

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Comunicación Audiovisual



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“EFECTOS VISUALES:
Desarrollo y evolución a lo largo
de la historia del cine”**

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:
Gabriel Hernández Girbés

Tutor/a:
Victoria Torres Bosch

GANDIA, 2015

RESUMEN

A lo largo de la historia del cine se han utilizado multitud de efectos visuales con el objetivo de asombrar, reducir la peligrosidad o disminuir los costes de representación de algunas escenas. Ante el crecimiento exponencial de los efectos visuales digitales (VFX), este trabajo pretende indagar respecto a las transformaciones tecnológicas que han ido convirtiendo estas formas de trabajo puramente analógicas, al entorno computarizado. De igual forma, comprender la fase primitiva cinematográfica en su vertiente artística y experimental, en relación al trucaje y la animación como herramientas creativas. El estudio recurre a libros de historia, trabajos de investigación, y videografía para intentar demostrar que el tratamiento actual de la imagen no ha desechado los efectos tradicionales, si no que los ha adaptado con nuevas herramientas. El método empleado para exponer esta idea, se basa en la comparación de instrumentos tradicionales de creación de efectos y su correspondiente versión actual.

Palabras clave: Historia del cine, efectos visuales digitales, VFX, imágenes generadas por ordenador, trucaje.

ABSTRACT

Throughout the history of cinema a multitude of different special effects have been used with the intention of captivating, reducing the danger involved, along with reducing the cost of shooting the particular scene. Owing to the exponential increase in the use of digital special effects, this study looks to inquire into the technological advancements which have converted these once only analogue methods into the digital environment. Along with this, it is important to understand the primitive artistic and experimental phase of cinema, in relation to the tricks and animation used as creative tools. This study references historical books, case studies, and videographies to demonstrate that modern cinema's usage of imagery hasn't eschewed traditional effects, but has actually adapted them to modern methodologies. The method used to test this idea is based upon the comparison of traditional creative methods of visual effects with their corresponding modern versions.

Key words: History of cinema, visual effects, VFX, computer generated images, tricks.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 MOTIVACIÓN	7
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
1.3 METODOLOGÍA Y LÍMITES DEL PROYECTO	8
1.4 PROBLEMAS.....	9
2. CONTEXTUALIZACIÓN	10
2.1 DEFINICION	10
2.2 EL CINE COMO EFECTO VISUAL.....	13
2.3 EL TRUCAJE VISUAL Y EL TRUCAJE DIGITAL	14
2.4 CINE Y ANIMACIÓN, CUNA DE LOS EFECTOS VISUALES	16
3. LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL	20
3.1 TRANSICIONES: FUNDIDO, ENCADENADO Y SOBREIMPRESION...	20
3.2 DEL MATTE PAINTING AL CHROMA KEY.....	24
3.3 DEL ROTOSCOPIO AL MOTION CAPTURE	30
3.4 DEL STOP MOTION A LA CREACIÓN 3D	34
4. CONCLUSIONES.....	38
5. REFERENCIAS	41

1. INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN

Hoy en día la creación de los efectos especiales y visuales se focaliza la mayoría de las veces en la utilización de programas de edición, y los creadores siempre han de estar pendientes de las últimas mejoras aplicables y de renovarse aprendiendo el uso de los programas más punteros requeridos por las productoras. Esta idea responde a las mecánicas en las que se mueve el cine contemporáneo, cuya obsesión consiste en dar siempre un paso más de realismo y espectacularidad gracias a los continuos avances. Como futuro diseñador de efectos, me parece interesante conocer el pasado como complemento fundamental a mi formación académica, conocimiento que creo que será difícil de recibir en el futuro debido a los puntos anteriores. Por otro lado también considero básico entender los conceptos que se pueden aprender analizando la esencia de los maestros precursores de efectos para mejorar mi faceta creativa, ya que como intentaré constatar al final del trabajo, considero que se siguen compartiendo las mismas inquietudes que antaño.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El propósito del trabajo es exponer qué se entiende por efectos visuales, desde la misma invención del cine, y las sucesivas transformaciones de estos desde su origen. Partiendo de esta idea principal, demostrar que los cambios siempre responden a una renovación de los anteriores sistemas, mejorándolos y adaptándolos a los nuevos tiempos y exigencias. Exponer que no existe una ruptura radical respecto a los orígenes, si no que se renuevan herramientas para responder a los mismos intereses e inquietudes desde principios de siglo. Para ello, se parte de un apartado de contextualización en el

que se expone una definición actual de efecto visual. A partir de esta, se configura un viaje al pasado tratando de entender su significado a principios de siglo, para así situar el cambio, si lo ha habido, en el tiempo y poder analizarlo.

El siguiente paso trata de constatar si algunos de los principales efectos visuales tradicionales se siguen manteniendo, ya no existen, o si han metamorfoseado en la actualidad. Para ello, se les intenta comparar con otros efectos actuales similares. De esta forma podrá finalizar el proyecto exponiendo las conclusiones correspondientes.

1.3 METODOLOGÍA Y LÍMITES DEL PROYECTO

Para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo se ha consultado material de diferente índole, el cual incluye tanto material académico como películas y documentales. El trabajo realizado toma como referencia inicial otros trabajos de investigación como tesis doctorales y trabajos fin de grado. Estos trabajos se han utilizado para determinar tanto el ámbito como el alcance del proyecto, así como para tener una visión global de los diferentes enfoques posibles. A partir de este material, y una vez determinado el ámbito del proyecto, se ha seleccionado la información necesaria y se ha ampliado mediante el análisis de libros y revistas especializadas acerca de los efectos visuales, corroborando la información recopilada con el visionado de las películas referidas y aportando las ideas correspondientes. Finalmente, como complemento a este material se ha visionado documentales sobre el tema que pudieran aportar ideas, proponer un análisis más distendido así como de otros enfoques.

Finalmente, se ha tomado la decisión de limitar el análisis al simple proceso de cambio (o evolución) de los efectos visuales. Aunque la idea inicial era desarrollar determinados apartados como el porqué de su uso en la época contemporánea o el “realismo del efecto” se ha decidido

prescindir de éstas, ya que no encajaban con la idea global a transmitir. De igual forma, se ha obviado el uso concreto de las nuevas herramientas de edición, ya que éstas cambian muy rápidamente, centrando el estudio en la época inicial y la entrada del digital.

1.4 PROBLEMAS

El principal problema encontrado fue reagrupar la información escogiendo solo las partes esenciales debido a la amplitud del trabajo. Existe muchísima información detallada de cada una de las ramas y aspectos concretos de los efectos visuales y he tenido que acotar y decidir cuidadosamente cual era la información esencial. La decisión fue trazar una línea imaginaria en relación al contenido y decidir que partes la sobrepasaban y cuáles no. Esta línea la marcaba el cambio al digital, y la importancia de la información residía en hacer comprensible este cambio.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

2.1 DEFINICION

El efecto visual, proviene del efecto óptico. Éste, se refiere a cualquier ilusión producida en el sentido de la vista que nos lleva a percibir la realidad de una forma alterada.

Las ilusiones ópticas generadoras de animaciones preceden al cine, por ejemplo, Emile Reynaud perfeccionó el zootropo (ver Fig.1), aparato giratorio con el que se crea una ilusión óptica de movimiento, al dejar ver a través de las rendijas de su cilindro exterior, las imágenes del cilindro concéntrico interior.



Fig.1 Zootropo

También inventó el praxinoscopio (ver Fig.2), artilugio similar al zootropo capaz de producir una secuencia nítida de movimiento para el espectador, consistente en un tambor y una rueda interior con espejos que reflejan las imágenes dibujadas en papel.



Fig.2: Praxinoscopio

Este periodo previo al cinematógrafo se conoce como cine antes del cine, donde ya existían inventos como *el cronofotógrafo* de Pierre Jansen, una especie de fusil fotográfico que permitía obtener doce imágenes en una placa que giraba a una revolución por segundo. También el instrumento del fotógrafo Eadweard Muybridge es digno de mención. En 1877 grabó el ciclo de movimientos del galope de un caballo empleando una batería de 24 cámaras para su grabación. Posteriormente, Laurie Dickson y Edison crearon el kinetoscópio. Este era una caja de madera con un disco interior rotatorio y una bombilla que iluminaba los fotogramas. Este artilugio estaba también destinado a la visión de fotogramas en movimiento pero de manera individual. Todos estos inventos sentaron las bases del cine, uno de los grandes inventos decimonónicos.

La mayor aportación de los Lumière, por lo que se les considera padres del cine, fue el hecho de convertirlo en una exhibición pública. Su película *La Salida de los Obreros de la Fábrica Lumière* (*La Sortie de*

l'usine Lumière à Lyon) fue proyectada en el Salón Indio del Grand Café el 28 de diciembre de 1895.

Debido a este constante movimiento de avance que ha llegado hasta nuestros días, cualquier comparación de efecto óptico con efecto visual se encontraría limitada al adaptarla al ámbito cinematográfico. Por eso el presente trabajo, necesita una readaptación de la misma.

Como punto de partida, tomaremos la concepción actual de los efectos visuales (VFX) surgida por Manuel Armenteros (2011)

“Son los diferentes procesos por los cuales las imágenes se crean o se manipulan lejos del contexto de una sesión de *acción en vivo*.”

Esta versión determina su elaboración lejos de la producción, por lo tanto lejos del rodaje y de una manipulación de la *acción en vivo*. Esto nos plantea varias cuestiones como por ejemplo ¿No es un efecto visual un engaño de la vista, al crear un fondo en maqueta? ¿No es un efecto visual un juego de espejos que cambia el tamaño de uno de los personajes? ¿O rebobinar la cinta sin revelar para mezclar su contenido? Estos son tan solo algunos de los trucos cinematográficos que parecen cuestionar dicha afirmación, al poderse considerar creados durante el rodaje.

Por lo tanto, esta versión contemporánea no se corresponde con la completa realidad de un medio que ha experimentado variaciones desde principios de siglo. La delimitación del término por parte de Armenteros conduce inequívocamente a una labor conjunta de análisis entre cine y efecto visual, tanto en tiempo como en espacio, para poder determinar si es válida su afirmación o si en algún momento se constituyó como válida.

Por lo tanto, el siguiente paso será indagar acerca de los estos cambios que se han dado a lo largo de la historia desde dos principales puntos de vista. En primer lugar hablando de las variaciones que han llevado términos al desuso o se empleen con otra significación y en segundo

lugar sobre la evolución de los métodos empleados, como consecuencia de los adelantos de la técnica.

2.2 EL CINE COMO EFECTO VISUAL

El cine es un efecto visual en sí mismo. Supone la evolución de la fotografía estática a una percepción del movimiento por parte del que contempla la escena. Este efecto se produce por la correlación de fotogramas cuyos elementos son fotografiados con ligeras variaciones, creando la sensación de que lo visto se mueve. Existe una gran controversia entre los que opinan que este fenómeno se produce en la retina (persistencia retiniana) y los que creen que la retina, no almacena las imágenes, puesto que se crearía una sobre exposición de fotogramas (como al mirar al sol) y sitúan directamente en el cerebro este fenómeno (fenómeno Pi). Martín, M.A. (2008).

De cualquier forma, queda meridianamente claro que existe un efecto visual cuya consecuencia es el reflejo de un movimiento real para quien ve. Este es un ejemplo clarificador de cómo el avance de la técnica ha ido dejando atrás determinados efectos visuales en el cine, como el cine en sí mismo, asimilados hoy fuera de esta significación práctica del efecto visual.

Determinadas acciones en la creación de una película han dejado de tratarse como “trucos” o “efectos” para formar parte directa de la parte más básica de composición de un relato cinematográfico. Elementos tales como transiciones, fundidos, superposiciones, etc. han evolucionado desde principios de siglo, considerándose hoy tan arraigados y conocidos, que siendo un efecto visual ya no se los considera como tal, sino que se asumen como una tarea de narrativa de montaje y ensamble del relato.

Este arte relativamente joven ha vivido la revolución tecnológica del último siglo de una forma directa. Dependiente de la cámara como pilar

maestro del oficio e inherentemente ligado a una fase de postproducción, tanto imagen como formas de composición han variado de una forma sustancialmente rápida que es necesario analizar.

2.3 EL TRUCAJE VISUAL Y EL TRUCAJE DIGITAL

Con la invención del cine por los hermanos Lumière, tras una fase de pura experimentación destinada más al ámbito científico que al artístico, surgieron los primeros cineastas que pretendieron construir algo más que una simple exposición de imágenes. Pese a que en este periodo, los efectos especiales y visuales respondían a una idea de experimentación primigenia, se empezó a forjar un lenguaje narrativo propio de una nueva realidad artística emergente, que se valía del “trucaje” como una herramienta capaz de crear un mundo imaginario y que se fundamentaba en asombrar.

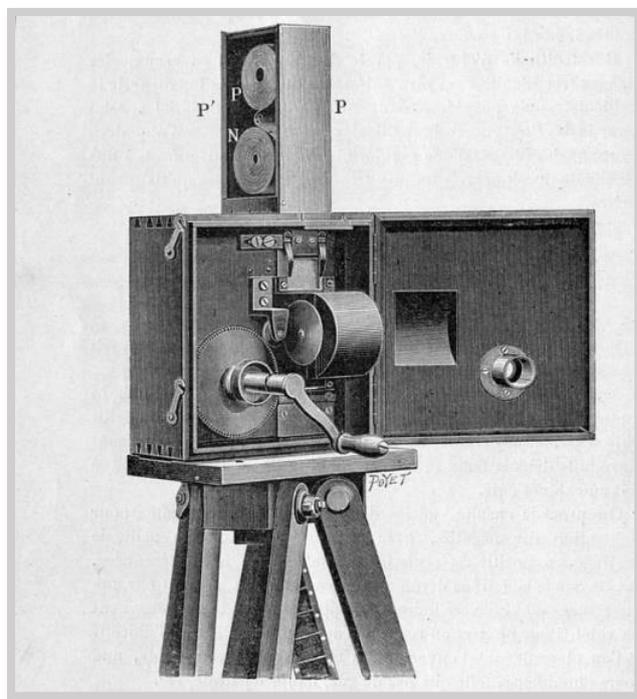


Fig.3: Dibujo del cinematógrafo inventado por los hermanos Lumière. Su principal mejora respecto a los anteriores inventos era la capacidad de grabar y proyectar una película.

Efectos especiales y visuales se entendían como un todo de los cuales el artista se valía para construir su obra. El trucaje (de truco) de las imágenes, engañaba al espectador. Era capaz de simular situaciones irreales, consiguiendo ser aceptadas. Estos procesos se conformaban tanto con manipulaciones in-situ durante la producción, como en la de fase de postproducción distinguiéndose dos tipos de efectos. Por un lado ópticos o visuales, como la multiexposición, los mates, los juegos con corte en el montaje, la pixilación... y por otro los mecánicos, gracias a maquetas, attrezzo... Todos ellos partían de ilusiones ópticas, creadas o bien durante la filmación de una película, o bien durante el proceso de revelado o tratamiento de la imagen en laboratorio.

Estas técnicas mejoraron a lo largo de los años consiguiendo que el realismo aumentara, readaptándose a los tiempos y las exigencias de un público creciente y cada vez más consciente del medio y sus mecanismos, y por lo tanto menos impresionable. Pero las teorías respecto a esta evolución sitúan el cambio más radical en los años 70. La aparición del ordenador disparará vertiginosamente las diferencias en rodaje y edición y por consiguiente de la creación de efectos visuales. El gran cambio se produjo con la entrada del denominado *trucaje digital*.

La industria disponía desde hacía años de un engranaje por bloques especializados en cada una de las partes que componían una película, pero esta nueva forma de creación de efectos supuso la entrada de nuevas fórmulas.

Uno de los principales cambios que progresivamente se produjeron, fue la separación entre *efectos especiales* y *efectos visuales*. El primero, se encasilló en una labor directa de producción, delimitada en elementos de mecánica, escenografía o pirotecnia. Por ejemplo la recreación de una escena de lluvia o una explosión, en su versión *in situ* sería con agua o con explosivos.

De este departamento, también dependen los *animatronics*. Son recreaciones a escala muy realistas, con algún sistema mecánico o electrónico que permite su movimiento. Este tipo de efecto visual se ha usado en producciones como “Tiburón” (1975) o “Jurassic Park” (1993).

El segundo, los efectos visuales ha absorbido los efectos ópticos originales adaptándolos a la postproducción digital de pc. El departamento de efectos visuales se ha diversificado y especializado, y se han designado diversas divisiones, unas encargadas de gestionar los puntos del rodaje para facilitar la labor posterior, y otra con un gran número de diseñadores encargados de las diferentes partes de la creación mediante ordenador.

2.4 CINE Y ANIMACIÓN, CUNA DE LOS EFECTOS VISUALES

Tras la aparición del arte cinematográfico, la mayoría de los trucos y efectos especiales se formaron gracias a una coexistencia entre cine y animación. La aportación de la animación a los efectos visuales al principio de siglo es incuestionable, siendo la animación un arte anterior, del cual el cine podía beber. Ambos vivieron un periodo de crecimiento simultáneo como consecuencia de compartir una misma esencia sustentada en el movimiento de las imágenes, y la existencia de nuevos directores y artistas visionarios y muy imaginativos. La creatividad de éstos, y su interés en la creación de mundos oníricos y fantásticos, les acercarán a la animación como herramienta creativa.

El nexo de unión será la pixilación, técnica parecida al stop motion, que consiste en animar objetos o personas, *frame a frame* mediante el llamado *paso de manivela*, es decir, mover el objeto y captar la foto con la cámara, volverlo a mover, capturar el fotograma y así sucesivamente.

La gran figura de George Méliès, tomó esta técnica para “hacer del cine un espectáculo” (Gutierrez Espada, Madrid, 1979, p.175). En su obsesión por asombrar, dio vida a objetos desde cohetes a títulos de

crédito, llegando a ser considerado padre de los efectos especiales. La fantasía de Méliès no sólo se limitó a usar esta técnica si no que empleó trucajes de todo tipo como fundidos, sobre impresiones, cámara acelerada, dobles exposiciones etc. Cabe destacar en este punto, un truco descubierto por Méliès accidentalmente consistente en la parada de cámara y sustitución de elementos. Dicha práctica, consiste en detener momentáneamente la filmación para introducir un cambio repentino en la escena, puede desaparecer un objeto tras una explosión de humo, ser substituido, o moverse rápidamente de un punto a otro, como el alunizaje del cohete en “Viaje a la luna” (1902).

No obstante, el perfeccionamiento de la pixilación se encarna en la figura de Segundo de Chomón, y su obra “The haunted hotel” (1907) con la cual cautivó toda la atención y admiración de los técnicos franceses. También es necesario mencionar su película “El hotel eléctrico” (1908) de la cual el mismo Méliès dijo que era “impresionante, indefinible e incomprensible”.

En ésta, el hotel estaba animado por misteriosas fuerzas que movían un cuchillo que cortaba pan de forma autónoma, zapatos que se ataban solos etc.



Fig.4: El hotel eléctrico (Dir. Segundo de Chomón) 1905-1907.



Fig.5: The haunted house (La casa encantada. Dir. Segundo de Chomón) 1908.

En el año 1912, Ladislav Starewitch creó una obra verdaderamente sorprendente llamada “Cameraman’s revenge” considerada la primera pieza cinematográfica creada en stop motion. La principal diferencia respecto a la anterior pixilación, responde a que Starewitch trataba y manipulaba a sus personajes para poder ser animados posteriormente. La pieza refleja historias mediante insectos disecados que se mueven frame a frame.

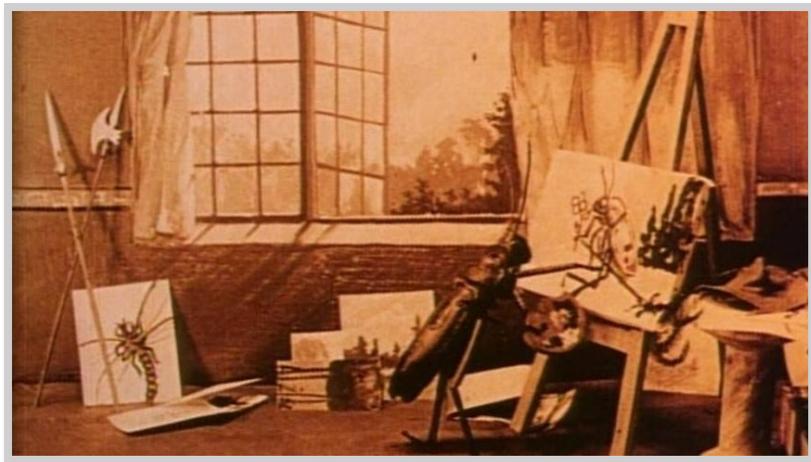


Fig.6: Fotograma de Cameraman’s revenge (La venganza de camaraman. Dir.Laislaw Starewitch) 1912. En él vemos uno de los insectos con los que Starewitch creaba sus animaciones.

Años después, Willis O’Brien continuó el trabajo de sus predecesores, muy influido por Starewitch creando “Mundo perdido” (1925) una producción espectacular con una narrativa mucho más evolucionada y consciente del montaje. Después trabajará en “King Kong” (1933), creando algo nunca visto cuyo estreno causó un gran revuelo social. En ambos trabajos añadió ingeniosas evoluciones al stop motion. Hasta entonces se modificaba la arcilla con la que estaban hechos los muñecos, pero él los creaba con capas de goma para poder ser manipulados más fácilmente y con mayor realismo. Trabajó con unas

nuevas técnicas que le permitían combinar sus dinosaurios y monstruos con imagen real y actores.

Ray Harryhausen encontró su inspiración en los mundos de Willis O'Brien y comenzó a experimentar imitando las técnicas empleadas en King Kong en sus primeros cortos. Llegó a trabajar con él, uniéndose a O'Brien para crear Mighty Joe Young, en 1949. Fue el inicio de una prolífica carrera llena de películas donde recreaba criaturas míticas y fantásticas como El monstruo de tiempos remotos (The Beast from 20,000 Fathoms), en 1953, Simbad y la princesa (The 7th Voyage of Sinbad), 1958, Jasón y los argonautas (Jason and the Argonauts), 1963, y Duelo de titanes (Clash of Titans), 1981. Harryhausen ha sido citado numerosas veces como figura influyente en los animadores contemporáneos.



Fig.7: Fotograma de King Kong (Dir. Merian Cooper y Ernest B. Schoedsack) 1933.

3. LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

3.1 TRANSICIONES: FUNDIDO, ENCADENADO Y SOBREIMPRESION

Los métodos básicos de narración del relato, no han variado demasiado desde que los primeros cineastas como Méliès o D.W.Griffit considerados figuras paternas sentaran las bases del discurso cinematográfico. Sin embargo si han cambiado inevitablemente las herramientas de creación y manipulación de éstos. La diferencia principal, reside más allá de la obvia mejora de las cámaras, en la forma de almacenamiento de las imágenes.



Fig.8: Trozo de film de 35mm positivado. A la izquierda vemos una tira azul, la banda sonora de la película que se incluye en el mismo film.

El cine tradicional se basa en la grabación de escenas sobre celuloide, con un funcionamiento similar al de una cámara de fotos. El obturador se abre, dejando pasar la luz sobre una película tratada con químicos y en ella, de forma invertida, queda plasmada la imagen. Esta toma forma según los diferentes niveles de oxidación producidos por la luz. La diferencia con la fotografía, consiste en que se toman 24 fotogramas o imágenes por segundo, gracias a un rotor con perforaciones que gira el

carrete. El elemento principal de almacenamiento será la cinta de 35mm como un intento por parte de la industria por convertirlo en estándar desde 1909.

La relevancia de estos cambios de almacenamiento para la creación de efectos visuales se basa en que son diferentes los tratamientos posibles para una cinta de 35mm o cualquier formato digital de video.

El primer elemento a tratar, el fundido, se realizaba tradicionalmente abriendo o cerrando el diafragma de manera progresiva. De esta forma la imagen oscurecía creando un *fade out* o se tornaba clara *fade in*. Su uso responde al inicio o final de una secuencia o de una película.

Los encadenados, se constituían a partir del efecto anterior. Se creaba un fundido, oscureciendo la imagen, se rebobinaba la cinta hasta el fotograma de inicio, y se grababa un fundido aclarando la imagen sobre este. Se emplean como recurso para indicar transiciones temporales al espectador.

La sobreimpresión o doble exposición, consiste en obtener imágenes superpuestas, una encima de la otra, grabando la escena dos veces en él mismo negativo. Se tapa el fotograma en el negativo antes de grabar la escena, para después volver a grabarla tapando la parte restante. Ambas aparecían combinadas cuando se revelaba la cinta. Su uso se basa en la creación de imágenes imposibles e inquietantes, una representación del paso del tiempo o deseos y anhelos ocultos. Méliès fue un experto en esta materia durante toda su filmografía. En obras como “Le melomane” (1903) o “The india rubber head” (1901), vemos que combinando con máscaras en negro creó escenas en las que flotaban cabezas y cambiaban de tamaño. De igual forma hay que nombrar “El amanecer” (1927) de F.W. Murnau, donde inteligentemente mostro los sueños de sus protagonistas mediante sobreexposiciones. La ciudad soñada se veía en el cielo sobre el lago, o bien el fantasma de la

amada aparecía abrazando al protagonista como un recuerdo imborrable.

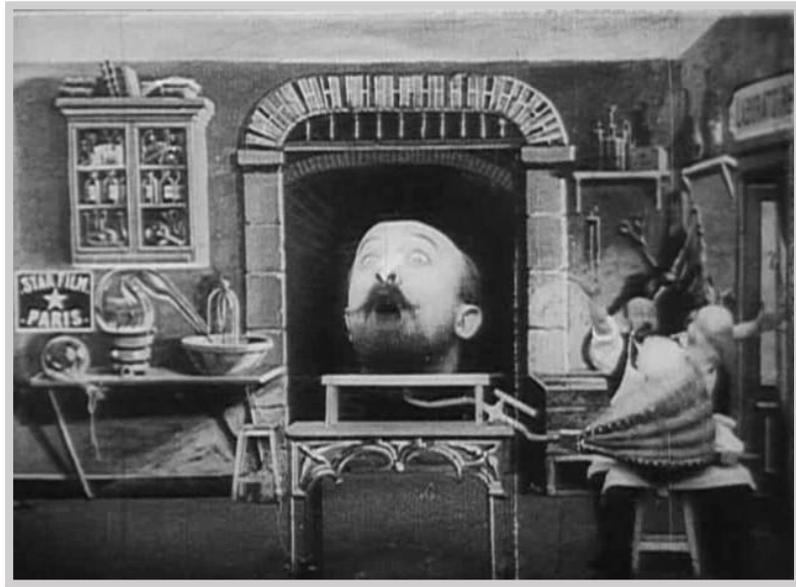


Fig.9: Fotograma de "The indian rubber head" (Dirigida y realizada por Mèliés) 1901

El análisis de estos tres efectos visuales realizados de forma tradicional, nos conduce a pensar que la edición de éstos se llevaba a cabo durante el proceso de rodaje, puesto que no era posible tratar la película de celuloide de esta forma en la postproducción. Los efectos visuales requerían ingenio y cualquier error en la grabación de la cinta significaba rodarla de nuevo, por lo tanto era caro y laborioso.

El siguiente paso fue la digitalización de la cinta de 35mm, de tal forma se hacía posible su tratamiento a través de un ordenador. Se utiliza una máquina llamada "skanner" que nos permite transformar la información en unos y ceros, convertidos en pixels. Entonces, se traslada a la estaciones de trabajo donde se crean los efectos visuales y se edita por completo la película. Finalmente, la registradora vuelve a convertir mediante un láser o una pantalla CRT el material en el negativo para poder revelarlo y sacar copias para visionarlo en la proyección.

Años después, la aparición del dispositivo de carga acoplada (CCD) substituyó el carrete por el disco duro como forma de almacenamiento física. El CCD, es un dispositivo de captadores fotosensibles, que cumplen la función de captación de imagen que antes poseía el film de película.

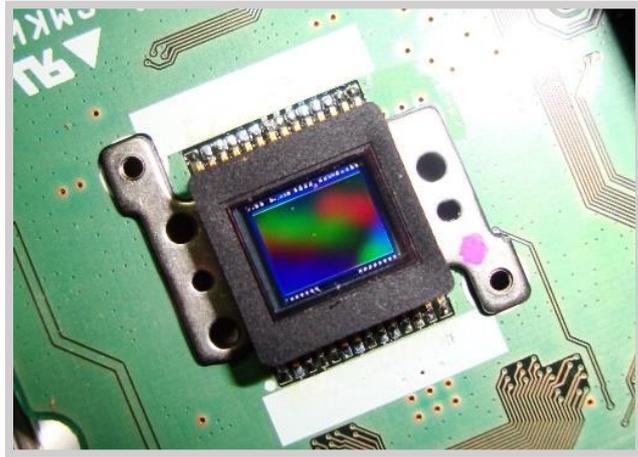


Fig.10: Sensor de CCD que se integra dentro de la cámara.

Tras una primera aplicación en fotografía y posteriormente, en la década de los 90 su aplicación en televisión, el CCD se ha adaptado al cine configurándose casi como un estándar en las grandes producciones en los últimos años. Estos rodajes no requieren de cinta ni de posterior transformación, puesto que la información se almacena directamente en digital. Obviando el debate sobre la calidad de la imagen, queda claro que el tratamiento de los anteriores efectos ha cambiado. A lo largo de los años ha variado hasta su propio sentido. Fundidos y encadenados ya no se entienden como efectos visuales, ya que posteriormente a la fase “primitiva” del cine, estas herramientas sirvieron como mecanismo de creación de relato, por encima de la idea de “truco”. El espectador no ha de percibir que existe. De hecho, el montaje cinematográfico del cine clásico de Hollywood establecido como cine estándar en nuestros días, el modelo de representación institucional (MRI), se fundamenta en la idea principal de que estos

enlaces no se perciban por el espectador. La edición de video, es mucho más accesible y fácil siendo montaje de edición no lineal. Este no es abrasivo, permite prueba y error y cambios constantes.

Este avance tan trascendental ha llevado a algunos a pensar incluso en un cambio de estética, llamándola “Estética Avid”, puesto que existen obras que nunca podrían haber alcanzado su forma final con un montaje lineal.

3.2 DEL MATTE PAINTING AL CHROMA KEY

Desde que alrededor del año 1400 Filippo Brunelleschi estudiara la perspectiva cónica y sentara sus bases, se han sucedido los autores pictóricos que utilizando la técnica del “trampantojo” han intentado que el ojo humano entienda como real sus pinturas. Una de sus grandes aportaciones fue el cuadro del Baptisterio de San Giovanni. Brunelleschi, para demostrar que su cuadro imitaba fielmente la perspectiva al ver el baptisterio desde la catedral, hizo un agujero a través del cual mirabas, situado en la puerta misma, y al poner un espejo para ver el dibujo encajaba visualmente a la perfección con la realidad.



Fig.11: Dibujo explicativo del Baptisterio de la Catedral de Florencia dibujado por Brunelleschi.

Siglos más tarde, la fotografía se interesó por estas técnicas que pretendían engañar a la vista usando la perspectiva. Se jugaba a crear realidades a partir de dibujos, ocultando y combinando partes de la misma. Méliès, aplicó estas artes “The indian rubber head” o “Voyage a la luna” pero no fue hasta 1905 cuando esta técnica alcanzó mayores niveles de precisión gracias al considerado padre del matte painting Norman Dawn.

Todo surgió a raíz de una fotografía de su casa, en la que quiso tapar los postes de telégrafos con árboles, y utilizando su gran habilidad con el pincel, los dibujó (ver Fig.9) en un cristal delante de la cámara antes de hacer la fotografía.

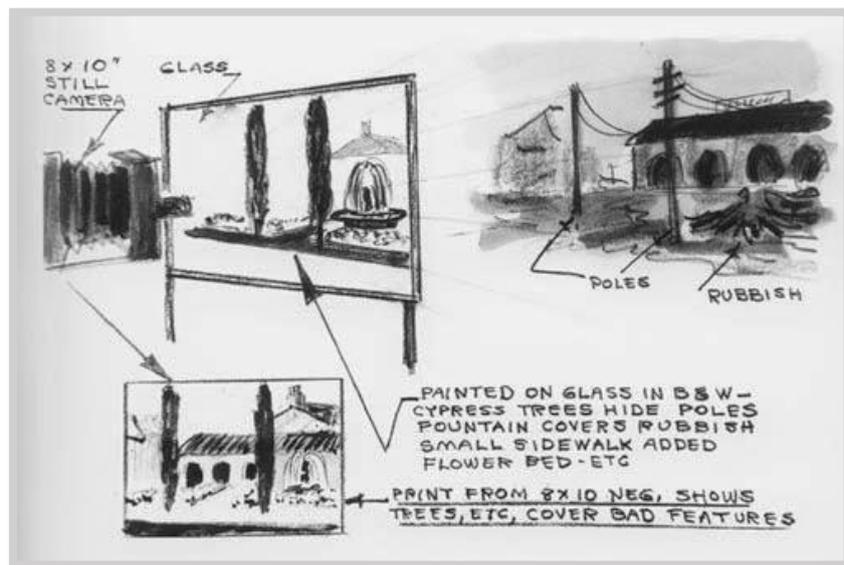


Fig.12: Dibujo que explica la técnica del cristal usada por Norman Dawn en la fachada de su casa.

Años después dirigió sus primeras películas aplicando esta técnica a la perfección, reconstruyendo edificios y partes del entorno en las escenas. El concepto del “matte painting” refiere a que la pintura debe ser opaca, no tener brillo, para ser lo más creíble y verosímil.

Por lo tanto, el efecto del matte painting tradicional consiste en enmascarar una parte del marco para luego rellenarla con pinturas, de tal forma que lo pintado simule formar parte del decorado. Esto permite un ahorro en costes o crear escenas imposibles de realizar de otra manera. Existen dos tipos de matte painting. El primero, consiste en pintar durante el rodaje una superficie transparente delante de la cámara, adaptándola al fondo. El segundo, en pintar después del rodaje la parte enmascarada en negro del negativo, previamente preparada para que la luz no imprima imagen.



Fig.13: Vemos a Cris Evans en la fase de creación del modelo y su matte que después completara la imagen



Fig.14: Fotograma de la película Willow (Dir. Ron Howard) 1988. En él se muestra el efecto de superponer el dibujo delante

Desde la década de los 40 a los 80 se usó el matte painting prácticamente en todas las producciones. Nos vale como ejemplo la película “Willow” (ver Fig.14) donde se recreó un mundo fantástico repleto de castillos que nada tenían que envidiar en términos de realismo a las producciones digitales actuales. Cris Evans, Michael Pangrazio y Caroleen Green, fueron grandes pintores de matte painting en esta fase donde comenzó el declive de esta técnica.

La última escena rodada en matte painting tradicional en una gran producción, fue realizada por la compañía “Matte World Digital” (ver fig.16) para “Titanic” (1997), en concreto el barco de rescate en las escenas finales de la película. Se combinó con el amanecer pintado

digitalmente, la acción en directo del agua y elementos generados por ordenador.



Fig.15: Fotograma de la película Titanic (Dir. James Cameron) 1997

Una técnica similar al matte painting es el proceso Schüfftan. Esta técnica debe su nombre a su creador Eugen Schüfftan, y su primera aplicación fue en “Metropolis” (1927) de Fritz Lang. El proceso Schüfftan consiste en colocar un espejo en 45° entre cámara y decorado (o maqueta). El actor se coloca tras el espejo, que al ser semitransparente permite combinar el fondo con la persona en cuestión. Gracias a la perspectiva se puede alejar o acercar al espejo hasta dar con el tamaño adecuado. Recientemente se ha usado el proceso Schüfftan en “El retorno del rey” (2003) de Peter Jackson.

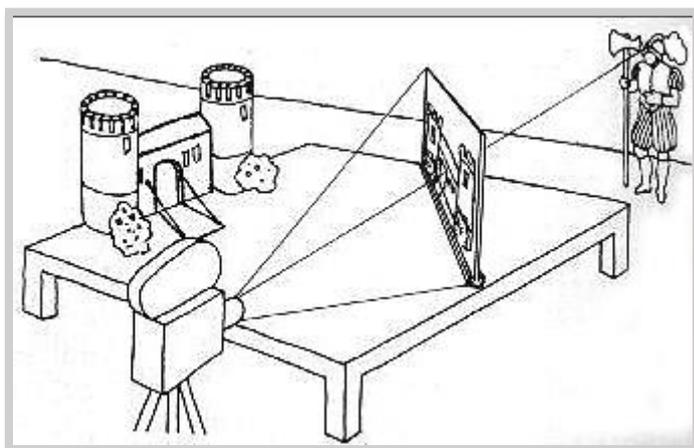


Fig. 16: El proceso Schüfftan

El principal problema de estas técnicas surge en la creación de planos. Resultan demasiado estáticos, puesto que no permiten el movimiento. Solo permiten las panorámicas, haciendo coincidir el eje de giro con el eje óptico, porque si no, se entendería el truco, al ver como se mueve flotando por la escena una parte del decorado.

La solución a este problema vino más adelante, con la aparición del *motion control*. Esta tecnología en la que la cámara es controlada por ordenador, suplirá algunas carencias de movilidad que suponía el trabajo con *matte painting*. Esta ventaja de control de cámara, permitía repetir el recorrido de forma idéntica, controlando perspectiva y proyección geométrica. Así se adaptaba a cada momento de grabación la incrustación dibujada a este. Se usó en la escena inicial de “Starwars: Episodio V” (ver fig.17). No obstante esta programación era muy dificultosa y caerá en desuso con la llegada inminente de la era digital.



Fig.17: Fotograma de “Star Wars V: El imperio contrataca” (1980) donde se usó el *motion control* para mostrar los montes nevados alrededor del personaje de Skywalker.

Pese a que el término *matte* continúa haciendo referencia a los fondos en una toma de acción en vivo, creados para ser posteriormente sustituidos por otros, el *matte painting* ha evolucionado al *chroma key*.

La edición de efectos con croma, se compone de dos partes. La pantalla verde, y la creación digital que se implantara en el fondo.



Fig.18: La imagen muestra el antes y el después de la creación de un entorno digital creado por ordenador (CGI) como fondo de un croma. El actor está suspendido en el aire y detrás de él, la pantalla verde que después será substituida.

El corte mate transparente que antiguamente se situaba delante de la cámara, se ha tornado en un pantalla verde de croma. Éste, se coloca a diferencia de las máscaras tradicionales, tras los elementos de la escena, y permite integrar las creaciones de ordenador u otras grabaciones paralelas en el cuadro. El éxito de los fondos con croma, se debe a la progresiva implantación del CGI, (imagen generada por computadora) que ha sustituido a la pintura tradicional como elemento compositor de fondos en la imagen.

Las ventajas son muchas, pero no tanto en tiempo de creación, como se podría llegar a pensar, como en factores de comodidad y funcionalidad.

El uso del ordenador nos permite tratar la imagen de forma no abrasiva, es decir, es adaptable a los cambios sin perder calidad de imagen ni dañar la toma. Por otro lado, se soluciona el problema de la movilidad, puesto que los algoritmos del ordenador permiten la readaptación del fondo a la escena de forma casi automática con lo que se conoce como *Camera Mapping*. También nos da ventajas en el apartado de realismo, gracias a la amplitud de programas con infinitas funciones de creación y la perfección de edición de éstos, difícilmente imitable por el ser humano. Los avances casi diarios de la tecnología mejoran día a día aún más estas cualidades.

3.3 DEL ROTOSCOPIO AL MOTION CAPTURE

La idea fundamental en la que se basa tanto animación como la creación de efectos especiales es el realismo. El éxito del efecto reside en la imitación de la realidad de la forma más precisa. Uno de los parámetros clave para la creación de un personaje o elemento es el movimiento, éste ha de ser fluido, coherente y ser capaz dotar de una personalidad concreta. Los diseñadores por lo tanto han de valerse de técnicas que se acercan lo más posible a un movimiento real para sus creaciones. Bajo esta premisa, los hermanos Fleischer crearon en 1914 el primer invento capaz de copiar el movimiento con la intención de crear personajes.

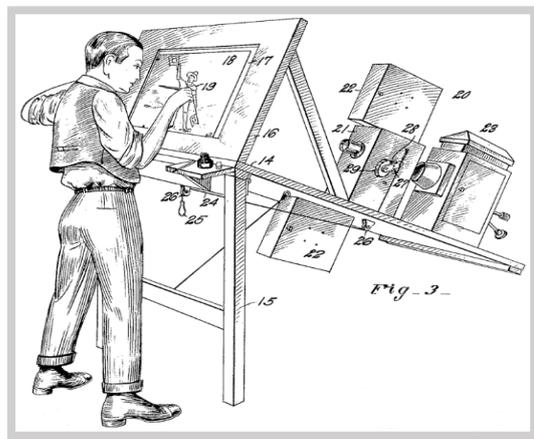


Fig.19: La imagen muestra a un trabajador animando una escena trabando con una máquina de rotoscopia.

Este fue el Rotoscópio, un artilugio que permitía dibujar sobre una proyección de los positivos de una película. Se colocaba un cristal sobre ella, y se dibujaba calcando en papel.

Disney aplicó la rotoscopia a su largometraje de animación *Blancanieves y los siete enanitos* (1937). El proyector con la escena filmada previamente, se enfoca hacia un cristal semitransparente, sirviendo la imagen como guía para el personaje animado.



Fig.20: Fotograma del largo de animación Blancanieves y los siete enanitos (1937). Superponiendo la animación al fotograma de la filmación se clarifica como fue el proceso creativo. La película fue rompedora gracias a la calidad de sus dibujos, realismo de los movimientos, y por ser precursora en incluir sonido y color a la imagen.

A parte de para la creación de personajes con movimientos realistas existen otras aplicaciones del rotoscopio. Una de las más conocidas es el efecto brillo de color de los sables laser de las tres primeras películas de la saga de "Star Wars". Estaba tan conseguido que durante años la gente ha creído que era un efecto creado por ordenador, y no un trabajo de pintura frame a frame.

En los años 70, se inició la creación de personajes computerizados. Como fase inicial, se aplicó la técnica tradicional del “rotoscoping”, utilizando espejos especiales. La imagen de los actores se superponía en la pantalla del ordenador, para a partir del video, crear una pose de personaje digital. El ordenador la referenciaba y creaba una animación fluida.

Casi 10 años después, Tom Clavert añadió potenciómetros a las figuras de personas con las que trabajaba. La salida de estos sensores estaba conectada a un ordenador que registraba los movimientos. Las intenciones de Clavert eran científicas, de análisis de anomalías en el movimiento. En los años siguientes, y gracias a estos avances, surgieron los primeros sistemas de monitoreo visual, cuyo funcionamiento residía en colocar marcadores en las figuras, para capturar con varias cámaras los diferentes movimientos. El gran hit fue en 1988, cuando Brad de Graf y Michael Warham presentaron “Mike the talking head”, la primera actuación a tiempo real de un actor utilizando el “motion capture” (MoCap).

El motion capture, se basa en sensores de movimiento, (trajes especiales o cámaras) conectados a un ordenador, que triangula la posición del objeto, captura los datos obtenidos y los almacena. Esta técnica permite reproducir gestos y movimientos de los actores de una forma precisa, para ser tomados posteriormente como referencia por el diseñador.

Pese a que empresas como Pixar se niegan a usar mocap por entenderlo como una trampa para la animación, el uso del motion capture en el cine está muy extendido. Se ha convertido en casi imprescindible a la hora de crear personajes animados en 3D. Películas como “Piratas del Caribe” (2003), “The polar Express” (2004), “The incredible Hulk” (2008), “Avatar” (2009) son solo algunos ejemplos de la gran cantidad de producciones que han optado por su uso.

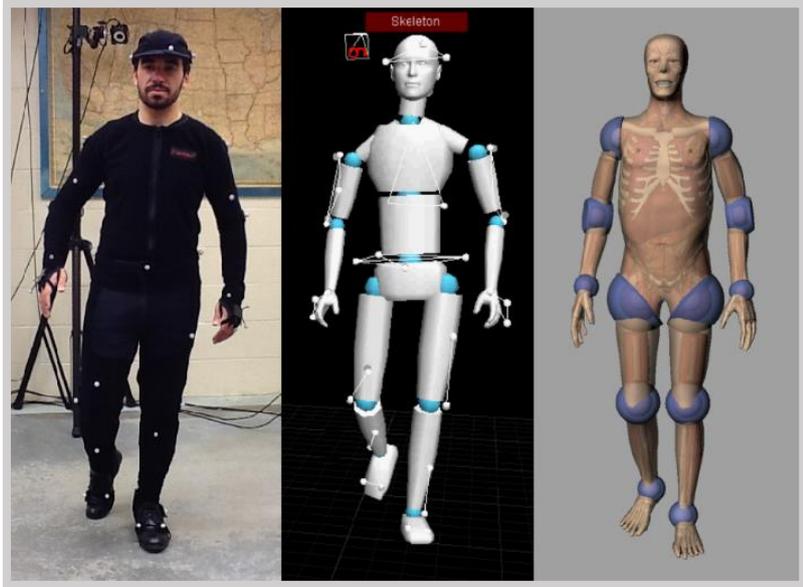


Fig.21: De izquierda a derecha el proceso de creación del Motion Capture. La primera figura, el actor, la segunda, el modelo básico, la tercera el personaje modelado.

Podemos comparar el rotoscopio frente a mocap en las adaptaciones de “El Señor de los anillos” de Tolkien. Es un ejemplo muy especial y único, puesto que años antes de la producción de Peter Jackson, Ralph Bakshi creó “El Señor de los Anillos” (1978) en versión de animación 2D rotoscopiada. El personaje Gollum creado con la técnica del “rotoscoping” se puede comparar con el Gollum íntegramente diseñado en 3D y animado con motion capture.

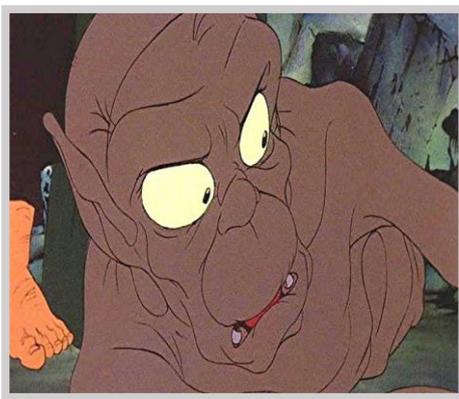


Fig.22: Fotograma de la película de animación “El señor de los Anillos” 1988.



Fig.23: A la izquierda, el personaje de Gollum perteneciente a “El Señor de los Anillos” de Peter Jackson, creado gracias al mocap. A la derecha, el actor que encarnaba los movimientos de Gollum, vestido con el traje de sensores que tiene por la cara y el cuerpo.

3.4 DEL STOP MOTION A LA CREACIÓN 3D

Determinados géneros cinematográficos como el cine de ciencia ficción, han necesitado de la utilización de efectos visuales para crear sus

crear sus entornos y personajes imaginarios. Desde “Viaje a la luna” (1902), “El doctor Mabuse” (1922), “Metropolis” (1927) hasta “28 días después” (2002) o “Avatar” (2009), pasando por Star wars (1977) o Blade runner (1982), se ha ido configurando un género que refleja los sueños de exploración del ser humano, así como utopías y distopías, que son cristalización y reflejo de los temores de su época. Éstos son solo algunos ejemplos de un género que parece casi infinito. Los límites de la ciencia ficción son inabarcables, y este terreno abre las puertas de la creación de efectos visuales de par en par.

Debido a esta amplitud, hay que acotar y centrar nuestro objeto de estudio en la creación de personajes y monstruos irreales, y como los cineastas han sabido integrarlos en este tipo de películas combinados con imagen real. Para ello, habrá que recurrir de nuevo a Willis O’Brien, maestro creador de escenarios y figuras, e instaurador de nuevas formas de trabajo en el arte de la animación y efectos. Su gran aportación rompedora, que cohesionó animación e imagen real con un evidente realismo para la época, fue la aplicación de la *pantalla de transparencia*. Gracias a ella, se unían monstruos animados con la técnica del stop motion a producciones con actores que podían interactuar con ellos. Existían dos tipos de aplicación con la pantalla de transparencia, *la retroproyección* o *el tiempo real*.

La retroproyección consistía en proyectar frame a frame la película sobre un cristal especial, mostrando en ella los movimientos de actores ya grabados. Esto permitía a los animadores mover el muñeco según convenía. Se grababa de nuevo la escena frame a frame, con el marco de la cámara ajustado a esta, y quedaba perfectamente integradas las dos partes.

El tiempo real, era el trabajo inverso, proyectar el personaje en stop motion y grabar al actor interactuando con él. Esta técnica era obviamente más costosa y menos efectiva, por lo que la retroproyección era la elección para la mayoría de escenas.

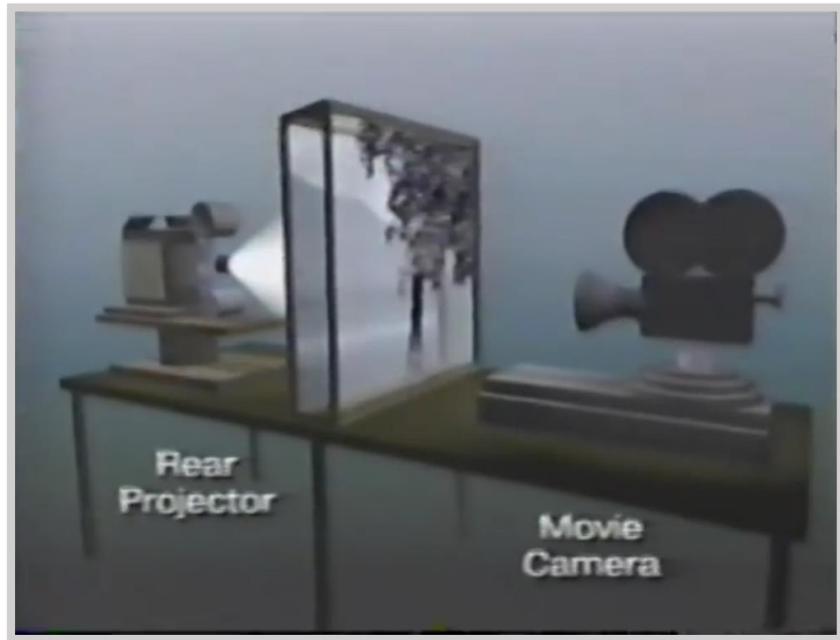


Fig.24: Pantalla de transparencia con retroproyección para animar tras la grabación.

La aplicación del stop motion tiene dos vertientes desde los trabajos de Ladislav Starewitch. O bien es animación en la que todo el entorno es maqueta y todos los personajes son muñecos, o bien se configura como parte cohesionada al mundo real, con actores.

Esta última versión, ha sido utilizada hasta la década de los 90 como una fórmula casi exclusiva de animar monstruos y máquinas de todo tipo, “Star wars” (1977-1983 Episodios IV,V,VI), “The Golden Voyage of Simbad” (1974), “One million years B.C” (1966), “Simbad y el ojo del tigre” (1977). Se ha usado la palabra “casi” porque existen los animatrónicos, que son maquetas o muñecos robotizados, que pueden realizar determinados movimientos. Estos completan con realismo

determinados planos, pero no se configuran como un efecto visual, usados por ejemplo en “Jurassic Park” (1993) o “Alien, el octavo pasajero” (1979).

Existe otra variante del stop motion que se aplicó en Star Wars: Episode V - The Empire Strikes Back. Phil Tippett, se valió de una nueva técnica inventada por él, a la cual llamó Go Motion. La principal diferencia es que se mueve al objeto mientras se captura el frame a frame, dotándolo de realismo y haciendo más sencillo el proceso.

Con la digitalización del cine y la evolución tecnológica de las computadoras, la creación de este tipo de personajes se ha ido convirtiendo en algo casi exclusivo del ámbito de la programación. Grandes equipos trabajan para perfeccionar las creaciones mediante el uso de programas informáticos específicos para cada una de las partes. Estos programas sirven para la edición y creación de objetos 3D que se integran posteriormente al rodaje dentro de las escenas. Para construir un hiperrealismo que es cada vez más exigido y costoso, se han determinado módulos. Por un lado, el modelador crea y trabaja las geometrías, el encargado de los materiales texturiza el personaje, el iluminador da sombras y luces a la escena, y por último el animador se encarga de dar vida y mover el objeto. También se cuenta con un encargado del *render*, que es como se denomina al cálculo de las imágenes por parte del ordenador.

La anterior fórmula ha hecho caer en desuso la técnica del stop motion en esta vertiente de aportación de elementos imaginarios a grabaciones reales, no obstante, desde los 80 la animación llamada vulgarmente “dibujos animados” ha seguido valiéndose de él.

El gran éxito de la primera película creada íntegramente por ordenador “Toy Story” (1995) por parte de Pixar, llevó a las productoras de dibujos para niños a apostar directamente por la creación integral de imágenes por ordenador (CGI). Con las películas “Antz” (1998) por parte de

Dreamworks y “Bichos” (1998) por parte de Disney como réplica, se sentaron las bases de un nuevo tipo de cine infantil que con los años dejaría a la animación tradicional 2D completamente en desuso. Pese a que esta animación completamente concebida en 3D es inigualable en éxito social y parece destinada a quedarse como una única opción real para los largometrajes de las grandes productoras, es innegable que el stop motion sigue funcionando. Películas como “Pesadilla antes de navidad” (1993), Wallace y Grommit” (2005), “El fantástico MrFox” (2009), o más recientemente “Mary and Max” (2010) o “Los Boxtrolls” (2014), corroboran mi postura de que la animación en stop motion sigue viva.

4. CONCLUSIONES

El presente estudio sobre la evolución de los efectos visuales, se ha apoyado en la investigación sobre el cine enfocado como técnica capaz de crear imágenes ilusorias, con la intención principal de significar una revisión histórica de sus principales herramientas. El análisis desde un principio encaminado a mostrar la evolución significativa que ha supuesto la entrada del cine digital, ha servido como pretexto para exponer los fundamentos del arte del engaño visual en el ámbito cinematográfico y recorrer los inicios de la animación como complemento fundamental del trabajo de los artistas del cine primigenio. Este breve repaso por la historia ha mostrado el gran impacto de la revolución tecnológica del último siglo en relación a la producción cinematográfica, en concreto al apartado de edición de efectos, y ha permitido extraer estas conclusiones:

1. Las diferentes herramientas descubiertas previamente al cine digital ya respondían a inquietudes e intenciones creativas que no han variado con la edición de efectos por ordenador. Pese a la juventud del cine, los artistas de principios y mediados del siglo XX se valieron de su extraordinaria inventiva para satisfacer sus deseos de impresionar al espectador, creando trucos sin los cuales no habiéramos podido integrar la creación digital a una base. Esta idea significativa se puede extraer tras hacer una retrospectiva de la mayoría de técnicas actuales. La forma de exponer en este trabajo los efectos visuales analógicos, así como los nuevos digitales, y la presentación de sus herramientas encajándolas por parecido entre ellas, ha permitido corroborar esta teoría.
2. Los efectos especiales y visuales que significaban un bloque a principios de siglo, se han dividido en diferentes secciones de

trabajo muy tecnificados. Éstos se diferencian por su elaboración durante la producción o postproducción. Los efectos especiales no están creados por ordenador, son efectos creados *in situ* como efectos reales durante la producción. Los visuales se destinan a trabajo de creación en la postproducción.

3. Los efectos ópticos empleados hasta la entrada del cine digital en los 80 no han desaparecido, si no que se han integrado en los nuevos mecanismos de creación de imagen. Las facilidades que aportan las nuevas técnicas, permiten llevar a la posproducción elementos de engaño de la vista que antes se aplicaban durante el rodaje.
4. La animación y cine, en concreto los efectos visuales, poseen desde principios de siglo un nexo común gracias a compartir su unidad básica que es el frame, y su intención de dotarlo de alma y movimiento. Los efectos visuales han permitido integrar la animación como parte esencial de producciones de imagen real, gracias a la evolución paralela de la animación y la aportación de determinados cineastas que han sabido crear convergencias en ambos caminos.

El cine se ha establecido como un arte de afiliación masiva. Se ha desmarcado en popularidad respecto otras disciplinas como la pintura o la narrativa sumando muchísima cantidad de público, más allá incluso de su propio dominio, que son las salas de cine. Se ha readaptado a infinidad de formatos de archivo, relaciones de aspecto, y plataformas por una sencilla razón, la gente está loca por el cine. Habrá personas que demandarán un guion impecable, otras un montaje arrollador y perfeccionista, otras, una fotografía original y conmovedora, pero queda meridianamente claro que el éxito arrollador del cine es el que es, por que supone entretenimiento. El cine es capaz de llevarte a tierras muy

muy lejanas, a mundos insólitos habitados por seres mágicos, mostrarte como un superhéroe lanza telarañas por la ciudad de Nueva York, o incluso contarte la historia del vecino de arriba cuyo padre se ha dado cuenta a los 50 de que es gay. Para cualquiera de estas cuatro historias, son aplicables los efectos visuales. Éstos, son un mecanismo entre tantos otros de los que goza el cine para mostrarse como tal. Y esta es mi demanda y mi obsesión cuando entro en una sala de cine. Por este motivo, decidí hacer este trabajo.

Tras haberlo realizado, creo que ha sido una experiencia muy positiva para mi futuro, como creí al inicio que iba a ser. Definitivamente he aprendido sobre los efectos visuales, sobre su uso e historia, y he podido comprobar y concluir cómo las exigencias del espectador han hecho mejorar sus mecanismos de creación, siempre obstinados en busca del asombro y la fascinación del espectador.

5. REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA

ARMENTEROS, M. (2011). “Efectos visuales y animación”. Madrid: E-archivos Universidad Carlos III de Madrid.

<http://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12928/efectos_armenteros_2011_pp.pdf?sequence=1> [Consulta: 6 de Junio de 2015]

DE LA POMPA, I. (1996). “Los efectos visuales digitales en la cinematografía” en *Cuadernos de Documentación Multimedia*.

Universidad Complutense de Madrid, Vol. 5.

< <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1024684>>

[Consulta: 6 de Junio de 2015]

HERLCH, P. (2014). “El papel del director de fotografía en las secuencias de efectos especiales” Trabajo final de grado. Gandía: Escuela Superior Politécnica de Gandía.

<<https://riunet.upv.es/handle/10251/47844>> [Consulta: 15 de Junio de 2015]

VIDAL ORTEGA, M. (2008) “Contribución de la animación cinematográfica, al desarrollo del trucaje cinematográfico y los efectos especiales en el cine contemporáneo”. Tesis doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

< <https://riunet.upv.es/handle/10251/2182?show=full>>

[Consulta: 16 de Junio de 2015]

ALBERDI, M.C. (2004) “La imagen digital. ¿Nuevos interrogantes para la semiótica?” en *La Trama de la Comunicación*. URN Editora, vol.9.

<dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4453531.pdf>

[Consulta: 20 de Junio de 2015]

GAUDREAU, A. (2007) “Del cine primitivo a la cinematografía-atracción” en *Secuencias: Revista de historia del cine*. Universidad Autónoma de Madrid, Vol.26, p. 10-28.
<<http://hdl.handle.net/10486/3936>> [Consulta: 7 de Julio de 2015]

WELLS, Paul. (2007) “El rotoscopio y la captura de movimiento” en *Fundamentos de la animación*. Barcelona, Editorial Parramón.
<<http://www.terras.edu.ar/aula/tecnicatura/13/biblio/WELLS-Paul-animacion3d.pdf>> [Consulta: 10 de Junio de 2015]

DE SIMONE, R. (2012) “Méliès, el precursor del cine de ciencia ficción” en *Creación y Producción en Diseño y Comunicación*. Universidad de Palermo, Vol.47, p. 31-33.
<http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=8607&id_libro=400>
[Consulta: 10 de Julio de 2015]

PONS JUST, D. (2014) “Matte painting digital: El nombre del viento, por Patrick Rothfuss” Trabajo final de grado. Valencia: Facultad de Bellas Artes de Sant Carles. <<https://riunet.upv.es/handle/10251/50371>>
[Consulta: 16 de Julio de 2015]

RINCÓN, P. y ZAMBRANO, E. (2012) “Motion Capture” en *Curso de Computación Gráfica II*. Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
<<https://es.scribd.com/doc/226558164/mocap>> [Consulta: 6 de Agosto de 2015]

SÁNCHEZ COGOLLUDO, M. (2010) “Efectos visuales de cine” en *Pasaje a la ciencia*. Kandor Graphics, no 13, p. 93-97.
<www.pasajealaciencia.es/2010/pdf/10-sanchez-cogolludo.pdf>
[Consulta: 6 de Agosto de 2015]

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C.E. (2011) “Historia de la competencia entre el cine y la televisión. Los efectos de las nuevas tecnologías en la

formas de consumir y producir cine en España: la explosión del cine en la televisión y el posible fin de las películas en celuloide.” en *Revista Mediterránea de Comunicación*. Vol. 2, No 1, p. 105-124.

<www.mediterranea-comunicacion.org/Mediterranea/article/view/6>

[Consulta: 6 de Agosto de 2015]

KIRCHHEIMER, M. (2013) “Temporalidades del dibujo animado” en *Letra, Imagen y Sonido*. Ciudad Mediatizada, capítulo 5, p. 73-84.

<<http://semioticafernandez.com.ar/wpcontent/uploads/2015/04/TEmporalidades-anim%C3%A9-KIRCHEIMER.pdf>>

[Consulta: 22 de Agosto de 2015]

PASCUAL, M.A; (2008) *La Persistencia Retiniana y El Fenómeno φ (Phi) como error en la explicación del Movimiento Aparente en Cinematografía y Televisión*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

<https://www.cac.cat/pfw_files/cma/premis_i_ajuts/treball_guanyador/Menci_Miguel_A_Martin.pdf>

[Consulta: 22 de Agosto de 2015]

SEGURA, I; *Aprendemos a realizar un Cámara Mapping*

<<http://ildefonsosegura.es/aprendemos-a-realizar-un-camera-mapping/>>

[Consulta: 22 de Agosto de 2015]

DEL CERRO, N. y CASTRO, J. A; (2011) “Vacaciones de cine (primitivo): Del cine de los pioneros a la creación” en *Didáctica de la pantalla II*. Editorial Germania, Vol 2, p. 215-229

<<https://mupaidecine.files.wordpress.com/2012/07/vacaciones-de-cine-primitivo-del-cine-de-los-pioneros-a-la-creacion-audiovisual-adolescente-2011.pdf>> [Consulta: 23 de Agosto de 2015]

RASEC; *Ojo digital* <<http://www.ojodigital.com/foro/fotografia-quimica/260366-articulo-el-rollo-de-pelicula.html>> [Consulta: 25 de Agosto de 2015]

FILMOGRAFÍA

La Sortie de l'usine Lumière a Lyon (Salida de los obreros de la fábrica Lumière. Dir. Hermanos Lumière) 1895

Jaws (Tiburón. Dir. Steven Spielberg). Universal Pictures. 1975

Jurassic Park (Parque Jurásico. Dir. Steven Spielberg). Amblin entertainment. 1993

The haunted hotel (Dir. Segundo de Chomón) 1905-1908

El hotel eléctrico (Dir. Segundo de Chomón) 1908

Cameraman's revenge (La venganza de camaraman. Dir. L.Starewitch) 1912

The Lost World (Mundo perdido Dir. Harry Hoyt) 1925

King Kong (Dir. Merian Caldwell y Ernest Schoedsack) 1933

Mighty Joe Young (Dir. Ernest Schoedsack) 1949

Mysterious Land (La isla misteriosa. Dir. Cy Endfield). Colubia Pictures. 1961

Jason and the argonauts (Jason y los argonautas. Dir. Don Chaffei). Columbia Pictures. 1963

One million years B.C. (Hace un millón de años. Dir. Don Chaffei) Hammer Film Productions. 1966

Sinbad and the eye of the tiger. (Sinbad y el ojo del tigre. Dir. Sam Wanamaker) 1977

Le Melomane (Dir. Georges Méliès) 1903

The Indian Rubber Head (Dir. Georges Méliès) 1901

Le voyage dans la lune (Viaje a la luna. Dir. Georges Méliès) 1902

Sunrise: A Song of Two Humans (Amanecer. Dir. F.W.Murneau) 1927

Willow (Dir. Ron Howard) Lucas Film e Imagine Entertainment. 1988

Titanic (Dir. James Cameron) 20th Century Fox y Paramount Pictures. 1997

Metrópolis (Dir. Fritz Lang) 1927

The Lord of the Rings (El Señor de los Anillos. Dir. Peter Jackson) New Land Cinema. 2001

Star Wars (La Guerra de las Galaxias. Dir. George Lucas) 20th Century Fox. 1977

Snow White and the Seven Dwarfs. (Blancanieves y los siete enanitos. Dir. David Hand, William Cottrell, Larry Morey, Perce Pearce, Ben Sharpsteen). Walt Disney Pictures. 1937

Pirates of the caribbean (Piratas del caribe. Dir. Gore Verbinsky) Walt Disney Pictures. 2003

Polar express (Dir. Robert Zemeckis) Warner Bross Pictures. 2004

The incredible Hulk (El increíble Hulk. Dir.Louis Leterrier) Marvel Studios. 2008

Avatar (Dir. James Cameron) 20th Century Fox. 2009

Toy Story (Dir.) Pixar Animation Studios. 1995

Antz (Hormigaz. Dir.) Dreamworks. 1998

A bug's life (Bichos. Dir. John Lasseter). Pixar Animation Studios.1998

The nightmare before christmas (Pesadilla antes de navidad. Dir. Henry Selik) Skellington Productions. 1993

Wallace y Grommit: The Curse of the Were-Rabbit (Wallace y Gromit. Dir. Nick Park y Steve Box) Dreamworks Animation. 2005

The Boxtrolls (Los Boxtrolls. Dir. Graham Annable) Laika. 2014

IMÁGENES

La nave de fibra. *El zootropo y praxinoscópico*

<https://lanavedefibra.wordpress.com/tag/zootropo/>

Amazon web services. *Cameramann's Revenge*

http://s3.amazonaws.com/auteurs_production/images/film/the-cameramans-revenge/w856/the-cameramans-revenge.jpg

Olemiarte. *Foto experiento Brunelleschi*

http://www.olemiarte.com/wp-content/uploads/noticia_experimento_brunelleschi_foto1.jpg

Making Fx. *Willow matte-painting*

<http://makingfx.net/tag/matte-painting/page/3>

Gawker Media. *Bvqws2s8m7x1yucoyyfg*

<http://i.kinja-img.com/gawker-media/image/upload/bvqws2s8m7x1yucoyyfg.jpg>

Randommization. *How Disney Used Live Models For Animation in the '50s*

<http://randommization.com/2013/05/25/how-disney-used-live-models-for-animation-in-the-50s/>

Neoteo. *Capture 6.*

<http://www.neoteo.com/wp-content/uploads/2013/11/capture16.png>

OTRAS

Extraídos de películas, colección propia.

