaciones industriales y científicas han ampliado considerablemente, en el curso de los últimos veinte años, el empleo y el tratamiento de la imagen digital. Por consiguiente, el conocimiento de los principios y las funciones de la digitalización ha adquirido cada vez mayor importancia para los directores de fotografía y demás profesionales que intervienen en la industria de la imagen.

Dos décadas ha necesitado la cinematografía para asimilar el cambio tecnológico de la total digitalización y toda una para autoconvencerse el sector de que es posible y positiva. El cambio tecnológico no debemos aceptarlo tan solo como una comodidad de rodaje, una mayor rapidez de postproducción o una mejor calidad de exhibición, ha de ser además una aportación para la evolución del mismo lenguaje cinematográfico, al juego de sensaciones entre narrador e interlocutor. El conocimiento de las tecnologías digitales será importante pero no suficiente.

Si muchos, en la digitalización de la imagen, ven la pérdida del romanticismo del fotoquímico, de la artesanía y de su experiencia, les animaré en la pérdida tan solo del mito: la evolución es el propio cambio de perspectiva y ésta no cambia las cosas, sólo nos permite ver su lado oculto; la imagen digital es tan excitante como la analógica, se trata de la combinación abstracta de la pragmática implementación de la elegancia matemática con el placer visual. Admitiendo que la “elegancia” es la implementación matemática de la óptica, del movimiento de flujos, el espacio de color, de la sensitometría, de la percepción, etc., e incluso de la psicología. Como siempre, será el propio artista quien deba aportar el criterio de experiencias, de la combinación que genera placer, en definitiva, la búsqueda del error evolucionador.

El fin no es utilizar una nueva técnica para hacer cine, el fin es conseguir hacer un cine mejor.

Migrar significa dejar los lastres, recoger tus valores importantes y trasladarte a otro espacio que te pueda ofrecer nuevas oportunidades de desarrollarte.

PRÓLOGO

La migración al cine digital nos tiene que poner las cosas mas fáciles y evidentemente así será para quien tenga conocimiento de él. Pero esto sólo es la base, lo realmente importante es el desencadenante que se produce con el cruce de la aportación de tus conocimientos y experiencias, cuando experimentas en otras tecnologías.

Todas las experiencias vividas con la tecnología fotoquímica tienen su equivalencia en el mundo digital. Buscarlas, encajarlas dentro del puzle de la metodología de trabajo te facilitará tu adaptación y ayudarás al enriquecimiento del cine digital.

José María Aragonés

Barcelona, mayo de 2010



PARTE I:
FUNDAMENTOS TEÓRICOS
DE LA IMAGEN DIGITAL

/ 1. Definiendo la calidad objetiva

>> Definiendo la calidad

La calidad objetiva se puede medir técnicamente en función de sus cuatro parámetros básicos. Hay otro tipo de calidad, subjetiva, que depende de los valores artísticos de la obra audiovisual. Pero en este libro no entraremos en ella.

La calidad objetiva en digital es fácil de definir. La base de toda imagen digital es el **píxel** (contracción del inglés *picture element*). El píxel es el ladrillo básico sobre el que se asienta la calidad de una imagen, su mayor o menor exactitud con el objeto representado. Cada uno de ellos nos da una “muestra” de la realidad que queremos representar. Sumando el número total de muestras, y la calidad intrínseca de éstas, podemos hablar técnicamente, objetivamente, de calidad.

Por eso, en el fondo, hablar de *calidad objetiva* en digital no es más que *contar píxeles*. Y para todo ello, como veremos a lo largo del libro, no usaremos más que sencillas operaciones aritméticas. A partir de ahí definiremos todos los posibles *formatos, estándares, ficheros* o *señales* que nos ofrece la industria audiovisual. Dado que este libro pretende ser una ayuda para el profesional con experiencia previa, creo que es necesario, antes de adentrarnos en la definición de la calidad digital, un somero repaso de lo que hasta ahora, en el mundo del audiovisual, entendíamos por calidad.

/ El píxel /



>> **Estándares y flexibilidad**

A pesar de la utilidad de los estándares, la gran ventaja de cualquier sistema digital es su flexibilidad. En este libro hablaremos de multitud de formatos, ficheros y señales, pero no hay que olvidar que las posibilidades del sistema digital son infinitas. En cualquier momento se puede pensar en un nuevo formato, adecuado para un trabajo o un evento específico, simplemente añadiendo o quitando un determinado número de píxeles.

Esto permite, también, un futuro muy amplio y libre para explorar.

Entendiendo que una imagen digital sólo depende de dos factores fundamentales, su resolución y profundidad de color, más la cadencia y el muestro de la imagen en movimiento, cualquier combinación es posible.

>> **Cine, televisión, vídeo**

Tradicionalmente, lo que entendemos por audiovisual engloba dos amplios campos: cine y televisión. Son campos “hermanos” por cuanto usan el mismo lenguaje, pero diferentes en lo que respecta a su comercialización y forma de comunicación con el público.

La televisión (para otros, el vídeo), a su vez, puede subdividirse en tres campos:

- *Profesional (Broadcast)*, sujeta a estrictos estándares internacionales.
- *Industrial (Prosumer)*, que intenta mejorar la relación calidad/precio.
- *Doméstico (Consumer)*, que son los aparatos destinados al usuario no profesional.

Cine, televisión y vídeo trabajan con la misma materia: imagen y sonido en movimiento. Sin embargo, históricamente han usado normas, formatos y soportes de grabación diferentes. Y se han encontrado y separado más de una vez.

La misma aparición del “vídeo” lo prueba. En un principio, la información televisiva no se podía almacenar. Todos los programas eran en directo, no había cintas ni magnetoscopios, ni montaje (más allá de la edición o mezcla de los directos). Si algo se quería guardar, o se precisaba para hacer un montaje, era necesario realizar una copia a cine (un kinescopiado), con medios en ocasiones tan rudimentarios como colocar una cámara de 16 mm delante de un monitor.

Pero a partir de los años sesenta y setenta se empezó a desarrollar la grabación magnética de las señales de televisión: el “vídeo” propiamente dicho, palabra que hoy en día se usa en un sentido más amplio. Esto supuso un cambio no sólo técnico, sino artístico y creativo. Pero separó de nuevo cualquier relación entre el cine fotoquímico y la televisión electrónica, pues los kinescopiados se volvieron caros e innecesarios.

Sucede, sin embargo, que en la actualidad las dos áreas están convergiendo otra vez en una misma dirección: “lo digital”.

Eso no significa que acabemos con un único formato, pues hay implicaciones comerciales que lo impiden: el cine siempre tendrá la vocación de ofrecer “algo más” que la televisión. Por otro lado, la televisión exigirá una mayor estandarización, pues su tecnología debe ser compatible con los millones de televisores instalados en los hogares.

Cada uno de estos ámbitos ha tenido su propia “evolución digital”, y sólo en los últimos años han empezado a encontrarse.

A todo ello, un nuevo jugador entra en escena: internet, al que la mayoría ve como el nuevo medio de distribución, y el de más futuro. ¿Unirá internet en uno solo el mundo del cine y la televisión? No me atrevería a responder a esa pregunta, pues las implicaciones comerciales y tecnológicas pueden ser tan caóticas como el vuelo de una mariposa.

No obstante, lo que es evidente es que estos mundos se entremezclan cada vez más.

Pero para entender este proceso, pasemos primero a hacer un breve repaso a estas dos industrias hermanas, y a cómo han ido evolucionando hasta el punto donde ahora se encuentran.

☞ Quien ya conozca la evolución y los estándares del mundo del cine y la televisión tradicional, puede pasar directamente al capítulo 2.

> Cine: el formato fotoquímico

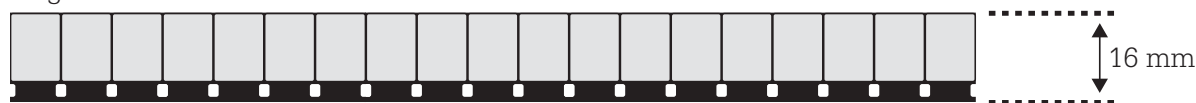
En cine, el soporte tradicional de trabajo durante casi un siglo ha sido el fotoquímico, mientras en televisión siempre hemos hablado de soporte electrónico.

Dentro del soporte fotoquímico nos encontramos con diferentes formatos. Entre ellos, el estándar internacionalmente aceptado es el formato de 35 mm. *Treinta y cinco milímetros* es sólo una manera de definir sucintamente un formato de calidad, y que en este caso hace referencia a la medida del ancho físico de la película donde se ruedan las imágenes.

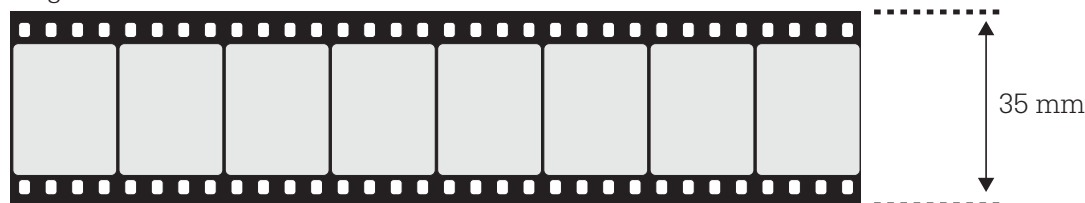
No es el único formato fotoquímico, pues existen otros de calidad inferior, como el 16 mm o el 8 mm; o superior, como el 65 mm. Históricamente, incluso, hubo otros formatos (28 mm; 9,5 mm; 17,5 mm; 22 mm...) que desaparecieron con la progresiva estandarización del 35 mm como formato universal.

/ Formatos /

Negativo 16mm



Negativo 35mm



>> Fotoquímico

El fotoquímico es un sistema muy físico. La calidad final vendrá condicionada por dos razones puramente físicas:

- el ancho de la película
- la calidad de la emulsión

La emulsión es el conjunto de partículas *químicas fotosensibles* que en una fina *película* recubre el soporte plástico que le sirve de base. La peculiaridad de este sistema es que las imágenes son captadas *negativamente*, invirtiendo los colores y las intensidades que observamos a simple vista. Antiguamente, este soporte plástico era de un material conocido como *celuloide*, hoy en desuso. Tanto *película* (que en latín significa “piel o capa muy fina”) como *celuloide*, *negativo* o *fotoquímico* se usan como sinónimos del soporte cinematográfico, si bien el último quizá sea el más apropiado para definirlo.

>> La resolución en fotoquímico

Como veremos, el término “resolución” es ambiguo. En este libro, entenderemos “resolución” como el número de píxeles de una imagen. En el caso del fotoquímico, esta definición no es posible. ¿Cómo estimar entonces la resolución?

Se trata de un tema muy estudiado, a través de pruebas y tests. La mayoría de los expertos coinciden en que el negativo tiene una resolución de entre 150 y 180 líneas por milímetro cuadrado. Si consideramos que el tamaño de la imagen de un negativo de cine es aproximadamente 25×19 mm, tendremos que sería equivalente a cerca de 3.750×2.850 píxeles de resolución horizontal.

En este caso, al reducir el tamaño de la película y del cuadro impreso, disminuye la resolución. En el caso de un negativo de 16 mm, con un cuadro

de aproximadamente 12,35 mm × 7,45 mm, la resolución equivalente sería de 1.825 × 1.125 píxeles.

☞ Estas cifras no son exactas, pues el cuadro del fotograma de 35 mm tendría en realidad 24,576 mm (originalmente se creó en pulgadas, sistema imperante en Estados Unidos). E incluso puede variar ligeramente según la óptica o la cámara usada.

Igualmente, la resolución en líneas por milímetro puede variar según la fuente (un poco más, un poco menos). Esto es lógico, pues esta medición varía en función de la óptica empleada, el diafragma usado, la calidad de la emulsión y su valor ISO. 150 líneas es una convención comúnmente aceptada, por eso la usamos aquí. Técnicamente, la película de 16 mm y la de 35 mm tendrían la misma “resolución óptica” entendida como líneas por milímetro; pero distinta “resolución” tal como la entendemos aquí, es decir, por el número total de muestras.

El origen del 4K y el 2K viene precisamente de estas diferencias entre el 16 y el 35 mm, como veremos.

»» Grabación digital en fotoquímico

Es incorrecto pensar en el soporte fotoquímico como algo incompatible con lo digital. Digital es la manera de almacenar los datos en una sucesión de unos y ceros, no el soporte utilizado.

En una obra audiovisual, las imágenes se impresionan en el negativo a través de una lente, de una manera, si se quiere, analógica o continua (frente a lo “discreto” del digital). Pero también podemos usar el soporte fotoquímico como soporte digital. Un ejemplo claro es el sonido digital (Dolby, SDD, etc.), que está almacenado digitalmente en la propia copia positivada.

Asimismo, durante años se ha usado el soporte fotoquímico para almacenamiento de datos debido a su gran durabilidad, como es el caso de los microfilms.

»» Parámetros de calidad

Las partículas fotosensibles son de carácter microscópico. Juntas, nos proporcionan una reproducción visual más o menos fiable de la realidad. Nos proporcionan “muestras” de una realidad. Cuanto más ancho sea el soporte plástico, más partículas fotosensibles contendrá, y por ende, más muestras nos proporcionará. La representación de la realidad será más fiel: tendrán más “definición”. Por eso, una película de 35 mm tendrá más *definición*, más *nitidez* que una de 16 mm. Pero “definición” o “nitidez” son términos ambiguos. En nuestro medio preferimos hablar de resolución (aquí es el término inglés, *Resolution*, el que en ocasiones resulta ambiguo; no obstante es el que usaremos en este libro). Para ampliar la información, véase el anexo “Resolución, definición, percepción y MTF”.

1. DEFINIENDO LA CALIDAD OBJETIVA

La otra variante es la propia composición de este material fotosensible. Los fabricantes (Kodak, Fuji y otros ya desaparecidos) han ido desarrollando continuas mejoras en este material, permitiendo mejores respuestas tanto a las intensidades de luz como a las diferencias cromáticas. Son las diferentes “emulsiones comerciales” disponibles en el mercado. “Vision Color 2242” de Kodak es un ejemplo, un nombre comercial.

La propia composición de estas partículas es un secreto industrial en la mayoría de los casos; es, de hecho, otro de los vectores de calidad y también de la diferencia entre las diferentes emulsiones.

Otra de las diferencias de calidad entre emulsiones es la rapidez de respuesta del material fotosensible, medida en cifras ASA o ISO (dos normas de estandarización muy similares). Un negativo de 100 ASA tendrá una respuesta menor que uno de 500 ASA, por lo que precisará un mayor tiempo de exposición (obturador) o mayor abertura de diafragma; más luz, en definitiva. Las películas con mayor número ASA o ISO permiten grabaciones en condiciones de luz baja; por contra suelen generar más *grano*, más imperfecciones en la representación de la realidad.

»» **Límites y estándares**

Teóricamente, podríamos ir mejorando infinitamente la calidad del fotoquímico aumentando el ancho del soporte y la cantidad y calidad de la emulsión. Pero ambas cosas resultan caras. Tendríamos el inconveniente de la compatibilidad de herramientas y lentes. Si hubiese diferentes anchos (21 mm; 13,5 mm; 172 mm), igualmente nos encontraríamos con problemas para que tanto la cámara que rueda como el proyector que muestra las obras fueran compatibles. Por eso, en la industria se adoptó hace muchos años (no sin la previa “guerra comercial”) el soporte de 35 mm como “estándar universal”, que es el que se ha mantenido hasta ahora.

Junto a él, apenas se usan dos o tres más. El 65 mm, que se utiliza para las producciones de los espectaculares IMAX. El 16 mm, de inferior resolución al 35 mm, pero muy usado en producciones para televisión, obras independientes o incluso documentales, principalmente debido al gran ahorro que supone con respecto al anterior. Y también encontramos, ya casi de manera residual, los formatos “caseros” de cine, como el 8 mm y el Súper 8 mm, que fueron muy populares en las décadas de 1970 y 1980 antes de la irrupción del vídeo doméstico en los hogares.

>> La cadencia

Una característica del cine (y del audiovisual en general) es que realmente nunca grabamos una imagen en movimiento, sino diferentes imágenes fijas que permiten recrear la sensación de movimiento. Nunca tomamos *toda* la realidad, sino fragmentos sucesivos de la misma que luego nuestro cerebro *reconstruye* (engañándonos, en realidad) como un todo. Un matemático diría que el audiovisual es un sistema discreto antes que continuo: quantos, antes que ondas...

Técnicamente, se captan 24 imágenes o fotogramas por segundo (“fps”, o también “ips”, *images per second*, imágenes por segundo), con el resultado de obtener 24 instantes diferentes de la misma acción en el intervalo de un segundo. Gracias al fenómeno conocido como “persistencia retiniana”, nuestro cerebro “recrea” la sensación de movimiento necesaria para la acción.

👉 Los últimos estudios indican que la persistencia retiniana no existe como tal, sino que la sensación de movimiento se forma en el cerebro por otras causas. Pero el término ha devenido un lugar común, y por eso lo mantengo.

24 ips es la **cadencia** (*framerate*) tradicional del cine. Pero 24 es también una convención o acuerdo comercial, más que técnico. 24 imágenes por segundo es poco para una sensación de movimiento perfecto. El doble estaría mejor, e incluso el triple. Pero también sería el doble o el triple de caro, económicamente hablando. Por eso, en las primeras décadas del cine se llegó a un compromiso: rodar a 24 fotogramas pero proyectar a 48 fps. En la sala, cada fotograma se muestra dos veces mediante un mecanismo giratorio situado delante del proyector y que se conoce como “cruz de malta”. Gracias a eso, el espectador ve 48 imágenes (24 × 2) por segundo, que atenúa la sensación de parpadeo o “flicqueo” (*flickering*).

No habría ningún obstáculo técnico para rodar a 48 fps. Pero, además del coste superior, nos encontraríamos con un problema de logística. Actualmente, un largometraje de 90 minutos de duración supone unos 2.500 metros de película, que suele transportarse en cinco o más rollos o latas de unos 50 cm de diámetro. El peso total es superior a los 20 kilogramos. Si aumentáramos todas estas cifras al doble, se obtendría un formato cuya distribución será prácticamente inviable.

>> Negativo y positivo

En cine se utiliza un sistema negativo/positivo para poder realizar múltiples copias, totalmente comparable al proceso de las cámaras de fotos tradicionales.

1. DEFINIENDO LA CALIDAD OBJETIVA

Los rodajes se realizan utilizando una emulsión, en color o blanco y negro, que capta de manera inversa (“negativa”) la realidad. Lo que es blanco, aparece como negro, lo que es rojo aparece como verde (su color complementario).

»» **Tiraje de copias y sonorización**

Este sistema nos impide ver a simple vista el resultado de la captación, pero es el que permite tirar múltiples copias de un único negativo original, permitiendo la distribución en salas cinematográficas.

Una vez tenemos un negativo, será necesario convertirlo a positivo para que pueda ser visualizado por el espectador: el negro del negativo se convierte otra vez en blanco, el verde en rojo. Son las copias positivadas (*prints*) lo que finalmente veremos en las pantallas, proyectadas mediante el paso sucesivo de las imágenes delante de la fuente de luz (véase página 391).

El sonido, ausente en el negativo, se incorpora en la copia positivada mediante impresión óptica (analógica o digital).

»» **Pérdidas de calidad**

Hay que apuntar que este proceso es muy laborioso y, debido al material y la maquinaria usada, muy sensible a errores, defectos y pérdidas de calidad.

Para tirar una copia positivada el proceso es conocido como “de contacto”: el negativo ha de ser proyectado sobre el positivo virgen para que éste quede grabado. Este proceso se realiza mecánicamente, por lo que el negativo puede dañarse. No suele aguantar más de un número determinado de copias antes de que el negativo quede irreversiblemente inutilizado. Pero sucede que muchos estrenos en salas suponen cientos o incluso miles de copias a nivel mundial.

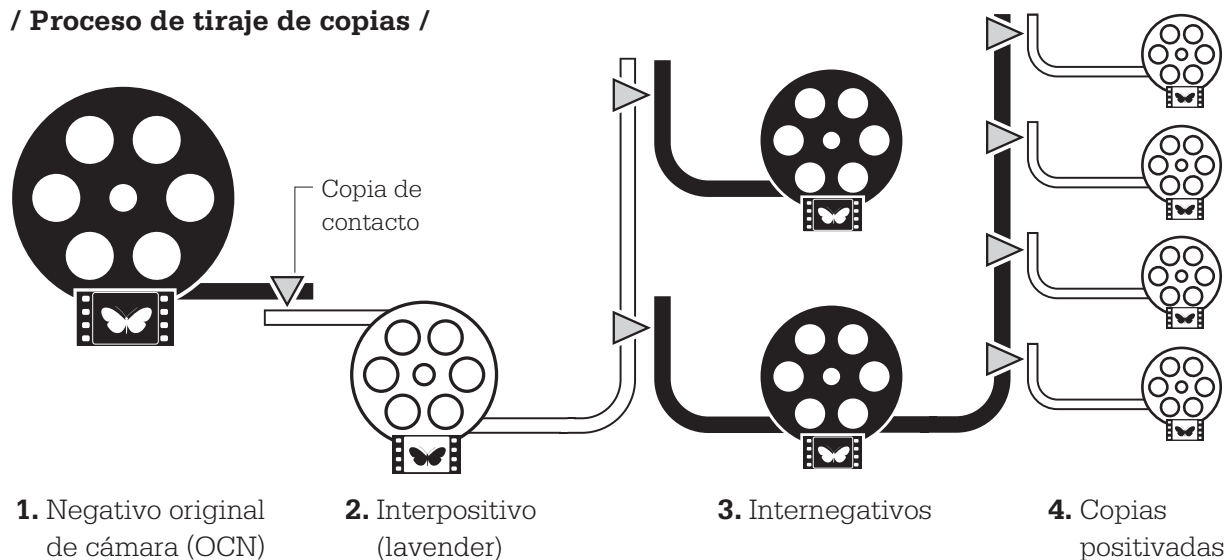
Por esa razón, el negativo original, conocido como OCN (siglas en inglés de negativo original de cámara), se protege realizando una copia intermedia en material positivo de alta calidad conocida como interpositivo o lavender. De este lavender se tiran a su vez equis copias nuevamente negativas, que se conocen como internegativos. De estos internegativos se tiran finalmente las copias positivadas que veremos en las salas.

El negativo de cámara de 35 mm es ciertamente un soporte fantástico de grabación, pero dada esta serie de procesos a los que se somete, y siendo cada uno de ellos destructivo en cuanto a la calidad, la copia positivada apenas retiene una tercera o cuarta parte, si cabe, de su calidad original. Y, aún más, pierde parte de esta calidad a cada paso de proyección, pues aparecen rayas y partículas de polvo, a lo que se suma el propio deterioro de la emulsión, que por ser material de rápido consumo, no tiene una excesiva calidad intrínseca.

Para más inri, la calidad de su sonido, embutido en unos límites físicos muy pequeños, será siempre limitada.

Trabajar con negativo supone además un importante coste. Al del material virgen hay que sumar el del relevado, tratamiento, almacenaje, tiraje de copias, entrega y distribución en las salas y, posteriormente, su recogida, almacenamiento y destrucción controlada.

/ Proceso de tiraje de copias /



>> El cine totalmente digital

Por estas y otras razones de índole económico y artístico, la industria cinematográfica se está orientado definitivamente hacia el digital en todo su proceso.

Si bien es cierto que el 35 mm sigue siendo un soporte estándar en la filmación, el soporte electrónico digital aumenta su porcentaje cada año. En las obras independientes y de bajo presupuesto, el digital es casi la única opción rentable.

En postproducción, hace muchos años que todo el montaje se realiza de manera digital. Y desde hace pocos años, también se tiende a realizar en digital los procesos de colorimetría y masterizado.

El último ámbito donde todavía domina el fotoquímico es la distribución en salas comerciales. Pero más que un problema técnico (pues la proyección digital supera la calidad de la copia positivada), se trata de un problema comercial y financiero de grandes implicaciones. No obstante, dado que la tecnología ya está preparada, se espera un cambio rápido a corto o medio plazo.

/ 2. Parámetros digitales

>> La “sopa de letras”

Una de las cosas que más confunden a quien se adentra en el mundo del audiovisual digital es la aparente “sopa” de cifras, códigos y formatos que rodean toda su tecnología.

Hay dos razones para esta “selva” o “sopa de letras”. La primera, es que la mayor parte de la información suele estar en inglés, y se usan con profusión acrónimos, contracciones, tecnicismos, sinónimos, metonimias y hasta lugares comunes y sobreentendidos.

El término “mpeg”, por ejemplo, es el *acrónimo* de *Motion Pictures Expert Groups*, o grupo de expertos en imágenes en movimiento. Es ciertamente un organismo internacional, pero por lo general *sobreentendemos* que hablamos de un tipo de códec (*contracción* de codificador/descodificador) que usamos en la compresión de una señal de vídeo. En algunas ocasiones, incluso, se usa *mpeg* como antagónico de 2K (en la distribución digital en salas), por lo que estamos ante un uso distinto de la palabra, una *metonimia*. También podemos señalar que H.264 o VC1 (*cifras y siglas*) son también códecs de la familia *mpeg* (puros *tecnicismos* de la industria). O que dentro de los diferentes códecs de la familia *mpeg*, encontramos el popular mp3 de audio, el mpeg2 típico del DVD, el mpeg4 (como el citado H.264) o incluso el mpeg1, que también conocemos con el *sinónimo* de VCD. Y, además, con el tiempo, alguno de estos significados puede llegar a cambiar.

Es lógico, pues, que el no iniciado se desanime.

>> Conceptos fundamentales

Sin embargo, no es todo tan complicado como parece si tenemos claros cinco conceptos fundamentales. Al igual que para valorar la calidad de un formato fotoquímico dijimos que se basa sólo en dos conceptos (calidad de la emulsión y tamaño del fotograma), o en el caso del analógico en el número de muestras/hercios que portaba una señal, la calidad de un formato digital se basará también sólo en estos cinco conceptos. Teniéndolos claros, apenas necesitaremos poco más para poder desentrañar el mayor de los galimatías.

2. PARÁMETROS DIGITALES

Estos cinco conceptos fundamentales son:

- Resolución
- Muestreo
- Profundidad de color
- Cadencia
- Compresión

En inglés, estos términos son: *Resolution*, *Sampling*, *Color Depth* (o también *Bitdepth*), *Framerate* y *Compression*.

Conociendo y comprendiendo todos estos conceptos, podemos llegar a trabajar, analizar y entender todo lo relacionado con la industria. Pues todo el cine y la televisión digital, en todo el mundo, se basa en estos cinco parámetros, y sólo en éstos.

»» **Estándares internacionales y formatos comerciales**

El complejo mundo del audiovisual televisivo se rige por normativas o estándares internacionales. Organismos supranacionales de carácter mundial (como la ITU, Unión Internacional de Telecomunicaciones) o regionales (como la UER/EBU, Unión Europea de Radiodifusión), de los que son miembros las empresas e instituciones representativas de cada estado, se reúnen, analizan y proponen unas normas que permiten el libre intercambio de contenidos.

En cuestión de normativas, la televisión profesional o *broadcast* siempre será mucho más exigente que los estándares del equipamiento de vídeo casero o lo que sucede en el ancho y potente nuevo medio que es internet. La razón es que es necesario armonizar todo el costoso equipamiento de la cadena que lleva desde la realidad que se quiere transmitir hasta su percepción por parte del espectador en su hogar. Es decir: la cámara, los sistemas de transmisión (cables y conexiones inalámbricas), los sistemas de edición y postproducción, el almacenamiento y archivo, la emisión por ondas terrestres y/o digitales, las antenas receptoras y, finalmente, el televisor instalado en el salón del espectador.

Sobre esa base profesional, muy rígida, los fabricantes pueden ofrecer soluciones un poco diferentes que animan el mercado para los segmentos no estrictamente profesionales (el industrial o prosumer, y el doméstico o de usuario final).

Un ejemplo es el popular formato DV. La normativa internacional para una señal de resolución estándar SD (*Standard Definition*), sea PAL o NTSC, es clara. El DV es un formato no estándar desarrollado por algunos fabricantes con una ligera modificación que merma su calidad, pero sin impedir su compatibilidad con muchos equipamientos SD profesionales. Por esa razón, el DV nunca

será un formato “profesional” (lo que no obsta para que en ocasiones se use en contenidos profesionales).

A esta circunstancia se unen intereses comerciales. Siendo el DV un formato con sus propios parámetros, algunos fabricantes rizan el rizo y ofrecen soluciones “customizadas”. Es el caso del formato DVCAM de Sony o el DVCPRO 25 de Panasonic, que, aun siendo los dos formatos DV, tienen pequeñas diferencias que los distinguen.

¿Son estas pequeñas diferencias algo sustancial? Generalmente no, pues apenas afectan a la calidad objetiva. Por lo general, se trata de estrategias comerciales destinadas a crear mercados cautivos: si una empresa opta por una cámara DVCAM, tendrá también que terminar comprándose un magnetoscopio DVCAM y un editor DVCAM. Esto puede ser, y de hecho es, un inconveniente grave, pero por otro lado hay que reconocer que precisamente la competencia entre marcas es la que ha hecho evolucionar tanto el sector en los últimos años.

»» **Las particularidades del cine e internet**

El cine es en general una industria menos estandarizada. La aceptación del paso universal de 35 mm fue un acuerdo entre los diferentes operadores (productores, distribuidores y exhibidores privados), hace ya muchas décadas y tras una previa batalla comercial sin intervención pública o supraestatal. En estos casos, son por lo general los proveedores de contenidos (productores y distribuidores) quienes pueden forzar un poco más el uso de uno u otro estándar. La exhibición (los dueños de las salas donde finalmente se proyectan las películas) tienen menos poder de decisión, pues como interlocutores se encuentran muy divididos y segmentados.

En el caso del cine digital (*Digital Cinema*, DC) sucede lo mismo: no hay organismo internacional que regule la libre distribución de contenidos, así que han sido las grandes distribuidoras y estudios de producción norteamericanos (las conocidas como *majors*) las que intentan presionar en favor de un único estándar digital (la propuesta DCI). Esto, como veremos, tiene sus pros y sus contras.

La aparición de internet supone un nuevo campo para el audiovisual. Sin embargo, aquí los estándares parecen diluirse, o no ser en absoluto necesarios. Cada día surgen nuevas soluciones (códecs, reproductores, modos de distribución, etc.) que luchan por hacerse un hueco en el mercado global. Si bien la competencia es intensa, internet tiene la ventaja de que cualquier actualización es posible e inmediata: por lo general basta con descargarse un pequeño programa de alguna página web. Es la misma competencia la que impide el uso de licencias y royalties abusivos que el consumidor de internet rechaza

2. PARÁMETROS DIGITALES

de plano. Por eso en este campo las soluciones abiertas, no propietarias, son las que tienen todas las oportunidades para imponerse..., aun contando con el inconveniente de una continua actualización.

El único límite actual está en la conexión que llega a cada hogar. Cuanto mayor sea la velocidad de conexión de los hogares, mayor calidad objetiva se ofrecerá en los contenidos.

»» Tres categorías “pro”

Para abordar el estrecho mundo de los estándares, pero el ancho de los formatos comerciales, he decidido tomar como base de referencia de la calidad de los diferentes formatos comerciales de cine digital y alta definición lo que conocemos como la normativa HDTV o ITU Rec. 701. 701 es el número de la Recomendación de la ITU que se refiere precisamente a la normativa de alta definición para la televisión profesional, y sus siglas en inglés son HDTV.

☞ La ITU no impone ninguna norma (pues las organizaciones supranacionales no tienen capacidad de legislar), sino simplemente hace recomendaciones que sus miembros siguen por consenso. No obstante, en ocasiones no es una única norma, sino varias, pues ha de armonizar los diferentes intereses de todos los participantes. El caso de la alta definición es claro, pues existen dos estándares (1.080 y 720) dentro de una única recomendación, la 701, y con diferentes opciones de cadencia y barrido. También se puede interpretar como una misma norma, con un mismo flujo de datos, bajo dos formatos (720p, 1.080i).

Una cámara o un equipamiento que cumpla con la recomendación 701 podrá trabajar en cualquier cadena de producción de alta definición a lo largo del mundo. En este libro no hablaré de los estándares y formatos de televisión SD (como el Betacam, el DV, el DVCAM o el DVCPRO), excepto cuando sea necesario. Tampoco me centraré en las soluciones dirigidas al consumidor o usuario doméstico, como las populares videocámaras *handycam*, por ejemplo, o los teléfonos, PDAs y otros equipamientos móviles (*mobile*) que empiezan a ofrecer grabación en vídeo. El motivo es que en este segmento doméstico (*consumer*) hay una enorme oferta de muchos fabricantes con un infinidad de modelos. No obstante, señalaré que estas cámaras y soluciones domésticas comparten evidentemente la misma tecnología que las profesionales (el segmento “pro”), sólo que ofrecen un mejor precio a costa de sacrificar la calidad. Para analizarlos, no se necesitan conocimientos distintos que los expresados en este libro.

A partir de esta base, y de una manera un tanto arbitraria quizá, pero creo que práctica, situaré todos los estándares internacionales y formatos comerciales en

la misma línea que esta normativa HDTV. Por debajo de ella, el segmento prosumer, y por encima, los equipamientos de mayor resolución (*Higher Resolution*, HR), en función siempre de su calidad objetiva o técnica.

Prosumer es una contracción de los términos ingleses *professional & consumer*: a medio camino entre los formatos del vídeo doméstico (de usuario final o consumidor) y los formatos más profesionales.

También se los conoce como “HD de gama baja” o “HD*indie*”. Son formatos que, sin llegar a los estándares *broadcast* de calidad, ofrecen una más que interesante relación calidad/precio.

HR se refiere en este caso a los términos *Higher Resolution* o formatos de mayor o más alta resolución (que el HDTV). Es una convención como cualquier otra, pero sirve para dejar claro que estamos ante soluciones que superan las normativas internacionales de HDTV. También se los conoce como formatos 2K (por su resolución), o UHD, de *Ultra High Definition* si hablamos del ámbito puramente televisivo (UHD será la televisión estándar dentro de quince o veinte años, pero ya se está investigando en estos momentos).

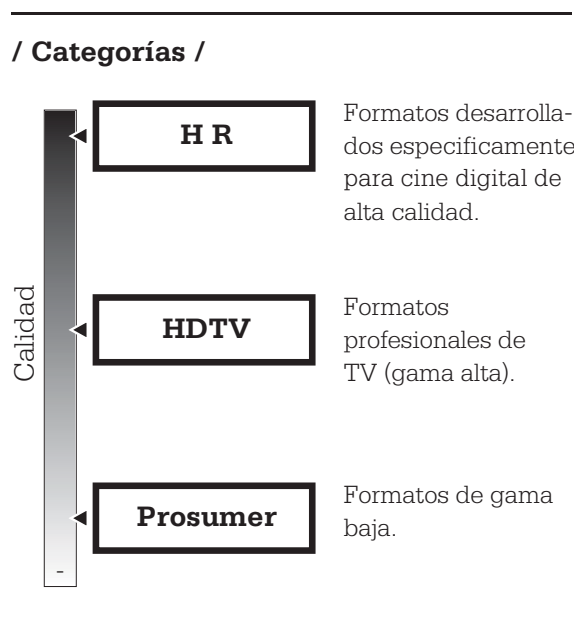
Esta división es puramente arbitraria y no es compartida por todos los profesionales, pero sirve para conseguir un poco de claridad en esta “selva” de la que hablaba al comienzo del libro.

Y esta división la haré en función de los cinco parámetros ya citados: resolución, muestreo, color, cadencia y compresión.

» Normativa HDTV

La Recomendación 701 define la señal estándar de televisión de alta definición (HDTV) con los siguientes parámetros:

- Resolución: en este caso, la ITU permite dos: 1.080 y 720.
- Profundidad de color: 8 bits.
- Muestreo: 4:2:2.
- Cadencia: se admiten todas las entrelazadas heredadas del PAL y el NTSC, así como la opción progresiva: 25p / 50i / 30p / 60i.



2. PARÁMETROS DIGITALES

- Compresión: En realidad, la compresión no es parámetro ITU, sino comercial. Por eso, la señal siempre se entenderá sin compresión (*uncompressed*), y sólo hablaremos de compresión cuando mencionemos las diferentes soluciones comerciales.

A algunas personas estos términos les resultarán a primera vista confusos. No importa. Espero que al terminar esta primera parte del libro los comprendan perfectamente. Lo que quería señalar es que con sólo cuatro palabras –resolución, profundidad de color, muestreo y cadencia–, más la solución comercial de la compresión, se puede definir cualquier señal o formato digital.

Antes de desglosar en profundidad estos términos, tarea que nos ocupará la primera parte de este libro, haremos una pequeña introducción para tener una idea general de lo que estamos hablando.

>> Resolución

Resolución (*Resolution*) es el número de píxeles totales que tiene nuestra imagen. Como siempre usamos un formato rectangular, sólo tendremos que multiplicar el número de píxeles (o columnas) horizontales por el número de píxeles (o líneas) verticales para saber su resolución: $P(h) \times P(v)$.

Es comprensible que cuantos más píxeles tenga una imagen, la representación de la realidad será más exacta y por tanto más calidad tendrá.

La alta definición HDTV sólo admite dos resoluciones: 1.080 y 720. En cine digital, el uso más común (recordemos que no hay normativas en el estricto sentido de la palabra) son otras dos: 2K y 4K.

>> Muestreo

El muestreo (*Sampling*) nos dirá cuántos de estos píxeles son efectivamente contabilizados.

El muestro es un concepto más difícil de entender, y tiene que ver con la propia evolución histórica de la televisión. Simplemente cabe anotar ahora que, por una razón de compatibilidad con los antiguos monitores en blanco y negro y necesidades de reducción de ancho de banda para un mejor aprovechamiento del limitado espectro radioeléctrico, en algunas ocasiones se elimina parte de la información que capta la cámara para hacerla más manejable.

Habrán entonces dos tipos de muestreo: total, que conocemos como RGB, y parcial, que llamamos YUV. Dentro del muestreo parcial encontraremos además algunas variantes, en función de cuánta información dejemos fuera para reducir el flujo de datos.

Por lógica, un muestreo total siempre tendrá mejor calidad que un muestreo YUV.

>> **Profundidad de color**

La profundidad de color (*Colordepth* o *Bitdepth*) nos hablará del rango dinámico de una señal; esto es, la cantidad de matices de luz y color que podremos obtener. Digitalmente, este rango se mide en bits: cuantos más bits apliquemos para cuantificar una señal, más matices de colores tendremos, y, por ende, más calidad en la representación.

El mínimo de profundidad de color es de 8 bits por canal (24 bits en total). Es también el estándar HDTV. Pero, como veremos, empiezan a aparecer en el mercado cámaras y herramientas de postproducción que pueden trabajar con profundidades de 10 y 12 bits, y no están lejos los 14 bits. Esto significa una mayor riqueza cromática y mejores texturas en nuestras imágenes.

>> **Cadencia**

La cadencia o frecuencia de fotogramas se refiere al número de imágenes fijas o instantáneas que tomamos para representar la realidad.

Como hemos dicho más arriba, la cadencia típica del cine es de 24 fps, pero, por razones tecnológicas, la televisión adoptó otras diferentes, que han continuado dentro de la normativa HDTV por necesidad de compatibilidad con los equipamientos anteriores.

Pero la cadencia no nos habla sólo del número de imágenes por segundo, sino también de su tipología o “barrido”. En este caso, hay dos: barrido progresivo o entrelazado (o más comúnmente interlazado, del inglés *interlaced*). Son también características heredadas de la televisión tradicional que hay que conocer.

>> **Compresión**

Por último, la compresión es un elemento que se añade por una razón de economía o coste. Dada la enorme cantidad de datos que es necesario manejar en televisión y cine digital, en ocasiones se comprimen con la intención de reducir peso (tamaño en Bytes del fotograma) y flujo de datos (o cantidad de bits por segundo), para conseguir herramientas más ágiles y baratas.

La compresión no es nunca una solución “estándar”, es decir, dentro de la recomendación ITU, sino una serie de soluciones tecnológicas que ofrecen los diferentes fabricantes de cámaras o de equipos de postproducción.

Sí existen, sin embargo, normativas para la compresión de emisión y distribución, es decir, la que se aplica a las señales de televisión que se emiten

2. PARÁMETROS DIGITALES

digitalmente vía área, por satélite o por cable. Asimismo, están estandarizadas las aplicadas a los formatos de distribución digital como el DVD o el Blue Ray, así como las copias digitales (*virtual prints*) en salas de cine.

El objetivo último de toda compresión es reducir el peso y flujo, pero sin una pérdida “aparente” o subjetiva de la información que recibe el espectador. La *eficiencia* será más alta cuanto mayor sea la compresión y menor la pérdida de información relevante.

La búsqueda constante y actual de mayor eficiencia en la compresión por parte de la industria es lo que hace que, en este aspecto, no podamos hablar de dos o tres tipos únicos de compresión, sino de bastantes más. Sobre todo si nos fijamos en el mundo de internet.

»» **Calidad e información**

Cada uno de estos cinco conceptos se puede estimar en una cantidad mayor o menor de bits de información. Inequívocamente, cuantos más bits tenga una imagen, más correctamente representará la realidad y, por ende, más calidad objetiva o técnica tendrá.

Ésta es una norma general e indiscutible del audiovisual digital que hay que tener en cuenta: a mayor información, mayor calidad.

Por otro lado, cuanta más información manejemos, cuantos más bits tengamos que gestionar, mayores serán las exigencias de nuestros equipamientos, tanto de captación (cámaras) como de postproducción (ordenadores). Los conceptos informáticos generales, e incluso los propios de nuestros ordenadores caseros, valen igualmente para el mundo audiovisual digital. Mayores prestaciones significará mejores calidades y, generalmente, aumento en los precios. La relación calidad/precio también se mantiene en el equipamiento digital, pero con la novedosa ventaja de que la propia idiosincrasia de la industria informática nos ha permitido tener en los últimos años cada vez mejores prestaciones a precios más asequibles.

»» **Un poco menos de “selva”**

Como se puede ver, estamos hablando de cuatro resoluciones, dos espacios de color, dos o tres cuantificaciones de bits y tres o cuatro cadencias normalizadas.

Es poco, pero si le añadimos los diferentes códecs de compresión, y multiplicamos sus posibilidades, entendemos que a primera vista el mundo digital parezca una selva. Una cámara actual en el mercado nos puede ofrecer más de veinte formatos distintos de grabación. Y un equipo de edición digital pue-

de admitir decenas de diferentes códecs de compresión. Decenas de diferentes formatos comerciales, en suma.

No obstante, en los últimos años ha habido un esfuerzo de todos para aclarar la situación, coordinar esfuerzos y buscar soluciones comunes. Y creo que vamos por buen camino. Nunca se conseguirá un único formato para todo el mundo. Ni creo que esto fuera bueno, pues eliminaría la competencia comercial y el incentivo de la investigación. Pero sí es posible que a medio plazo se imponga un reducido número de soluciones comerciales que satisfagan a todos..., hasta la siguiente y maravillosa novedad.

En cualquier caso, todo lo que existe en la actualidad, y todo lo que pueda existir en el futuro, siempre se reducirá a variantes de estos cinco conceptos básicos que a continuación explicaré en profundidad.