

PROYECTO DE GRADUACION
Trabajo Final de Grado

Cine Digital VS Cine Analógico
Análisis del formato digital como el nuevo estándar profesional

Marcelo Daniel Mastia
Cuerpo B del PG
29/02/2013
Diseño de Imagen y Sonido
Ensayo
Nuevas Tecnologías

Índice

Introducción	1
Capítulo 1. Historia del cine	9
1.1 Los comienzos del fílmico	9
1.1.2 El film se convierte en arte	11
1.1.3 El sonido y el film	13
1.1.4 La guerra, la post-guerra y la guerra fría	15
1.1.5 La era independiente	17
1.2 El Nuevo Hollywood	18
1.2.1 Las secuelas, éxitos de taquilla y cine electrónico	20
1.2.2 El crecimiento digital	21
1.2.3 El digital entra en Hollywood	25
Capítulo 2. El dominio digital	28
2.1 La información digital	28
2.2 Formatos digitales	37
2.3 Compresión digital	42
2.3.1 Compresión de audio	43
2.3.2 Compresión de video	45
2.4 Inicios del cine 3D	46

2.5 El 3D Moderno	49
Capítulo 3. Filmación en digital	55
3.1 Nuevos conceptos	55
3.2 El sensor digital	57
3.3 El sensor y el color	59
3.4 Trabajando con un presupuesto	64
Capítulo 4. Administración digital	69
4.1 Almacenamiento a largo plazo	69
4.2 Distribución digital	75
4.3 Proyectores digitales	78
Capítulo 5. El cine digital	80
5.1 Cine Digital en la actualidad	80
5.2 Realizadores digitales	82
Conclusiones	87
Lista de referencias bibliográficas	91
Bibliografía	93

Índice de Figuras

Figura 1	30
Figura 2	30
Figura 3	31
Figura 4	31
Figura 5	32
Figura 6	39
Figura 7	41
Figura 8	61

Introducción

Hace más de un siglo que el mundo vio por primera vez el fenómeno denominado cine y no cabe duda que ha recorrido un largo camino.

Su tecnología ha evolucionado mucho, desde el primitivo cinematógrafo mudo creado por los hermanos Louis Jean y Auguste Marie Louis Nicholas Lumière, hasta el cine moderno con efectos especiales e imágenes generadas por computadora que existen en la actualidad.

El lenguaje cinematográfico también ha sufrido modificaciones con el transcurso del tiempo; desde el simple acto de mostrar el mundo a través de una lente, a representar uno creado por el director para el espectador con una historia específica, personajes desarrollados, una trama elaborada, una estética particular, etc. Hubo un desarrollo de las convenciones de los género cinematográficos y fueron surgiendo así distintos movimientos y estilos de cinematografía.

Pero hay un elemento en todo esto, que está desde el comienzo, algo que surgió a la par del cine, y que, no ha cambiado tan dramáticamente como otros aspectos del mismo, tal vez será porque se piensa tan intrínsecamente relacionado con la cinematografía que es difícil imaginárselo de otra forma. Éste elemento es el film.

Por supuesto, no cabe duda que en la última película de James Bond no se utilizó el mismo material que empleaba David Wark Griffith, pero a fin de cuentas, al reducirlo a lo más simple y básico, tanto cien años atrás como hoy, siempre se pensó en el celuloide como el soporte único e indiscutible cuando de imágenes en movimiento se trataba.

Y cómo no hacerlo, ya que durante más de un siglo fue mejorándose poco a poco de miles de maneras diferentes, otorgándole cada vez mejores características técnicas y con esto, brindando un mayor grado de control expresivo a los desarrolladores. Del blanco y negro se pasó al color; luego la reproducción del color se volvió mucho más

precisa; tanto la sensibilidad de la película, como el rango dinámico fueron mejorando ampliamente permitiendo a los directores de fotografía captar en un mismo plano puntos de suma oscuridad y gran brillo sin perder detalles en ninguna de las dos áreas; el mecanismo de rodaje se volvió estable al punto de volver invisible la vibración del rollo durante la filmación, brindando estabilidad visual y una definición impensable en la imagen, y varios cambios que hicieron del film un recurso que hoy es considerado tanto indispensable como prácticamente perfecto.

Pero así como uno puede recordar cuán lejos ha llegado el celuloide, también puede centrarse en los aspectos negativos del mismo.

El concepto de cine digital puede parecer como algo sacado de la película *Tron*; algo increíblemente moderno, futurista, lejano; pero la realidad es otra, la realidad es que la única diferencia real entre el cine digital y el convencional es la forma de almacenar la imagen, o para ser más precisos, la información de la luz que fue recolectada por la cámara, ni más ni menos.

En torno a este aspecto gira el objetivo de este Proyecto de Graduación, perteneciente a la categoría de Ensayo. La esencia del mismo es recopilar información sobre esta nueva tecnología, analizarla y presentar un escrito que permita ver todos los aspectos positivos y negativos del cine en formato digital y presentar una opinión práctica con la que se busca exponer en detalle los puntos fuertes y débiles de ambas tecnologías. A la vez que se propone explicar en qué consiste el formato digital y en qué se diferencia con su contraparte analógica. Es una premisa el esclarecer y eliminar ciertos preconceptos errados y prejuicios que se suelen tener sobre la digitalización, principalmente por parte de gente que trabaja hace años en el ámbito y que aunque pueda ser muy diestra en lo que hace, no presentan el mismo nivel de conocimiento sobre las nuevas tecnologías.

Como meta principal se busca dejar en claro qué es lo que puede encontrarse un realizador a la hora de trabajar en cada uno de los formatos de la manera más simple posible, y de esta forma, que este escrito sirva para definir qué tecnología es mejor para un proyecto o individuo en particular.

Desde el momento en que la imagen es capturada por el fílmico, comienza un proceso de degradación que es imposible detener. Los estudios gastan mucho dinero para poder mantener las películas en las condiciones óptimas necesarias para maximizar su vida útil y poder conservarla en el mejor estado posible.

Otro de los puntos débiles del cine convencional al compararlo con el cine digital es el costo del material de filmación. Dada la naturaleza de una cámara que utiliza celuloide, el tamaño del mismo y el simple hecho de que unos segundos de película miden aproximadamente un metro, se puede deducir que se requiere bastante dinero para cubrir los gastos de la forma convencional. Por otro lado una cámara que graba en forma digital puede almacenar grandes cantidades de información, inclusive una película entera en una serie de discos duros, sin presentar una inversión mayor. Más importante aún se presentan muchas más ventajas, como ser la posibilidad de reutilizar el medio de almacenamiento. Una vez que el celuloide es expuesto a una fuente de luz los químicos reaccionan en forma irreversible (al menos desde un punto de vista práctico) y la imagen que es capturada en cada cuadro quedará impresa en el mismo. Esto significa que durante la realización de una película cada toma y cada cuadro que termine siendo eliminado representan dinero perdido que no puede recuperarse.

En cambio al almacenar la película en un medio digital, ya sean discos duros, memorias de estado sólido o algún soporte óptico desarrollado específicamente para esta aplicación, uno puede darse el lujo de despreocuparse completamente del aspecto de costo del material. Es decir, una vez que el medio de almacenamiento fue adquirido puede reutilizarse cuantas veces se quiera sin ninguna degradación del mismo o

desventaja alguna. Esto no solo afectaría desde un punto de vista económico, sino que todo el razonamiento del realizador se puede ver gravemente afectado por este cambio, permitiéndose filmar más versiones de una misma secuencia o plano específico para poder cubrir todo el espectro de posibilidades que se desee y decidir posteriormente qué hacer con cada toma.

Inclusive se presentan otras grandes ventajas, como es la reducción de ruido en el set o estudio de grabación, ya que los discos rígidos son prácticamente silenciosos e inclusive si se decidiera utilizar un soporte de medio sólido directamente se eliminaría toda fuente de sonido de la cámara, lo que significaría que ésta sería totalmente silenciosa, completamente indetectable por los micrófonos. Esto supondría una gran ventaja para producciones en las que se deseara capturar el sonido en forma directa, permitiendo hacerlo sin inconvenientes.

Una de las grandes esperanzas que hay puestas en la tecnología digital es que democratizará el mundo del cine y abolirá las barreras económicas al momento de realizar películas, dado lo económico que puede resultar la grabación digital y la posibilidad de pasar el material a vídeo y editarlo en un ordenador doméstico. Sin embargo, esto puede resultar más complicado de lo que parece a simple vista. El costo del celuloide, los servicios laboratorio y transfer para una superproducción de Hollywood es nada menos que insignificante. Sin embargo para los realizadores que están comenzando a filmar, o pequeñas producciones donde el dinero es vital, esto puede suponer una gran ventaja ya que permitiría a los productores ahorrarse el dinero o bien utilizarlo en otros aspectos de la película sin sacrificar calidad en su producto final.

Como sucede con toda nueva tecnología, el formato digital trae una nueva forma de ver las cosas y más precisamente en este caso, de medirlas, hoy lo que importan son los píxeles.

Los *35mm* van a pasar a ser obsoletos pero no debido a su tamaño sino simplemente porque 35 milímetros no aluden al cine digital. Los realizadores en poco tiempo van a encontrarse incluyendo dentro de su jerga los famosos *megapixels* y sus complementarios, los *bits*.

El trabajo analiza en forma minuciosa la forma de distribución actual de las películas de Hollywood y se la pone frente a frente con las posibilidades que presenta la tecnología digital. De por sí, el tener que transportar rollos de material que tienen que ser manejados con extrema cautela y transportados de un extremo al otro del globo atravesando océanos no parece ser un método muy eficiente ni económico, pero no hay otra forma de hacerlo con las películas de hoy en día. Si bien el formato digital con sus discos duros y ópticos pueden ser muy avanzados, llegado el momento de distribuirlos por todo el planeta se sigue recurriendo a moverlos físicamente de un país a otro, lo que se estaría haciendo es cambiar un paquete por otro, rollos de celuloide por discos magnéticos. Esto tiene grandes desventajas, tanto desde el aspecto económico como organizativo y de logística.

Pero debido a los avances que ya están presentes gracias a la tecnología digital todo el proceso de distribución en sí podría ser cosa del pasado. Una película que se encuentra en formato digital es, simplificando, tan solo una secuencia de unos y ceros, literalmente millones de unos y ceros, que en última instancia son interpretados por una computadora o reproductor, como la imagen y el sonido capturados originalmente. Esto brinda gran flexibilidad al momento de distribuir una película principalmente en dos aspectos. El primero es que con el proceso analógico, la calidad de cada copia que se crea a partir del master original, tiene una calidad inferior a la misma. Esto es una pérdida inevitable que se crea durante el proceso de lectura y escritura requeridos al realizar un duplicado. Con el formato digital, todas las copias son clones exactos del master, es decir que no hay ninguna pérdida de información en absoluto, sin importar la cantidad de veces que se haga el proceso.

El segundo y más importante beneficio quizás, sería el posible abandono del sistema de distribución tradicional por completo, ya que curiosamente no habría que trasladarla en absoluto, al menos no en forma física. Mediante el uso de Internet, las películas pueden ser copiadas de un lugar a otro sin tener que hacer esfuerzo mayor al que presentan unos cuantos *clicks* del mouse. Se debería armar una red basada en internet con sus propios servidores para poder enviar y recibir los enormes archivos que las películas supondrían.

Lógicamente al considerar involucrar la red de internet en el proyecto tiene que considerarse la seguridad de todo lo que se mueva por la misma. Si se enviara un archivo sin ninguna medida de seguridad a podría fácilmente ser robada o copiada para luego ser reducida en tamaño y puesta a disposición de los ávidos usuarios de programas de descarga de archivos. Para evitar esto simplemente bastaría con usar conexiones encriptadas, sumada a encriptación en los archivos mismos que compongan la película. Básicamente la encriptación consiste en modificar todo lo que se envía por la conexión con una palabra clave o serie de caracteres aleatorios que se usan para alterar los datos. Esto impide la visualización del contenido del archivo a menos que se posea dicha clave ya que toda la información estaría sería ilegible y no tendría sentido alguno para el sistema. Usando esta simple medida de protección se brindaría total seguridad en el traspaso de películas entre servidores de la red.

Otro tópico importante para la investigación es que casi la totalidad de las películas de Hollywood en la actualidad, salvando raras excepciones, son digitalizadas en alguna parte del proceso de post-producción, ya sea para realizar la edición en una forma más segura, rápida y eficiente; para insertar imágenes generadas por computadora, o si es una película que no tendrá manipulación digital, se hace simplemente para realizar el trabajo de edición en forma simple y luego con el corte final se exporta los cortes que se realizaron digitalmente, para reproducirlos en el rollo real. El proceso de digitalización de un rollo de filmico es denominado *transfer* y cuesta dinero, tiempo y recursos. Una vez

que una película está en un formato digital se puede editar más fácilmente, y se pueden hacer todas modificaciones tonales, de brillo y contraste, agregar efectos especiales, e infinidad de cosas más. Finalmente al terminar la película se debe volver a pasar todo lo digitalizado a celuloide ya que la gran mayoría de las salas de cine de la actualidad no están equipadas con proyectores digitales.

Cada traspaso de un material analógico a otro, o de un material analógico a uno digital o viceversa, supone una pérdida de información lumínica, inclusive en los mejores casos y con los mejores equipos no hay forma de evitar la pérdida de calidad, es un simple hecho matemático ineludible que sucede al limitar la cantidad de valores que puede tomar en cierto dato, en comparación con la infinidad de posibles variaciones del mundo real. Sin importar cuan grande sea el rango de valores posibles que el dispositivo digital pueda elegir, nunca podrá ser igual a las posibilidades existentes en la realidad.

Por supuesto que al ojo del espectador o incluso un profesional, esto puede ser totalmente imperceptible, pero parece ilógico en un negocio donde se gasta tanto dinero en hacer todo con el mayor nivel de calidad obtenible y lo más rápido posible, no se vea a esto como un claro ejemplo de ineficiencia y mal empleo del tiempo y dinero.

Los antiguos realizadores, aquellos que se encuentran en filmando películas desde hace más de 30 años, cuando el cine digital estaba en sus comienzos argumentan que el éste no logra la misma sensación en el espectador, y con mucha razón. La pregunta sería si esta diferencia se considera negativa solo por ser diferente o por realmente ser peor, cosa que no es fácil de justificar al referirse a sensaciones subjetivas y personales de cada individuo.

Las cámaras digitales, procesos de manufactura han evolucionado drásticamente y siguen haciéndolo, contando con el apoyo y aporte de varias cineastas que se brindan sus ideas y opiniones a los fabricantes que les proveen los equipos. Teniendo en cuenta los desarrollos y proyectos tecnológicos que están en marcha actualmente, como el

nuevo sensor *The Dragon* de la compañía RED, que tendrá una resolución efectiva de 5K y 16 *bits* de profundidad por cada color, parece inevitable el futuro arribo de un sensor que indudablemente supere en todos los aspectos al film

Como es siempre el caso cuando una surge nueva tecnología y amenaza con reemplazar o hacer obsoleta a otra, aparecen muchos argumentos encontrados que sugieren que una tiene la superioridad sobre la otra y viceversa; así como también se manifiestan muchas dudas sobre varios aspectos de sus usos, aplicaciones y practicidad.

Hace casi treinta años que el mundo presencié el nacimiento del video digital y es el día de hoy que sigue estableciéndose su seriedad como formato y viabilidad en el ámbito profesional de Hollywood. Este trabajo tratará de demostrar que es solo cuestión de tiempo y de un muy adeudado cambio de paradigma lo que hace falta para que esto suceda, y que para otros ya está sucediendo.

Capítulo 1 - Historia del cine

El lenguaje de las imágenes fotográficas en movimiento se ha vuelto tan presente en nuestra vida cotidiana que raramente notamos su presencia. Y sin embargo, nos rodea, mandándonos mensajes, tomando posiciones, realizando afirmaciones, y constantemente redefiniendo nuestra relación con la realidad material.

(Cook, D. A, 2003).

Aunque en la actualidad el mundo está acostumbrado, adormecido y hasta saturado de ser bombardeado con estímulos audiovisuales, hubo un tiempo donde esto era simplemente impensable, algo nunca antes visto. El camino que recorrió la cinematografía hasta el presente es extenso. En sus comienzos, las películas se desarrollaron gradualmente y con muchos cambios, de una simple novedad de carnaval a lo que hoy en día es una de las herramientas más importantes de comunicación, entretenimiento y medios de comunicación masivos del siglo 20. Las películas de cine han tenido un impacto sustancial en las artes, la tecnología y la política. Y para poder entender el grado de madurez de este arte, hace falta comenzar por el principio.

1.1 Los comienzos del fílmico

Es William Kennedy Laurie Dickson, jefe de ingenieros de los laboratorios de Edison, a quién se le atribuye la invención de una forma práctica de una tira de celuloide que contenga una secuencia de imágenes, la base de un método de fotografía y proyección de imágenes en movimiento. Los bloques de celuloide eran rebanados finamente, las marcas de los cortes eran removidos con calientes placas de presión. Después de esto, las tiras de celuloide eran revestidas con una emulsión de gelatina fotosensible. En 1893 en la Feria Mundial de Chicago Thomas Edison presentó al público los dos inventos pioneros sobre la base de esta innovación: el Kinetógrafo, la primera cámara de imágenes en movimiento, y el Kinetoscopio. Este último era un armario en el que un bucle continuo de película de celuloide de Dickson (accionado por un motor eléctrico) era

iluminado por una lámpara incandescente y era visto a través de una lente de aumento. El espectador se acercaba a un visor para poder usar el dispositivo. Luego de esto los Salones de Kinetoscopios (*Kinetoscope Parlors*) fueron suministrados con fragmentos de películas de quince metros fotografiadas por Dickson, en el estudio "Black Maria" de Edison. Estas secuencias registraban eventos mundanos, tales como *Fred Ott's Sneeze* de 1894, así como actos de entretenimiento como acróbatas, artistas de *music-hall* y demostraciones de boxeo.

Pronto se extendieron con éxito a Europa. Edison, sin embargo, nunca intentó patentar estos artefactos en el otro lado del Atlántico, ya que dependían en gran medida de experimentos previos e innovaciones de Gran Bretaña y Europa. Esto permitió el desarrollo de las imitaciones, como la cámara, diseñada por el electricista británico y fabricante de instrumentos científicos Robert William Paul y su socio Birt Acres.

Tenían la idea de mostrar imágenes en movimiento para el público en grupo y no simplemente a espectadores individuales, y para esto inventaron un proyector de film, dando su primera aparición pública en 1895. Casi al mismo tiempo, en Francia, Auguste y Louis Lumière inventaron el cinematógrafo. Un dispositivo portátil, tres-en-uno: cámara, impresora y proyector. A finales de 1895, en París, el padre de ambos, comenzó a realizar exhibiciones de proyecciones frente a un público pago, iniciando así la conversión del medio hacia la proyección.

Rápidamente se convirtieron en los principales productores con sus películas como *Workers leaving the Lumière Factory* y viñetas de cómicas como *The Sprinkler Sprinkled*, ambas de 1895. Incluso Edison, quien en un principio había desestimado la proyección, se unió a la tendencia con el *Vitascope* en menos de seis meses.

Las películas de la época eran vistas sobre todo en los frentes de tiendas que proveían el espacio para hacerlo, y exhibidores viajeros o como actos de programas de vodevil. Cada film solía tener menos de un minuto de duración y contenía una única escena, real o

actuada, de la vida cotidiana, un evento público o deportivo. No existía prácticamente ninguna técnica cinematográfica, por lo general no había movimiento de cámara y las composiciones eran planas y teatrales. Pero la novedad de fotografías realistas en movimiento fue más que suficiente para que la industria cinematográfica creciera antes del fin de siglo, en países de todo el mundo.

1.1.2 El film se convierte en arte

Desde el comienzo del cine, Inventores y productores han intentado unir imagen y sonido en forma sincronizada, pero ningún método práctico fue inventado hasta finales de los 1920. Así, durante los primeros treinta años de su historia, las películas eran más o menos en silencio, aunque algunas eran acompañadas por músicos en vivo y en ocasiones efectos de sonido, y con el diálogo. En un principio existía también un narrador en la sala que explicaba partes de la narración; luego fue substituido por *intertítulos* insertados en el mismo film, con los textos explicativos y diálogos necesarios.

George Méliès, mago de París, comenzó a filmar y exhibir películas en 1896. Su especialidad se volvió la fantasía y lo bizarro, incluyendo *A Trip to the Moon* (1902), posiblemente la primera película en representar viajes espaciales. También fue quien creó narrativas compuestas de múltiples escenas y duraciones de hasta 15 minutos.

“Fue pionero en muchas de las técnicas fundamentales de efectos especiales utilizados durante la mayor parte del siglo veinte, lo que demostró que el cine tenía un poder sin precedentes para distorsionar la realidad visible y no sólo grabarla fielmente” (Cook, A., 2003).

Edwin S. Porter, el director líder de Edison en esos años, impulsó la sofisticación de la edición del film en trabajos como *Life of an American Fireman* y la primera película *Western, The Great Train Robbery*, ambas de 1903. Podría argumentarse que Porter inventó o descubrió que la medida básica presente en la estructura de un film no eran las

escenas, sino las tomas o planos, logrando diferenciar aún más a dicho arte de las obras teatrales. Esto ayudó a establecer al medio como algo más que pasajero e incremento la aparición de *nickelodeons*, las primeras salas de cines permanentes. La industria previamente anárquica se convirtió en un gran negocio, lo que incentivó la consolidación.

(...) En Estados Unidos Edison dirigió la creación de la *Motion Picture Patents Company*, la cual logró un breve monopolio allí, usando no solo tácticas de negocios agresivas, sino que a veces con el uso de intimidación violenta contra los competidores independientes.(...) (Parkinson, D., 1995)

La duración estándar de cada film siguió siendo un solo rollo, o entre diez y quince minutos de material, durante la primera década del siglo, en parte por la presunción de los productores sobre el grado de atención de sus audiencias, que pertenecían todavía en gran parte a la clase trabajadora.

La película australiana *The Story of the Kelly Gang* es reconocida como el primer largometraje, con una duración de 80 minutos, algo sin precedentes cuando fue estrenada en 1906. Siguiendo esta evolución se encontraba el director David Wark Griffith con sus films épicos históricos como *Birth of a Nation* (1915) e *Intolerance* (1916). No sólo presentaban una gran escala sino que hicieron grandes avances desarrollando los códigos de edición y narración visual que siguen siendo los cimientos de la *gramática* del cine.

“Al llegar a 1920, Estados Unidos había alcanzado lo que, incluso hoy, su era de mayor producción, con un promedio de 800 películas anualmente, u 82% del total mundial.” (Eyman, S., 1997)

La norma visual del occidental que se volvería la edición continua clásica fue desarrollada y exportada, aunque su adopción fue más lenta en países de oriente con fuertes tradiciones de arte y drama, como Japón. Este avance fue contemporáneo con el crecimiento del sistema de estudios y su más grande método de publicidad, el sistema de estrellas, que caracterizaría a los films norteamericanos por décadas y proveería el modelo para el resto de la industria. El eficiente control jerárquico de los estudios sobre

todas las etapas de sus productos permitieron un nuevo nivel de lujosa producciones y sofisticación técnica.

1.1.3 El sonido y el film

“Experimentación con la tecnología del sonido en film, tanto su grabación como reproducción, fue prácticamente constante durante la era muda, pero el dúo de problemas de lograr una sincronización precisa y una suficiente amplificación eran difíciles de superar” (Eyman, S., 1997).

En 1926 el estudio Warner Bros. Introdujo el sistema *Vitaphone*, produciendo cortometrajes de actos de entretenimiento en vivo y agregándoles efectos sonoros, así como música de orquesta grabada a sus más grandes productos, como lo fue *The Jazz Singer*. La primera película en usar sonido completamente sincronizado fue *The Lights of New York* (1928). Los primeros procesos de sonido-en-disco como el *Vitaphone* fueron rápidamente reemplazados por métodos que imprimían el sonido directamente sobre el film como el *Movietone* de Fox, el *Phonofilm* de DeForest, y el *Photophone* de RCA. La tendencia convenció a los industrialistas que no creían que las películas *habladas* fueran el futuro.

El cambio se dio de forma casi inmediata. A finales de 1929, Hollywood producía casi en su totalidad películas con sonido con varios diferentes sistemas de sonido. Este fenómeno aumento la presencia de grandes estudios en numerosos países, debido principalmente a que los grandes costos necesarios para realizar la transición eran demasiados grandes para los productores independientes.

“En el caso de los Estados Unidos, algunos historiadores dan crédito al sonido de salvar al sistema de estudios de Hollywood frente a la Gran Depresión” (Parkinson, D., 1995)

Desde un punto de vista creativo, sin embargo, la rápida transición fue difícil, y en ciertos aspectos, el cine tuvo un retroceso a las condiciones de sus comienzos. A finales de los años 20, los artistas tanto frente como detrás de la cámara luchaban con las grandes limitaciones de los primeros equipos de sonido y con su propia incertidumbre respecto al uso de esta nueva tecnología.

(...)Dicho período duro poco, con una línea divisoria en 1929, cuando William Wellman realizó *The Man I Love*, Rouben Mamoulian filmó *Appaluse* y Alfred Hitchcock con *Blackmail*, fueron los primeros directores en traer más fluides a las películas *habladas* y experimentar con la expresividad del sonido(...)

(Eyman, S., 1997)

Los directores se beneficiaron y impulsaron los avances tecnológicos en micrófonos, cámaras, y en las capacidades de edición y de la sincronización posterior del sonido, en vez de capturar el sonido directamente durante el rodaje.

Los films con sonido enfatizaron y beneficiaron a diferentes géneros. En forma directa y evidente, el film musical nació. El primero con el estilo clásico de Hollywood fue *The Broadway Melody* (1929) y el género encontraría a su primer gran creador en el director/coreógrafo Busby Berkeley. "(...)La tendencia creció enormemente en India, donde la influencia del tradicional drama de canto y baile convirtió al musical en la base de la mayoría de las películas sonoras(...)" (Cook, D. A., 2003)

Aunque prácticamente pasó desapercibido por el mundo occidental por décadas, este cine popular de India pasaría sin embargo a convertirse en el más prolífico, con el nombre de *Bollywood*.

En esta época, las películas norteamericanas de gansters como *Little Caesar* y *The Public Enemy* (Wellman, 1931) se hicieron populares. El diálogo ahora tomaba mayor importancia que las *payasadas* en las comedias de Hollywood. 1939 fue un gran año para el cine de Estados Unidos, con la presentación de películas como *Gone with the Wind* y *The Wizard of Oz*.

1.1.4 La guerra, la post-guerra y la guerra fría

El deseo de propaganda de guerra creó un renacimiento de la industria del cine en Gran Bretaña, con dramas bélicos realistas como *Forty-Ninth Parallel* (1941), *The Way Ahead* (1944) y la muy celebrada *In Which We Serve* (1942) de Noel Coward y David Lean. El involucramiento de los Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial también llevó a una proliferación de películas tanto de propaganda como de patriotismo. Algunos films de estos fueron *Desperate Journey*, *Mrs. Miniver* y *Objective Burma*. Otras películas norteamericanas notables incluyeron a dos films de gran éxito, *The Maltese Falcon* (1941) de John Huston y *Casablanca* (1942) de Michael Curtiz, la primera es considerada en la actualidad una película clásica de *film noir*.

Las estructuras de la época también atrajeron interés en temáticas más fantásticas. Estas incluyeron los melodramas de Thomas Gainsborough, como *The Man in Grey* y *The Wicked Lady*. Y entre otras películas se encontraban *Here Comes Mr. Jordan* (1941), *Heaven Can Wait* (1943) y *Blithe Spirit* (1945). En 1943 se estrenó *Ossessione* en Italia, marcando el comienzo del neorrealismo italiano, una corriente que seguiría hasta principios de los años cincuenta, con películas que representaban la crueldad de la guerra y la condición humana. Las más destacadas fueron *Ladri di biciclette*, *Roma Città Aperta*, *La Terra Trema*.

En 1947 el *House Committee on Un-American Activities* (El comité local de actividades anti-americanas) citó a diez escritores y directores, los cuales se negaron a dar testimonio. Al día siguiente la primera lista negra sistemática de Hollywood fue implementada. Muchos, incluyendo a Paddy Chayefsky, Charlie Chaplin, y Dalton Trumbo entre otros, escaparon a Europa, principalmente al Reino Unido. En 1952 *Umberto D* fue estrenada, considerada usualmente la última película del neorrealismo italiano.

La era de la guerra fría se puso a la gente en un estado cercano a la paranoia, que se manifestó en películas con temas como hordas de ejércitos alienígenas invadiendo, como

en *Invasion of the Body Snatchers* y *The War of the Worlds*. Durante los años siguientes a la guerra la industria del cine se vio amenazada por una la emergencia de la televisión, y el incremento de popularidad de dicho medio produjo la quiebra y el cierre de muchas salas de cine. La caída del sistema de los grandes estudios impulsó la aparición de films auto-comentados como fueron *Sunset Boulevard* (1950) y *The Bad and the Beautiful* (1952).

Alarmados por el creciente números de establecimientos cerrados, los estudios y compañías buscarían una nueva e innovadora de volver a atraer a las audiencias a las salas de cine. Estos intentos incluyeron el aumento del tamaño de las pantallas, ensanchándolas. Entre varios formatos surgieron *Cinemascope*, *VistaVision* y *Cinerama*. Esto resultó en el resurgimiento de las películas épicas, que buscaron sacar provecho al mayor tamaño de la imagen y sus formatos anchos. Algunos de los ejemplos más exitosos fueron *The Ten Commandments* (1956), *The Vikings* (1958), *Ben-Hur* (1959) y *El Cid* (1961). También se utilizaron otros medios para tratar de incrementas las ventas, como las películas en formato 3D, pero tan sólo duraron solo dos años, entre 1952 y 1954.

En los Estados Unidos, una tendencia hacia el cuestionamiento del sistema y las normas sociales, consecuencias de la post-guerra, sumado a los primero movimiento de los derechos civiles, fue reflejada en Hollywood con películas como *On the Waterfront* (1954) y el clásico *12 Angry Men* (1957) de Reginald Rose.

Finalizando la década, en el año 1959 los estudios Disney estrenaron la famosa película *Sleeping Beauty*, después de estar en producción durante la mayor parte de los últimos diez año. Por todo el mundo los años cincuenta marcaron un período de gran competitividad para la televisión, la cual fue percibida como una seria amenaza para el film, pero irónicamente, en vez de disminuir el número de gente que atendía al cine, ayudó a incrementarlo.

1.1.5 La era independiente

Durante los años sesenta, el sistema de estudios de Hollywood se vio reducido, en parte debido a que varias películas eran producidas ahora en locaciones en otros países, o haciendo uso de estudios en el extranjero, como Pinewood en Inglaterra y Cinecittà en Roma. Los films de Hollywood seguían apuntando principalmente a audiencias familiares, y eran siempre las producciones más clásicas las que más éxito tenían para los estudios. Producciones como *Mary Poppins* (1964) y *The Sound of Music* (1965) estuvieron entre las más taquilleras, e incrementaron el poder individual de los actores, lo que también impulsó el deterioro del sistema de grandes estudios.

Durante este período se experimentó una concientización con respecto al cine extranjero. Los directores franceses de la *New Wave*, como François Truffaut y Jean-Luc Godard, produjeron films como *Les quatre cents coups* y *Jules et Jim*, que fue la primera película en romper la estructura narrativa de Hollywood. El público también comenzaba a familiarizarse con directores como Federico Fellini y Ingmar Bergman y sus obras.

En Inglaterra el *Free Cinema* de Lindsay Anderson, Tony Richardson y otros llevó a un grupo de dramas realistas e innovadores, incluyendo *Saturday Night and Sunday Morning*, *A Kind of Loving* y *This Sporting Life*. Otras películas británicas como *Repulsion*, *Darling*, *Alfie*, *Blowup* y *Georgy Girl* ayudaron a reducir las prohibiciones sexuales y de desnudez en la pantalla, mientras que el sexo casual y violencia de las películas de James Bond, comenzando con *Dr. No* en 1962, que haría mundialmente popular a la serie. Mientras en Latinoamérica el modelo de *Hollywood* fue desafiado por varios cineastas. Fernando Solanas y Octavio Gettino comenzaron con un cine políticamente desafiante, en contraste a Hollywood y el cine amateur europeo.

En lo que a documentales se refiere, los sesenta vieron crecer tanto al Cine Directo, un estilo de filmación que recurría a la observación; así como también el advenimiento de películas de estilo *guerrilla*, como lo fue *In the Year of the Pig*, film que trataba sobre la

guerra de Vietnam, dirigida por Emile de Antonio. Para finales de la década, los productores de Hollywood comenzaron a crear producciones más innovadoras como: *The Graduate* (1967), *Midnight Cowboy* (1969), *The Wild Bunch* (1969) y *Bonnie and Clyde* (1967), película que se considera da comienzo al llamado Nuevo Hollywood,

1.2 El Nuevo Hollywood

Nuevo Hollywood y *cine post-clásico* son términos usados para describir el período que siguió a la caída del sistema de estudios de los años cincuenta y sesenta. Durante los setenta, los realizadores comenzaron a representar cada vez más escenas de sexualidad explícita y contenido de desnudez, así como incluyendo combates con armas de fuego y peleas que incluían imágenes de muertes sangrientas.

El cine post-clásico es el término utilizado para describir a los métodos cambiantes de narración y relato de los productores de éste período. Dichos métodos de drama y caracterización jugaron con las expectativas que la audiencia había adquirido durante la edad clásica o de oro. De esta forma la cronología de la historia era mezclada o desordenada, algunas líneas de narración presentaban finales con giros inesperados e incómodos, los personajes principales se comportaban de forma moralmente ambigua, y las líneas entre protagonista y antagonista desaparecía.

Fue en esta época que un nuevo grupo de cineastas emergieron, como Francis Ford Coppola, George Lucas, Steven Spielberg y Brian de Palma. Esto coincidió con el incremento de popularidad de la teoría de *autor* en la literatura del film y los medios, que afirmaba que una película expresaba la visión personal y conocimientos creativos del director. Esto ayudó a brindar a estos directores un control mucho mayor sobre los proyectos que manejaban de lo que habría sido posible en eras anteriores.

Debido a esto, muchos films lograron un gran éxito crítico y comercial, como *The Godfather* de Coppola, *Jaws* y *Close Encounters of the Third Kind* de Spielberg, y *Star*

Wars de George Lucas. El fenomenal suceso de estas películas dio forma al término *blockbuster* o éxito de taquilla. Con esto, los estudios de Hollywood se enfocaron en desarrollar un número menor de producciones, pero cada una con un gran presupuesto, con mucho marketing y campañas promocionales. La tendencia ya había sido presagiado por el éxito que también habían tenido las películas de desastres, como *The Poseidon Adventures* y *The Towering Inferno*.

Observando otros eventos de esta época, en 1975 Sony introdujo el formato *Betamax*, orientado a consumidores finales, consistía en un videocasete con cinta magnética que permitía grabar video e imagen con una resolución de entre 260 y 300 líneas, dependiendo de si se hacía en color o blanco y negro. Tan solo un año después en 1976, JVC sacaría al mercado su competencia directa, el Video Home System, conocido simplemente como VHS. El sistema era muy similar pero ofrecía una resolución inferior, aunque con una duración posible un poco mayor. Al mismo tiempo que esto sucedía, los cines pornográficos, denominados eufemísticamente *cines para adultos*, fueron apareciendo en grandes números, y la producción legal de pornografía fuerte o *hardcore* comenzó. Films como *Deep Throat* y su estrella Linda Lovelace se volvieron un fenómeno cultural popular y dieron lugar a un gran número de producciones similares. Dichos cines tuvieron una corta vida, ya que la creciente popularidad de los sistemas hogareños de VCR permitían a la audiencia disfrutar de dichos títulos en la privacidad de su casa.

También en esta época se produjo un gran nivel de marketing de cine australiano por primera vez, con películas altamente aclamadas como *Picnic at Hanging Rock* y *The Last Wave*, de Peter Weir. En 1979 el realizador australiano George Miller también obtuvo la atención del mundo debido su película de acción de bajo presupuesto y con un gran nivel de violencia, *Mad Max*.

En el fin de la década, los primeros VTR o grabadores de cinta de video digitales, fueron desarrollados por grandes fabricantes de equipamientos de transmisión de video

profesionales, como Bosch RCA y Ampex. Sin embargo, ninguno de estos dispositivos, llegaron a ser comercializadas, sino que quedaron en estancia de prototipo interno. Sería recién en los años siguientes que el video digital sería realmente introducido al mundo profesional.

1.2.1 Las secuelas, éxitos de taquilla y cine electrónico

Durante los años ochenta, los espectadores comenzaron a ver cada vez más películas en sus hogares, utilizando el sistema hogareño de VCR. Al principio de la década, los grandes estudios trataron por medios legales de prohibir la posesión de VCRs como una violación del derecho de autor y no tuvieron éxito. Eventualmente, la venta y alquiler de las películas en dicho formato se convirtió en una significativa *segunda sala* de exhibición de films, y una fuente de ingresos adicionales para las productoras.

El dúo de George Lucas y Steven Spielberg dominaría el cine de Hollywood por gran parte de este período, y llevaron a una gran imitación. Dos continuaciones de *Star Wars*, tres de *Jaws*, y otras tres de *Indiana Jones* ayudaron a que la expectativa de una secuela exitosa sea algo normal. Lucas también lanzó THX Ltd., una división de Lucasfilm en 1982, mientras que Spielberg disfrutó uno de los mayores éxitos de la década con la película *E.T.*

El cine independiente sufrió durante esta época, aunque Martin Scorsese logró establecerse como uno de los realizadores más aclamados por la crítica, gracias a películas como *Raging Bull* (1980), *After Hours* (1985) y *The King of Comedy* (1983). Probablemente la películas más exitoso comercialmente fue distribuido en 1989, la versión de Tim Burton de Batman, superando el record de taquilla hasta el momento, y le ganó al actor Jack Nicholson \$60.000.000 de dólares por su papel del *Guasón*.

En 1986 Sony siguió apostando al video digital y desarrolló el formato D-1, el cual grababa una señal digital de video sin compresión de resolución estándar o lo que se

denomina *SD*. El formato fue adoptado principalmente por grandes cadenas televisivas y eventualmente sería reemplazado por otros sistemas que utilizaban compresión de video, como el ya existente Betacam, también desarrollado por la misma empresa, que con el paso del tiempo y varias iteración del formato, logró una calidad similar con menos inconvenientes.

Mientras tanto el cine británico obtuvo un impulso con la llegada de la compañía de David Puttman, *Goldcrest Films*, la cual realizó films como *Chariots of Fire*, *Gandhi*, *The Killing Fields* y *A Room with a View*, que atraía a una audiencia que estaba siendo ignorada por los grandes estudios de Hollywood. Mientras que las películas durante la década del setenta habían ayudado a definir a los grandes éxitos de taquilla, la manera en que las películas eran lanzadas, estaría por cambiar. Los films, principalmente, serían estrenadas en un número mayor de salas, aunque, al día de hoy, algunas excepciones siguen la ruta de la presentación limitada o *roadshow*, pasando de una sala a otra con un número reducido de copias. Contra las expectativas, la proliferación de establecimientos con múltiples salas no permitió la inclusión de películas menos populares en las carteleras, sino que simplemente aumentó la cantidad de pantallas en las que las grandes películas eran proyectadas. Sin embargo, aquellos films que no fueron un éxito en el cine encontrarían una segunda oportunidad en el circuito de video hogareño.

1.2.2 El crecimiento digital

A comienzos de los noventa, en los Estados Unidos se vivió un desarrollo de un cine comercialmente independiente. Aunque se producían principalmente películas dominadas por efectos especiales como *Terminator 2: Judgement Day* (1991) y *Titanic* (1997), varias otras fuera de las grandes realizaciones de los estudios, como ser *Sex, lies and videotape* (1989) de Steven Soderbergh y *Reservoir Dogs* (1992) de Quentin Tarantino, tuvieron un gran éxito comercial tanto en las salas de cine como en el circuito hogareño.

Fue también a principio de la década, que el sistema *PACo (PICS Animation Compiler)*, uno de los primeros productos de video digital que funcionaba en computadoras personales fue desarrollado por *The Company of Science & Art in Providence*. Para utilizar el software en modo de edición se requería una Mac, pero podría reproducir archivos de video tanto en Macs, PCs y las Sparcstations de Sun. En 1990 Sony presentó su último modelo de Betamax analógico, el SL-HF-2100, que tenía todas las características de las instancias anterior con la adición de un control remoto interactivo y un *state monitor*, para ver sus funciones en pantalla. Luego en 1993 el Betacam Digital, Digibeta o D-Beta fue introducido como un remplazo, éste ofrecía un rendimiento superior al del D-1, pero a un costo menor.

Los grandes estudios comenzaron a crear sus propias compañías productoras *independientes*, para financiar y producir audiovisuales que no apuntaban al target típico.

Una de las productoras independientes más exitosas del período, Miramax Films, fue comprada por Disney un año antes de la presentación del gran éxito *Pulp Fiction* de Quentin Tarantino en 1994. Ese mismo año marcó el comienzo de la distribución de film y video online. Las películas animadas dirigidas a audiencias familiares recuperaron su popularidad, con *The Beauty and the Beast*, *Aladdin* y *The Lion King*, de Disney. Durante 1995 el primer largometraje creado por computadora, *Toy Story*, fue producido por los estudios de animación Pixar, y lanzado por Disney. Luego del éxito de la película, el estudio volvió a la animación tradicional e hizo otras películas de gran popularidad.

En el año 1999 se estrenó *Tarzan*, del mismo estudio, pero con la peculiaridad que combinaba la animación tradicional con lo denominado *CGI* o imágenes generadas por computadora, utilizando *Deep Canvas*, una nueva tecnología digital que permitió la unión de ambos métodos de animación de una forma natural para los animadores clásicos, y que permitió sacar provecho de las ventajas de los escenarios creados en forma virtual en las computadoras. Es durante este período que el cambio más importante y relevante

para este trabajo tuvo lugar, una transición del celuloide tradicional al empleo de tecnologías digitales. En el año 1995 un movimiento de cinematografía avant-garde fue creado por los directores daneses Lars von Trier y Thomas Vinterberg: Dogme 95. Se trataba de seguir una serie de reglas con el objetivo de *purificar* el cine, refutando el uso de grandes efectos especiales, post-producción y equipos de gran costo. La idea era concentrarse en los actores y la historia, y darles prioridad por sobre el aspecto técnico. De esta manera surgieron varias películas filmadas en formato digital, utilizando cámaras de bajo valor, disponibles para el público. El ejemplo más notable de esta tendencia fue sin duda *Festen* (1998) de Thomas Vinterberg, más reconocida como *The Celebration*, la cual fue filmada con una Sony DCR-PC7E utilizando el formato MiniDV. La calidad visual y sonora era bastante inferior a la del film, nadie a esta altura de la historia argumentaría que el film era superior en ningún concepto cualitativo. Pero el tamaño del equipamiento y los bajos costos de los equipos permitieron a Vinterberg realizar planos impensables con las clásicas cámaras de rollo, que en comparación eran de un tamaño considerablemente superior y con un peso aún mayor. Incluso con una calidad bastante inferior a la del film, la película ganó un número de premios en varios festivales de cine como Cannes.

Otro gran exponente del nacimiento del cine digital fue la película *The Blair Witch Project* (1999), filmada también con una cámara orientada al consumidor, la RCA 854. El proyecto tuvo un éxito inesperado, llegando a recaudar mundialmente cantidades dignas de una película de primera categoría de grandes estudios. Como menciona Javier Gallo en un artículo del Diario La Nación, la película tuvo un presupuesto de producción de U\$S 35.000 y ganancias por U\$S 248.300.000. Un año antes se había realizado otra película del Dogme-95, por Lars Von Trier. *Idioterne*, o *The Idiots*, filmada con la Sony DCR-VX1000, la primera cámara *pro-sumidor* que tenía interfaz firewire para transferir el material digital directo a una computadora para su posterior manipulación.

Con el surgimiento de estas tecnologías digitales, surgió otro emprendimiento que apuntaba al uso del formato digital, no como medio de captura, sino como medio de

distribución. En 1997, Netflix fue fundada por Reed Hastings y su socio ejecutivo de software, Marc Randolph. El servicio en un principio consistía en un portal online que permitía al público alquilar películas para verlas en su casa. Rompiendo con el paradigma usual de alquileres, ya en 1999 Netflix migró a un servicio de suscripción con un costo fijo donde el usuario recibía acceso ilimitado a todas las películas disponibles en la base de datos sin tener que pagar por cada título individual.

Al mismo tiempo, en el año 1995, el estándar de las cintas VHS comenzó a ser desplazado por la llegada de nuevos medios digitales de distribución hogareña. El primero en ser desarrollado, y el menos exitoso, fue el VCD o *VideoCD*. Este formato utilizaba un CD estándar, el mismo utilizado por la industria musical, pero además de audio contenía video. La calidad era bastante reducida debido a las limitaciones del espacio disponible en discos. Es por esto que la definición de la imagen era comparable a la disponible en los VHS. Con una resolución técnicamente inferior, de tan sólo 352x240 en NTSC, o de 352x288 en PAL, no presentaba una diferencia distinguible con respecto a su antecesor magnético en término de líneas de resolución efectivas. La tecnología nunca fue adoptada en nivel masivo en Estados Unidos o Europa, pero logró imponerse en el mercado Asiático, donde el eventual reducido costo de los reproductores y el gran nivel de piratería, impulsaron el avance del formato. Tan solo dos años después, emergió un nuevo formato digital que sí presentaría muchas ventajas en comparación con su contraparte. El DVD utilizaba otro tipo de disco más moderno, que permitía el almacenamiento de mucha más información, más de seis veces la disponible en un CD. Esto le permitió tener varias ventajas frente al VHS y VCD, ya que se podía apreciar una gran mejora en la calidad tanto del sonido como de la imagen, diferentes opciones y modos de reproducción dentro de un mismo medio y la reproducción interactiva e instantánea del contenido almacenado en el medio digital.

En 1997 HDCAM fue introducido por 1997, era una versión de Betacam que podía capturar imágenes en *High Definition*, o muy similar, con una resolución de 1440x1080 en

vez de lo 1920x1080 reales. El material era *upscaled* durante la reproducción, lo que simplemente significa que se estiraba al tamaño indicado, pero sin aumentar el detalle original en ninguna forma. Este tipo de cámaras permitía una calidad de video en formato digital hasta ahora nunca antes vista, y muchos realizadores comenzarían a utilizarlas en sus proyectos.

1.2.3 El digital entra en Hollywood

El género de documental ganó fuerte presencia, quizás por primera vez, gracias al éxito de películas como *March of the Penguins* y las controversiales *Fahrenheit 911* y *Bowling for Columbine* de Michael Moore. Un nuevo estilo fue creado por Martin Kunert y Eric Manes, con *Voices of Iraq*, donde se distribuyeron 150 cámaras DV económicas por todo Iraq, transformando a la gente común en colaboradores audiovisuales.

El éxito de la película *Gladiator* llevó a revivir el interés del público en proyectos épicos. Los sistemas de cine en casa comenzaron a ser realmente sofisticados, tratando de imitar la experiencia del cine, con sonido envolvente y calidad visual superior. Para esto muchas películas eran distribuidas en DVD en versiones especiales que contenían material exclusivo, una mezcla de sonido diferente, contenido inédito, etc. Un ejemplo de esto fue *The Lord of the Rings* que fue lanzado en formato hogareño en la versión teátrica y una versión extendida con contenido que no había sido proyectado en las salas de cine.

La tendencia de realizar largometrajes en formato completamente digital siguió creciendo, incluso cuando la diferencia con respecto a un proyecto en celuloide era más que evidente.

En 2002 la película *28 Days Later*, dirigida por Danny Boyle, fue filmada casi en su totalidad con cámaras diminutas que capturaban en formato DV lo que les permitía posicionarlas y maniobrarlas sin esfuerzo. Por necesidades narrativas de la película, tomas de la ciudad de Londres desierta eran necesarias. Contando con un presupuesto

reducido y sin posibilidad de cortar el tránsito por largos períodos de tiempo, recurrieron a posicionar varias cámaras en diferentes lugares para lograr obtener varias tomas efectivas de una sola toma real. La única razón por la que esto fue posible fue el mínimo precio de los equipos de filmación. Otros exponentes del uso del formato digital fueron *Chuck & Buck* (2000), *Fuckland* (2000), *Tadpole* (2002). Los tres largometrajes utilizaron cámaras digitales de consumidores para la totalidad de las tomas. *Fuckland* fue además la primera película Latinoamérica en subscribirse a las reglas establecidas por el movimiento Dogme-95.

En el año 2002 George Lucas realizó *Star Wars II: Attack of the Clones*. Esta pasaría a ser la primera película considerada un *Blockbuster* filmada completamente en formato digital. Lucas trabajó en conjunto con Sony y Panavision para el desarrollo de una cámara que cumpliera con las necesidades de la película. El resultado fue la cámara HDW-900, con un sensor HD y una velocidad de 24 cuadros por segundo, para imitar la utilizada en el cine convencional. Esta cámara les permitió filmar escenas en el desierto de Túnez, con temperaturas de 51°C, donde el equipo siguió funcionando sin ningún inconveniente. George Lucas reveló más tarde en un Documental Web, que su idea era filmar *The Phantom Menace* en formato digital, pero que Sony lamentablemente no pudo desarrollar la cámara a tiempo para el rodaje.

En el año 2003 Sony introdujo el formato HDCAM SR fue introducido, que permitía la grabación de video en resolución FullHD o 1080p, lo que redujo la brecha de calidad entre el cine digital y el celuloide.

Llegando al final de la década sería estrenada otra película filmada completamente en formato digital, y con más del 60% de las escenas creadas en completamente en el dominio digital, directamente en computadoras, y el resto capturado con cámaras digitales de alta definición. En 2009, la película *Avatar* del director James Cameron fue estrenada. Filmada con un sistema de cámaras especiales llamado Fusion Camera

System, que fue desarrollado por él mismo y Vince Pace. Consistía básicamente en 2 cámaras Sony HDC-F950, la hermana mayor de la utilizada por George Lucas, puestas una al lado de la otra para simular la posición real de los ojos. El sistema había sido desarrollado para un proyecto anterior, el documental 3D *Ghosts of the Abyss*.

A lo largo de este capítulo se ha cubierto toda la historia del cine a grandes rasgos, desde sus comienzos en la década de 1880, llegando hasta la actualidad. Desde el cine como entretenimiento de circo, pasando por la introducción del sonido, el reaprendizaje del lenguaje visual, la industrialización de la cinematografía, la crisis de la guerra, el surgimiento de movimientos independientes y aún varios cambios más. Sin embargo, hubo una constante en toda la historia del cine. Durante los primeros 80 años el fílmico era la única opción a la cual recurrir para crear arte audiovisual, sin duda mejorando con cada avance sobre la tecnología del mismo, pero fue recién a comienzos de los 70 cuando empezó a existir la posibilidad de crear digitalmente contenido visual. Y con esto se creó una democratización del mundo audiovisual. Con una calidad más que inferior a la presente en su competidor tecnológico, varios realizadores sin embargo apostaron al progreso del formato y trabajaron con una tecnología que claramente tenía problema y estaba en su infancia. Para tratar de comprender la razón detrás de éstas acciones, es necesario entender cómo funciona el mundo digital, las reglas que rigen su evolución y su constante mejora, para intentar comprender qué fue lo que impulsó a dichos pioneros a adentrarse en algo completamente desconocido.

Capítulo 2 - El dominio digital

2.1 La información digital

Aunque el fenómeno del cine digital ha recibido un gran volumen de notoriedad en los últimos años, no es realmente un nuevo concepto: antes de ser reintroducido como *cine digital* a finales de los noventa, se conoció durante años como cine electrónico.

No fue hasta 1998, cuando se logró desarrollar y comercializar cámaras *CCD* manejables de 1920x1080 píxeles que incluían grabadoras HD Digital Betacam. El término *CCD* significa *charged couple device*, o su traducción, dispositivo de carga acoplada, y es el nombre asignado al sensor fotosensible encargado de recibir la luz. Hay varios tipos de sensores, diferenciados en tamaño, sensibilidad y otros aspectos que serán cubiertos mas adelante con más detalle y profundidad.

El film digital permite una posproducción mucho más flexible y una infinidad de posibilidades impensables o extremadamente costosas usando técnicas analógicas como el film óptico tradicional. Los sistemas digitales tienen mucha mayor resolución que los analógicos, tanto en la dimensión espacial (número de píxeles) como en la dimensión tonal (representación del brillo). También tienden a tener un mayor control sobre la colorimetría durante el proceso de producción. El proceso químico iniciado al exponer el celuloide a la luz ofrece la posibilidad de diversos resultados, a los que un buen cineasta es capaz de sacar partido. Al mismo tiempo las cámaras digitales son más sensibles que el celuloide en situaciones de poca luz, permitiendo el uso de una iluminación menos aparatosa, más eficiente y más natural en la grabación.

Lamentablemente, cada cámara digital da una única respuesta a la luz y, aunque simplifica el proceso, es muy difícil predecir el resultado sin verlo en un monitor, aumentando la complejidad de la iluminación.

Para poder hablar de cine o imagen digital, primero hay que establecer qué es lo que separa al formato digital del formato analógico y cuáles son las características de ambos.

Es necesario tener en cuenta que el cine es simplemente información, visual y sonora, capturada durante la realización de un audiovisual y luego recreada durante su reproducción, ya sea en una pantalla de cine, televisión, en un sistema de audio hogareño, en un teatro, etc.

El principio primordial y más básico de la digitalización consiste en simplificar la información para poder almacenarla en una forma que permita que ésta sea duplicada infinitas veces sin cambio alguno, y que el medio físico o analógico donde esté almacenada tenga un efecto prácticamente nulo sobre cualquier posible variación de la misma.

Esta frase puede parecer bastante intimidante, pero es en realidad simple. Para poder comprenderla el ejemplo más simple se presenta con la digitalización del sonido.

Si una onda de sonido es capturada analógicamente, como sucede en el caso del vinilo, la presión acústica del sonido es aplicada sobre el micrófono, que la convierte en una señal eléctrica, que a su vez mueve una púa que crea un surco en el disco vinílico. Dicho surco es proporcional a la intensidad de la señal eléctrica que recibe; por lo que, cuando más fuerte es el sonido que llega al micrófono, más fuerte es la corriente que mueve la púa y más profundo será el surco que está crea.

Dejando de lado la calidad de los materiales usados durante la grabación, la rigidez de la púa, el grosor de los cables, el tipo de micrófono, el sonido ambiente presente, y todos los factores externos que pueden llegar a afectar el sonido, éste método de grabación, el analógico, presenta una ventaja con respecto al digital, y es la infinita precisión de su registro.

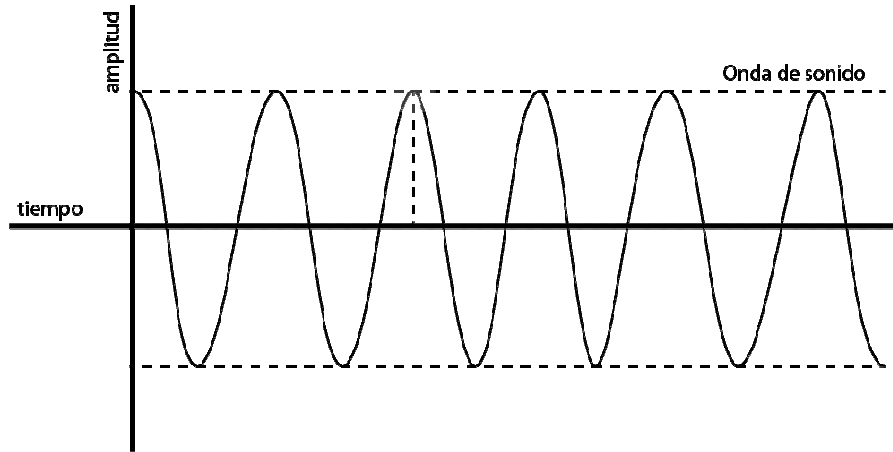


Figura 1: Onda de sonido real Fuente: Elaboración propia

Si se representa el perfil de la profundidad del surco con una línea ondulante, en la captura analógica ésta será una línea perfectamente curva, donde cada mínima variación de presión recibida por la púa hubiese resultado en una variación en la profundidad del surco.

Lamentablemente para poder digitalizar información, se debe aproximar a los valores más cercanos dentro de la escala que se pueda utilizar.

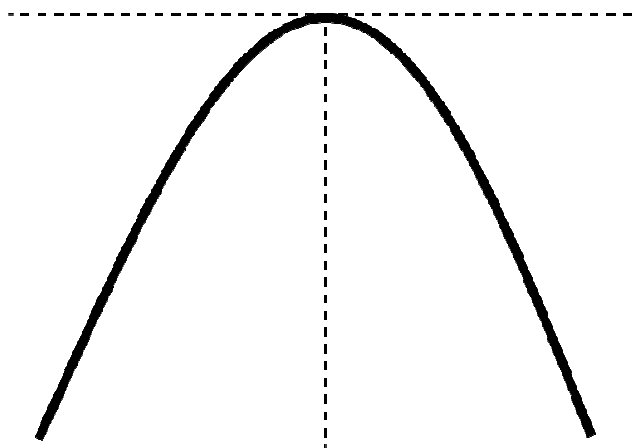


Figura 2: Sección ampliada de onda de sonido Fuente: Elaboración propia

En el caso del sonido digital éstos valores son establecidos por 2 parámetros, la profundidad de bits y la tasa de muestreo o *sample rate*. Para ser digitalizada la línea tiene que ser representada por una serie de coordenadas que indican ciertos puntos que pertenecen a ella.

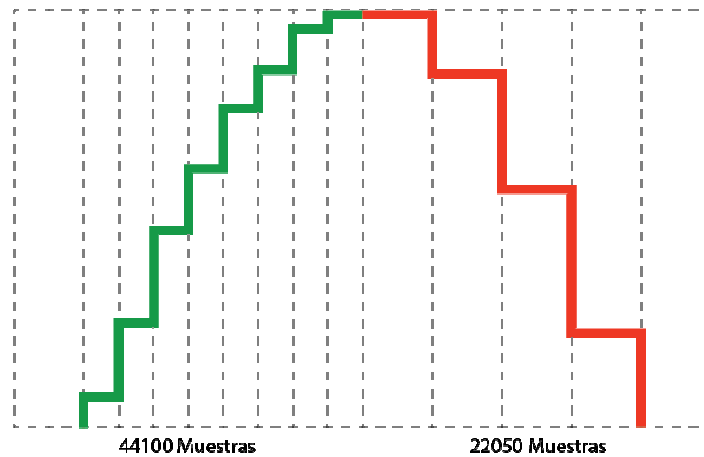


Figura 3: Tasa de muestreo

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de puntos que se toman de referencia en un segundo es la frecuencia de muestreo. Cuánto más muestras se utilicen, la representación digital será más fiel a la original.

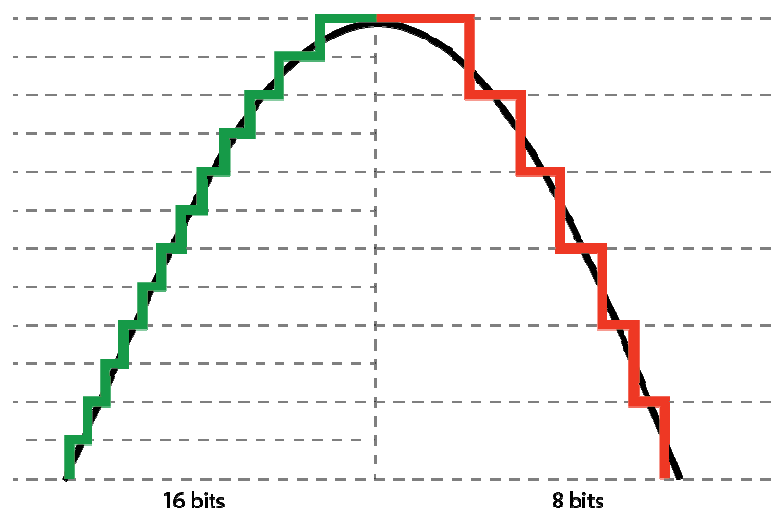


Figura 4: Profundidad de bits

Fuente: Elaboración propia

Lo mismo pasa con la profundidad de bits, que simplemente es el rango de valores que cada punto puede tener; y cuanto mayor sea la cantidad de valores de los que se pueda elegir, mayor será la similitud de ese punto muestreado con respecto a la curva original.

Es la combinación de estos factores lo que define la calidad de la señal digital en el audio.

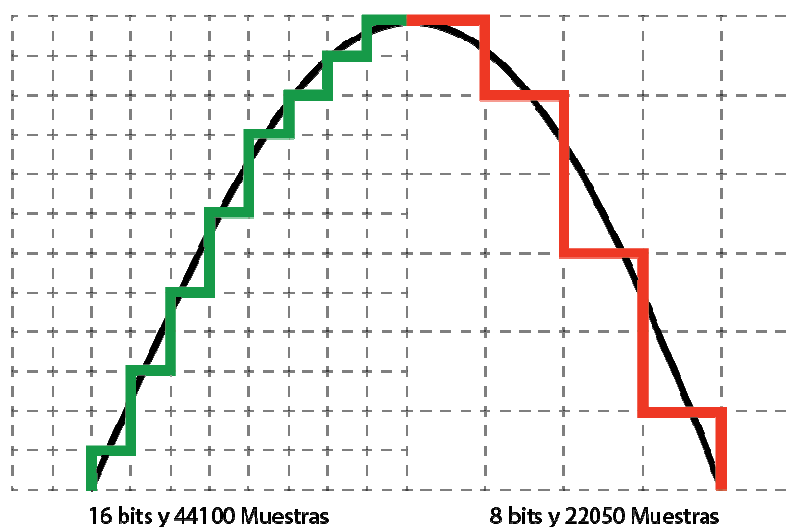


Figura 5: Resultado digital

Fuente: Elaboración propia

Debido a esto se puede observar que la mayor desventaja del formato digital, ya sea en video o audio, es que nunca va a ser matemáticamente perfecta con respecto a su contraparte analógica ya que tiene que *encajonar* o adaptar los valores reales a un rango de números definidos por el formato elegido. Esto no significa que no pueda llegar a una similitud tal que a fines prácticos la diferencia entre ambas se vuelva insignificante y prácticamente inexistente. Es importante aclarar que las figuras empleadas en este segmento, son figurativas y no representan fielmente a escala la definición con respecto a una onda digital real, ya que el grado de resolución graficado es muy reducido para simplificar el entendimiento.

En el caso del sonido digital utilizado en Hollywood se suele usar una frecuencia de muestreo de 192 *Kilohertz*, o lo que es lo mismo, 192.000 puntos de referencia por segundo; y cada uno de esos puntos tiene una profundidad de 24 bits, por lo que su valor puede ser cualquiera entre más de 16 millones y medio de posibilidades. Esto hace que el sistema de grabación digital tenga a su disposición tal cantidad de valores para elegir y asignarle a cada punto de la onda de sonido que muestrea, que la precisión de la misma se vuelve *pseudoanalógica* ya que representa prácticamente en forma perfecta a su contraparte analógica.

Con ese nivel de calidad digital se asegura que la fidelidad a fines prácticos sea igual a la analógica, o al menos humanamente indistinguible de ella.

Habiendo definido la mayor desventaja del formato digital, se debe mencionar que tiene muchas otras ventajas a su favor. Una vez que la información fue grabada, matemáticamente inferior a la analógica o no, ésta no se degrada con el tiempo y es mucho más resistente a imperfecciones en su almacenamiento físico. Aunque actualmente hay gran controversia por el método de almacenamiento, pero esto es visto con más profundidad más adelante. También se pueden hacer infinitas copias de un archivo digital, y todas serían exactamente igual al archivo fuente. Este último dato es realmente importante durante para el cine, ya que durante realización de un audiovisual en formato digital no existe solo un master, sino que cualquier copia que se hace de lo filmado es exactamente igual al original.

Para poder entender mejor esto, se brinda la siguiente situación:

Si a 20 personas se les pide escribir una serie específica de números en un papel, de la manera más prolija posible y tratando que sea legible, sin importar las grandes diferencias caligráficas y de estilo de escritura que puedan presentarse entre unos y otros, el color de la tinta utilizada, si se usó letra cursiva o imprenta, no debería haber mayor dificultad para que todas las personas puedan identificar los números

representados en el papel, y que puedan volver a copiar dichos números las veces que se desee.

Este concepto de separación entre el dato real analógico, en este caso la escritura de las personas, y la información que ésta almacena, una serie de números, es la razón por la que existe el mundo digital. Por supuesto el ejemplo es muy limitado pero es la base para entender el principio básico del reino digital.

Si en vez de una simple serie de valores números, se buscase almacenar los mismos con un formato específico, el espacio entre ellos, el color utilizado, la tipografía y la alineación en el espacio, se procedería a describir todo esto por separado. Actualmente el proceso se vale de estándares ya establecidos mundialmente en el mundo digital y que son intrínsecamente parte del mismo, por lo que sumado a la serie de números, podría definirse el nombre de la tipografía utilizada, el tamaño de la misma en puntos tipográficos, la posición de cada número con sus coordenadas horizontales y verticales, *pixels*, el color utilizado en código de 24 bits, etc.

Físicamente toda esta información podría estar en un diskette, un CD, DVD, *Blu-ray Disc*, *Pendrive*, disco duro rotacional, disco duro sólido, cinta magnética, un pizarrón, una hoja de papel, un *grafiti* en la calle, una remera de verano, o cualquier otro medio físico que se preste a ello. Se podría argumentar que hay una gran diferencia entre la información que habría en un pizarrón y en un disco duro, esto es o no cierto depende que cómo se lo analice.

Si se observa la representación real o analógica en el que se escribió la información, hay una clara diferencia. En un caso son trazos de tiza sobre un pizarrón y en el otro son minúsculos campos magnéticos sobre un disco metálico, nadie debatiría que estas cosas no tienen prácticamente nada en común. Pero si lo que importa es solamente la información que se puede derivar u obtener de la representación analógica de cada una, la respuesta es otra.

Si una persona tuviese que poder interpretar la información en estos dos casos, para poder leer la información del pizarrón debería tener un cierto previo conocimiento, tendría que poseer el concepto de número y letras, y entender cómo interactúan entre sí para formar palabras. De la misma forma, para poder leer la información del disco duro la persona debería entender el sistema binario, donde la información se representa solo por unos y ceros, y también saber interpretar la intensidad de los campos magnéticos como valores posibles, positivos o negativos, unos o ceros, así como tener alguna herramienta para medir dichos campos. El sujeto podría leer en ambos casos la forma analógica de la información y obtener gracias a sus previos conocimientos, la misma información final. Aunque el medio físico y el método de extracción difieran seriamente los valores que pueden estar siendo representados en la tiza o los campos magnéticos serán los mismos.

Para aclarar rápidamente cómo se almacena la información en campos magnéticos se debe pensar en la intensidad de dichos campos como valles y montañas. Se establece un valor de altura X que sirve de punto de diferenciación. Cualquier valle que esté debajo de éste valor se considera cero, y cualquier pico por encima se considera un uno. Cabe notad que la diferencia entra picos y valles es realmente grande, por lo que para que suceda un error de lectura o escritura digital, tiene que haber una falla mecánica del medio donde se almacena, de otra manera es prácticamente imposible que esto suceda; exceptuando fuerzas magnéticas externas por supuesto.

Una desventaja del formato digital es que al estar restringido a sólo dos posibles valores que puede utilizar para representar la información, la cantidad física de información para almacenar algo es bastante mayor a su contraparte analógica.

Para poder almacenar el valor numérico ochenta y ocho, se usan 7 registros digitales de unos o ceros. Para almacenar una letra, sin ningún tipo de formato, color o tamaño, se necesitan 8 registros, por lo que para una palabra se requieren en promedio más de 60 registros.

Esto presentó un problema en los principios de la computación donde la tecnología no permitía reducir el espacio físico utilizado para almacenar la información digital. No era extraño que las computadoras ocupasen una habitación entera o incluso varias.

En la actualidad este problema es ya obsoleto, gracias a los procesos de miniaturización y de fabricación, cada vez es menor el espacio físico necesario para almacenar datos digitales. Solo basta con pensar que un disco duro estándar hogareño con una capacidad de 500 *Gigabytes* se puede almacenar cerca de cuatro billones de ceros y unos, algo realmente asombroso y hace no mucho tiempo atrás, impensable. Vale mencionar que un disco de categoría empresarial, como los usados en Hollywood para almacenar las películas durante la filmación, puede tener hasta 3000 *Gigabytes* o 3 *Terabytes* y usualmente se usan varios discos en paralelo para lograr aún mayor capacidad real y velocidad de escritura.

Dado todo lo explicado en este capítulo, se observa que la información almacenada en formato digital tiene diversas ventajas y es víctima principalmente de una gran desventaja.

La representación de la información en forma digital siempre será ínfimamente diferente de la información original, esto es algo inevitable e inherente de la tecnología, que se basa en encasillar valores dentro de un rango definido. Este rango, por más grande que sea, por más que abarque billones de posibilidades siempre será menor que la infinidad de posibles variables presentes en la realidad. Dejando de lado este defecto, el formato digital permite la perfecta duplicación sin pérdida alguna de información, incluso puede modificarse el medio físico durante dicha copia, como ser la transferencia de un archivo en un disco duro magnético a uno óptico o a una memoria *flash*, de ésta forma pudiendo almacenar los datos en formas físicas diferentes y al mismo tiempo digitalmente iguales, y que a su vez presentan diversas ventajas particulares con respecto a su almacenamiento, resistencia a golpes y variaciones de temperatura, el paso del tiempo,

portabilidad, y más, que quizás no estaban en el medio físico utilizado en la captura original de dicha información. Esta versatilidad y flexibilidad es vital en el campo audiovisual y hace la tarea de realizar un proyecto algo mucho más simple.

2.2 - Formatos digitales

Anteriormente se explicó cómo funciona el mundo digital y su naturaleza numérica. Es importante entender que aunque la información es almacenada en un formato binario, la complejidad y calidad de los datos puede ser la que sea deseada.

Por ejemplo, para poder representar un color digitalmente en la actualidad, se le dice a la computadora qué número dentro un índice definido le corresponde. Lo maravilloso del mundo digital, es que el tamaño del índice puede ser el que se desee. Esto significa que la gama de colores posibles digitalmente puede ser definida a gusto. Hoy en día se usan estándares definidos por la industria gráfica, audiovisual y de videojuegos. Los valores suelen variar entre 8, 10, 12, 14 y en algunos casos 16 *bits* por color. Esto significa que una fotografía o dibujo almacenado en 8 bits por color, posee 24 bits de profundidad, la combinación de profundidad de los tres colores primarios electrónicos rojo, verde y azul. Cualquiera de los puntos que forman dicha imagen digital, puede tener un valor de color entre unos 16 millones y medio de posibilidades. El formato de 8 *bits* por color (o canal) se usa en los archivos de fotos y videos hogareños, como es el caso del famoso JPEG y permite 256 niveles para cada uno de los colores primarios y sus combinaciones. Tomando como ejemplo este formato, la totalidad de las cámaras digitales orientadas al consumidor soporta, al menos entre otras opciones, almacenar fotos capturadas en formato JPEG, y aunque dicho formato preserva suficiente información para poder ver la fotografía con familia y amigos, y permite observar ciertos detalles de la imagen, no es de ninguna manera una representación fiel de la información lumínica que atravesó la lente al momento de tomar la fotografía. Como fue mencionado, una imagen almacenada en

formato JPEG tiene 8 bits por canal o 24 bits de profundidad. Mientras algunos estudios estiman que la cantidad de colores visibles por el ojo humano en un determinado momento ronda los 100 millones de colores, el número normalmente aceptado está más cerca de los 10 millones de colores. Tomando como punto de partido éste último número parecería que una imagen guardada en 24 bits, con sus más de 16 millones de colores, sería más que suficiente para retener toda la información que un humano podría llegar a apreciar. Aunque en cierta forma esta afirmación es correcta, sólo aplica a los casos donde la imagen, fue perfectamente expuesta al nivel de luz deseado y sobre la cual no se realizará ningún tipo de corrección de valor tonal, intensidad lumínica, balance de color, o en el peor de los casos, una intervención en postproducción más agresiva.

Debido a esto es que los formatos profesionales permiten registrar una gama muy superior de colores, utilizando usualmente 10 o 12 bits por canal, dando aproximadamente mil millones de colores y 68 mil millones de colores respectivamente. Hay incluso algunas cámaras digitales de muy alta gama como la *RED Epic* que puede capturar imágenes en 16 bits, consiguiendo un total de 281 billones de colores posibles.

La razón detrás de ésta búsqueda cada vez mayor de colores es simple. Una vez que la imagen fue capturada en un determinado formato, y con cierta calidad, no hay forma de recuperar aquella información que fue descartada o eliminada por falta de bits, por eso cuanto mayor sea el número de colores durante la captura menor la posibilidad de tener que volver a capturarlo, y mayor la libertad en postproducción para modificar dichos valores.

Para poder entender cuáles son las consecuencias de usar una profundidad de color reducida, basta con imaginar el cielo en un atardecer, con su gran variación de colores y sutiles degradés. Tomando una pequeña sección del cielo para analizarla en detalle, se termina básicamente con un pequeño cuadrado principalmente compuesto de un degradé entre 2 o más colores, donde el paso de uno a otro es visualmente extremadamente

suave y sutil. Para poder capturar sin problemas la gran cantidad de tonos que se encuentran en dicha zona se necesita el mayor número de valores posibles para de esta forma tener la representación más fiel del cielo real y sus variaciones colorimétricas.

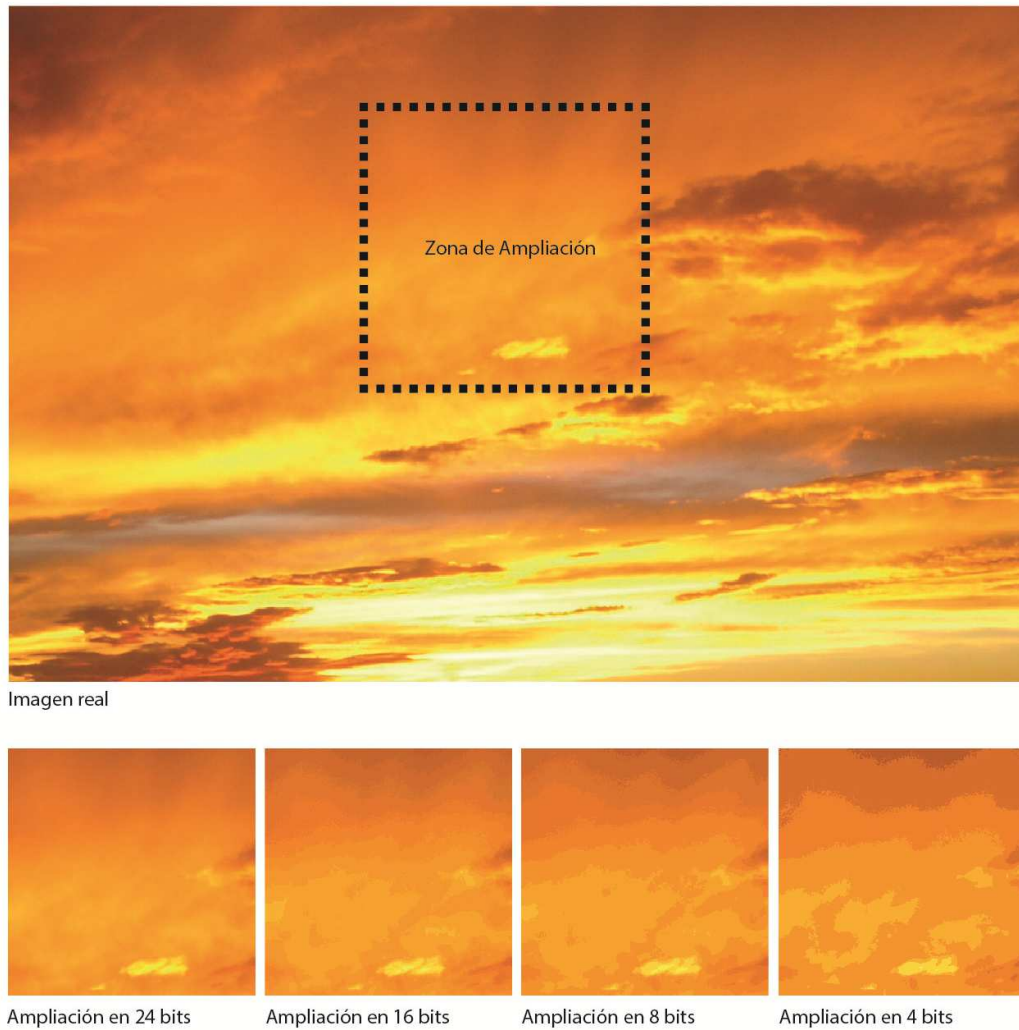


Figura 6: Comparación de *bpp*

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la figura 6 las diferentes versiones de la misma sección de una foto de un atardecer. En cada ejemplo, lo único hecho sobre la imagen fue una reducción en la profundidad de bits en la que fue grabado el archivo, ningún filtro o efecto se usó para exagerar el resultado. El efecto es más que evidente a simple vista, al tener que

simplificar y reducir la cantidad de colores disponibles en la paleta digital sea hacen aproximaciones aberrantes y todo tipo de detalle fino es perdido por completo. Se produce el efecto conocido como *banding* en el cual el salto de un color a otro es evidente y brusco, y se forman *bandas* o zonas distintivas de colores.

Con este ejemplo se deja en claro la necesidad de capturar imágenes en al menos 8 bits por color para poder cubrir el rango normal percibido por la mayoría de la gente, pero eso no explica cuál es el objetivo de usar más colores de los que una persona puede llegar a ver.

Esta práctica se debe a que toda imagen capturada, ya sea en forma analógica o digital, es modificada en varios aspectos como su balance tonal, su relación de contraste, grado de saturación, etc. Cuando se trabaja en un formato analógico esto no presenta un problema debido al gran rango dinámico posible gracias a las emulsiones químicas que luego de más de 100 años de innovaciones tienen una calidad que les permite capturar más información que la necesaria para hacer modificaciones sobre la imagen sin generar artefactos o aberraciones visuales.

Sin embargo en la imagen digital se debe tener en cuenta la manipulación posterior de la imagen, ya que al hacer modificaciones sobre la misma se exageran las imperfecciones visuales que a simple vista no son visibles. Si una toma resulta más oscura de lo pensado y se desea aclararla, al subir los valores de luz las zonas que antes eran negras, pasaran a ser grises, pero no recuperaran nada de la información de lo que se encontraba allí, quedarán sin detalle. Esto se debe a que al contar con una limitada gama de colores de los que la cámara tiene que elegir, en la gran mayoría de los formatos la distribución de los bits con respecto a la intensidad de la luz no es lineal.

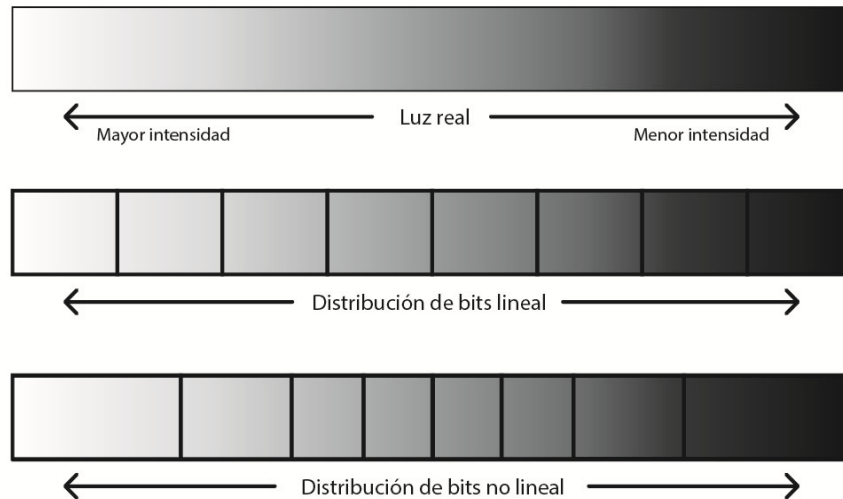


Figura 7: Asignación de bits a intensidad lumínica Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 7 se asigna más información al rango de luz medio, ya que es en esta sección donde el ojo más fácil detecta cambios lumínicos y por ende es capaz de ver con más detalle; Y se asigna a la zona de mínima y máxima luminosidad un nivel de información reducido, lo suficiente para notar puros negros y puros blancos.

Para poder trabajar con imágenes de más de 8 bits por canal reales, todos los componentes en la cadena del sistema digital que interfieren en la captura y almacenamiento de la imagen deben trabajar a dicho nivel.

La habilidad de la cámara para obtener imágenes de alta profundidad de bits requiere un sensor de imagen con un alto rango dinámico (al menos una relación de 4000:1 para 12 bits por canal) y un conversor análogo/digital que soporte la misma profundidad de bits. El conversor digital es un procesador integrado en todo dispositivo digital de captura, ya sea de imagen o de sonido, que se encarga de transformar la información real recibida en información digital. Como se mencionó anteriormente, es el encargado de encasillar o elegir cómo se guardará la información dado los posibles valores digitales a elegir. Cuanto mayor sea la calidad del conversor, mejor será el resultado que genere.

El eslabón más débil en esta cadena de requerimientos determina la profundidad de bits real que terminará en la imagen final.

Los pequeños sensores digitales usados en las cámaras compactas proveen un rango dinámico aproximado de 256:1. Estas cámaras típicamente usan un convertidor A/D de 8 bits, permitiendo un máximo de 256 niveles de luminosidad o brillo para cada canal de color. Las imágenes suelen guardarse en 24 bits en el formato JPEG ya mencionado anteriormente.

Por otro lado los sensores de mayor tamaño usados en las cámaras profesionales y SLR (Réflex de un solo lente) tienen una capacidad de rango dinámico mucho mayor que aquellos usados en cámaras hogareñas, y son capaces de capturar variaciones tonales mucho más sutiles. Este tipo de cámaras suelen estar equipadas con convertidores A/D de 10 o 12 bits, de esta manera brindando 1024 o 4096 niveles distintos de luminosidad respectivamente.

La norma suele ser diseñar el conversor con el mismo nivel de profundidad que el sensor y no al revés, principalmente debido a que éste último es el elemento que significa un costo mayor al fabricarlo con un alto rango dinámico y sería un desperdicio utilizar uno de mayor calidad que la requerida por el sensor.

2.3 Compresión digital

Los diferentes formatos usados para la realización de grandes producciones, sus características y las variables que presentan son extensas. Para poder elegir en qué forma almacenar el material capturado por la cámara digital es necesario comprender en detalle cada uno de los aspectos más importantes de la compresión digital, los diferentes tipos, y sus usos.

El proceso de compresión digital es aquel que busca la reducción del espacio ocupado por la información en un formato original, sin hacer modificaciones permanentes a la misma, es decir que al momento de realizar la descompresión de un archivo digital comprimido, la información resultante es idéntica a la original. Esta es una simple definición de lo que se denomina compresión *Lossless* o compresión sin pérdida. Es el mejor tipo de método ya que se puede siempre recuperar la información original. Sin embargo, debido a la difícil tarea de sintetizar datos sin modificarlos, la tasa de compresión, que es la relación entre el tamaño original de un archivo y el tamaño comprimido, suele ser bastante mala, y por tanto el archivo resultante no presente un gran ahorro de tamaño. Hay excepciones a la norma, ya que la realidad es que depende el tipo de información que se quiera comprimir, el resultado puede variar enormemente. Cuanto más complejo y denso es el archivo original, menor será el beneficio de una compresión *Lossless*.

Por otro lado, existe la compresión con pérdida, denominada comúnmente *Lossy*. Este tipo de compresión descarta información, sacrifica datos que considera redundantes, obsoletos o indiscernibles para poder reducir el tamaño de la información. Este tipo de método es el que suele utilizarse en todos los ámbitos digitales no profesionales, tanto en audio como en video.

2.3.1 Compresión de audio

El ejemplo más claro y público es el formato de audio conocido como *MP3*. El nombre completo de la tecnología es MPEG1 Layer 3, y es el estándar en la actualidad para la gran mayoría de los archivos de audio que se manejan en Internet. Como la mayoría de los formatos *Lossy*, se puede elegir el grado deseado de compresión, y acorde a él, el algoritmo que se encarga de codificar el archivo aplicará diferentes reglas y criterios sobre qué eliminar y que tratar de mantener en el archivo final. Incluso se pueden

emplear métodos de calidad variable o adaptable, que aplican diferentes juegos de normas sobre diferentes partes del mismo archivo, lo que suele dar una mejor relación entre tamaño y calidad.

Sin entrar en un nivel profundo de detalle, pero con el propósito de iluminar el proceso, uno de los pasos más importantes que utiliza el mp3, así como muchos otros formatos actuales de compresión de audio, es la limitación de la frecuencia efectiva de muestreo, con lo que se suele obtener una compresión de 12 a 1 a 128kbps, sin una pérdida discernible en calidad de audio.

El formato que estableció como norma el CD de audio fue el de una onda de sonido con 16 bits de profundidad y 44.1Khz. La limitación de la frecuencia simplemente reduce ese número de muestras por segundo 44.100 a un número más cercano a los 24.000 en calidades estándares, aunque puede llegar hasta tan sólo 8.000 en el peor de los casos.

Desde un punto de vista técnico, el sonido presenta una disposición menor a ser comprimido cuanto mayores son las frecuencias que lo componen. Para lograr un tamaño reducido de una voz humana, se puede eliminar gran parte de las altas frecuencias del espectro de sonido, sin una notable diferencia. Sin embargo, hacer lo mismo con la grabación de una serie de platillos de batería, el efecto de la reducción de los agudos sería evidente para la gran mayoría de las personas.

Es importante mencionar que la compresión Lossy se utiliza solamente datos visuales y auditivos, donde la pérdida matemática de información puede pasar desapercibida sin problemas. Sería ilógico comprimir un documento de texto, donde al querer verlo faltasen palabras, colores, no respetase el formato elegido por el usuario, etc.

Los formatos Lossy de audio más utilizados a nivel consumidor son el ya mencionado MP3, el MP4 (también conocido como aac), Ogg Vorbis (un formato de uso abierto sin licencia), ATRAC (el formato de Sony que compite con el mp3) y el WMA (propietario de Microsoft). Existen algunos formatos Lossless de audio que tienen cierta popularidad,

entre los que se encuentran el FLAC (Free Lossless Audio Codec), AIFF (Audio Interchange File Format), Apple Lossless y Monkey's Audio (también conocido como APE). El formato más utilizado es Apple Lossless, principalmente debido a que en la tienda virtual de dicha empresa, iTunes, las canciones están disponibles para ser compradas en formato Lossy con formato MP4, o para aquellas personas que quieren la máxima fidelidad posible existe la opción de descargar los archivos en Apple Lossless.

Varios formatos de compresión con pérdida utilizan en alguna etapa del proceso algún otro algoritmo de compresión sin pérdida, para tratar de reducir aún más el tamaño final del archivo resultante. Y es importante saber que un mismo formato puede ofrecer resultados muy diferentes dependiendo del compresor utilizado para aplicarlo.

2.3.2 Compresión de video

Al tratar con video, la compresión se vuelve un tema más complejo. La cantidad de información necesaria para representar un segundo de video, con calidad HD y a 24 cuadros por segundo es mucho mayor que la requerida para representar 1 segundo de audio con una excelente calidad de 96Khz y 24Bits. Para poder calcular la diferencia en una situación sin compresión se deben hacer unos simples cálculos. En el caso del sonido se obtendrán 96000 muestras por cada canal de audio por segundo, y cada una de ellas puede tomar cualquier valor entre 0 y 16.777.216 (24 Bits), esto da un resultado de 4.39mbps (4.608.000 bits por segundo), lo que equivale a aproximadamente un tamaño de 33 Megabytes por minuto de audio.

Si se realiza el mismo cálculo con un segundo de video, primero se deberían tomar en cuenta la profundidad de bits de color de cada pixel, el estándar para un formato final es de 8 bits por canal, teniendo 3 canales (rojo, azul y verde) significa que cada punto en la imagen puede tomar un valor de entre 16.777.216 ($8+8+8=24$ bits). Se debe calcular entonces la cantidad de pixels en cada cuadro de la imagen, que en resolución FullHD a

1080p resultan ser 2.073.600 (1920x1080). Por último se debe multiplicar por la cantidad de cuadros en un segundo, que suelen ser 24. De esta manera se puede calcular que un segundo de video sin compresión pesa 142,38 Megabytes, lo que da un total de aproximadamente 8500 Megabytes por minuto. Se puede apreciar que la diferencia entre la cantidad de información presente en la imagen es más de 250 veces mayor que en la del sonido. Es por esto que hay una mayor cantidad de formatos digitales de video lossy, cada uno con sus ventajas y desventajas que permiten elegir el nivel de compresión y tamaño del archivo deseado, siempre teniendo que sacrificar cierto nivel de calidad.

Profesionalmente se utilizan en mayor medida los formatos digitales Lossless, que aunque no pierden información, logran una compresión respetable de hasta 3 a 1 en los mejores casos. Muchas de las cámaras profesionales digitales tales como las RED o la Arri Alexa utilizan sus propios formatos de compresión de video propietarios. Cada compañía trata de obtener la mejor calidad posible con la mayor profundidad de bits, mayor resolución y al menor tamaño posible, lo que hace que los formatos utilizados, al estar tan interconectados con la cámara, sean de gran importancia.

2.4 Inicios del cine 3D

El comienzo del cine en tres dimensiones es mucho más antiguo de lo que la gente suele pensar. Las primeras películas estereoscópicas fueron mostradas en cines en el año 1922 y utilizaban anteojos con filtros rojos y azules, para poder ver las imágenes denominadas anáglifos. La primera demostración pública de la proyección Polaroid de un film tridimensional fue en el año 1939 en la Feria Mundial en Nueva York en un audiovisual promocional para la compañía Chrysler.

En 1946, 90 millones de personas asistían a las salas de cine semanalmente. Unos pocos años después la televisión había diezmando ese número a casi la mitad. Los

estudios estaban buscando maneras de competir con esta nueva industria en crecimiento.

Lo primero que los estudios hicieron fue incrementar el número de producciones Technicolor, tratando de aprovechar de la ventaja más evidente que tenían dichos films con respecto a la televisión, que era solo blanco y negro. También comenzaron a experimentar con varios procesos para atraer gente. *Cinerama* fue uno de ellos, y consistía en una pantalla envolvente curva de grandes dimensiones que necesitaba tres cámaras para su filmación y tres proyectores de sincronizados para su reproducción en la sala. Cabe aclarar que la pantalla no era exactamente una, sino que consistía de una gran cantidad de tiras verticales de aproximadamente 20mm, todas enfrentando a la audiencia, para evitar que la imagen se perdiera en los extremos de cada imagen proyectada. Otra invención fue *VistaVision* desarrollada por Paramount Pictures en el año 1954, que utilizaba film de 70 milímetros y tenía una tasa de 30 cuadros por segundo, sería un pseudo-predecesor al IMAX que existe actualmente. *Cinemascope*, otra nueva tecnología, empleaba film de 35 milímetros pero era proyectado por un lente anamórfico que estiraba horizontalmente la imagen para poder cubrir una gran pantalla ancha y curva.

Pero en 1952 un productor independiente llamado Arch Oboler introdujo algo realmente novedoso. “El logro comercial más grande de Oboler fue la película del año 1952 *Bwana Devil*” (Bader y Maddox . 2011. p.4), la cual era bastante nefasta, relatando la historia de dos leones que mataban 130 personas durante una construcción de un ferrocarril en África, pero la novedad del 3D atrajo enormes cantidades de audiencias y los grandes estudios no tardaron en darse cuenta del atractivo de esta nueva tecnología. Las películas tridimensionales podían ser realizadas con cámaras y lentes ya existentes y no requerían de una gran modificación de las salas para ser proyectadas, a diferencia de los cambios requeridos por tecnologías como *Cinerama* y *Cinemascope*.

Lo mejor de las películas de los años cincuenta fue sin duda la película *House of Wax* del estudio Warner Bros, quien también realizó *Murders In The Rue Morgue* y la clásica película de hormigas gigantes *Them!* la cual estaba programada para ser filmada en 3D pero el día antes de la filmación Jack Warner decidió revertir el proyecto a simple blanco y negro debido a que no se pensó que fuese a ser exitosa. Resultó ser la película de mayor recaudación de 1954, incluso en formato bidimensional.

Los estudios Universal también produjeron varias exitosas películas en 3D, como *The Creature From The Black Lagoon* e *It Came From Outer Space*. Pero ese mismo año se filmó una enorme cantidad de terribles películas en tres dimensiones y la gente empezó a alejarse de dichas atracciones. Debido a este fenómeno fue que películas como *Dial M For Murder* fueron proyectadas de manera convencional por miedo a ahuyentar a la audiencia, aunque fueron filmadas en 3D.

En los años siguientes hubo esfuerzos ocasionales de volver a traer el 3D a las masas. En 1966 Arch Oboler realizó otro film tridimensional, *The Bubble*. Lo notable de ésta película fue que usó un proceso de proyección tridimensional mucho más simple que el resto. El denominado *Space-Vision 4D*. El cuadro normal de 35mm era dividido verticalmente, un simple divisor óptico era posicionado frente a la cámara y éste apilaba las imágenes de cada ojo, una encima de la otra en un mismo cuadro. Para la proyección se realizaba el proceso inverso, con un prisma que separaba la imagen en 2. La mayor fortaleza de este método fue la simpleza con la que una sala podía implementarlo. Una vez posicionado y ajustado el divisor óptico, el resto del proceso no sufría ninguna modificación, con solo brindar anteojos al público ya se podía cobrar más por la entrada. Sin embargo existía una desventaja. Aunque este método proveía una imagen estable sin problemas de sincronización debido a utilizar un solo proyector, cada ojo estaba recibiendo la mitad de la luz normal, filtrado a través de un lente Polaroid, por lo que toda película que utilizaba esta tecnología sufría de un bajo nivel de luminosidad.

Pasó mucho tiempo, y en los años ochenta hubo otro pequeño resurgimiento, usando un sistema muy similar al anterior, aunque denominado *SuperVison* y *WonderVision*. Estas películas fueron en su mayoría intentos poco esmerados. Algunos títulos de esta época son *Jaws 3D*, *Friday the thirteenth III-D* y *Nightmare on Elm street*, que contenía los últimos diez minutos en anáglifos.

En 1986 en la Feria Mundial se realizó la primera proyección de una película 3D utilizando film IMAX con anteojos Polaroid. El sistema IMAX proyectaba la película que era más ancha de lo normal a una velocidad de 48 cuadros por segundo, dándole una sensación de fluidez extrema a la que la gente no estaba acostumbrada; es el mismo caso que sucede con *The Hobbit* en la actualidad. El sistema requería dos cámaras y dos proyectores, por lo que era una gran inversión en nueva tecnología e increíblemente caro.

La película consistía de 40 minutos de la historia de la exploración y fundación de Canadá. Debido a que una pantalla IMAX estándar tiene una altura de alrededor de 8 pisos, ésta envuelve completamente el campo de visión del espectador y elimina el efecto de ventana que se genera al ver los bordes de la imagen. El sistema IMAX 3D empezó a aparecer en varias locaciones a través de los años noventa, principalmente estrenando documentales de ciencia y audiovisuales medios sobre viajes y turismo. Para el final de la década se había establecido como un estándar por si mismo.

2.5 El 3D Moderno

El primer largometraje de Hollywood realizado en el formato IMAX 3D fue *The Polar Express*, estrenada en noviembre del año 2004. La película es lo que se denomina un film CGI, o con imágenes generadas por computadora, por lo que es completamente digital y en ninguna parte del proceso de producción se utiliza fílmico. Tuvo un gran éxito e incluso fue re-estrenada por segunda vez al año siguiente con muy buenos resultados.

Fue originalmente hecha en formato estándar 2D pero se realizó una versión tridimensional debido a la poca complejidad involucrada para hacer la conversión con la película ya terminada, en comparación con una película con actores vivos. La diferencia radica en que una película convencional tiene que ser filmada con dos cámaras para simular el punto de vista de ambos ojos, en cambio un film CGI es una serie de archivos de computadora que contienen toda la información de los movimientos de cámara, actores, texturas, iluminación y todo lo necesario para recrear la película o modificarla cuando se desee. Lo único que se debe hacer es crear una segunda cámara virtual emparentada a la primera y volver a renderizar todo el proyecto. Existe la posibilidad de convertir a 3D una película que fue filmada con una sola cámara, mediante el uso de fuerte post-proceso y manipulación y reordenamiento de las imágenes ya disponibles.

La adaptación se realiza en un medio digital, después de escanear el filmico, o directo sobre los archivos originales si es que la película nació digital desde un comienzo. Simplificando seriamente el proceso, éste consiste en ir cuadro a cuadro recortando digitalmente las figuras u objetos que se deseen del fondo y rellenar o recrear en el fondo la sección donde antes se encontraba dicho objeto. Todo se realiza en un software de montaje que permite desplazar las fuentes de video en el plano Z, es decir, con posibilidad de mover en espacio tridimensional las imágenes utilizadas. Tomando como ejemplo una toma de una persona parada delante de una pared, el problema con esta técnica es que dentro de cada figura u objeto recortada no hay información de profundidad. El resultado es que aunque la persona parece estar despegada de la pared que se encuentra detrás, uno no percibe detalles de relieve en el sujeto. Es efectivamente una imagen plana de la persona que se encuentra delante de una imagen plana de una pared, dentro de cada una de estas imágenes no hay ningún tipo de información de profundidad. Es así como se realizó el efecto en la última entrega de la saga de *Harry Potter* pero el resultado dista mucho del obtenido mediante la filmación estereoscópica, dejando una sensación en el espectador similar a la experimentada al usar el antiguo

juguete para niños *View-Master* de la compañía Fisher-Price, que empleaba el mismo concepto pero en imágenes fijas en vez de en movimiento.

Mientras tanto, por otro frente los grandes estudios estaban presionando a los dueños de las salas con el cambio a la proyección digital. No sólo por la supuesta mejora cualitativa de la imagen. Una impresión de una película en 35mm suele rondar los 2000 dólares por copia, al multiplicar esto por la cantidad de cines donde se desea proyectar la película, entre 1200 y 1600; y el estudio termina teniendo que obtener millones de dólares de ganancias sólo para poder cubrir los gastos de distribución físicas.

Debido a que la mayoría de los proyectores digitales son inherentemente capaces de proyectar contenido 3D sin ninguna modificación, una sala equipada con un sistema de proyección digital moderno no requiere de nada más para poder presentar películas en cualquier formato. Actualmente establecimientos con capacidad de presentar audiovisuales tridimensionales están surgiendo a nivel mundial, algunos utilizando anteojos Polaroid, algunos pocos con anteojos obturadores, y más recientemente con el denominado Dolby 3D. Este último no utiliza luz polarizada y no requiere de una pantalla especial para preservar dicha polarización en la proyección; sino que utiliza diferentes longitudes de onda de rojo, azul y verde para cada una de las dos imágenes.

El ojo no puede notar la diferencia y el espectador no percibe diferencia de color entre una y otra.

La mayoría de las películas que fueron realizadas en formato tridimensional en la última década han sido CGI, animaciones con modelos y texturas creadas en computadoras. La ya mencionada *The Polar Express*, *Beowulf*, *Ice Age*, y algunos relanzamientos como *Toy Story*. Esto se debe a que en principio, la realización de una película generada en computadora en formato no debería presentar mayores inconvenientes. La diferencia es simplemente que en vez de hacer una pasada de render, se hacen dos, una simulando la imagen que verá cada ojo; como esto puede hacerse con el mismo equipo y sin inversión

monetaria alguna, exceptuando el costo del tiempo empleado en el segundo render, no debe sorprender que las películas CGI tengan sus versiones tridimensionales.

Es importante mencionar que casi todas las películas 3D en los últimos años fueron exitosas en la taquilla, y aunque el número de establecimientos equipados con tecnología para proyectarlas es aún limitado, las audiencias buscan activamente dichas salas y suelen preferirlas ante las convencionales. Una publicación del diario Clarín, resalta que “En Estados Unidos el número de cines con capacidad de proyección en tres planos subió en un año y medio de 800 a casi el doble.” (Bellucci, M., 2009).

Hay dos explicaciones para esto. Primero, el 3D moderno digital es una tecnología madura, que presenta imágenes que son claras, estables y perfectamente sincronizadas, todo esto reduce la posibilidad de molestias oculares o dolores de cabeza. Segundo, los estudios no están inundando el mercado con películas hechas con el único objetivo de monetizar el efecto tridimensional, sino que por el contrario, se está reservando el proceso para películas de gran perfil como *Avatar* o *The Hobbit*.

Actualmente se encuentran en producción un gran número de películas siendo filmadas en tres dimensiones, y muchas en etapas de preproducción.

Se podría afirmar que este resurgimiento podría ser definitivo, viendo las facilidades que brinda el filmar con cámaras digitales para 3D.

Gran parte del éxito de esta nueva tendencia se debe a que el resultado de una producción tridimensional puede experimentarse no sólo en los establecimientos de cine, sino en el hogar de cada uno. Existen gran cantidad de televisiones LED y LCD que permiten la reproducción y correcta visualización de contenido 3D empleando diferentes métodos activos y pasivos. Pero obviando las diferencias de funcionamiento entre ellas, el objetivo final de poder disfrutar este tipo de entretenimiento sin tener que dirigirse a un lugar específico, se logra. De esta manera toda la inversión extra que supone el usar equipamiento especial para crear una película en tres dimensiones puede ser mejor

amortizada, ya que una vez concluida la etapa de proyección en salas, el mismo material tridimensional puede comercializarse para el consumo masivo hogareño. La creación masiva de este material tiene el mismo costo que el del material bidimensional, principalmente porque realmente se trata de un video normal que contiene la información de ambas cámaras utilizando uno de los varios métodos disponibles para lograr el efecto.

Las versiones en 3D que actualmente están disponibles utilizan discos Blu-ray que tienen hoy en día una importante penetración en el mercado de entretenimiento digital y con el paso del tiempo su adopción crecerá al punto de reemplazar al existente formato del DVD como estándar de video para el hogar. Y al no presentar un costo mayor en su producción, al menos refiriéndose a la etapa de distribución para el público hogareño, sí presentan una mejora substancial en las ganancias percibidas, ya que el precio al que se venden las versiones *limitadas* o *especiales*, que son las que poseen contenido tridimensional, suele presentar un incremento con respecto a su contraparte bidimensional estándar, lo que deja un margen mayor para la distribuidora y por consiguiente para la productora al momento de llegar a un acuerdo.

Existe una dificultad actual que limita la penetración global del 3D hogareño y es la venta de películas en los denominados *bundles* o paquetes agregados. El ejemplo más importante de esto sea quizás la versión tridimensional de *Avatar*. Para poder adquirirla uno debía abonar una gran suma de dinero, cerca de 300 dólares en Estados Unidos en la tienda online Amazon, debido a que la única forma de comprarla era en un paquete *starter 3D* que incluía además de la película en blu-ray, dos anteojos activos que funcionaban solamente con televisores de la marca Panasonic, o cualquier otro televisor que utilizase exactamente el mismo sistema. Hay varios otros ejemplos de esta dinámica, como el *starter kit* de *How to train your dragon*, también con anteojos activos pero para otro sistema. La película *Bolt* solo podía adquirirse con televisiones Sony, al igual que el documental sobre la vida de Michael Jackson, *This is it* (2009).

Puede entenderse la razón a corto plazo detrás de estas decisiones de parte de las distribuidoras; tratar de obtener la mayor cantidad de dinero posible de cada proyecto y aprovechar la exposición mediática y popularidad de ciertos títulos taquilleros, que al venderse solo con costosos agregados, fuerzan al consumidor a tener que decidir entre poder disfrutar lo que desea con un gasto desorbitado y agregados redundantes o indeseados, o perder por completo la posibilidad de ver el título. Aunque esto puede funcionar y para cada proyecto individual desde el punto de vista económico, viendo el panorama general es contraproducente para el movimiento y percepción en general del 3D. Alienar a los posibles clientes nunca es bueno, y sacrificar un plan a largo plazo por la ganancia inmediata puede lastimar el impulso adquirido actualmente. La mejor opción para poder aprovechar la popularidad de todo esto sería la creación de un método estándar de visualización tridimensional hogareña; pero esto resulta bastante complejo cuando actualmente siguen en desarrollo diferentes tecnologías que usan diferentes métodos y fuentes de video con formatos distintos. El avance normal de las tecnologías es necesario para que se establezca un estándar definitivo, aunque ya hay hoy en día un formato que domina el medio, el Blu-Ray 3D, no todos los dispositivos lo soportan en forma nativa. Cuando las grandes compañías creen un estándar para la distribución de contenido masivo en tres dimensiones, será un punto de no retorno para dicha tecnología, sin ninguna razón para borrar su existencia, se convertiría en una opción más para el entretenimiento hogareño, lo que a su vez incentivaría la creación de películas de alto perfil tridimensionales para poder aprovechar ambos modelos monetarios, el del establecimiento de cine y el del cine hogareño. Mientras tanto esto no suceda, hay un gran beneficio en la inferior calidad de las tecnologías de 3D que pueden ser adquiridas por los consumidores finales, y es que para realmente disfrutar la mejor experiencia en una de estas películas, el espectador debe recurrir a las salas de cine, lo que implica una exclusividad de este tipo de contenido, y por ende una mejor recaudación para la película.

Capítulo 3 - Filmación en digital

3.1 Nuevos conceptos

Como sucede con toda nueva tecnología, el formato digital trae una nueva forma de ver las cosas y más precisamente en este caso, de medirlas, actualmente lo que importan son los píxeles.

El término 35 milímetros va a pasar a ser obsoleto, no debido a la estandarización de los 70 milímetros que ofrecen mayor calidad, sino porque especificar una cantidad de milímetros simplemente no aplicará en el cine digital. Los realizadores en poco tiempo van a encontrarse incluyendo dentro de su jerga a los *megapixels* y otros términos como *CCD*, *CMOS* y profundidad de *bits*.

Es el día de hoy que, incluso con todos los avances tecnológicos que presenta el celuloide moderno, desde el momento de su elaboración el material tiene una batalla perdida por delante, una batalla contra el tiempo y el desgaste por el uso.

Las películas que son realizadas en fílmico tienen una vida útil finita si se utilizan y debido a esto los estudios se ven obligados a buscar métodos de preservar las mismas llegando a los extremos de tenerlas en depósitos con ciertas características específicas, como la temperatura, humedad y luz, que usualmente se encuentran cerca de grandes minas de sal.

A su vez la película en digital, o cualquier otro tipo de información almacenada en forma digital, es prácticamente inmune al paso del tiempo debido a que la misma película puede ser guardada en cinta magnética, o un disco duro tradicional o en los nuevos discos duros de estado sólido. Inclusive es posible hacer una copia exactamente igual a la original, sin perder absolutamente nada de detalle ni calidad en ningún aspecto.

Las películas de hoy se distribuyen (en un nivel de simplificación extrema) de la misma manera que se distribuye el diario. Alguien tiene que llevar físicamente la película del punto A al punto B. Esto es una limitación inherente al medio de filmación.

Una película en formato digital puede ser distribuida de una forma mucho más efectiva, económica, segura y barata; usando Internet.

Por supuesto que no es el mismo Internet que la gente usa todos los días, pero sí es el mismo sistema, bajo la misma infraestructura física. Un realizador puede terminar una película un día determinado al mediodía, y tener la película distribuida en forma global con tiempo de sobra para la cena; y esto será cada vez más rápido a medida que la implementación de nuevas tecnologías, que ya están siendo desarrolladas, lo permitan.

Un argumento común suele ser que el formato digital no consigue la misma *sensación* que una película grabada en celuloide. Aunque esto es una materia de preferencias personales más que otra cosa, las cámaras digitales han evolucionado rápidamente y la calidad se incrementa drásticamente entre una generación de hardware y la siguiente. También existe el contra-argumento de que al pasarse la mayoría de películas de nuevo a rollo de película para su proyección en las salas, la *sensación* del celuloide retorna a la audiencia. Aunque, al menos en la actualidad, las cámaras digitales no pueden alcanzar el mismo nivel de calidad de imagen que un film de 35 mm (al menos desde un punto de vista teórico), hay quien piensa que el color y la claridad son mejores en digital.

Una de las grandes esperanzas que hay puestas en la tecnología digital es que democratizará el mundo del cine y abolirá las barreras económicas a la hora de realizar películas, dada lo barata que puede resultar la grabación digital y la posibilidad de pasar el material a vídeo y editarlo en un ordenador doméstico. Sin embargo, esto puede resultar más complicado de lo que parece a simple vista. El costo del celuloide y el laboratorio supone menos del 1% del costo total de una típica producción de Hollywood, por lo que el ahorro para una gran producción no es tan significativo desde el punto de

vista económico, sino que la ventaja del formato digital se manifiesta en otros aspectos que permiten ciertas libertades y facilidades que serían impensables con filmación tradicional. Como comenta en un artículo Devin Forbes, el costo de un minuto de fílmico de 35 milímetros equivale a U\$S30. Con una producción de 100 minutos de largo total y con una relación de tomas de 12 a 1, es decir que se filman 12 minutos de imagen por cada minuto que finalmente queda en la película, ese número se transforma en U\$S36.000. Puede verse como para una producción con presupuestos de decenas o cientos de millones de dólares, el ahorro no sería muy significativo, pero para un realizador que tiene que buscar dinero e inversores, o incluso recurrir a poner plata de su propio bolsillo, es fácil ver como la perspectiva cambia enormemente.

3.2 El sensor digital

La diferencia más evidente entre la captura analógica y digital radica en el proceso que utilizado para registrar las imágenes que atraviesan la cámara. Mientras que en la cinematografía convencional se depende del fílmico, en el formato digital éste se ve reemplazado por sensores electrónicos.

El cine analógico depende del film. Éste se encuentra cubierto por varias capas de emulsiones químicas fotosensibles, que como su nombre indica reaccionan a la luz y cada una de ellas reacciona a diferentes longitudes de onda, es decir, a diferentes colores y a su vez tienen diferentes grados de sensibilidad. Su contraparte digital en cambio contiene millones de diminutas celdas dispuestas en los denominados sensores electrónicos, que al ser impactadas por luz, acumulan una carga eléctrica, que luego descargan en un conversor analógico-digital, que como su nombre indica, se encarga de interpretar dicha carga y convertirla en valores digitales. Hay varias importantes diferencias entre ambas tecnologías, y cada una se destaca en diferentes aspectos.

Al analizar el film la primera ventaja que suele mencionarse es la más evidente, su superficie activa. El estándar utilizado en producciones profesionales son los 35 milímetros, este nombre se debe a que los rollos de film están compuestos por miles de rectángulos, denominados cuadros, cuya diagonal es de dicha medida. Esto resulta en un área fotosensible de un tamaño considerable, aproximadamente 400mm^2 . Cuánto más grande es la zona que reacciona a la luz, mayor es el grado de sensibilidad a ella, y por lo tanto se pueden capturar imágenes con un nivel de luz menor al de otro método con una superficie sensible de menor tamaño. Como el film no es más que material químico que reacciona y se ve modificado al ser expuesto a la luz, no requiere de ningún otro elemento presente para lograr dicha tarea, y una vez realizada otro cuadro del film es utilizado para capturar la siguiente imagen. Con los sensores digitales la situación es diferente. Ésta es quizás la más importante diferencia entre ambas tecnologías, mientras que el film presente un dispositivo virgen y único de captura para cada imagen, el medio digital depende de un único sensor que debe registrar la luz, luego descargarla en algún medio de registro permanente, y repetir el proceso para cada imagen, o cuadro que formará eventualmente la sensación de movimiento, se cuenta con un solo sensor para todas las imágenes capturadas. Este hecho hace realmente importante la selección de una cámara digital ya que no hay opción de cambio de material fotosensible, el sensor es uno y no hay forma de modificarlo; mientras que con una cámara convencional se pueden elegir diferentes tipos de rollos de película con diferentes características que pueden adaptarse a varias situaciones y proveer gran versatilidad.

Para poder realizar todo este proceso de captura y transferencia el sensor digital no solo contiene las celdas sensibles a la luz, sino que también posee un sistema de circuitos aparte dentro de la misma superficie que se encarga de transferir la información fuera del mismo. Esto ocupa preciado lugar y limita seriamente el área que es realmente útil en la tarea de capturar la luz y por eso reduce seriamente la sensibilidad del mismo. En la industria el término utilizado para especificar qué porcentaje o proporción de un sensor es

realmente activa, se denomina *fill factor* o tasa de relleno. Como fue mencionado, “(...)el fílmico tiene una tasa de relleno efectiva del 100%(...)” (Hummel, R.,2011) es decir que la totalidad de la superficie es fotosensible y todo rayo de luz que atraviesa el lente de la cámara será capturado por alguna partícula de película química y formará parte de la imagen final. Los valores típicos de tasa de relleno para los sensores digitales profesionales suelen ser aproximadamente del 30%, lo que implica que aproximadamente el 70% de la luz que atraviesa el lente y llega al sensor impacta en zonas que no son fotosensibles, por lo que efectivamente no es capturada y se pierde.

3.3 El sensor y el color

Siguiendo con las diferencias entre ambos métodos de captura, se vuelve de gran importancia el reconocimiento del color. El fílmico está cubierto por varias capas de diferentes características, que son sensibles a diferentes intensidades de luz y que reaccionan a ciertas longitudes de onda específicas. Estas capas están aplicadas unas sobre otras, superpuestas, de forma tal que la primera capa captura un color y deja pasar el resto del espectro cromático y la hace siguiente capa hace lo mismo. Se agrupan en tres grupos principales, organizados por el color al que reaccionan. Dentro de cada conjunto de un color hay varias subcapas que aunque reaccionan a las mismas longitudes de onda, tienen diferente granularidad, o densidad de material fotosensible, lo que genera una variación de sensibilidad entre unas y otras, logrando que haya gran variación entre ellas, donde algunas son más eficientes reaccionando principalmente a grandes niveles de luz, y otras a la menor excitación lumínica, esto le da gran latitud o rango dinámico lo que permite capturar las zonas más iluminadas y los detalles de las sombras en una misma imagen. Se utilizan principalmente los 3 colores primarios, cian, magenta y amarillo, y cada una es sensible a su complementario, rojo, verde y azul.

Lo importante de esta distribución es que cada capa captura el color que le corresponde y deja pasar intacto al restante de la luz hacia las capas inferiores, de forma que cada punto o partícula dentro del material fílmico obtiene toda la información cromática disponible.

Los sensores digitales operan de forma muy diferente y realizan aquí un gran sacrificio. Para poder aprovechar al máximo la limitada cantidad de celdas en los sensores, se utiliza una técnica muy interesante. La gran mayoría de las cámaras digitales se publicitan acorde a la resolución que poseen, es decir la cantidad de elementos sensibles existentes en su sensor, lo que no se suele aclarar es que la resolución publicitada aplica solo a valores lumínicos y no cromáticos. El ojo humano es mucho más sensible a los cambios de luminosidad, es decir, la cantidad o intensidad de luz en un punto que a las variaciones de color, y aprovechando esta característica se realiza un poco de manipulación de la información obtenida del sensor.

Para poder comprender, en un sensor de 12 megapixels, se asume que hay 12 millones de celdas fotosensibles que capturan luz y forman imágenes a dicha resolución. Como ya fue mencionado en un capítulo previo, para poder formar una imagen digital, cada punto debe tener la información de los tres colores primarios electrónicos que lo conforman, y con la combinación de ellos cada pixel puede representar un valor cromático completo.

Continuando con la explicación, la realidad es que de esos 12 millones de elementos que están presentes en un sensor, la mitad solo son sensibles a las longitudes de onda de los verdes, y de los 6 millones restantes, 3 lo son al azul y 3 al rojo. La razón por la que esto sucede se debe a una limitación inherente de la tecnología de las celdas fotosensibles, y es que éstas no son sensibles al color, sino que solo son afectadas por la cantidad de luz que reciben y no pueden analizar o interpretar las características de la misma, es decir, su valor cromático. Como mencionó Rob Hummel en la exposición *Cine Gear Expo* en el año 2011, "Los CCDs y CMOSs son inmunes al color, no ven color". (Hummel, R.,2011)

Sin embargo este hecho daría la impresión que las cámaras digitales son dispositivos de captura monocromáticos y que deberían brindar imágenes solamente en blanco y negro. En cierta forma esto es precisamente lo que pasa, pero con un poco de ingeniería se logra extraer color de un sensor que simplemente no lo ve. Sobre cada uno de los millones de pixeles del sensor se encuentra un pequeño filtro de color que deja pasar sólo la luz que corresponda a dicho pixel, ya sea rojo, azul o verde. De esta manera la luz que realmente llega a cada celda fotosensible contiene la información de un color, y el resto del color que impacta en un determinado filtro es bloqueado y nunca llega a excitar a ninguna celda.

“Qué es lo que sucede con una cámara digital? Esta sabe que esta foto-celda azul de aquí sólo está capturando luz azul, así que en realidad está capturando un registro blanco y negro, un voltaje, de la luz azul, es interesante, es como un círculo completo.”
 (Hummel, R.,2011)

Cada punto en la imagen tiene entonces la información de un solo color y no posee toda la información necesaria para ser considerado un pixel completo. Esto es similar al proceso utilizado por la tecnología *Tecnicolor* que consistía en tres capas de película monocromática pero con filtros que hacían que cada una de ellas recibiera la información de un solo color, que al ser procesada en laboratorio se tenía cada una y se combinaban en una sola película final que poseía los tres colores.

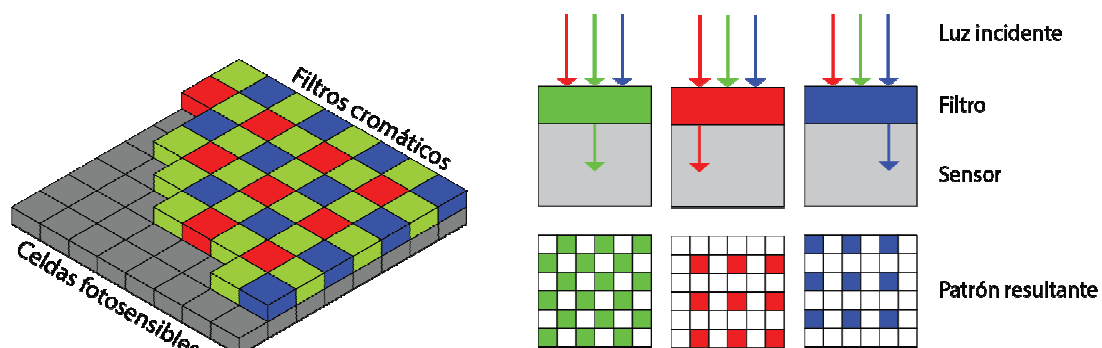


Figura 8: Sensor Bayer y filtros de color Fuente: Elaboración Propia

Figura 9: Patrones de colores resultantes Fuente: Elaboración Propia

La distribución de los filtros de colores sobre el sensor suele seguir el denominado patrón Bayer, en honor a su inventor Bryce E. Bayer, y es considerado el estándar actualmente en la fabricación de sensores digitales. Este patrón consiste en asignar dos elementos verdes por cada elemento azul y rojo, es decir que la mitad del sensor recibe luz verde mientras que el resto recibe en igual proporción los colores rojos y azul.

La razón de detrás de este diseño está explicada en un que “La sensibilidad fotópica de un ojo muestra máxima sensibilidad en el rango espectral verde a los 555nm” (Schubert, E.F., Gessmann, T., Kim, J. K., 2001).

Se utilizan el doble de filtros para luz verde debido a que el ojo humano es más sensible a las longitudes de onda que, realizando un promedio de varios estudios, rondan los 550 nanómetros.

El sensor sabe qué filtro cromático hay sobre cada celda que contiene y por lo tanto qué color recibe, con esta información y aplicando avanzados algoritmos matemáticos se interpolan los diferentes tipos de pixeles para obtener una imagen en la que cada pixel contiene la información de los tres colores que son necesarios para representar un valor cromático completo. La interpolación consiste en usar la información de los pixeles aledaños a uno para calcular el valor que hubiese obtenido un pixel de haber recibido luz pura sin filtro alguno de color, es una combinación de varios elementos para recrear uno.

Este proceso, en este caso, es denominado *debayering*, y se vale de los valores de intensidad lumínica de los elementos verdes y obtiene la información cromática de todos los elementos. Debido a que la resolución efectiva se ve reducida al total de elementos verdes en los patrones *Bayer*, es importante entender que la cantidad de celdas en un sensor no es un parámetro fiable para referirse a la calidad del mismo. Esto se debe a que dos sensores con el mismo número de celdas, es decir la misma resolución, pueden

ofrecer resultados muy diferentes, ya que gran parte de la calidad que se obtiene depende del método matemático utilizado para obtener la imagen final de la información original del sensor, lo que puede ser modificado sin hacer ningún cambio real al objeto físico. En las cámaras digitales de hoy en día esto puede ser cambiado mediante un pequeño paquete de software que cada consumidor puede obtener y aplicar a su modelo y actualizar así diferentes parámetros de la misma sin realizar ningún cambio físico al dispositivo.

Aunque en menor medida, aún se utilizan varios patrones distintos al *Bayer*, como el de distribución lineal, y algunas variaciones del primero que utilizan una distribución similar pero en vez de usar dos píxeles por subgrupo para el color verde, utilizan uno de esos dos sin ningún tipo de filtro. Es decir que en cada subgrupo de cuatro elementos, hay uno para cada color y uno que recibe todo el rango de luz completo, esta hace al sensor más sensible al tener una celda dedicada a medir intensidad lumínica absoluta y permite obtener un mejor nivel de imagen junto con un menor ruido electrónico.

Al mismo tiempo que en este trabajo se muestran tantos aspectos técnicos y términos específicos, es importante entender que una de las mayores fallas con respecto al equipamiento digital es la comparación de los mismos a través de números, gráficos, tablas y diagramas. Los datos y especificaciones técnicas de cada producto son comunicados por su propio fabricante por lo que no deben ser tomados como verdades absolutas, sino mas bien como guías del nivel de calidad que algo tendrá. Es vital para tomar una decisión entre una opción de equipamiento y otra el probar y ver el resultado real de cada una para poder comparar el producto obtenido en vez de número en un manual.

3.4 Trabajando con un presupuesto

Las mediciones de distribuciones de películas indican que cada año se crean tres veces más películas independientes que producciones de estudio. De las 706 películas realizadas en Estados Unidos en el año 2010, los seis más grandes estudios de Hollywood y sus subsidiarias se atribuyen solo 174, mientras que otras entidades produjeron y proyectaron 532.

Como un grupo, los realizadores independientes típicamente se distinguen a sí mismos como diferente a los estudios al tener tanto un control creativo completo sobre sus obras y al contar con recursos financieros limitados para poder realizarlas. Algunos incluso discuten que deberían llamarse realizadores “dependientes”, ya que dependen de amigos, familiares, conocidos, contactos, favores, para poder llevar a cabo la producción, financiación y distribución de sus trabajos. Habiendo dicho esto, el origen de una película independiente no evita que pueda llegar a ser un éxito taquillero de éxito mundial.

Desde 1980, más de la mitad de las películas que han ganado el premio a mejor película de la *Academy Award* han sido independientes. Aquellas películas desarrolladas por las divisiones especiales de los estudios, o adquiridos por los mismos para distribución *art house* no son generalmente consideradas dentro de esta categoría.

No es de extrañar que los realizadores independientes hayan sido los primeros en adoptar las tecnologías digitales. Filmadoras y cinta magnética de bajo costo, computadoras personales como editores no lineales, y software de efectos visuales sofisticados pero económico pusieron poderosas y creativas herramientas en las manos de aquel que tuviera un poco de dinero que gastar. La eliminación del fílmico crudo y de los gastos de procesado en laboratorio ayudaron aún más. Pero las mismas desventajas entre el formato digital y analógico existieron desde el comienzo.

“Aunque las tecnologías digital han facilitado la creación de películas para los realizadores independientes, también han fraccionado los canales de distribución” (Science and Technology Council of the Academy of Motion Picture Arts. 2011, p. 31)

Los grandes estudios de Hollywood integran toda la producción, distribución y almacenaje de sus películas, dentro de sus estructuras corporativas. Desarrollan o adquieren películas, financian, promueven y las distribuyen; y mantienen acceso a largo plazo a los materiales de las mismas a través de departamentos de archivos y bibliotecas. Los bienes de un estudio se manejan en un ecosistema cerrado.

Los realizadores independientes no tienen el grado de recursos a su disposición o un camino garantizado a menos que algún estudio u otra entidad de distribución adquiera los derechos de su trabajo. Debido a esto, los desarrolladores independientes cuentan consigo mismo para lograr poner sus obras frente a una audiencia, recuperar los costos de la producción y con suerte generar algo de ganancia, lo que les permitiría avanzar a su próximo proyecto y comenzar todo el proceso nuevamente.

Estas son las principales prioridades de los desarrolladores que no tienen el respaldo de grandes estudios y se entiende que su enfoque con respecto a la distribución sea lo que más afecte el camino de su trabajo hacia un público.

Antes de la llegada del formato digital, la mejor esperanza de uno de estos desarrolladores era que una muestra privada o una proyección en un festival capturase el interés de un distribuidor de cine. Sin embargo en la actualidad, se les presenta una gran variedad de opciones para distribuir sus trabajos y lograr que lleguen a una audiencia que les genere ganancia.

Hoy en día hay un gran número de realizadores independientes y el crecimiento no muestra ningún indicio de que esto vaya a cambiar en corto plazo. No hace falta más que entrar a internet y ver sitios como, *Vimeo*, *YouTube* y *Hulu*, y tomar nota de la cantidad de videos que se suben cada minuto, y esto es hablando específicamente de

proyectos serios independientes, no de clips personales que no cuentan como proyectos audiovisuales reales. El nivel de equipamiento disponible hoy en día para un joven en sus veinte años con una modesta suma de dinero es asombroso. En el ambiente digital se pueden conseguir cámaras con una relación de costo y calidad que hace diez años hubiese sido impensable.

Es el caso de la *Black Magic*, una cámara diminuta, al menos en su versión más simple, que por 3000 dólares provee una calidad de imagen y una latitud comparable a la del fílmico. Este modelo está lejos de ser una RED Epic o una *Arri Alexa*, pero los resultados que se pueden obtener con un presupuesto tan pequeño y que no requiere de un insumo continuo como el film, son excelentes. El sensor utilizado en el modelo actual permite capturar imágenes a 2.5K de resolución con una latitud de 13 *stops* o puntos de exposición, lo que resulta en un gran rango dinámico y en mucho lugar para mejorar la imagen en post-producción si se presenta algún problema.

Con este tipo de equipos, Internet está siendo inundado de audiovisuales independientes, desde series on-line, documentales, animaciones 2D y 3D, cortometrajes e incluso largometrajes. Todo lo anterior puede sonar positivo a simple vista, el fácil acceso a equipamiento para poder realizar los proyectos resulta en mucho material siendo creado y expuesto a las audiencias; pero cuánto de todo los productos realmente llega a ser visto por un espectador. El problema actual es que hay un excedente de realizadores, un sobrante de mentes creativas y trabajadoras, y el camino para lograr llegar a exponer el trabajo propio y poder ganar dinero está cambiando seriamente. Los medios de distribución convencionales actuales no son realmente útiles para los realizadores, ya que pierden efectividad al tener que lidiar o manejar el volumen de producciones actuales. Patton Oswalt realizó un discurso en el festival *Just for Laughs* del año 2012 sobre este fenómeno, y aunque él se dirigía principalmente a los comediantes, los conceptos y cambios que menciona pueden aplicarse de igual manera a los realizadores audiovisuales, principalmente porque es un fenómeno social que afecta a todos en mayor

o menor medida, y ambas profesiones están explotando los medios digitales para lograr exposición en el ámbito independiente. El discurso consiste en una carta hipotética que está dirigida principalmente a lo que él denomina *Gatekeepers* o guardianes de las puertas, haciendo alusión a aquellas personas en las productoras o estudios cuyos trabajos consisten en abrirle las puertas, a aquellos lo suficientemente afortunados, hacia un mundo con mayores oportunidades o de mayor perfil. Serían los busca talentos corporativos. En su discurso comenta: “Estamos empezando a darnos cuenta que nuestras carreras no dependen de que alguien en una oficina decorada, decida apuntar un poco de suerte en nuestra dirección, no hay mas puertas, desaparecieron, no existen más. (Oswalt, 2012).

Continúa luego comparando el viejo modelo de ser descubierto por una productora o estudio con la escuela secundaria, donde el alumno se presentaba y recibía prueba múltiple choice, con las opciones acotadas y pre-seleccionadas. En cambio afirma que el modelo actual debido a la gran cantidad de talento disponible se asemeja a la universidad, donde cada uno tiene mayor autonomía, nadie realmente toma asistencia, y donde nadie ofrece nada preparado. En este nuevo esquema remarca que es importante ser activo y buscar las oportunidades uno mismo.

Están viendo a la mejor y más talentosa onda de jóvenes que esta industria jamás ha tenido en ningún momento en su historia. Y dado que esta nueva generación nació en el post-modernismo de todo son más salvajes, incontrolables e intrépidos que cualquiera con quien hallan lidiado

(Oswalt, 2012).

Así como se utilizan los portales de videos online, las redes sociales para poder promocionarse, la creación de un sitio web propio, la distribución mediante algún servicio de video on-demand, todo esto hace que mucho material pase desapercibido, o no descubierto por el público. Hay proyectos que actualmente buscan soluciones con medios de financiación modernos, como el que provee el sitio *kickstarter.com*. Este sitio permite a

cualquier persona presentar su proyecto, cualquier sea la índole del mismo, de la forma más detallada que pueda, mediante un video explicativo y demostrativo. La gente que entra y siente interés puede convertirse en un sponsor del proyecto y acorde a la cantidad de dinero que invierta recibe ciertos beneficios pre-establecidos por el realizador.

La situación actual para los realizadores independientes es una con dos posibles puntos de vista. En un lado, existe una increíble variedad de equipos y opciones con características que hace no muchos años eran impensables. Incluso hay un proyecto en kickstarter cuyo objetivo es recrear en forma digital la cámara Bolex original, y a un precio accesible. Hoy en día se puede exponer el trabajo que alguien realiza al mundo entero mediante sitios globales de videos y redes sociales ayudan a diseminarlo. Hay formas de aprender a crear contenido no convencional que ni siquiera requieren que se salga del hogar. Se pueden encontrar todo tipos de videos explicativos, papers y tutoriales on-line para realizar lo que a uno se le ocurra. Y sumado a todo esto la cantidad de material audiovisual disponible para ver y absorber es prácticamente ilimitada.

En el otro lado existe el problema que deriva gracias a que todo sea tan accesible, y es que todo el mundo puede hacerlo, y el nivel de competición crece exponencialmente, aumentando el grado de dificultad presente para lograr el salto del anonimato al reconocimiento.

Capítulo 4 – Administración digital

4.1 . Almacenamiento a largo plazo

Hoy en día la penetración del cine digital crece a pasos agigantados y trae beneficios para toda la industria del cine mundial. Como se evidencia en los efectos visuales, *mastering*, el gradado de color, en la edición y mezclado de sonido y en la creciente distribución digital a establecimientos de cine y otras plataformas. Para muchos, la era digital no está cerca, ya está aquí

Sin embargo los cambios han llegado tan rápido que la industria no ha tenido tiempo de tomarse un momento para considerar la revolución digital y sus efectos a largo plazo. Incluso algunos de los artistas que han sido los más evangelizadores acerca del nuevo mundo digital del cine a veces parecen no haber explorado profundamente la simple pregunta de qué le pasa a una producción digital una vez que deja los cines y a la audiencia y comienza su vida como un bien a largo plazo de los estudios.

Hasta la fecha no se encuentra ningún estudio definitivo comparando los costos de sistemas digitales o híbridos con el sistema analógico convencional que ha sido el estándar en Hollywood desde el comienzo. La preservación a largo plazo, y el acceso conveniente, a los bienes cinemáticos de una compañía va a ser una preocupación presente, y sin embargo existe el peligro de que en un intento de mantenerse a la vanguardia de la ola digital (un esfuerzo incentivado principalmente por los fabricantes y vendedores de tecnologías digitales) la industria pueda tomar decisiones que produzcan graves consecuencias culturales y financieras.

Mientras que ha habido muchos estudios y *papers* sobre los problemas asociados con la digitalización de los archivos ya existentes de materiales audiovisuales y sobre la preservación de la información digital en general, ninguno ha examinado el problema de

la perspectiva de los estudios de Hollywood, una perspectiva desarrollada durante un período de más de 100 años.

Desde esta perspectiva está claro que un cambio total al formato digital tiene un gran inconveniente: la ausencia de un garantizado acceso a largo plazo al contenido creado de imágenes en movimiento y sonido.

En este capítulo se tratará de traer a la luz varios de los problemas asociados con el remplazo de los sistemas de film analógico con tecnología digital y su impacto en los costos, operación, personal y acceso a largo plazo.

En la industria del cine hay una gran diferencia entre un archivo y una biblioteca. El archivo tiene contenidos *master* u originales que se preservan en condiciones ideales para el acceso a largo plazo. Una biblioteca es un lugar de almacenamiento temporario, que hace circular sus copias y duplicados cuando se necesita. Un archivo que guarda materiales digitales tiene como objetivo almacenarlos a largo plazo. Sin embargo, por los estándares y definición actuales, el almacenamiento digital es inherentemente a corto plazo.

Para los estudios de Hollywood, la biblioteca de sus títulos, es seguramente uno de sus más grandes y valiosos bienes. Durante los últimos 40 años, y en algunos casos aún más tiempo que ese, los estudios y otros dueños de contenidos han guardado todas las filmaciones, desde los negativos de la cámara hasta las impresiones finales que terminaron en los cines, sin descartar ni deshacerse de nada. La estrategia de *guardar todo* fue posible gracias al bajo costo de los depósitos y la larga vida útil del film y la tecnología química que lo respalda. Dichos films han brindado contenido que se ha usado con fines ni siquiera pensados en el momento que fueron creados y almacenados originalmente.

En contraste, el uso de información digital genera una cantidad de material mucho mayor, y actualmente muy poco de éste es preservado. El master digital, creado durante el

proceso de Intermedio Digital es grabado a un medio estable, un film blanco y negro con separación amarillo-cian-magenta, *YCM* por sus siglas en inglés, y con una vida útil estimada en más de 100 años. Sin embargo esto solamente preserva solamente esa versión específica del contenido creado. El equivalente digital de los *negativos B*, el material cortado y no utilizado en la edición final, al igual que materiales varios complementarios que son usualmente utilizados para la distribución fuera de cines, no son preservados como film sino como información digital que necesita ser administrada en forma activa o *migrada* a un nuevo formato digital cada una determinada cantidad de años. Esto se debe a que si bien la naturaleza de la información digital la hace inmune a alteraciones, los medios físicos en los que son almacenados pueden llegar a fallar, dejando a la información atrapada dentro de los mismos. En menor medida también se considera la migración de un formato digital a otro, para prevenir que el formato original se vuelva obsoleto y que aunque el archivo se encuentre en perfectas condiciones, no haya forma de abrirlo con tecnología más moderna.

Debido a la emoción sobre las soluciones que la digitalización ofrece, las preguntas correctas sobre costos usualmente no son consideradas, especialmente sobre los costos a largo plazo para mantener los archivos digitales vivos. Esta actitud de entusiasmo es riesgosa, ya que el proceso de conversión para crear archivos digitales puede ser bastante caro desde el arranque, y estas inversiones pueden resultar en vano si se ignora planear para el futuro y no se aseguran fondos estructurales para mantenimiento.

(Palm, 2008, p. 11)

El uso explosivo de tecnologías digitales durante la capture, post-producción y distribución genera nuevos problemas relacionados con el flujo de producción, responsabilidad organizacionales y modelos de comercio. La explosión de datos también viene con el riesgo de la extinción de datos, y por ende, la pérdida de contenido muy valioso.

Tomando en cuenta que una sola película digital genera más de 2 *petabytes* de datos, el equivalente a medio millón de discos DVD, la decisión de que materiales guardar, que

eliminar y que decisiones son necesarias antes de una decisión de migración de datos, todo esto genera presión y posibles problemas para la administración de los mismos.

Las prácticas actuales en otros sectores como el médico, ciencia, gobierno, grandes corporaciones y supercomputadoras permite sacar dos interesantes conclusiones.

Primero, todas estas empresas presentan problemas similares con la preservación de información digital. Y segundo, ninguna de ellas tiene un plan o estrategia que no requiera una inversión constante y substancial de capital y costo operativo.

Sumado a esto el costo de mano de obra y gastos de energía eléctrica suman de manera importante al costo total de propiedad de material digital.

Modelos económicos comparando el costo de almacenamiento a largo plazo del film y datos digitales muestran que el costo anual de preservar el materia de un master de film ronda los U\$S1000 por película, tomando como referencia un costo de U\$S0.40 por cada 300 metros de rollo almacenado en condiciones de preservación a largo plazo e incluyendo el costo de fabricación del material necesario para archivarse. Por otro lado el costo estimado para preservar un master digital en formato 4K supera los U\$S7000, basado en un costo de almacenamiento digital administrado de U\$S300 por cada *terabyte*, guardando 3 copias de un master de calidad 4K de 8 *terabytes*.

El costo anual de preservación de un juego completo de todo el material de origen digital es substancialmente mayor que el del film, y todo bien almacenado digitalmente requiere un gasto constante para garantizar el acceso al mismo.

El principal desafío de los impulsores del sistema digital es el igualar o exceder los beneficios del método actual utilizado con el film. Esto incluye estándares globales; acceso a largo plaza garantizado (un mínimo de 100 años) sin pérdida de calidad; la posibilidad de crear copias del master para cumplir posibles necesidades futuras de distribución; independencia de cambios de plataformas tecnológicas; interoperabilidad; e inmunidad ante una necesidad de inversiones constantes.

Sin planeamiento a largo plazo, proyectos de digitalización puede llegar a comportarse como agujeros negros en el cielo. La información escaneada, la cual en el mundo analógico puede ser accedida por el simple uso de nuestros ojos, se encuentra de golpe almacenada en un medio donde es recuperable solo mediante el uso de la tecnología, que constituye un factor de costo constante. Cuanta más información se convierte, más crecen los costos para acceder a ella. El agujero negro digital tiene una firme mano sobre el proyecto. Continuará tragando tanto dinero o información: los fondos no deben desaparecer o todo lo introducido habrá sido desperdiciado. Si los fondos comienzan a desvanecerse, la información podría todavía ser recuperada pero luego en un tiempo se volverá inaccesible dado a archivos corruptos, sistemas de archivos o tecnología obsoleta. Entonces la información digital está perdida para siempre en el agujero negro.

(Palm, 2008, p. 11)

Lo que plantea Palm es alarmante, la posibilidad de que la información digitalizada pueda quedar fuera de nuestro alcance de forma terminal y definitiva, sin duda califica como un serio problema. Sin embargo hay que tener presente que en estos últimos años la capacidad de los discos duros ha seguido aumentando a un ritmo aún mayor, de la misma manera que su vida útil ha crecido. Hoy en día hay fabricantes que incluso ofrecen garantía por 7 años en ciertos discos destinados para servidores, que es sin duda el tipo de disco a utilizar para almacenar algo tan valioso como el material de una película.

El problema es quizás más complejo al hablar de pequeños realizadores independientes que como fue mencionado previamente, no cuentan con grandes presupuestos, y que usualmente no suelen siquiera tomar como un ítem en su planeamiento el costo o viabilidad de almacenamiento a largo plazo de sus obras; e irónicamente son precisamente ellos, quienes son más propensos a usar el formato digital debido a su reducido costo, accesibilidad y la reducción o eliminación del tiempo empleado en procesado de laboratorio.

Pero incluso si los estudios no pueden adaptarse, si no se crea un sistema de archivo central donde almacenar las películas, si no surgen empresas destinadas específicamente a la preservación de medios audiovisuales digitales, siempre se puede recurrir al método actual.

Claro está que lejos de ser la solución ideal al problema del almacenamiento a largo plazo del formato digital, convertir todo el material a fílmico solo para poder tenerlo en caso de necesitar reutilizarlo decenas de años en el futuro no es algo trágico. Las ventajas del formato digital se presentan principalmente durante su ciclo de producción, post-producción, proyección al público y distribución en formatos hogareños; una vez terminado este ciclo las ventajas del formato digital dejan de ser relevantes y su principal desventaja toma una prioridad mucho mayor. Teniendo en cuenta que las proyecciones de costos anuales para almacenar cada película digital son diez veces mayores que su contraparte fotoquímica, realizar una impresión a fílmico de todo el material que fue capturado originalmente en forma digital sería una viable solución.

Sin duda con el avance del tiempo y la continua evolución de las tecnologías de almacenamiento llegará un momento en que el costo de almacenar y administrar datos digitales sea aceptable para los estudios y todo el problema se volverá obsoleto. No hay nada que evite incluso la creación de algún nuevo medio digital de larga vida útil y poco mantenimiento que pueda asemejarse al film.

Poniendo en perspectiva el problema se puede decir que ya hay opciones para solucionar la situación. Los estudios pueden optar por tomar uno de tres posibles caminos. El más simple pero seguramente el menos atractivo, sería invertir el dinero necesario para mantener almacenadas digitalmente sus películas en un *datacenter* y esperar a la lenta pero inevitable reducción de costos de almacenamiento digital. Puede buscarse un acuerdo entre todos los estudios para fomentar la creación de un archivo centralizado y administrado por los estudios que les permita luego de una gran inversión inicial reducir los costos de almacenamiento cobrados por servicios tercerizados, que superan por un alto margen el costo que requeriría una desarrollar y mantener una solución *inhouse*. O bien pueden optar por una tercera opción que sería el pasaje de todo material digital a un negativo fílmico para poder almacenar de la misma manera que se hace con el cine convencional.

Cuando un establecimiento de salas de cine arma su programación de películas de la forma tradicional tiene que tener en cuenta varias cosas para evitar problemas y asegurar que durante la jornada laboral todo fluya sin inconvenientes. Es importante saber la cantidad de rollos que tiene una película, y depende del tipo y el largo de cada película debe saber qué proyectores puede usar para pasar dichos rollos. Cuantas copias de cada película tiene actualmente disponible para proyectar.

4.2 Distribución digital

Cuando una película termina su etapa de producción y filmación comienza la parte del proceso más importante para los productores, el momento en que se empieza a trabajar para hacer llegar el proyecto al público, cuyo objetivo principal, dejando de lado logros personales, y los posibles aspectos artísticos, es recuperar la inversión de dinero realizada para financiar todos los gastos en los que incurrió la película y tratar de obtener ganancias.

La distribución de una película consiste en el acto de hacer que ésta esté disponible al público para su visionado o compra. Esto puede ser logrado de varias maneras, por ejemplo, con lanzamiento de cine, lanzamiento para el hogar, o directamente lanzamiento a la televisión. El estándar para las grandes películas de Hollywood está regulado por un modelo de negocios, con lo denominado *ventanas de lanzamiento*, originalmente concebido en los años ochenta como una estrategia para evitar que las diferentes instancias de una misma películas compitan entre sí, de esta forma tratando de obtener el mayor provecho de cada segmento del mercado. El proceso comienza con el lanzamiento en las salas de cine.

Para hacer esto se tienen que trasladar las copias de los rollos de las películas hasta cada una de las sedes donde serán proyectadas. El costo usual de cada una de éstas ronda entre los U\$S1500 y los U\$S2000, valores promedio en Estados Unidos en el año

2012, por lo que el distribuidor, la compañía encargada de hacer llegar la película al público, debe decidir cuántas copias desea hacer acorde al presupuesto con el que cuenta, la inversión que se desee realizar y estipulando con las posibles ganancias de cada sala. Para hacer un lanzamiento en la noche de estreno en 3000 salas, el costo sería de U\$S6.000.000, por eso el distribuidor debe asegurarse que la gente tenga interés en la película para asegurarse que los costos valen la pena.

Luego de la proyección en los cines, aproximadamente 16 semanas después, se hace el lanzamiento para entretenimiento hogareño, originalmente en formato VHS, que luego fue reemplazado por el DVD, y actualmente el Blu-Ray que sigue coexistiendo con su predecesor. La etapa final del proceso de distribución es la disponibilidad del film en medios de televisión, que suele suceder cerca de los dos años desde el estreno en las salas. Esta es la forma en que el sistema tradicional funciona. Sin embargo existen varios problemas, desde económicos hasta logísticos, los cuales pueden ser solucionados con diferentes métodos de distribución digital. Como se mencionó, realizar las copias de miles de impresiones para su proyección en cine implica un gran gasto para la distribuidora. Sin embargo, aplicando un primer paso de digitalización en el proceso, el simple cambio del medio físico de la película, de un rollo de film a un disco duro, el costo por cada copia se ve reducido a menos U\$S100. Para un largometraje almacenado con un *bitrate* de 250 *megabits* por segundo, que es el máximo definido por el DCI (*Digital Cinema Initiative*) para una película en formato digital de resolución 4K (Digital Cinema System Specification, 2012, p.34), un disco de 500GB puede almacenar 4,5 horas y media de contenido. Con este método el gasto total para una distribución de 3000 copias en disco duro sería de U\$S300.000, un número 20 veces menor al necesario para hacerlo en formato analógico. Una ventaja incluso mayor, es que los discos utilizados para almacenar las películas pueden ser devueltos para ser reutilizados, ya que su vida suele alcanzar mucho más de 10 años con los cuidados necesarios (Williams, P., Rosenthal, D. S. H., Roussopoloulos, M., Georgis, S., 2008, p.5). Esto reduce el costo de las

subsiguientes copias ya que el medio físico es el mismo y por tanto no tiene costo. Con miles de películas siendo distribuidas cada año, el ahorro para la industria a nivel mundial sería de cientos de millones de dólares, y con el paso del tiempo, el ahorro sería aún mayor. En la industria se denomina DCP o paquete de cine digital a la película siendo distribuida en forma digital, sin importar el medio físico por el que se realice dicha distribución.

La realidad es que el proceso lógico a seguir luego de digitalizar el medio de entrega de las películas, es el de eliminar por completo el medio físico. Adoptando un sistema que ya se utiliza en el entretenimiento hogareño. Los sistemas de *VOD* o video on-demand proveen a sus usuarios de contenido instantáneo en forma remota, mediante el uso de internet. Utilizando el mismo principio, la distribución podría tomar lugar en forma transparente, desde el datacenter de la distribuidora hacia todas las salas de cine, utilizando la red. Con conexiones dedicadas, y velocidades de tan solo 100mbps con una velocidad efectiva de 12Mbps, un largometraje de 300GB tardaría menos de 10 horas en estar disponible para su reproducción. En la actualidad hay la gran mayoría de las películas digital son entregadas mediante el envío de discos duros, pero eso puede y debería cambiar en un futuro. Las publicidades y avances de otras películas, también empaquetados en los DCP, al ser de un tamaño mucho menor, son entregados en pendrives, DVDs o por internet. Este último método permite la modificación del contenido prácticamente instantánea en caso de ser necesario.

El mayor obstáculo que presenta la digitalización de la distribución de films, es la transición e inversión que tiene que darse en las salas de cine para poder aceptar dichos discos duros y poder proyectar directamente la información digital en la pantalla. Además de los equipos ya presentes en los establecimientos de cine de fílmico se debe contar con una pantalla que cumpla los requerimientos establecidos por el DCI, se debe contar con un proyector digital y una computadora conocida como un servidor. Ya sea que las películas sean entregadas por método físico, via satélite o por banda ancha de fibra

óptica, éstas deben ser almacenadas en los discos internos del servidor. Luego, en la gran mayoría de los casos, debido a que los DCP vienen encriptados por seguridad, se debe proveer de las llaves digital, usualmente enviadas por correo electrónico debido a su pequeño tamaño. Dichas llaves tienen un límite de tiempo y sirven para asegurar que una película solo será accesible durante el período previamente acordado, pasado ese tiempo, aunque el archivo del DCP continúe en el disco del servidor, no podrá ser abierto para su reproducción.

La reproducción del contenido es controlado por una lista de reproducción, que como el nombre implica contiene todas las partes del contenido que serán utilizadas durante la presentación. Además de listar lo que será reproducido, la lista puede controlar el proyector, el sistema de sonido, la iluminación de la sala, los telones, etc.

Todo esto presenta un gran avance con respecto a la administración de una sala, ya que gran parte del proceso queda automatizado y en forma protegida.

Una de las características más novedosas de los sistemas de proyección digitales es que pueden entregar transmisiones en vivo de eventos o performances, como ser óperas, recitales o incluso deportes.

4.3 Proyectores digitales

Durante el largo proceso que significa desarrollar una película, se pueden hacer varias decisiones con respecto al uso de tecnologías digitales o analógicas, desde las más importantes como elegir en qué tipo de cámara se grabaran las imágenes, si se utilizará film o sensores electrónicos, hasta el nivel de corrección y atención al detalle de la imagen a la hora de filmar o si se reservará para la etapa de post-proceso y la edición, que actualmente se hace en forma completamente digital. Pero todo esto puede ser en vano si el sistema de proyección no es idóneo.

Un audiovisual realizado en fílmico, presentado en una sala con un proyector en perfectas condiciones y con una copia en buen estado, con la luz indicada y otros factores, tiene una cierta calidad. Pero el problema yace en que no es extraño que la gran mayoría de los cines que el público suele visitar estén lejos de esta situación perfecta. Las copias se van degradando con cada show en el que son usadas, y solo las primeras camadas de espectadores pueden disfrutar de un rollo sin desgaste. Con el propio uso, es normal que se vayan rayando y ensuciando. El proyector puede estar mal calibrado y como resultado la imagen puede no ser estable, aparecer muy cálida o muy fría. Se pueden presentar diferencias entre dos rollos de una misma película, creando un corte estético. Incluso algo tan simple como el foco del lente del proyector es un detalle que muchas veces es descuidado por los encargados de la reproducción. El sistema de reproducción digital elimina gran cantidad de estas variables, al volverlas obsoletas, o automatizar su control.

Actualmente solo cuatro fabricantes producen proyectores digitales aprobados por el DCI; estos son Sony, Barco, Christie y NEC. Salvando Sony, quien usa su propia tecnología, todos utilizan la tecnología DLP (Procesamiento digital de la luz) de Texas Instruments. Los proyectores digitales tienen ciertas semejanzas con su principio de funcionamiento con los cañones hogareños, con la importante diferencia que tienen que cumplir con los rigurosos requerimientos de desempeño establecidos por el DCI, y segundo, deben incorporar un fuerte sistema anti-piratería para proteger el contenido almacenado en el sistema. Es por estas razones que cualquier proyector tiene que ser previamente aprobado para poder ser puesto en venta. Como se mencionó antes, los DCP (las películas en formato digital) son generalmente encriptadas, y las llaves necesarias para poder desencriptarlas están ligadas a la marca, modelo y número de serie del proyector en uso.

Capítulo 5 – El cine digital

5.1 Cine Digital en la actualidad

Ya hay en desarrollo cámaras digitales con sensores capaces de resoluciones superiores a 5K, con aproximadamente 15 *megapixels* que deberían igualar o incluso la resolución lineal de un fílmico de 35 milímetros; y no hay nada que evite que se siga incrementando la cantidad de pixels, al punto de llegar al futuro estándar de video digital, el *UltraHD*, con una resolución de 7K, donde la imagen debería poder defenderse incluso contra una película IMAX de 70 milímetros.

No se debe olvidar la diferencia de rango dinámico o latitud presente entre el soporte analógico y digital, que muchos grandes realizadores están de acuerdo en que actualmente gracias a las nuevas cámaras profesionales se reduce a una decisión estética y no de calidad. Los sensores más modernos ya poseen la capacidad de capturar imágenes en 16 bits por color, esto es un número sin precedentes de valores tonales, y al menos en teoría supera al valor posible con el fílmico.

Un conflicto de cierta importancia es la re-evaluación de la responsabilidad del DF o Director de fotografía en los proyectos digitales. El cargo de DF siempre llevó un cierto halo de misterio y respeto, es la persona que puede asegurar que algo que en el set se ve de cierta manera, quedará exactamente como el Director desea, y es el único que podía con total certeza saber cuál sería el resultado final, mientras que el resto tenía que esperar a ver las diarias al día siguiente para corroborar la calidad del material. Con las cámaras digitales sin embargo, mucha de esta responsabilidad puede ser fácilmente eliminada con el simple uso de un monitor profesional calibrado durante el rodaje. Al contar con la posibilidad de ver en el momento en forma casi exacta cómo será el resultado final, sin demoras, sin necesidad de esperar al día siguiente para que el laboratorio devuelva los rollos, y sin tener que depositar tanta confianza en algo que

podría ser una diferencia abismal entre lo observado con los ojos y lo que la cámara realmente ve. Al darse este cambio de paradigma, no es de extrañar que muchos de los Directores de Fotografía no estén satisfechos con el formato digital, no sólo les saca autoridad y vigencia por el feedback instantáneo disponible, sino que al estar todo el material capturado en formato digital, suele usarse en gran medida a los coloristas para lograr la estética o *look* buscada, restando aún más importancia a los grandes conocimientos del DF. Esto es, de todas maneras, una simplificación y generalización de cómo se ven afectados ciertos roles actuales con la implementación de esta nueva tecnología, pero muestra que existe una necesidad de cambio y adaptación; y usualmente el cambio no suele ser bienvenido sin resistencia.

Hoy en día se puede observar un gran crecimiento digital en el ámbito estudiantil e incluso en películas independientes que están limitadas de presupuesto, ya que filmar en formato digital presenta una gran reducción de costos en producciones que disponen de poco dinero y esto, sin provocar una pérdida de calidad notable sobre el resultado final del proyecto.

Incluso en Argentina, en el 2012 el INCAA anunció un plan para digitalizar el 100% de las salas de cine del país. Cada día se anuncian más películas *triple A* que van a ser filmadas digitalmente, ya sea en su totalidad o la mayoría de sus partes. No hay duda que el formato digital va a seguir ganando terreno, acompañado de la aceptación de los cineastas y del público, que se irá acostumbrando a la estética del cine digital, a los cambios culturales que esto conlleva y a las nuevas formas de experimentar digitalmente el contenido audiovisual en línea.

Una vez que la nueva generación joven tenga su propio decir en qué películas son las que fracasan o logran tener éxito, muchos de los preconceptos que tiene la gente que conoce el cine y lleva toda su vida experimentándolo en forma analógica, serán

eliminados por completo y el cine digital podrá inundar el mercado, relevando al cine analógico a convertirse en otra técnica clásica para la realización audiovisual.

5.2 Realizadores digitales

En este trabajo se trató de presentar todos los aspectos consideradores relevantes para la comparación del cine digital y el químico convencional, así como una breve descripción de la evolución de ambos. Sin embargo un elemento muy importante es la opinión que merecen todos estos argumentos, diferencias técnicas y problemas que presentan ambas tecnologías. Es de vital importancia el considerar la opinión de grandes realizadores, así como de aquellos que pueden estar recién comenzando en la realización audiovisual, para poder poner en perspectiva todo lo visto y contar con la experiencia de aquellos que trabajan y están en contacto con ambos lados del conflicto, y que tienen sus opiniones bien formados.

En una entrevista en el 2011 Roger Deakins, nueve veces nominado por la Academy Award, quien trabaja hace 35 años con fílmico y que se esperaría sea un seguidor del cine analógico, dijo:

Esta película de ahora, la estoy filmando en una cámara digital. Primera película que filmé digitalmente, porque, francamente, es la primera cámara con la que he trabajado que siento que me da algo que no puedo obtener con el film. Si filmaré en film otra vez, no lo sé. [Filmar en digital] me da muchas más opciones. Tiene más latitud, tiene mejor representación del color.(...) Es más rápido. Puedo ver inmediatamente lo que estoy grabando. Puedo medir esa imagen en el set con un monitor con color calibrado. Ese color va a través de todo el sistema, así que está unido con la meta-información de la imagen. Así que eso atraviesa toda la cadena de post-producción, así que no es el caso de estar en un laboratorio y tener que sentarse y medir la toma, de manera toma a toma porque esto ya tiene un control incluido que tiene seteado la medición de la toma, entiendes?"

En esta entrevista, Deakins se refiere a algunas de las ventajas mencionadas en capítulos anteriores, como la mejora de latitud, lo que permite hacer más correcciones sin perder calidad de imagen en caso de necesitarlo o simplemente por un cambio de

dirección de fotografía en alguna toma, si se cuenta con suficiente latitud, se puede modificar por completo y quizás evitar la re-filmación simplemente por temas técnicos o estéticos a posteriori.

Aunque hay varios grandes exponentes del cine que se oponen, las razones suelen ser puramente estéticas y hasta podría decirse que un cierto grado no tienen fundamentos técnicos, sino que es principalmente debido al hábito o a la costumbre aprendida de cómo debe verse la imagen cinematográfica o simple melancolía. Este el caso de Steven Spielberg dijo:

"Una tira de fotoquímica que puede ser sostenida, torcida, doblada, mirada con el ojo humano, o proyectada sobre una superficie para que otro la vean. Tiene una esencia y es imperfecta. Hoy, sus años están numerados, pero yo me mantendré leal a esta forma de arte análoga hasta que los laboratorios cierren"

(Spielberg, S., 2011)

Otro reconocido realizador, que tiene un gran nivel de experiencia, así como varios premios de La Academia, comparte su similar opinión, aunque quizás en una forma más neutral.

"El cine comenzó con una relación pasional y física entre el celuloide y los artistas y los artesanos y técnicos que lo manejaban, manipulaban, y que llegaron a conocerlo de la manera en que un amante llega a conocer cada pulgada del cuerpo de su enamorada. Sin importar a donde vaya la cinematografía, no nos podemos permitir el perder de vista sus comienzos."

(Scorsese, M., 2012)

Aunque ambos son grandes exponentes del medio cinematográfico, quizás las afirmaciones que están haciendo no estén tan arraigadas en una comparación real de las características prácticas del formato digital. Honestamente, ninguno menciona ninguna característica específica o menciona algún problema con la nueva tecnología, solamente declaran su gran afición por el arte creado en celuloide. Esto no tiene absolutamente nada de malo, pero da una idea de los argumentos, o falta de los mismos, que suelen presentar aquellos realizadores que presentan al formato digital como algo que va a

eliminar por completo al fílmico y que es una herejía para la creación de cine. Dejando de lado este comentario realizado por Scorsese, en realidad es un realizador que tiene una visión muy objetiva y que aunque reconoce su afición y añoranza por el film, apoya el avance de la cinematografía mediante el medio que se le presente y sea necesario; incluyendo al formato digital.

El aspecto técnico o específico que más suele ser mencionado al preguntar a un realizador por qué no usa digital suele ser la diferente sensación que produce visualmente, la falta del tradicional grano en la imagen que brinda textura y cierto efecto visual que el digital no posee naturalmente. hoy en día los mejores y más caros sensores digitales tienen resolución horizontal efectiva mayores a la del film a 35mm puro, y aún mayor en caso de una película que termina siendo escaneada en 4K y proyectada en formato digital; y tienen más latitud también, poseen un rango dinámico mayor que el fílmico, pero esto no evita que existan ciertos problemas cuando una imagen excede el rango de un sensor. Si una imagen excede el máximo valor posible en determinada exposición, se crea un problema que en fílmico no sucede. La celda que recibe demasiada luz, se sobrecarga literalmente y filtra carga a las celdas contiguas, efectivamente modificando los valores de las mismas y elevándolos. Esto crea aberraciones cromáticas que hace que las secciones más sobre-expuestas en una toma donde se busca dicha exposición, sea de menor calidad en formato digital que lo que se podría obtener en fílmico. Además de este problema técnico, la curva característica del fílmico tiene una cresta más suave que la de cualquier sensor digital actual, esto empeora el efecto anteriormente mencionado y el resultado es que cualquier zona sobre-expuesta en una imagen digital tiene una brusca transición al blanco puro, mientras que el film provee un cambio gradual y mas sutil, antes de perder toda información lumínica.

Spielberg dijo en una conferencia de prensa en el festival de Cannes del 2008:

"Realizar una películas digitalmente y proyectar la película en el mismo proceso digital es una imagen hermosa, crea una imagen extraordinaria, limpia y definida,

pero filmar una película en celuloide, como me gusta hacer con todas mis películas, y después transferirla [a un formato digital] y proyectarla digitalmente, es una imagen muy inferior(...)El cine digital es inevitable, está a la vuelta de la esquina y algún día incluso yo tendré que convertirme, pero ahora mismo amo filmar en film.

Sin embargo no existe razón para creer que estos problemas, tanto la sobrecarga de elementos del sensor como la curva característica de foto-sensibilidad de los mismos, por lo que es probable que con el paso del tiempo estos problemas sean solucionados, o al menos reducidos de forma que no presenten inconvenientes a nivel práctico.

Otro tema controvertido es la fluidez del cine digital, no desde el punto un punto de vista subjetivo a cada uno, sino que específicamente la cantidad de cuadros por segundo que deben emplearse. El problema en este caso es uno más social y cultural que técnico. Cuando una persona ve una película, el estándar es 24 cuadros por segundo, lo ha sido por décadas y rara vez una película se realiza con otra velocidad, a menos que sea por las previas limitaciones de cámaras digitales, que filmaban a 30 o 29,97 cuadros por segundo. El dilema es, entonces, si un mayor número de imágenes por segundo es mejor o peor, y lo sorprendente es que aunque cuanto más fluida es el video, más se asemeja a la realidad, el público rechaza este cambio de fluidez y la denomina excesiva, no natural. Lo que sucede es que debido a que las películas han sido hechas de cierta manera desde hace más de 50 años, el cambio resulta incómodo y hasta barato. Es la misma sensación que se experimenta al ver una serie televisiva filmada en estudio y cuando se realiza una secuencia en exterior, la sensación es que está filmada con una cámara hogareña, se vuelve demasiado fluida. Peter Jackson está lidiando con ese problema actualmente en la filmación de *The Hobbit*. Siendo un gran entusiasta del cine digital, Jackson está probando nuevas tecnologías y rompiendo con ciertas concepciones establecidas. La película está siendo filmada en tres dimensiones con cámaras de la empresa RED, pero con la peculiaridad de estar utilizando una velocidad de fotogramas diferente a los 24 usuales. El número 48 imágenes por segundo, el doble del cine habitual. Hay dos razones detrás de esta cifra. La principal es el simple deseo del

realizador de experimentar con nuevas tecnologías, más aún cuando en este caso se trata de uno de los pioneros en utilizar las cámaras RED, los primeros dos prototipos para ser exactos, y cuyos comentarios y sugerencias al equipo creador de la cámara fueron tomados en cuenta para los subsiguientes modelos. La búsqueda de mayor fluidez y de probar la reacción del público es sin duda el mayor impulso para esta decisión. Y la razón por la que se están utilizando 48 y no 50 o 60 cuadros por segundos, es simplemente porque de esta manera, se puede eliminar la mitad de los cuadros y terminar con una película con una sensación similar a la convencional, exceptuando quizás el cambio estético y falta de movimiento dentro de cada cuadro debido a que el tiempo de exposición de cada uno es la mitad del que hubiese sido de haberse filmado en 24 cuadros por segundo en forma nativa. En un video de agradecimiento para el equipo de RED comentó:

Realmente cumplió con todas mis expectativas de lo que la RED podría ser. Yo no soy una persona técnica y no veo los gráficos y las tablas y todas las cosas matemáticas, a mí simplemente me gusta la forma en que se ve la imagen(...)el film va a ser reemplazado obviamente, eso va a suceder por más que todos disfrutemos, ya saben, el film de 35mm; no le queda mucho más tiempo para irse. Y va a ser reemplazado, y para mí lo más importante es cómo esa imagen digital se ve"

(Jackson, P., 2011)

Está claro que el futuro es el cine digital, y que está en constante crecimiento, y aunque aún no todos están utilizándolo en sus proyectos, sí son todos los que admiten que es solo una cuestión de tiempo. Incluso Steven Spielberg, que como fue mostrado previamente, era un defensor del fílmico y de sus cualidades especiales, realizó su última película *The Adventures of Tintin* en formato digital. El impulsar la adopción de esta nueva tecnología no depende ya de unos pocos pioneros dispuestos a probar nuevos conceptos en aguas turbulentas, sino que es un proceso que ya está en movimiento, y una vez que ha comenzado no hay forma de detenerlo.

Conclusiones

El cine digital todavía tiene que recorrer bastante camino antes de reemplazar al celuloide como la norma en Hollywood. Durante los últimos 100 años casi todas las películas han sido grabadas en film tradicional y todos los estudiantes de cine han aprendido cómo manejar una cámara convencional de 16 o 35 milímetros; sin embargo, la generación de nuevos realizadores nació en un mundo diferente. Con acceso a una computadora en su casa, internet de alta velocidad, pantallas táctiles, juegos interactivos que reaccionan a los movimientos; es una nueva generación que entiende de formatos digitales tan solo por el contacto con ellos en su vida cotidiana y su constante empleo de la tecnología en su día a día. Aunque la tecnología digital todavía no ha logrado conseguir una total aceptación en el ambiente profesional ya hay muchos cineastas que están dándose cuenta de las ventajas que éste avance presenta y de que es un cambio inevitable.

Con el pasar de los años se empezará a usar en mayor medida el formato digital para la filmación audiovisual y captura de imágenes. El equipamiento de filmación, sensibilidad de los sensores, almacenamiento, lentes, medios de almacenamiento, algoritmos de compresión, la mejora de los procesos de miniaturización de las celdas fotosensibles, y todos aquellos factores que presentan un gran potencial futuro y que pueden desarrollarse; cuando todo este conjunto de elementos vaya evolucionando, esto impulsará aún más el movimiento de conversión actual e irá eliminando la ya reducida brecha de calidad actual entre el soporte analógico y el digital, hasta llegar un punto no muy lejano donde exceptuando por la una sensación o por la búsqueda de una cierta estética el formato digital supere en todos los aspectos a su antecesor.

Un gran número de películas que se encuentran actualmente en desarrollo están siendo filmadas completamente en forma digital, y del resto suele emplear como segunda cámara o en tomas específicas, medios de captura digitales.

El ambiente de Hollywood está en proceso de adaptación, las salas están siendo mundialmente equipadas con proyectores digitales, capaces de reproducir tanto películas bidimensionales como tridimensionales. La proporción de establecimientos digitales sigue creciendo, incluso en Argentina y de continuar todo como está planeado por el INCAA, en solo cuestión de años, la totalidad de las salas serán podrán pasar contenido en formato digital.

El problema más grave con la digitalización de la cinematografía es, como fue mencionada, la preservación de las obras digitales. Esto no debería ser argumento erguido por los realizadores, ya que a la hora de filmar esto no afecta en el más mínimo sentido. Pero los estudios que deben tener una solución implementada para poder guardar todo trabajo realizado enfrentan un difícil panorama. Llegará el punto donde el almacenamiento digital sea realmente accesible, pero en los años próximos esto no parecería ocurrir, al menos no en suficiente medida. Se podría concluir entonces que la principal e insuperable falla del formato digital, la imposibilidad de preservar la su arte en forma simple y accesible. Será cuestión de ver qué ofrece el futuro para solucionar este problema.

Desde los humildes comienzos de los primeros rollos de corta duración, solo en blanco y negro, los diferentes métodos de obtener imágenes a color, grandes variaciones de tamaño y proporción de cuadro a lo largo de las décadas, cambios en la composición química, cantidad y calidad de las capas fotosensibles, mejoras en los proyectores, sistemas de desplazamiento y estabilización de la película al ser proyectada y todos los avances tecnológicos que ha sufrido el filmico, parece que el celuloide ha finalmente alcanzado el límite de su potencial. Teniendo en cuenta que es una tecnología nacida hace más de un siglo, el estado actual de la misma es sorprendente, pero ha llegado el momento de dar lugar a una nueva tecnología, con mucho lugar para crecer y crear una revolución en la forma en que se crean, distribuyen y son vistos los contenidos audiovisuales.

Lo que nunca ha de ser olvidado, es que la cinematografía es un arte, y el medio digital no es más que una mera herramienta, queda en manos del artista la decisión final la selección de utilizar aquello que tienen a su disposición para lograr el resultado que desea, ya sea mediante el uso del color o blanco y negro, animación o acción en vivo, sonido o silencio, imágenes abstractas o realistas, soporte fílmico o digital.

Como dijo Steven Soderbergh en una entrevista del documental *Side by Side*:

“Parece algo hipócrita si eres una persona creativa el estar diciendo *no* a algo, especialmente a algo nuevo(...)es la definición de tu trabajo, el estar explorando, evolucionando, el crear nuevos conocimientos (...) ese es tu trabajo como un artista, así que yo siempre me sorprendo cuando la gente dice no, o toma una actitud de negación ante algo nuevo, ya sea un pieza tecnológica o de arte, que hace algo diferente(...)Cualquier ideología, para mí, que diga que estamos al final de los descubrimientos sobre cualquier cosa (...) yo digo, siempre estamos al principio del infinito, sin importar de qué estemos hablando, siempre habrá otro escalón(...)”

En la carrera evolutiva de la ciencia y la tecnología se debe dejar siempre lugar para que aquello nuevo pueda ser probado, examinado, escrudiñado y que pueda crecer como concepto y como técnica, para poder realmente concluir si se trata de una solución a un problema mejor a la anterior o simplemente una opción más para hacer lo mismo. No hay nunca un paso final en la interminable búsqueda por mejorar y esto aplica con mucha certeza a la historia de la cinematografía.

Al fin y al cabo, después de todo lo expuesto, quién podría afirmar con certeza que en un futuro no muy lejano el formato digital no se vea amenazado por los avances en otros campos de la tecnología, como lo es la física cuántica y sus *quantum bits*. Sin duda un sensor capaz de almacenar información en más de un posible estado a la vez sería interesante.

Para concluir este trabajo, se comparte una frase utilizada en el libro de David Cook, donde se presentan dos opciones. Irónicamente, la cita hace alusión al aprendizaje del cine de celuloide, pero parecería aplicar perfectamente para otros propósitos.

“(…)Podemos elegir vivir nuestra vida en ignorancia de su operación y ser manipulados por aquellos que actualmente la conocen, o podemos enseñarnos a nosotros mismos cómo leerla, para apreciar sus muy reales y múltiples verdades, para reconocer sus igualmente reales y múltiples decepciones(…)”

Lista de referencias bibliográficas

- Bader, B. y Maddox, L. (2011), *Arch Oboler Collection*, Estados Unidos. Washington DC. Motion Picture, Broadcasting and Recorded Sound Division, Library of Congress.
- Bellucci, M., (2009). *Las salas de cine 3D ya son un boom en Argentina*. Clarín. Recuperado el 12 de marzo de 2010 de <http://sinca.cultura.gov.ar/sic/documentos/articulosperiodisticos/nota.php?id=1460>
- Cameron, J. (2012). *Side By Side Interview - James Cameron*. Recuperado el 12 de noviembre de 2011 de <http://www.youtube.com/watch?v=W2kNWeByvBE>
- Cook, D. A., (2003) *History of Narrative Film – 4th Edition*. Estados Unidos. W W Norton & Co Inc.
- Deakins, R., (2011) *DP/30: True Grit, cinematographer Roger Deakins* [Entrevista]. Recuperado el 19 de Febrero de 2012 de <http://www.youtube.com/watch?v=5hziDmlE0wA>
- Digital Cinema System Specification - Version 1.2 with Errata as of 30 August 2012*, (2012). p. 34. Estados Unidos, Digital Cinema Initiatives, LLC.
- Eyman, S., (1997), *The Speed of Sound: Hollywood and the Talkie Revolution, 1926-1930*, Nueva York, Estados Unidos, Simon and Schuster.
- Forbes, D. (2011), *Digital Filmmaking vs. Celluloid Film*. [artículo]. Estados Unidos. Recuperado el 21 de Marzo de 2011 de <https://sites.google.com/site/dmaportfolio>
- Gallo, J. *El cine argentino tiene que ser digital*. [Artículo diario La Nación] Buenos Aires. Recuperado el 19 de Noviembre de 2011 de <http://www.lanacion.com.ar/757169-el-cine-argentino-tiene-que-ser-digital>
- Hummel, R., (2011), *Primer on Film and Digital Capture by Rob Hummel at Cine Gear Expo 2011* [Conferencia]. Los Angeles. Recuperado el 19 de Noviembre de 2011 de <http://www.youtube.com/watch?v=98FZ8C6HneE>
- Jackson, P. (2010), *Peter Jackson sends a thank you to Red Digital Cinema from New Zealand*. Nueva Zelanda. Recuperado el 14 de Marzo de 2011 de <http://www.youtube.com/watch?v=n-VeXLZTm24>
- Oswalt, P. (2012) *Laughspin: Patton Oswalt - Keynote Speech - Just for Laughs*. Montreal. Recuperado el 3/11/2012 de <http://www.youtube.com/watch?v=brhuMYNzyQM>
- Palm, J., (2008), *The digital black hole*. Stockholm, Sweden. Riksarkivet / National Archives, p. 1
- Parkinson, D., (1995), *History of Film – World of Art*. Estados Unidos. Thames & Hudson Ltd.
- Sangro C. P., (2000), *Teoría del montaje cinematográfico: textos y textualidad*. Universidad Pontificia de Salamanca

Schubert, E.F., Gessmann, T. y Kim, J. K., (2001), *Light Emitting Diodes*, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, (5^o ed., Vol 14, p. 277)

Scorsese, M., (2012) *Steven Spielberg & Martin Scorsese: the joy of celluloid*. Recuperado el 13 de octubre de 2012 de <http://www.guardian.co.uk/artanddesign/2011/oct/10/steven-spielberg-martin-scorsese-celluloid>

Soderbergh, S. (2012) *Side By Side Interview*. Recuperado el 5 de Enero de 2013 de <https://www.youtube.com/watch?v=lepOQ2KfDwo>

Spielberg, S., (2008), *Steven Spielberg on Digital Cinema*. Cannes Festival. Recuperado el 25 de septiembre de 2010 de <http://www.youtube.com/watch?v=gXhusVVnidY>

Spielberg, S., (2011), *What digital filmmakers can gain from film's passing*. Recuperado el 13 de octubre de 2012 de <http://www.eoshd.com/content/4469/what-digital-filmmakers-can-gain-from-films-passing>

Williams, P., Rosenthal, D. S. H., Roussopoloulos, M., Georgis, S., (2008), p.5, ProStor Systems, Inc.

Bibliografía

- Baigorri, L., (2004). *Video: primera etapa: el video en el contexto social y artístico de los años 60-70*. Madrid: Brumaria.
- Bateman, P. J., Ho, A. T. S., Briffa, J. A. (2011). *Image forensics of high dynamic range imaging*. Estados Unidos. Springer-Verlag.
- Bellucci, M., (2009). *Las salas de cine 3D ya son un boom en Argentina*. Clarín. Recuperado el 12 de marzo de 2010 de <http://sinca.cultura.gov.ar/sic/documentos/articulosperiodisticos/nota.php?id=1460>
- Bethencourt, T., (2001). *Televisión Digital*. Madrid. Beta.
- Cameron, J., (2012). *Side By Side Interview - James Cameron*. Recuperado el 12 de noviembre de 2011 de <http://www.youtube.com/watch?v=W2kNWeByvBE>
- Castillo, J. I. (2007). *Distribucion y exhibición cinematograficas en España. Un estudio de situación del negocio en la transición tecnológica digital*. España, Castellón. Departamento de Filosofía de la Universitat Jaume
- Cones, J. W., (1997) *The Feature Film Distribution Deal: A Critical Analysis of the Single Most Important Film Industry Agreement*. Estados Unidos. Southern Illinois University Press
- Cook, D. A., (2003) *History of Narrative Film – 4th Edition*. Estados Unidos. W W Norton & Co Inc.
- Cook, P., (2008) *The Cinema Book – Third Edition*. Estados Unidos. BFI Publishing.
- Cousins, M., (2004). *The Story of Film: A Worldwide History of Film from the Host of the BBC's Scene by Scene*. Estados Unidos. Da Capo Press.
- Daly, S., (1999). "Tarzan" changes the face of animation. [Artículo]. Entertainment Weekly. Recuperado el 2 de Junio de 2012 de <http://www.ew.com/ew/article/0,,272304,00.html>
- Darley, A., (2002). *Cultura visual digital*. Barcelona. Paidós.
- Deakins, R., (2011) *DP/30: True Grit, cinematographer Roger Deakins* [Entrevista]. Recuperado el 19 de Febrero de 2012 de <http://www.youtube.com/watch?v=5hziDmIE0wA>
- Digital Cinema System Specification - Version 1.2 with Errata as of 30 August 2012*, (2012). Estados Unidos, Digital Cinema Initiatives, LLC.
- Forbes, D. (2011), *Digital Filmmaking vs. Celluloid Film*. [artículo]. Estados Unidos. Recuperado el 21 de Marzo de 2011 de <https://sites.google.com/site/dmaportfolio>
- Fraden, J., (2011) *Handbook of Modern Sensors – 3rd Edition*. Estados Unidos. Springer-Verlag New York Inc.

- Gallo, J. *El cine argentino tiene que ser digital*. [Artículo diario La Nación] Buenos Aires. Recuperado el 19 de Noviembre de 2011 de <http://www.lanacion.com.ar/757169-el-cine-argentino-tiene-que-ser-digital>
- Giannetti, C., (2002). *Estética digital*. Barcelona. L'Angelot.
- Gray, G., (2010), *Cinema: A Visual Anthropology*. Estados Unidos. Berg Publishers.
- Holst, G. C., Lomheim, T. S., (2011). *CMOS/CCD Sensors and Camera Systems*. Society of Photo Optical.
- Howell, S., (2006). *Handbook of CCD Astronomy*. Cambridge University Press.
- Hullish, S., Fowler, J., (2002). *Color Correction for Digital Video: Using Desktop Tools to Perfect Your Image*. Estados Unidos
- Hummel, R., (2011), *Primer on Film and Digital Capture by Rob Hummel at Cine Gear Expo 2011* [Conferencia]. Los Angeles. Recuperado el 19 de Noviembre de 2011 de <http://www.youtube.com/watch?v=98FZ8C6HneE>
- Jackson, P. (2010), *Peter Jackson sends a thank you to Red Digital Cinema from New Zealand*. Nueva Zelanda. Recuperado el 14 de Marzo de 2011 de <http://www.youtube.com/watch?v=n-VeXLZTm24>
- Kemp, P., Frayling, C. (2011) *Cinema, The Whole Story*. Francia. Thames & Hudson Ltd.
- La Ferla, J., (1998). *Arte audiovisual: tecnologías y discursos*. Buenos aires: Universidad de Buenos Aires.
- Lancaster, K., (2010). *DSLR Cinema: Crafting the Film Look with Video*. Estados Unidos. Focal Press/Elsevier.
- López, J., (2009). *La digitalización es crucial para el futuro del cine europeo*. Revista Dirigentes digital en línea. Recuperado el 18 de agosto de 2011 de <http://www.dirigentesdigital.com/noticia/51327/>.
- Maltz, A., Shefter, M.,(2008), *The Digital Dilemma*. Estados Unidos. The science and technology council of the academy of motion picture arts and sciences.
- Mcgilligan, P., (2004), *Alfred Hitchcock: A life in darkness and light*. HarperCollins
- Nakamura, J., (2006), *Image Sensors And Signal Processing For Digital Still Camera*. Taylor & Francis Group.
- Oswalt, P., (2012), *Laughspin: Patton Oswalt - Keynote Speech - Just for Laughs*. Montreal. Recuperado el 3/11/2012 de <http://www.youtube.com/watch?v=brhuMYNzyQM>
- Palm, J., (2008), *The digital black hole*. Stockholm, Sweden. Riksarkivet / National Archives, p. 1
- Parkinson, D., (1995), *History of Film – World of Art*. Estados Unidos. Thames & Hudson Ltd.

- Sangro C. P., (2000), *Teoría del montaje cinematográfico: textos y textualidad*. Universidad Pontífica de Salamanca
- Schenk, S., Long, B., (2012). *The Digital Filmmaking Handbook – Fourth Edition*. Estados Unidos. Boston. Course Technology PTR.
- Schubert, E.F., Gessmann, T., Kim, J. K., (2001), *Light Emitting Diodes*, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, (5^o ed., Vol 14, p. 277)
- Scorsese, M., (2012), *Steven Spielberg & Martin Scorsese: the joy of celluloid*. Recuperado el 13 de octubre de 2012 de <http://www.guardian.co.uk/artanddesign/2011/oct/10/steven-spielberg-martin-scorsese-celluloid>
- Smith, A., Verhulst, B., (2009), RED vs FILM: A practical comparison. Estados Unidos: The Florida State University.
- Soderbergh, S. (2012), *Side By Side Interview*. Recuperado el 5 de Enero de 2013 de <https://www.youtube.com/watch?v=lepOQ2KfDwo>
- Spielberg, S., (2008), *Steven Spielberg on Digital Cinema*. Cannes Festival. Recuperado el 25 de septiembre de 2010 de <http://www.youtube.com/watch?v=gXhusVVnidY>
- Spielberg, S., (2011), *What digital filmmakers can gain from film's passing*. Recuperado el 13 de octubre de 2012 de <http://www.eoshd.com/content/4469/what-digital-filmmakers-can-gain-from-films-passing>
- Stoller, B. M. (2009), *Filmmaking for Dummies – 2nd Edition*. Estados Unidos. Wiley Publishing Inc.
- Torre, M., (10/02/2001), El cine del futuro será digital y llegará a las salas vía satélite. Buenos Aires, Clarín.
- Watkinson, J., (1992), El arte del video digital. Madrid. I.O.R.T.V.
- Williams, P., Rosenthal, D. S. H., Roussopoloulos, M., Georgis, S., (2008), ProStor Systems, Inc.