

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

MÁSTER EN POSTPRODUCCIÓN DIGITAL



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Rotoscopia y captura de movimiento.
Una aproximación general a través de sus
técnicas y procesos en la postproducción”**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Autora: **Sara Mérida Mejías**

Directora: **Elisa March Leuba**

Gandia, septiembre de 2013

RESUMEN

El trabajo de investigación que a continuación se desarrolla se trata de un Trabajo Final del Máster en Postproducción Digital realizado en el Campus de Gandia de la Universidad Politécnica de Valencia. El objetivo de esta investigación consiste en profundizar en el conocimiento de las técnicas de la rotoscopia y de la captura de movimiento.

Considerando las afirmaciones que realizan diversos autores sobre que la técnica de la captura de movimiento es una evolución de la técnica de la rotoscopia, se pretende demostrar mediante el análisis si los procesos se pueden considerar un avance el uno del otro o, por el contrario, son métodos completamente distintos entre sí. Para ello, se efectuará un estudio de ambas técnicas con el objetivo de conocer su evolución, el propósito con el que fueron creadas y su adaptación a las nuevas tecnologías.

Tras la investigación realizada se obtienen las características que definen a cada una de las técnicas, lo que permite realizar una comparación de las mismas y verificar así la hipótesis planteada.

Palabras clave: rotoscopia, captura, movimiento, comparación, evolución.

ABSTRACT

Title: Rotoscope and motion capture. A general approach through their techniques and processes in post-production.

The research developed in this report represents the Master Thesis, as a requirement for obtaining an MA degree in Digital Postproduction at the Gandia Campus of the Universidad Politecnica de Valencia. The aim of this investigation is to study about rotoscope and motion capture's techniques.

Considering some author's statements about motion capture is an evolution of rotoscope, I want to analyze if motion capture was created thanks to rotoscoping or they're different methods. In order to know their evolutions, I have studied both technologies to show why were they invented and how did they adapt their procedures to the new technologies.

After the investigation, I made a comparison between both methods, analyzing the characteristics I have obtained previously, to verify the suggested hypothesis.

Keywords: rotoscope, motion, capture, comparison, evolution.

AGRADECIMIENTOS

En este pequeño espacio quisiera agradecer a todos aquellos que me han apoyado durante estos meses en la realización de este Trabajo Final de Máster.

En primer lugar, agradecer a toda mi familia, a mis hermanos, a mis padres, sobrinos y cuñados/as por su preocupación e interés durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mi perrito Chispas por estar horas y horas a mi lado, haciéndome compañía mientras desarrollaba este trabajo y ladrarme con su pelota para que hiciese un descanso jugando con él.

A Elisa March, tutora de esta tesina, por plantearme de nuevo la opción de investigar, por sus continuos consejos, por su gran implicación en el desarrollo de este trabajo, por la cantidad de ánimos con los que finalizaba cada una de sus reuniones o correos y por su confianza en mí.

Y por último, y no por ello menos importante, agradecerle a ti toda la ayuda que me has ofrecido desde el primer instante, la cantidad de apoyo y ánimos que siempre me has dado, por charlar horas y horas conmigo sobre la rotoscopia y la captura de movimiento...en definitiva, por compartirlo todo conmigo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
GLOSARIO	v

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN	1
---------------------	----------

1.1. Justificación	2
1.2. Hipótesis y objetivos	3
1.3. Metodología y material de análisis	3
1.4. Estructura del trabajo	5

CAPÍTULO 2

ROTOSCOPIA Y CAPTURA DE MOVIMIENTO	7
---	----------

2.1. Inicio de las técnicas y sus aportaciones al cine de la época	
2.1.1. Rotoscopia	7
2.1.1.1. <i>Out of the Inkwell</i>	10
2.1.1.2. <i>Talkartoons</i>	11
2.1.1.3. <i>Betty Boop Cartoons</i>	12
2.1.1.4. <i>Color Classics</i>	13
2.1.1.5. Trascendencia de la técnica	15
2.1.2. Captura de movimiento	19
2.1.2.1. Eadweard Muybridge	19
2.1.2.2. Étienne-Jules Marey	20
2.1.2.3. Harold E. Doc Edgerton	21
2.1.2.4. Años 80	22
2.1.2.5. Años 90	26
2.2. Evolución de las técnicas y adaptación al medio digital	
2.2.1. Evolución de la rotoscopia	28
2.2.1.1. Tipos de rotoscopia	
2.2.1.1.2. Rotoscopia 2d	29

2.2.1.1.3. Rotoscopia 3d	30
2.2.1.2. Aplicaciones	
2.2.1.2.1. <i>Matte paintings</i>	32
2.2.1.2.2. Eliminación de elementos	33
2.2.1.2.3. Estabilización de la imagen	33
2.2.1.2.4. Composición	33
2.2.1.2.5. Rotoscopia articulada	34
2.2.1.2.6. Efectos especiales	35
2.2.1.2.7. <i>Software</i>	36
2.2.2. Evolución de la captura de movimiento	38
2.2.2.1. Tipos de captura de movimiento	
2.2.2.1.1. Captura de movimiento mecánica	42
2.2.2.1.2. Captura de movimiento electromagnética	43
2.2.2.1.3. Captura de movimiento óptica	44
2.2.2.1.3.1. Indicadores activos	46
2.2.2.1.3.2. Indicadores pasivos.	46
2.2.2.1.3.3. Indicadores activos modulados en el tiempo	46
2.2.2.1.3.4. Indicadores semipasivos imperceptibles	46
2.2.2.1.3.5. Sin marcadores	47
2.2.2.1.4. Otros tipos de captura de movimiento	47
2.2.2.1.4.1. Captura de movimiento acuático	47
2.2.2.1.4.2. Captura de movimiento con fibra óptica	47
2.2.2.1.4.3. Captura de movimiento con ultrasonidos	48
2.2.2.1.4.4. Captura de movimiento con sistemas inerciales	48
2.2.2.2. Aplicaciones	
2.2.2.2.1. Medicina	48
2.2.2.2.2. Ejército.	48
2.2.2.2.3. Deportes	49
2.2.2.2.4. Videojuegos	49
2.2.2.2.5. Televisión	49

2.2.2.2.6. Cine	50
2.2.2.2.7. Otros sectores	50
2.2.2.2.7.1. Ingeniería	50
2.2.2.2.7.2. Derecho	51
2.2.2.2.7.3. Docencia	51
2.2.2.2.7.4. Realidad virtual y realidad aumentada	51
2.2.2.3. <i>Software</i>	51
2.2.3. Combinación de ambas técnicas	52

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE CASOS

54

3.1. Material de análisis

3.1.1. Rotoscopia: <i>A Scanner Darkly</i> (2006)	55
3.1.1.1. Ficha técnica y sinopsis	55
3.1.1.2. El director	56
3.1.1.3. ¿Por qué rotoscopia?	56
3.1.1.4. <i>Software</i> y material técnico	57
3.1.1.5. Método de trabajo	58
3.1.1.6. Otras posibilidades de la técnica	60
3.1.1.7. Ventajas de la aplicación de la técnica.	61
3.1.2. Captura de movimiento: <i>Avatar</i> (2009)	63
3.1.2.1. Ficha técnica y sinopsis	63
3.1.2.2. El director	63
3.1.2.3. ¿Por qué captura de movimiento?	64
3.1.2.4. <i>Software</i> y material técnico	65
3.1.2.5. Método de trabajo	67
3.1.2.6. Ventajas de la aplicación de la técnica	70

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS

72

4.1. Tabla comparativa entre cada una de las técnicas	72
---	----

4.2. Necesidades en el proceso de producción	.	.	.	.	74
4.3. Workflow	.	.	.	.	75
4.3. Análisis de los resultados	.	.	.	.	77

CAPÍTULO 5	
CONCLUSIONES	81

CAPÍTULO 6	
BIBLIOGRAFÍA	85

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1</u> : Rotoscopio desde distintas angulaciones	8
<u>Figura 2</u> : Captura de movimiento a través del dispositivo <i>Waldo</i>	24
<u>Figura 3</u> : Rostros de la actriz y personaje digital del videoclip <i>Dozo</i>	25
<u>Figura 4</u> : Sistemas <i>Face Waldo</i>	27
<u>Figura 5</u> : Composición de un frame en <i>El retorno del Jedi</i>	34
<u>Figura 6</u> : Personajes creados con el traje <i>Scramble</i>	61
<u>Figura 7</u> : Imagen final VS Cámara virtual	66
<u>Figura 8</u> : Volumen empleado en el rodaje de <i>Avatar</i>	67
<u>Figura 9</u> : Diagrama de flujo de trabajo mediante la rotoscopia	76
<u>Figura 10</u> : Diagrama de flujo de trabajo mediante la captura de movimiento	76
<u>Figura 11</u> : Diagrama desglose concepto rotoscopia	83
<u>Figura 12</u> : Diagrama desglose concepto captura de movimiento.	83

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1</u> : Ventajas y desventajas de la captura de movimiento mecánica	42
<u>Tabla 2</u> : Ventajas y desventajas de la captura de movimiento electromagnética	44
<u>Tabla 3</u> : Ventajas y desventajas de la captura de movimiento óptica	45
<u>Tabla 4</u> : Ficha técnica de <i>A Scanner Darkly</i>	55
<u>Tabla 5</u> : Sinopsis de <i>A Scanner Darkly</i>	55
<u>Tabla 6</u> : Ficha técnica de <i>Avatar</i>	63
<u>Tabla 7</u> : Sinopsis de <i>Avatar</i>	63
<u>Tabla 8</u> : Comparativa entre ambas técnicas	73
<u>Tabla 9</u> : Necesidades de ambas técnicas en el proceso de producción	75

GLOSARIO

Cámara multiplano: creada por Walt Disney y patentada en 1933, se emplea en la animación tradicional para lograr un efecto tridimensional. Los elementos que componen la animación se colocan en distintas capas que se mueven a velocidades distintas para generar sensación de profundidad.

Colodión húmedo: especie de barniz que se aplicaba a las placas sobre el cual se extendía la emulsión química fotosensible.

Electrooculograma: es un examen que consiste en colocar pequeños electrodos cerca de los músculos de los ojos para medir el movimiento de éstos.

Émbolo: en mecánica, pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir de él movimiento.

Estroboscopio: instrumento que permite ver como lentos o inmóviles objetos que se mueven de forma rápida y periódica, mediante su observación intermitente..

Fotogrametría: técnica que permite extraer modelos 3D a partir de dos o más imágenes inmóviles de un sujeto. Su implementación más general consiste en extraer la profundidad de un plano.

Kinesiología: estudio científico del movimiento humano.

Matte painting: se trata de un dibujo a gran escala que suele realzar una escena de acción en vivo durante su filmación o el proceso de postproducción. La imagen debe proporcionar un paisaje de fondo, edificios y/u objetos inmóviles.

Morphing: es la transformación gradual de una imagen a otra. Esta transición se consigue a través de *software*.

Obturador mecánico: consiste en dos pares de hojas de madera que se deslizaban verticalmente por las ranuras de un marco y dejaban al descubierto una abertura de 20 centímetros por la que pasaba la luz. Con este sistema se lograba un tiempo de exposición récord de 1/500 de segundo.

Potenciómetro: resistencia regulable en un circuito eléctrico.

Prop: accesorio usado en una escena, por ejemplo un alimento, un arma, o un papel, con el que los actores interactúan para que el contacto con el objeto sea más realista cuando se recree digitalmente.

Render: es el proceso por el cual unos gráficos creados por ordenador se convierten de wireframe a imágenes realistas con sombras, color, texturas y otros parámetros.

Rig: controles que permiten animar un modelo 3D.

SIGGRAPH: grupo de interés en CGI que realiza una conferencia anualmente sobre la captura de movimiento.

Spline: función definida por una línea curva generada gracias a tres coordenadas informáticas.

Timing: en animación, se refiere a la distribución del tiempo entre los dibujos clave de la animación, a los cambios de ritmo, pausas, frenadas, etc.

Transpondedor: aparato que emite una señal en una frecuencia determinada cuando lo estimula otra señal externa apropiada.

Vector: representación geométrica de una magnitud (velocidad, aceleración, fuerza) que necesita orientación espacial, punto de aplicación, dirección y sentido para quedar definida.

Wireframe: se trata de una imagen generada por ordenador creada a partir de la interconexión de las líneas que aparecen en tres dimensiones en el que más tarde se añadirán músculos, piel u otro tipo de rasgos. Se crea a través de *software* y puede estar creador por cientos, o incluso, miles de polígonos.

Zoopraxiscopio: mecanismo que utilizaba la luz para proyectar imágenes secuenciales mediante el uso de un disco de cristal.

Zootropo: dispositivo que, gracias a la persistencia retiniana, al girar produce la ilusión de movimiento de unas figuras dibujadas.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de investigación se realiza como Trabajo Final del Máster en Postproducción Digital del Campus de Gandia de la Universidad Politécnica de Valencia. La elección de una modalidad de investigación para el desarrollo de este trabajo se debe a la posibilidad que ofrece en la búsqueda de información sobre un determinado tema y a la oportunidad de contrastar diferentes fuentes de conocimiento. En este caso concreto, la investigación se ha desarrollado sobre dos técnicas que actualmente están muy presentes en la industria cinematográfica, la rotoscopia y la captura de movimiento, la información de las cuales es un tanto escasa y se encuentra bastante atomizada. Ahí reside la importancia de la tarea de recopilación del material que trate en concreto cada uno de los métodos de animación.

Para el desarrollo de esta investigación se parte de un objetivo concreto: demostrar mediante el análisis si las técnicas de rotoscopia y captura de movimiento se pueden considerar un avance la una de la otra o, por el contrario, son métodos completamente distintos entre sí.

Esta premisa ha sido sometida a estudio debido a las afirmaciones que diversos autores defienden en algunas de sus publicaciones, en las que señalan a la técnica de la rotoscopia como el antecedente directo de la captura de movimiento:

1 - En *The World History of Animation*, Stephen Cavalier expone que:

*Una gran tendencia en la animación a comienzos del siglo XXI fue el motion capture. Esto es fundamentalmente la versión digital de la rotoscopia, a través del cual los movimientos de los actores son grabados y aplicados a personajes animados para conseguir unos movimientos más realistas*¹.

2 - Por otra parte, Andrew Chong en *Animación digital* argumenta que “este avance de la técnica del rotoscopio creado por Max Fleischer evolucionó a una forma totalmente digital: la captura de movimiento”².

¹ CAVALIER, STEPHEN. 2011. *The World History of Animation*. USA: University of California Press. Pág. 334.

² CHONG, ANDREW. 2010. *Animación digital*. Barcelona: Naturart. Pág. 68.

3 - Otros autores, como Midori Kitagawa y Brian Windsor y Alberto Menache, en sus obras *Mocap for artists: workflow and techniques for motion capture*³ y *Understanding Motion capture For Computer Animation and Video Games*⁴ respectivamente, dedican un apartado de su publicación para explicar la rotoscopia como el antecedente de la captura de movimiento en la historia de la técnica.

Por todo ello, el desarrollo de esta investigación contribuye a cubrir una carencia que existe en cuanto al conocimiento y comparación entre las técnicas de la rotoscopia y de la captura de movimiento. Este trabajo permite, por un lado, abordar desde un nuevo punto de vista la relación entre ambos procedimientos y, por otro, se convierte en un punto de partida para nuevas investigaciones que busquen dar respuesta a algunas preguntas que han surgido a lo largo de esta investigación. Además, gracias a la recopilación de datos, se consigue ofrecer una comparación sobre ambas técnicas dando como resultado un material difícil de encontrar actualmente y que permite dar respuesta a la hipótesis de partida planteada.

1.1. Justificación

“Quiero hacer un cortometraje de animación mediante rotoscopia”. Ése fue el primer impulso serio que sentí cuando me enfrenté a la realización del Trabajo Final de Máster, enfocando mi tesina a la realización de un producto audiovisual. Sin embargo, tras dar algunos pasos en esa dirección, no me sentí cómoda con esa modalidad y tras una reunión con mi tutora retomamos una antigua conversación en la que le propuse basar este proyecto en una investigación sobre algún tema relacionado con el máster. En ese momento, y animada por sus consejos y directrices, sentí que estaba preparada para desarrollar este tipo de trabajo.

Sin pensarlo, dejé a un lado el guion del cortometraje y me puse manos a la obra en la búsqueda de información sobre la rotoscopia. Tras consultar varias fuentes, me resultó muy curioso que la mayoría de los textos asociaran esta técnica con la captura de movimiento. En un principio, esta información inesperada generó cierta confusión sobre el tema que estaba tratando, con lo que tuve que realizar una búsqueda más exhaustiva para esclarecer el por qué se relacionaba una técnica con la otra.

Investigando por diferentes páginas web especializadas, obtuve una idea general sobre en qué consistía la técnica de la captura de movimiento y, lejos de encontrar una respuesta

³ KITAGAWA, MIDORI & WINDSOR, BRIAN. 2008. *Mocap for artists: workflow and techniques for motion capture*. Oxford: Focal Press. Pág. 4.

⁴ MENACHE, ALBERTO. 2000. *Understanding Motion Capture For Computer Animation and Video Games*. USA: Academic Press. Pág. 2.

satisfactoria a mi confusión, se generó un nuevo interrogante sobre mi proyecto: ¿qué relación tiene la rotoscopia, una animación 2D realizada mediante el calcado de *frames*, con una técnica en la que se obtienen datos de los movimientos realizados por los actores mediante unos trajes con sensores?

Esta incógnita, fruto de una primera investigación superficial, captó tanto mi atención y curiosidad que le otorgué el estatus provisional de “pregunta inicial” sobre la que podría partir toda mi investigación. Con el visto bueno de mi tutora, mi trabajo pasó a ser ampliado mediante otras fuentes de información: los libros de texto. Sorprendentemente para mí (ya que nunca hubiese pensado en tal conexión), la gran mayoría de ellos, escritos en castellano o en inglés, sugerían a la rotoscopia como antecedente de la captura de movimiento.

A partir de este momento, vi con mayor claridad que esa pregunta inicial debía ser el punto de partida de mi tesina: en mi trabajo de investigación quería estudiar ambas técnicas para poder llegar a la conclusión de si una técnica es la evolución de la otra o, si en realidad, son métodos diferentes.

1.2. Hipótesis y objetivos

Para el desarrollo de esta investigación, la hipótesis de partida es la siguiente:

Considerando las afirmaciones que realizan diversos autores sobre que la técnica de la captura de movimiento es una evolución de la técnica de la rotoscopia, se pretende demostrar mediante el análisis y la comparación si las técnicas son métodos completamente distintos entre sí.

Para responder a la hipótesis propuesta se plantean los siguientes objetivos:

- 1 - Estudiar y analizar las técnicas de la rotoscopia y de la captura de movimiento.
- 2 - Realizar una comparación entre las técnicas para detectar las semejanzas y diferencias.

1.3. Metodología y material de análisis

La metodología planteada para la realización del presente proyecto de investigación es la que a continuación se describe:

- 1 - Compilación de material en el que se trate en profundidad las técnicas de la rotoscopia y de la captura de movimiento. Este trabajo se nutrió de distintas disciplinas así como de profesionales reconocidos a nivel nacional e internacional: especialistas en historia de

animación, artistas, cineastas, creadores de efectos especiales, entre otros. La información se recopiló a través de la consulta de fuentes bibliográficas, artículos, revistas académicas, producciones audiovisuales y recursos electrónicos.

2 - Búsqueda de referentes audiovisuales que permitan conocer el uso de cada una de las técnicas y que hayan creado un antes y un después en la historia del cine.

3 - Análisis de los largometrajes *A Scanner Darkly*⁵ y *Avatar*⁶ para conocer los aspectos representativos de las técnicas de la rotoscopia y de la captura de movimiento, como el porqué del uso de un método u otro, el *software* y material técnico empleados, el método de trabajo y las ventajas de la técnica, entre otros.

4 - Recopilación de los datos característicos de cada una de las técnicas. Con ello, se realizan una serie de tablas en las que se muestran las aplicaciones de cada uno de los procedimientos, las ventajas y desventajas de las técnicas, la finalidad del material que se filma para la creación del producto, qué importancia tienen los elementos que se encuentran en la escena y con los que los actores interactúan, cuál es el flujo de trabajo que se realiza en cada proceso, así como el perfil profesional que requiere la realización de un producto audiovisual dependiendo de la técnica que se emplee.

5 - Análisis de los resultados obtenidos mediante las tablas anteriores así como de los datos desarrollados a lo largo del trabajo de investigación para obtener una comparación entre ambas técnicas que permita establecer las conclusiones pertinentes y dar respuesta a la hipótesis de partida propuesta.

Para el material de análisis se escoge un largometraje realizado mediante rotoscopia y otro mediante captura de movimiento por suponer ambos, con su estreno, un acontecimiento importante en cuanto a avances tecnológicos se refiere. Los *films* son:

1 - *A Scanner Darkly* realizada en 2006 y dirigida por Richard Linklater. Este fue el segundo largometraje del director en el que se emplea el *software* digital Rotoshop para la realización de la rotoscopia no como un producto experimental sino como un largometraje con una proyección más comercial que su anterior trabajo *Waking life*.

⁵ *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.

⁶ *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner.

2 - *Avatar*, estrenada en 2009 y escrita, producida y dirigida por James Cameron. Se trata del primer trabajo en el que todas las escenas creadas con captura de movimiento se dirigieron en tiempo real en la que obtuvieron datos de más de dos actores simultáneamente.

1.4. Estructura del trabajo

El trabajo que se desarrolla a lo largo de los siguientes capítulos se organiza en tres partes distintas:

1 - Una primera parte teórica en la que se recopila y estudia la información existente para conocer la historia de ambas técnicas y su evolución.

2 - Una segunda parte basada en un desarrollo más práctico y analítico. En esta sección se analizan cada una de las técnicas a través de dos largometrajes, para elaborar posteriormente diversas tablas comparativas de ambos métodos.

3 - La tercera y última parte consiste en la presentación de las conclusiones, elaboradas a partir del análisis y comparación de los datos obtenidos en los apartados anteriores.

Cada una de las partes examinan las técnicas por separado, siempre atendiendo al mismo orden: primero la rotoscopia y después la captura de movimiento. Además, las obras audiovisuales con “Disponible en” están incluidas (total o parcialmente) en el DVD adjunto.

1ª Parte: Teórica

Este apartado está compuesto por el CAPÍTULO 2 ROTOSCOPIA Y CAPTURA DE MOVIMIENTO, en el que se realiza un recorrido por cada una de las técnicas desde sus inicios hasta la actualidad. Este capítulo se divide en tres apartados:

- En el primer apartado 2.1. Inicio de las técnicas y sus aportaciones al cine de la época, se estudia el significado de cada una de las técnicas, sus creadores, así como algunos de los productos audiovisuales elaborados a partir de los métodos de animación.

- El segundo apartado 2.2. Evolución de las técnicas y adaptación al medio digital, recoge los distintos tipos de rotoscopia y de captura de movimiento que se pueden encontrar actualmente, las diferentes aplicaciones que tienen y un ejemplo de *software* para llevarlas a cabo.

- Por último, se incluye un tercer apartado 2.3. Combinación de ambas técnicas, que consta de un ejemplo de producción audiovisual realizada mediante la utilización de las dos técnicas.

2ª Parte: Práctica

Está compuesto por dos apartados:

- El CAPÍTULO 3 ESTUDIO DE CASOS en el que se realiza un análisis cualitativo de los largometrajes *A Scanner Darkly* y *Avatar* para conocer más a fondo el proceso seguido en la realización de cada *film*, la importancia de cada una de las técnicas en la producción, cómo han trabajado los equipos, las ventajas que aporta la técnica a cada largometraje, entre otros.

- En el CAPÍTULO 4 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS se integran diversas tablas comparativas con el fin de establecer un análisis de ambas técnicas. Para ello, se distinguen los siguientes subapartados:

- El primer subapartado 4.1. Tabla comparativa entre cada una de las técnicas, presenta una comparación de cada una de las técnicas analizadas para extraer qué ventajas e inconvenientes se derivan de una y de otra a través del resumen de los parámetros estudiados a lo largo de los anteriores apartados.

- El segundo subapartado 4.2. Necesidades en el proceso de producción, corresponde a una tabla elaborada con el objetivo de contestar a diversas cuestiones generadas a partir del análisis de los largometrajes del apartado anterior. Esta tabla puede ser aplicada a cualquier producto audiovisual creado mediante rotoscopia o captura de movimiento.

- El tercer y último apartado 4.3. Análisis de los resultados, analiza los resultados de los dos anteriores subapartados para determinar qué aspectos comparten las técnicas y qué características no tienen en común.

3ª Parte: Conclusiones

En el CAPÍTULO 5 se exponen las conclusiones extraídas de cada uno de los apartados que conforman el trabajo y que han sido elaboradas no sólo durante la fase de investigación, sino también durante el desarrollo y redacción del proyecto para dar respuesta a los objetivos marcados.

4ª Parte: Bibliografía

Por último, la tesina concluye con el CAPÍTULO 6 BIBLIOGRAFÍA presentando la bibliografía consultada para su desarrollo en la que se incluye: las fuentes bibliográficas, los artículos, las revistas académicas, las producciones audiovisuales y los recursos electrónicos empleados.

CAPÍTULO 2

ROTOSCOPIA Y CAPTURA DE MOVIMIENTO

A lo largo de este capítulo se realiza un recorrido por las técnicas de la rotoscopia y de la captura de movimiento para establecer sus inicios y conocer su trayectoria con el paso de los años, todo ello a través de ejemplos de piezas audiovisuales. Gracias a esta información, ambas técnicas se conocerán en mayor profundidad, proporcionando un contexto con el que entender sus orígenes.

2.1. Inicio de las técnicas y sus aportaciones al cine de la época

Este apartado presenta la historia de las técnicas a través de un estudio para conocer el contexto en el que surgieron los métodos de animación, sus creadores, las causas por las que se comenzaron a utilizar y cómo han sido aplicadas en sus inicios y en la actualidad.

2.1.1. Rotoscopia

Max Fleischer, nacido en Austria en 1883, fue uno de los directores que buscaban un mayor realismo en sus producciones de animación, ya que su objetivo artístico era conseguir mayor perfección en los movimientos de los personajes animados.

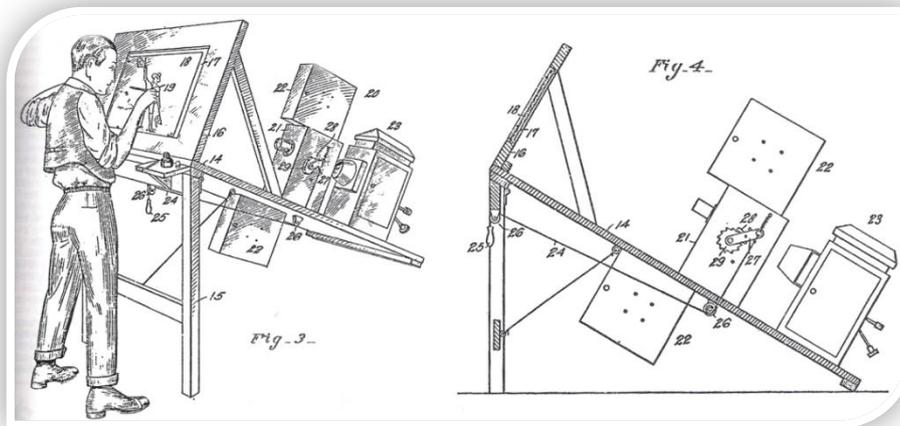
Tras emigrar a Estados Unidos a la edad de cuatro años, sus habilidades artísticas fueron reconocidas rápidamente y en lugar de asistir a la escuela secundaria pública, optó por estudiar en *Art Students League* de Nueva York. Mientras estudiaba, consiguió su primer empleo en el periódico *Brooklyn Daily News* donde trabajó como asistente en el departamento de dibujos animados. En pocos años, se convirtió en un empleado a tiempo completo con su propia tira cómica. Tras abandonar el periódico y trabajar en la revista *Popular Science Monthly*, Max Fleischer comenzó a desarrollar una fascinación por las máquinas y los inventos que culminaría años más tarde con la invención del rotoscopio⁷.

Comúnmente el término rotoscopia alude a dos significados: uno como dispositivo y otro como técnica de animación.

⁷ CABARGA, LESLIE. 1988. *The Fleischer story: A history of the Max Fleischer Cartoon Studio in the golden age of film animation 1920 - 1942*. Nueva York: DaCapo Press. Pág. 10 – 19.

En cuanto al primer significado, permite calcar el movimiento prefilmado gracias a un proyector que puede avanzar fotograma a fotograma. La acción grabada previamente es reproducida bajo una superficie de cristal esmerilado que forma parte de una mesa de dibujo o de un disco de animación y que permite al animador utilizarla como referencia directa para calcar los fotogramas. Una vez el artista ha completado la animación, los dibujos que ha producido se vuelven a calcar en una animación nueva de celuloide y se pintan con los mismos patrones para conseguir una coherencia visual a lo largo de la pieza⁸.

Figura 1: Rotoscopia desde distintas angulaciones



Fuente: CABARGA, LESLIE. 1988. *The Fleischer story: A history of the Max Fleischer Cartoon Studio in the golden age of film animation 1920 - 1942*. Nueva York: DaCapo Press. Pág.19.

El segundo significado habla sobre el sentido que tiene como técnica de animación como una técnica de animación en la que la acción filmada se traza para imitar el movimiento de los actores que lo realizan. Para ello, se calca el elemento a animar tratando de mantener una línea de trabajo coherente de fotograma a fotograma mientras se sigue el movimiento del vídeo de acción en vivo. Las líneas se transfieren después al celuloide y se pintan con una coherencia visual⁹.

Por tanto, en lo que respecta a este Trabajo Final de Máster se empleará esta segunda acepción, ya que se analiza la rotoscopia como técnica de animación y no como un dispositivo.

La innovación que supuso la rotoscopia en la industria cinematográfica, permitió la creación de toda una serie de animaciones en las que no importaban ni los movimientos ni la

⁸ Ibídem. Pág. 20.

⁹ SANDERS, ADRIEN-LUC. "Rotoscoping".

<http://animation.about.com/od/glossaryofterms/g/rotoscoping_def.htm> [Consulta: 22 de abril de 2013].

perspectiva de los personajes, porque todo podría representarse sobre el celuloide gracias a esta técnica pionera. Estos nuevos productos distaban de los primeros dibujos animados tan toscos, desiguales, difíciles de ver, poco populares entre el público y tolerados únicamente por la curiosidad que generaban.

Pero la rotoscopia no sólo consiguió mejorar el movimiento, haciéndolo más natural y dotando de alma a seres inertes, sino que esta técnica supuso un gran avance para los animadores por facilitar la oportunidad de estudiar los movimientos, tanto de animales como de seres humanos, fotograma a fotograma. Antes de que este método de animación se conociese, los artistas debían prestar especial atención para memorizar bien las referencias de los movimientos para sus planos. Estas fuentes de inspiración iban desde fotografías y películas de archivo proyectadas, hasta sus propios movimientos frente al espejo. Aunque este material les ayudaba, posteriormente debían plasmar esa información en un papel, por lo que podría generar un resultado bien distinto al que se buscaba conseguir.

En una entrevista concedida en 1920 para el *New York Times*, Max Fleischer proclamaba que su invento cubría una necesidad básica en el mundo de la animación:

*Un artista, por ejemplo, simplemente se sienta y, con un personaje en mente, dibuja las figuras que han de hacerlo animado. [...] La probabilidad es que el movimiento resultante sea mecánico. [...] Con la única ayuda de su imaginación, un artista no puede, en principio, obtener la perspectiva y los movimientos relacionados con la realidad*¹⁰.

La rotoscopia, además, ofrecía la orientación y perspectiva que los animadores necesitaban para crear movimientos más elegantes y realistas en la pantalla a través de los actores que se filmaban. En palabras de Fleischer, “fue más hermoso que molesto de ver”¹¹.

Con el paso de los años, Max Fleischer trabajó junto a su hermano Dave en la producción de más de un millar de trabajos realizados mediante esta técnica. Gracias a la extensa trayectoria cinematográfica de los hermanos Fleischer, la rotoscopia fue adquiriendo mayor importancia dentro de las producciones de animación. Es por ello que, a medida que los

¹⁰ SEYMOUR, MIKE. 2011. “*Fxguide. The art of the roto*”. <<http://www.fxguide.com/featured/the-art-of-roto-2011/>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].

¹¹ *Ibídem*.

años pasaban y el número de trabajos iba *in crescendo*, la técnica se utilizó para explorar la animación en nuevos personajes y experimentar su funcionalidad junto a otras técnicas¹².

Este auge que la técnica logró con el paso de los años, produjo una respuesta en dos sectores bien distintos: por un lado la industria del cine, negocio en el que los hermanos Fleischer veían, como cualquier otro estudio, una gran posibilidad de prosperar en el mundo de la animación; y por otro lado, el público, sector en el que la técnica de la rotoscopia pasó de ser una completa desconocida a tener una cierta importancia entre aquellos que disfrutaban viendo animaciones. Para entender bien la trascendencia de la técnica, es necesario conocer algunas de las producciones que consiguieron marcar un antes y un después en la historia de la animación.

2.1.1.1. *Out of the Inkwell*

Desde 1916 hasta 1929, los hermanos Fleischer produjeron más de un centenar de episodios de una de las series de dibujos animados más importantes del mundo en esa época: *Out of the Inkwell*¹³. Este proyecto llegó a ver la luz gracias al recorrido que los hermanos realizaron en el mundo de los medios de comunicación. Y es que durante la Primera Guerra Mundial, Max Fleischer se dedicó con éxito a la realización de películas de formación militar. Ascendiendo a la dirección de su propio grupo, y antes de que la patente del rotoscopio entrase en vigor, Max Fleischer filmó a su hermano Dave con un disfraz de payaso y emplearon casi un año para conseguir producir su primera animación en la que utilizaron la rotoscopia. Poco tiempo después, los hermanos Fleischer fueron contratados por John Randolph Bray, al que Max había conocido diez años antes cuando ambos trabajaban en el periódico *Daily Eagle*, para realizar la serie *Out of the Inkwell* como parte del mensual *Screen Magazine* de Paramount.

El formato de la serie era el habitual en la época: Max Fleischer, el artista, creaba a Koko, un payaso que vivía sus propias aventuras en el mundo de los dibujos animados y gastaba bromas a su creador para después regresar a tintero del que había emergido, de ahí el título de la serie. De esta manera, la interacción que el propio artista realizaba con sus personajes consiguió que tanto la animación como la acción real estuviesen ingeniosamente mezcladas gracias a la versatilidad de la técnica y a la destreza de los animadores.

¹² CABARGA, LESLIE. 1988. *The Fleischer story: A history of the Max Fleischer Cartoon Studio in the golden age of film animation 1920 - 1942*. Nueva York: DaCapo Press. Pág. 211 – 215.

¹³ *Out of the Inkwell*. 1919. EEUU. Dir. Max y David Fleischer.
Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=JrL8JZ6D3t4>>

Esta serie recibió muchos elogios y proporcionó un gran prestigio a sus creadores por los movimientos tan fluidos y realistas del personaje, llegando a ser una de las producciones norteamericanas más ingeniosas y vivaces de la época. Koko no tenía una personalidad muy marcada aunque su principal rasgo era un descaro muy divertido claramente inspirado en los payasos del circo, pero sus aventuras se caracterizaban por una delirante comicidad. Aunque la mayoría de los animadores creaban personajes de este estilo, las producciones de los Fleischer fueron las que consiguieron un mayor impacto en el público¹⁴.

2.1.1.2. Talkartoons

Desde 1929 hasta 1932 los *Talkartoons* pasaron a ser los cortometrajes más influyentes de los hermanos Fleischer. A través 42 episodios, los dibujos animados del estudio incorporaron un nuevo descubrimiento, el sonido. Esta nueva tecnología se convirtió en una plataforma para el popular personaje de Betty Boop y su perrito Bimbo.

La nueva etapa en la que los estudios estaban inmersos consiguió que los personajes animados mediante rotoscopia, además de actuar a través movimientos realistas y fluidos con los que el público ya estaba algo más familiarizado por los trabajos anteriores con el Payaso Koko, no sólo fuesen personas, sino que se incorporaron otro tipo de personajes animados: los animales. Éstos eran capaces de realizar coreografías totalmente “humanas” al son de la música.

Un ejemplo de ello se encuentra en el cortometraje *The cow's husband*¹⁵, en el que Bimbo participa en una corrida de toros en Cataluña. A través de un montaje paralelo, se presenta al perro de Betty Boop siendo aclamado por las calles de la ciudad, y por otro lado, se muestra al toro al que se va a enfrentar mientras se despide de sus hijos. Ya en la plaza, ambos se enfrentan cantando a la vez que el toro baila al son de la música. Al final, el astado sale victorioso de la corrida y vitoreado por el resto del ganado.

Un año más tarde, *Minnie the Moocher*¹⁶ protagonizada por Betty Boop, se convirtió en una obra maestra de la animación norteamericana. La película, de atmósfera densa y llena de acción, está basada en un tema musical de Cab Calloway, cantante y músico de jazz estadounidense. Calloway fue un importante músico de *scat* y su banda fue una de las

¹⁴ BENDAZZI, GIANNALBERTO. 2003. *Cartoons: 110 años de cine de animación*. Madrid: Ocho y Medio. Pág. 54.

¹⁵ *The cow's husband*. 1931. EEUU. Dir. Max Fleischer. Mús. George Steiner. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=KV7rVSB7dgE>>

¹⁶ *Minnie the Moocher*. 1932. EEUU. Dir. Max y David Fleischer. Mús. Lou Fleischer. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=c11mnZUM6bQ>>

orquestas de jazz afroamericanas más populares de Estados Unidos entre los años 30 y 40. El argumento de este cortometraje consiste en que Betty decide huir de sus padres acompañada de Bimbo. Mientras camina lejos de casa, ambos terminan en una zona fantasmagórica en el que se les aparece un espectro con forma de morsa, bailando como si de un humano se tratase en sincronía con la música.

En los cortometrajes, sendos bailes suponen un avance en la técnica de la rotoscopia, ya los movimientos que los hermanos Fleischer producían hasta el momento se enfocaban a personajes que actuaban como humanos. Sin embargo, los Fleischer experimentan la atribución a animales de movimientos con mayor ritmo y complejidad en estas dos piezas audiovisuales. Por tanto, estas coreografías se presentaron como una personificación mediante la que explorar la animación de animales reales y de fantasía con cualidades humanas.

2.1.1.3. Betty Boop Cartoons

Con el paso de los años, Betty Boop se convirtió en el personaje estrella de los estudios Fleischer. Betty fue la típica chica frívola de la recién acabada era del jazz, morena de pelo rizado con mirada engañosamente ingenua. Llevaba un vestido negro, los brazos, los hombros y las piernas desnudas y una liga en su muslo izquierdo que, consciente de su atractivo sexual, sabía ser coqueta y a la vez reírse de sí misma. En medio de los patos, los conejos, los perros y los niños que abarrotaban las animaciones de la época, resultaba casi revolucionaria.

Gracias a estas cualidades físicas, el personaje de Betty Boop supo destacar sobre los personajes de otros estudios. Todo ello se vio reflejado en las producciones de los Fleischer, quienes desde 1932 hasta 1939 crearon los *Betty Boop Cartoons*, una serie de largometrajes animados en los que la joven es la protagonista. Tanto fue el revuelo que el personaje provocó que su imagen pasó a estar impresa en cantidad de objetos de *merchandising*: desde cartas y muñecas, hasta jabones. Este hecho consiguió que Betty gozara de cierta popularidad, por lo que los hermanos Fleischer se encontraron con la creación de un personaje icono mediante el cual el público relacionaría a los estudios, siendo éstos a su vez identificados con la novedosa técnica de la rotoscopia.

Gracias a esta recepción por parte del público, la rotoscopia se mantuvo como una técnica de animación que ganaba cada vez un mayor número de seguidores, ya que les resultaba fascinante ver a la famosa Betty Boop mover sus caderas al son de una canción

hawaiana, como ocurre en *Betty Boop's Bamboo Isle*¹⁷, cortometraje en el que todas las coreografías fueron rotoscopiadas a partir del baile de los integrantes de la tribu de las islas Samoa.

2.1.1.4. Color Classics

Una nueva era comenzó en los estudios Fleischer desde 1934 hasta 1940 con la producción de nuevos episodios bajo el nombre de los *Color Classics*. Se trata de más de una treintena de cortometrajes animados cuya novedad estrella era el color. De nuevo, Betty Boop encabeza esta lista de capítulos con el cortometraje *Poor Cinderella*¹⁸. En esta versión, la técnica de la rotoscopia se perfecciona reproduciendo las facciones humanas de personas reales en los personajes animados, como en el caso del hada madrina o del príncipe. Por tanto se consigue una mayor calidad en la estética a través de los movimientos del cuerpo, la ropa o los gestos.

Posteriormente, este tipo de rotoscopia se realizó en dos de los largometrajes de los hermanos Fleischer: *Los Viajes de Gulliver*¹⁹ y *El señor Hoppity va a la ciudad*²⁰. El uso de la técnica se restringía a los personajes principales de la producción, con lo que se apreciaba una clara diferencia entre los movimientos más realistas de éstos y el resto de dibujos del film, tal y como ocurrió con el propio Gulliver y los demás habitantes del lugar²¹.

Es importante destacar la versatilidad de la rotoscopia en compañía de otros elementos, como por ejemplo la cámara estereoscópica. Patentada en 1933 por Max Fleischer, esta cámara se consideraba la precursora de la cámara multiplano²² de Disney. Consistía en una plataforma giratoria con recortables de cartulina con la forma de los objetos que componían el fondo de la escena. Éstos eran colocados a diferentes distancias de la cámara mientras el cielo colgaba inmóvil en el centro de la máquina. La animación realizada en celuloide se encontraba

¹⁷ *Betty Boop's Bamboo Isle*. 1932. EEUU. Dir. Max Fleischer. Mús. Manny Baer y Lou Fleischer. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=2UT-Gi8RC5o>>

¹⁸ *Poor Cinderella*. 1934. EEUU. Dir. Max Fleischer. Mús. Lou Fleischer, Phil Spitalny y Sammy Timberg. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=loFU8U84VBI>>

¹⁹ *Los viajes de Gulliver (Gulliver's Travels)*. 1939. EEUU. Dir. Dave Fleischer, Mús. Ralph Rainger, Leo Robin, Victor Young, George Bassman, Charles Bradshaw, Fletcher Henderson, George Parrish y Leo Shuken.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=mz706EZ74a8>>

²⁰ *El señor Hoppity va a la ciudad (Mr. Bug Goes to Town)*. 1941. EEUU. Dir. Dave Fleischer, Mús. Hoagy Carmichael, Leigh Harline, Frank Loesser, Sammy Timberg, Charles Bradshaw, George Parrish, Walter Scharf, Leo Shuken.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=0vCe-DKKK-8>>

²¹ COSTA, JORDI. 2010. *Películas clave del CINE DE ANIMACIÓN*. Barcelona: Ediciones Robinbook. Pág. 49.

²² Ver glosario.

en un fotograma de cristal enfrente del set por lo que, cuando la cámara filmaba, se incluían todos los componentes en un mismo plano. Cuando la plataforma giratoria rotaba una fracción de pulgada en cada *frame*, los objetos recortados, entraban y salían de plano dando mayor sensación de realismo²³. La cámara estereoscópica dotó de mayor riqueza visual a los cortometrajes del personaje Popeye: *Popeye el marino conoce a Simbad el marino*²⁴, *Popeye el marino conoce a Ali Babá y los cuarenta ladrones*²⁵ y *Popeye – Aladino y la lámpara maravillosa*²⁶. El uso de ambas técnicas de manera conjunta, la rotoscopia y la cámara estereoscópica, proporcionaban unos dibujos animados más cercanos a las producciones de imagen real a través de movimientos más realistas con, por ejemplo, diferentes profundidades en los elementos de la escena.

La combinación de la técnica de la rotoscopia con otros métodos de producción como el color o el sonido. contribuyó a mejorar las producciones de los hermanos Fleischer, ya que conforme pasaban los años, eran necesarios más artistas para ajustar, por ejemplo, el movimiento de la boca a los diálogos que produjesen unos movimientos más precisos controlando el *timing*²⁷, y todo lo necesario para que los movimientos rotoscopiados siguiesen teniendo la misma calidad visual o mejor que la de los anteriores trabajos.

Por otra parte, y para conseguir producciones audiovisuales destacadas, la plantilla del estudio tuvo que ir aumentando para poder abarcar todo el trabajo, de ahí que los hermanos Fleischer cambiasen su estudio de lugar en varias ocasiones para ocupar naves con mayor amplitud. Además, ya no bastaba con colocar la cámara y grabar para conseguir un metraje con el que calcar, sino que los *films* fueron teniendo un ritmo diferente en el que se intercalaban distintos tipos de plano, con mayor o menor encuadre, obligando por tanto a aumentar el número de grabaciones para una producción y enriqueciendo el aspecto visual de éstas a través de la precisión en los gestos y una mayor fluidez y la calidad de los movimientos.

²³ CABARGA, LESLIE. 1988. *The Fleischer story: A history of the Max Fleischer Cartoon Studio in the golden age of film animation 1920 - 1942*. Nueva York: DaCapo Press. Pág. 100.

²⁴ *Popeye el marino conoce a Simbad el marino (Popeye the Sailor Meets Sinbad the Sailor)*. 1936. EEUU. Dir. Dave Fleischer. Mús. Sammy Lerner, Bob Rothberg y Sammy Timberg. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=cRrK2MczHmk>>

²⁵ *Popeye el marino conoce a Ali Babá y los cuarenta ladrones (Popeye the Sailor Meets Ali Baba's Forty Thieves)*. 1937. EEUU. Dir. Dave Fleischer. Mús. Sammy Lerner y Sammy Timberg. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=U32RbiCuNY0>>

²⁶ *Popeye - Aladino y la lámpara maravillosa (Aladdin and His Wonderful Lamp)*. 1939. EEUU. Dir. Dave Fleischer. Mús. Sammy Timberg.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=WtoKDEufmw8>>

²⁷ Ver glosario.

2.1.1.5. Trascendencia de la técnica

El estreno de *Blancanieves y los siete enanitos* en 1937 marcó el comienzo de lo que se considera el dominio de la productora Disney en el mundo de los dibujos animados. Aunque algunos de los animadores de Disney no estaban a favor de utilizar la rotoscopia, resulta significativo que esta técnica se utilizase en la mayoría de las secuencias que plasmaban a los personajes más humanos, es decir en *Blancanieves y el príncipe*. Uno de ellos, Don Graham, se burló de la técnica describiéndola como “una muleta para los artistas que carecían de la habilidad para hacer el trabajo por su cuenta”²⁸. Otro de los animadores del largometraje, Grim Natwick, comentaba que “aun cuando los artistas utilizan el dispositivo, éste se emplea sólo como base para su trabajo, por tanto deben elaborarlo e incluso cambiar las proporciones de las figuras originales filmadas”²⁹.

A pesar de tener mala reputación entre algunos de los trabajadores de Disney, la rotoscopia ayudó a los artistas de *Blancanieves* a mantener una coherencia visual que de otra manera hubiera sido imposible. En versiones anteriores de cortos animados, cada personaje fue hecho por un solo animador y, como resultado, los protagonistas tenían una unidad de estilo. Debido a la extensión de *Blancanieves*, más de un artista tuvo que trabajar en cada personaje, por lo que se consiguió una mejor cohesión visual al utilizar la rotoscopia.

A lo largo de la trayectoria de los Fleischer y en los años sucesivos, otros estudios del mundo utilizaron la técnica de la rotoscopia para la creación de algunas de sus producciones. Es el ejemplo de Leon Schlesinger, productor de Warner Bros durante la época dorada de la animación en Estados Unidos, quien utilizó la técnica de manera ocasional para conseguir una comicidad más exagerada. Esto se debe a que Schlesinger tuvo claras influencias de Disney en sus animaciones durante el comienzo de su carrera y con el paso del tiempo y la continua producción de cortos que dirigió hasta 1962 de *Bugs Bunny*, *el Pato Lucas*, *Porky*, *Coyote y Corre caminos*, hizo que fuese refinando su estilo mediante poses más exageradas para que los personajes comunicasen sus pensamientos, provocando por tanto un ritmo más rápido y un característico estilo en los personajes a través de diseños influenciados por el arte moderno³⁰.

²⁸ SEYMOUR, MIKE. 2011. “*Fxguide. The art of the roto*”. <<http://www.fxguide.com/featured/the-art-of-roto-2011/>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].

²⁹ *Ibíd.*

³⁰ FALCONE, JORGE. 2012. *De Altamira a Toy Story. Evolución de la animación cinematográfica*. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Pág. 51.

En China, por otra parte, fue una práctica utilizada más ampliamente. La primera película animada del país fue *Princess Iron Fan*³¹, estrenada bajo las duras condiciones de la Segunda Guerra Mundial y la Segunda Guerra Sino-Japonesa, este largometraje fue rotoscopiado porque gracias a la técnica, se ahorraron mucho dinero además de conseguir un aspecto realista para los personajes³².

La técnica de la rotoscopia también despertó un gran interés entre los productores de la Unión Soviética a finales de los años 30, época conocida como *Éclair*. Cuando Nikita Khrushchev, dirigente de la URSS durante una parte de la Guerra Fría³³, proclamó en 1956 el fin del culto a Joseph Stalin, comenzó un proceso de renovación política y cultural del país donde muchos de los *films* producidos mediante la rotoscopia eran adaptaciones de cuentos populares o poesías, como *The Night Before Christmas*³⁴ o *The Tale About The Fisherman And The Fish*³⁵. A pesar de que los animadores todavía necesitaban un tiempo para liberarse de la larga tradición de la época *Éclair*, a partir de 1960 las películas de animación se representaron a través de cualidades totalmente renovadas gracias a que un gran número de jóvenes directores de animación desarrollaron sus propios estilos. El punto de partida de esta nueva era fue *Story of One Crime*³⁶ de Fyodor Khitruk's³⁷.

En los años posteriores, a lo largo del mundo destacaron otras muchas producciones creadas con la técnica de la rotoscopia. En la película de animación tripulada por Los Beatles *El submarino amarillo*³⁸ se utilizó la rotoscopia en numerosas ocasiones, siendo más notable en la secuencia *Lucy in the Sky with Diamonds*. Lo que hizo especial esta secuencia fue que su

³¹ *Princess Iron Fan*. 1941. China. Dir. Guchan Wan y Wan Laiming. Disponible en <<https://www.youtube.com/watch?v=tm7vEjXiiU>>

³² NAUSIKA. 2011. "*Princess Iron Fan: first Asian full-length animated movie is an overstretched short cartoon*". <<http://undersoutherneyes.edpsinent.com/princess-iron-fan-first-asian-full-length-animated-movie-is-more-like-a-very-long-cartoon-short-of-linked-episodes/>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].

³³ EL AYUDANTE. 2013. "*Nikita Jrushchov*". <http://es.wikipedia.org/wiki/Nikita_Jrushchov> [Consulta: 5 de julio de 2013].

³⁴ *The Night Before Christmas*. 1951. Unión Soviética. Dir. Valentina Brumberg y Zinaida Brumberg. Mús. Nikolai Rimsky-Korsakov. Mont. Valentina Ivanova. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=P8Bef8A2yzw>>

³⁵ *The Tale About The Fisherman And The Fish*. 1950. Rusia. Dir. Mikhail Tsekhanovsky. Disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=4mp_kP0Bnsw>

³⁶ *Story of One Crime (Istoriya odnogo prestupleniya)*. 1962. Unión Soviética. Dir. Fyodor Khitruk's. Mús. Andrey Babaev.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=1qprut1rkFY>>

³⁷ DONINA, DARIA. 2012. "*The centennial of Russian Animation (Episode II: from 1940 to 1970)*". <<http://indrus.in/articles/2012/09/24/the-centennial-of-russian-animation-episode-ii-from-1940-to-1970-17869.htm>> [Consulta: 6 de mayo de 2013].

³⁸ *El submarino amarillo (Yellow Submarine)*. 1968. Gran Bretaña. Dir. George Dunning. Mont. Brian J. Bishop. Mús. The Beatles y George Martin.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=gIhYu20JnE>>

director George Dunning y el artista Billy Sewell crearon un estilo de manera libre, pintando por fuera de los bordes para definir la imagen, en lugar de utilizar los contornos, dándole un aspecto de fantasía flotante que hizo de esta película fuese memorable³⁹.

El famoso director Martin Scorsese se sirvió de esta técnica en varios fragmentos de su documental *Last Waltz*⁴⁰ para eliminar del encuadre ciertas sustancias prohibidas. En la actuación de *Helpless*, por ejemplo, el cantante Neil Young tenía cocaína en la nariz. El representante del cantante no estaba dispuesto a proyectar estas imágenes tan dañinas para Young, por lo que Scorsese tuvo que contratar a un grupo de especialistas en postproducción. Mediante un *matte* de seguimiento se intentó disimular la droga pero quedó como un elemento borroso y blanquecino⁴¹.

Otro de los cineastas y animadores estadounidenses que hicieron uso de la técnica fue Ralph Bakshi. Por su parte y aun detestando la rotoscopia⁴², la utilizó muy extensamente en las animaciones como *Magos*⁴³, *El señor de los anillos*⁴⁴, *American Pop*⁴⁵ y *Fuego y hielo*⁴⁶, ya que en ocasiones hay escenas que no se pueden resolver a no ser que se recurra a ciertas técnicas, como ocurrió en el largometraje *El señor de los anillos* del que Bakshi comentó que si “alguien puede decirme cómo animar el vuelo en el que los nueve Espectros persiguen a Frodo a

³⁹ HIERONIMUS, BOB. 2002. “SPECIAL PROJECT UNIT on The Yellow Submarine “Lucy in the Sky With Diamonds” originally printed in *Beatology Magazine* Jul/Aug ‘01”.

<<http://21stcenturyradio.com/YS/specialprojectunit.html>> [Consulta: 10 de abril de 2013].

⁴⁰ *El último Vals (The Last Waltz)*. 1978. EEUU. Dir. Martin Scorsese. Mont. Jan Roblee y Yeu-Bun Yee. Mús. The Band.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=5rKlkR0B5aw>>

⁴¹ WENNER, JANN S. 2013. “2. “Neil Young at ‘The Last Waltz,’ 1976 - Cocaine”.

<<http://www.rollingstone.com/music/pictures/10-classic-drugged-out-performances-from-santana-to-green-day-20130606/2-neil-young-at-the-last-waltz-1976-cocaine-0643049>> [Consulta: 7 de junio de 2013].

⁴² TOWNSEND, EMRU. 2004. “Ralph Bakshi”. <<http://www.fpsmagazine.com/feature/040703bakshi.php>>

[Consulta: 17 de abril de 2013].

⁴³ *Magos (Wizards)*. 1977. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. Donald W. Ernst. Mús. Andrew Belling.

Disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=Vgol5_00prc>

⁴⁴ *El señor de los anillos (The Lord of the Rings)*. 1978. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. Donald W. Ernst. Mús. Leonard Rosenman y Paul Kont.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=wZpmZyTK2dl>>

⁴⁵ *American Pop*. 1981. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. David Ramírez. Mús. Lee Holdridge, Marcos Bakshi, John Beug, Jeff Carson, Lee Holdridge y George Doering.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=2U7sY6fgrXs>>

⁴⁶ *Fuego y hielo (Fire and Ice)*. 1983. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. A. David Marshall. Mús. William Kraft.

Parte 1 disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=L9Hif1CCMSs>>

caballo sin rotoscopia, que me lo diga que mañana mismo lo hago. No hubo respuesta a eso en mis tiempos”⁴⁷.

Otras obras audiovisuales que forman parte de la historia de la rotoscopia son *Heavy Metal*⁴⁸, *¿Qué hemos aprendido, Charlie Brown?*⁴⁹ y *Es Flashbeagle, Charlie Brown*⁵⁰, así como tres videoclips del grupo *a-ha*: *Take on Me*⁵¹, *The Sun Always Shines on TV*⁵² y *Train of Thought*⁵³.

Para concluir, a lo largo del apartado se ha visto cómo el uso de la rotoscopia se fue generalizando a medida que el cine se convertía en un arte más complejo en busca de realismo en el movimiento. Sin embargo, mientras la rotoscopia era conocida generalmente por proporcionar realismo en las películas animadas de gran presupuesto, la compañía americana de animación Filmation, conocida por su limitado presupuesto, utilizó de manera intensa la técnica para crear efectos especiales nunca antes visto en series como *Las nuevas aventuras de Flash Gordon*⁵⁴, *Blackstar*⁵⁵ y *He-Man y los Masters del Universo*⁵⁶.

⁴⁷ TOWNSEND, EMRU. 2004. “Ralph Bakshi”. <<http://www.fpsmagazine.com/feature/040703bakshi.php>> [Consulta: 17 de abril de 2013].

⁴⁸ *Heavy Metal*. 1981. EEUU. Dir. Gerald Potterton. Mont. Ian Llande, Mick Manning y Gerald Tripp. Mús. Elmer Bernstein.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=M7ccCsPdH-k>>

⁴⁹ *¿Qué hemos aprendido, Charlie Brown? (What Have We Learned, Charlie Brown?)*. 1983. EEUU. Dir. Charles M. Schulz. Mont. Roger Donley y Chuck McCann. Mús. Judy Munsen.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=knPZ2TvBro>>

⁵⁰ *Es Flashbeagle, Charlie Brown (It's Flashbeagle, Charlie Brown)*. 1984. EEUU. Dir. Charles M. Schulz. Mont. Richard C. Allen, Roger Donley y Chuck McCann. Mús. Ed Bogas y Desirée Goyette.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=kGmqfn-Tffo>>

⁵¹ *Hunting High and Low*. 1985. *Take on Me*. CD. EEUU.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=djV11Xbc914>>

⁵² *Hunting High and Low*. 1985. *The Sun Always Shines on TV*. CD. EEUU.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=a3ir9HC9vYg>>

⁵³ *Hunting High and Low*. 1985. *Train of Thought*. CD. EEUU.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=XOYEF3Z-OdQ>>

⁵⁴ *Las nuevas aventuras de Flash Gordon (The New Adventures of Flash Gordon)*. 1979. EEUU. Dir. Hal Sutherland, Don Towsley y Lou Zukor. Mont. Earl Biddle y Jim Blodgett. Mús. Ray Ellis y Norm Prescott.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=nSjlpf8MG5c>>

⁵⁵ *Blackstar*. 1981. EEUU. Dir. Lou Scheimer y Norm Prescott. Mont. Ron Fedele, Joe Gall y Hector C. Gika. Mús. Ray Ellis y Norm Prescott.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=H6jl1BCim5M>>

⁵⁶ *He-Man y los Masters del Universo (He-Man and the Masters of the Universe)*. 1983. EEUU. Dir.

Gwen Wetzler, Lou Kachivas, Marsh Lamore, Steve Clark, Ed Friedman, Ernie Schmidt, Bill Reed, Lou Zukor y Richard Trueblood. Mont. Joe Gall, Bob Crawford, Rick Gehr y Sam Moore. Mús. Shuki Levy, Haim Saban y Lou Scheimer.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=N6QpD-MaFuo>>

2.1.2. Captura de movimiento

Basada principalmente en la fotogrametría⁵⁷, la captura de movimiento, también conocida como *motion capture* o *mocap*, es la técnica que se emplea para almacenar movimientos reales digitalmente. Tal y como la define Andrew Chong, especialista en animación:

La captura de movimiento, que generalmente se realiza mediante unos puntos de referencia en el cuerpo en movimiento, almacena el movimiento en vectores⁵⁸ y tiempo, lo que permite que éste se visualice como wireframe⁵⁹ o se aplique a una tercera geometría⁶⁰.

El *motion capture* es una técnica creada originariamente con finalidades militares y médicas que, con el paso de los años, encontró su hueco en el mundo de los videojuegos y en la industria del cine y la televisión. Aunque parece que la tecnología *mocap* no existe si no es a partir del auge de los ordenadores, se conocen intenciones de realizar capturas del movimiento con resultados satisfactorios antes de que la tecnología comenzase a desarrollarse.

Como establecen Midori Kitagawa y Brian Windsor en *Mocap for artists: Workflow and Techniques for motion capture*, los pioneros en la captura de movimiento fueron Eadweard Muybridge, Étienne-Jules Marey y Harold E. Doc Edgerton. A continuación se describe cada uno de los investigadores que, según estos autores, fueron los precursores del *motion capture*.

2.1.2.1. Eadweard Muybridge

Fotógrafo pionero en la captura de imágenes en movimiento, comenzó trabajando en la encuadernación y venta de libros. Más tarde se interesó en la fotografía plasmando en la primavera de 1867 el escenario de Yosemite, California, con su estudio móvil *The Flying Studio*. Produjo notables vistas estereoscópicas y más tarde panorámicas.

En 1872, una polémica enfrentaba a los aficionados a los caballos de California. Leland Stanford, exgobernador del Estado y presidente de Central Pacific Railway, y un grupo de amigos sostenían que durante el trote largo o el galope de un caballo había un instante en el que el animal no apoyaba ningún casco en el suelo. Otro grupo, del que formaba parte James Keene, presidente de la Bolsa de Valores de San Francisco, afirmaba lo contrario.

⁵⁷ Ver glosario.

⁵⁸ Ver glosario.

⁵⁹ Ver glosario.

⁶⁰ CHONG, ANDREW. 2010. *Animación digital*. Barcelona: Naturart. Pág. 125.

En esa época no se conocía una manera de demostrar quién tenía razón, hasta que Leland Stanford ideó un sencillo experimento: fotografiar el caballo en las diferentes etapas de su galope para proporcionar una vista completa de todo el trayecto que realizaba. Stanford encargó este trabajo a Muybridge y éste, sin mucha confianza en el resultado, fotografió al caballo trotando aunque finalmente, el experimento no tuvo el éxito esperado ya que el proceso del colodión húmedo⁶¹ exigía varios segundos para obtener un buen resultado.

En 1873 Muybridge logró producir unos negativos en los que fue posible reconocer la silueta de un caballo y además, inventó un obturador mecánico⁶², pues sus primeros intentos fallaron porque el obturador manual era demasiado lento como para lograr un tiempo de exposición tan breve como precisaba. Gracias a estas aportaciones, pudo demostrar a Stanford cómo el caballo podía tener las cuatro patas en el aire al mismo tiempo.

En las primeras series de fotografías que Muybridge realizó, los obturadores de las cámaras se disparaban por la rotura de unos hilos atravesados al paso de los animales que eran fotografiados, cerrando contactos eléctricos que iban activando cada uno de los obturadores. Pero tiempo después, inventó un temporizador a base de un tambor rotatorio que giraba de acuerdo con la velocidad del motivo y que, en los instantes adecuados, enviaba impulsos eléctricos a las cámaras.

En octubre de 1878, la revista *Scientific American* publicó seis grabados hechos sobre negativos ampliados de fotografías de Muybridge. La revista proponía a sus lectores que recortaran las ilustraciones y las montaran en un zootropo⁶³. Después de leer este artículo, Muybridge pensó que se podrían mejorar los resultados proyectando las imágenes sobre una pantalla e inventó el zoopraxiscopio⁶⁴.

2.1.2.2. Étienne-Jules Marey

Fue el segundo de los pioneros que realizó experimentos para desarrollar lo que se conoce actualmente como captura de movimiento. Marey nació en París el 5 de marzo de 1830 y se le considera la primera persona en analizar el movimiento de personas y animales con vídeo. Fue fisiólogo, fotógrafo e investigador, destacando por sus indagaciones en el estudio fotográfico del movimiento, así como el registro con diagramas del caminar de un hombre o caballo, el vuelo de pájaros e insectos, entre otros.

⁶¹ Ver glosario.

⁶² Ver glosario.

⁶³ Ver glosario.

⁶⁴ Ver glosario.

Tras conocer los resultados obtenidos por Muybridge, Marey continuó con sus investigaciones fotográficas inventando en 1882 un fusil fotográfico cuya carga eran placas fotográficas. Esta “escopeta fotográfica” se inspiraba en el “revólver fotográfico” inventado en 1874 por el astrónomo Jules Janssen, siendo capaz de capturar doce exposiciones por segundo.

Años más tarde, realizó un nuevo experimento conocido como cronofotografía, método para registrar las diferentes fases del movimiento a través de fotografías en una única placa de cristal, mejorándolo en 1888 al reemplazar la placa de cristal por una larga tira de papel sensible que se movía intermitentemente en la cámara con la ayuda de un electroimán. Dos años después, Marey reemplazó el papel por una película transparente de celuloide.

Entre 1890 y 1900, Marey hizo un número considerable de tiras de película de gran calidad estética y técnica sobre el análisis del movimiento. Todas estas aportaciones tuvieron una considerable influencia en los pioneros del cine en 1890 gracias a la difusión internacional de sus trabajos, siendo una especial fuente de inspiración para Thomas Edison y Louis Lumière.

2.1.2.3. Harold E. Doc Edgerton

Nacido en Nebraska en 1903, fue investigador de la fotografía estroboscópica de gran velocidad e ingeniero eléctrico. Era estudiante del Instituto Tecnológico de Massachusetts⁶⁵ cuando en 1926 ya había desarrollado un tubo de flash que podía producir destellos de elevada intensidad lumínica en tan sólo 1/1.000.000 de segundos. Este invento sigue siendo utilizado en los dispositivos fotográficos de hoy en día, como si de un estroboscopio⁶⁶ se tratase.

Con esta tecnología, Edgerton fue capaz de fotografiar, por ejemplo, gotas de leche cayendo dentro de un plato y balas que se desplazaban a velocidades de hasta 24.000 km/h. En 1937 diseñó la primera cámara acuática y realizó diversos viajes de investigación a bordo del navío Calypso con el oceanógrafo francés Jacques Cousteau. Diseñó y construyó el equipamiento de flashes electrónicos para sumergirlos en las profundidades del mar en 1954.

Gracias a las investigaciones de Muybridge, Étienne-Jules Marey y Harold E. Doc Edgerton, así como a las aplicaciones tanto médicas como militares, a inicios de los años 70 se comenzó una búsqueda para el desarrollo de la captura de movimiento digital.

⁶⁵ De ahora en adelante MIT.

⁶⁶ Ver glosario.

2.1.2.4. Años 80

La industria de las imágenes generadas por ordenador *Computed-Generated Imagery*⁶⁷ descubrió el potencial de este tipo de tecnología en 1980 cuando Tom Calvert, Profesor de kinesiología⁶⁸ y ciencias de la computación en la *Simon Fraser University*, adhirió potenciómetros al cuerpo de un voluntario para investigar la medición de los ángulos de las articulaciones en los movimientos que realizaba. Estos datos obtenidos digitalmente permitían generar personajes animados por ordenador para usarlos en estudios de coreografía y asistencia clínica en pacientes con problemas de locomoción. Tiempo después, esos sensores se renovaron para dar paso a la utilización de leds y armaduras mecánicas para medir tanto la posición como la orientación de las articulaciones.

A principios de los años 80, tanto el MIT como el *Computer Graphics Laboratory Inc.*⁶⁹ del Instituto de tecnología de Nueva York⁷⁰ experimentaron con dispositivos de seguimiento visual aplicados en el cuerpo humano. Poco después, comienzan a cobrar importancia los primeros sistemas de seguimiento visual como el *Op-Eye* y el *SelfSpot*. Estos sistemas normalmente usaban pequeños marcadores (tanto leds parpadeantes como pequeños puntos reflectantes) adheridos al cuerpo de la persona con una serie de cámaras alrededor del espacio donde se iban a practicar las maniobras. Una combinación especial de *hardware* y *software* distinguían los marcadores en el campo visual de cada cámara, y mediante comparación, calculaban la posición tridimensional de cada marcador en cada instante, aunque los primeros sistemas podían rastrear sólo una docena de marcadores al mismo tiempo.

Robert Abel, pionero en efectos visuales, animación por ordenador y medios interactivos, produjo junto con la empresa Associates el primer anuncio de televisión con imágenes generadas por ordenador mediante la captura de movimiento *Brilliance*⁷¹, siendo emitido durante la *Super Bowl* de 1985 para el consejo *Canned Food Information Council*. El equipo de Abel inventó su propio método para capturar los movimientos del proyecto pintando unos puntos negros en dieciocho articulaciones de una modelo femenina y fotografiando su movimiento sobre un taburete que gira en múltiples ángulos. Las imágenes

⁶⁷ De ahora en adelante CGI.

⁶⁸ Ver glosario.

⁶⁹ De ahora en adelante CGL.

⁷⁰ De ahora en adelante NYIT.

⁷¹ *Brilliance*. 1985. EEUU. Dir. Randy Roberts.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=hI2lhtBit2E>>

Making of disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=HZY5_ZzRdbk>

fueron importadas en las oficinas de Silicon Graphics, empresa fabricante de *hardware* y *software* especializado que acelera la exhibición de imágenes tridimensionales. El producto final pasó a ser una pieza pionera y es considerado un hito en la historia de los CGI.

En 1988, la compañía de efectos especiales deGraf/Wahrman desarrolló *Mike the Talking Head* para la empresa *Silicon Graphics* y así mostrar las capacidades en tiempo real de sus nuevas máquinas 4D. Mike era dirigido por un controlador específicamente hecho para él que permitía a un usuario manejar varios parámetros de la cara del personaje, incluyendo la boca, los ojos, la expresión y la posición de la cabeza. Los datos de estas partes específicas del cuerpo deben obtenerse mediante otro sistema de captura de movimiento, método conocido actualmente como *performance capture*.

Fue necesaria la actuación de un actor para crear la cara original con el que se iba a trabajar. Su rostro fue escaneado con un digitalizador 3D para conseguir unos 256.000 puntos digitales. Para obtener datos precisos y sin redundancia, estos puntos se convirtieron en polígonos con tonalidades lo más similares al actor siendo cada vez más pequeños en las áreas que requieren mayor detalle, como por ejemplo las mejillas. El componente para que Mike consiguiese hablar se logró mediante el escaneo de cada fonema que el actor articulaba. Para simular el habla, el equipo desarrolló un código que interpolaba las distintas posiciones de los fonemas mediante dispositivos de entrada como guantes de datos y sistemas de reconocimiento de voz. El guante se utilizó para manejar los movimientos del personaje mientras que el sistema de reconocimiento de voz, hacía que Mike pronunciase las palabras como una persona⁷².

El *hardware* de Silicon Graphics proporcionaba una interpolación en tiempo real entre las expresiones faciales y la geometría de la cabeza del personaje y del usuario. Mike fue mostrado en público en la conferencia de SIGGRAPH⁷³ donde se demostró que la tecnología *mocap* ya estaba preparada para su explotación comercial.

Años más tarde, Brad deGraf, innovador en la animación por ordenador en tiempo real, continuó trabajando en solitario en el desarrollo de un sistema de animación en tiempo real conocido actualmente como *Alive!* Para conseguir animar un personaje interpretado con *Alive!*, deGraf creó un dispositivo manual con cinco émbolos que representaban los dedos de la persona que controlaba el personaje virtual a modo de titiritero.

⁷² HALL, VALARIE. "Mike the Talking head". <<http://mambo.ucsc.edu/psl/mike.html>> [Consulta: 25 de febrero de 2013].

⁷³ Ver glosario.

DeGraf pasó a formar parte de la compañía Colossal Pictures, donde usó *Alive!* para animar a Moxy, un perro generado por ordenador que tenía una serie para Cartoon Network. Moxy es interpretado en tiempo real para publicidad pero post-renderizado para la serie. Los movimientos del actor eran capturados con sensores en las manos, pies, torso y cabeza.

En 1985, Jim Henson Productions⁷⁴ había intentado crear versiones virtuales de sus personajes aunque no consiguieron el éxito esperado, principalmente debido a las capacidades tan limitadas que la tecnología tenía en ese momento. Finalmente en 1988, con los equipos 4D de Silicon Graphics y el ingenio de Pacific Data Images⁷⁵, los integrantes de la compañía encontraron una solución viable para sus animaciones. Fueron capaces de controlar la posición y los movimientos de la boca de un personaje a baja resolución y en tiempo real a través de la captura de movimiento de las manos de un actor con un aparato llamado *Waldo*, para que posteriormente, los datos fuesen interpretados en un ordenador. Este perfeccionamiento en el sistema dio lugar al nacimiento de la primera marioneta virtual conocida como Waldo C. Graphic.

Figura 2: Captura de movimiento a través del dispositivo *Waldo*



Fuente: “*Mocap* (captura de movimiento)”.

<<http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Peliculas/Mocap/introd.htm>>

[Consulta: 5 de febrero de 2013].

Años más tarde, Pacific Data Images desarrolló un exoesqueleto de plástico de manera que el actor se colocaba el traje para recoger los movimientos detectados por el exoesqueleto. El propósito de esta mejora fue conseguir capturar movimientos corporales (a través de potenciómetros en la capa de plástico) del pecho, cabeza y brazos. De esta manera, los actores

⁷⁴ Organización de entretenimiento norteamericana que tiene sus orígenes en la fundación de Muppets, Inc. en 1958 por el titiritero Jim Henson.

⁷⁵ Productora de animación por ordenador que fue comprado por DreamWorks SKG.

podían controlar los personajes virtuales mimetizando sus movimientos. Aunque el traje se utilizó en varios proyectos, no consiguió unos resultados perfectos por el ruido que desprendían los circuitos y la naturaleza de la prenda.

En 1989, la compañía de efectos especiales Kleiser-Walczak produjo *Dozo*⁷⁶, una animación digital en tiempo no real de una mujer bailando delante de un micrófono mientras cantaba para un videoclip. Basado en experimentos del fundador de las compañías Kleiser en Digital Productions y Omnibus (ambas desaparecidas), se emplearon varias cámaras para triangular pequeños trozos de cinta reflectante distribuidos en el cuerpo de la actriz. La información que obtuvieron fue una trayectoria 3D de cada reflector en el espacio. Para las expresiones faciales, el *software* unía las expresiones faciales digitalizadas con los rostros esculpidos de la actriz⁷⁷. Este proyecto tuvo problemas con la oclusión de los marcadores lo cual requirió de un postprocesamiento a mano más largo de lo previsto.

Figura 3: Rostros de la actriz y personaje digital del videoclip *Dozo*



Fuente: COLLGRAN. 2007. "Kleiser-Walczak". <<http://collgran.wordpress.com/2007/10/31/kleiser-walczak/>> [Consulta: 25 de julio de 2013].

La variedad de personajes animados que consiguieron estas empresas gracias a las técnicas de captura de movimiento hizo que una productora francesa Videosystem, actualmente conocida como Medialab, se sintiese atraída por la idea de realizar animación utilizando esta técnica. Centrándose en marionetas virtuales, desarrollaron *Mat le Fantôme*⁷⁸, su primer gran éxito. Mat era un fantasma verde que interactuaba con actores y marionetas

⁷⁶ *Dozo*. 1989. EEUU. Dir. Jeff Kleiser y Diana Walczak.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=8ovn8qRezPA>>

⁷⁷ COLLGRAN. 2007. "Kleiser-Walczak". <<http://collgran.wordpress.com/2007/10/31/kleiser-walczak/>> [Consulta: 25 de julio de 2013].

⁷⁸ *Mat le Fantôme*. 1991. Francia.

Making of disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=z2lnNUpWuMQ>>

reales en un programa diario infantil llamado *Canaille Peluche*⁷⁹. Usando guantes de datos, *joysticks*, rastreadores y pedales de percusión MIDI, los encargados de controlar los movimientos del personaje actuaban para incrustar a Mat en un video previamente grabado de los actores reales. Dado que no había postrenderizado, las secuencias de animación eran generadas en el momento en el que los intérpretes conseguían una buena toma.

2.1.2.5. Años 90

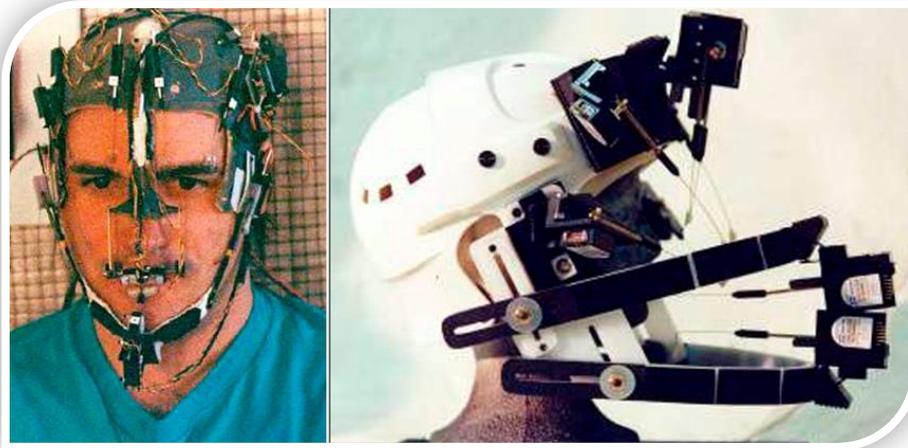
Pero no todos los trabajos audiovisuales realizados hasta el momento corrieron la misma suerte. Mientras *Brilliance* fue el primer trabajo con tecnología *mocap* realizado de manera exitosa, *Desafío total*⁸⁰ fue el primer intento fallido de utilizar la captura de movimiento en una película. Metrolight Studios fue una de las primeras empresas en ser contratadas para producir los efectos en la película de ciencia ficción estrenada en 1990 y protagonizada por Arnold Schwarzenegger y Sharon Stone. La productora decidió utilizar la captura de movimiento para crear una secuencia animada en la que se moverían unos esqueletos en la escena en la que el personaje de Schwarzenegger cruza una máquina de rayos X en un gran aeropuerto. Un operador de una compañía de *mocap* se desplazó equipado con el sistema hasta la localización donde se grabaría la escena. El equipo de Metrolight seguía las instrucciones del operador mientras capturaban las actuaciones de los personajes. Ya en el laboratorio de edición y creyendo que la sesión de captura había ido bien, la compañía quiso entregar la información grabada después de procesarla y limpiarla, pero Metrolight no consiguió unos datos digitales válidos por lo que la escena tuvo que volverse a rodar.

En 1992 la empresa SimGraphics desarrolló un sistema de rastreo facial llamado *Face Waldo*. Usando sensores adheridos a la barbilla, labios, mejillas, cejas y en la estructura de un casco que llevaba un actor, consiguieron capturar la mayor parte de los movimientos para después aplicarlos a un personaje virtual en tiempo real. La novedad de este sistema consistió en la manipulación que un actor podía realizar sobre las expresiones faciales de un personaje a través de su actuación, consiguiendo crear unos gestos más naturales que los anteriormente registrados.

⁷⁹ *Canaille peluche*. 1990. Dir. François Arrignon y Christian Mouchart. Disponible en <http://www.dailymotion.com/video/xqqp28_extrait-de-l-emission-canaille-peluche-janvier-1991-canal_webcam>

⁸⁰ *Desafío total (Total Recall)*. 1990. EEUU. Dir. Paul Verhoeven. Mont. Carlos Puente y Frank J. Urioste. Mús. Jerry Goldsmith. Parte 1 disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=OMCAU0bRpS8>>

Figura 4: Sistemas *Face Waldo*



Fuente: "Les arts". <<http://rvirtual.free.fr/applications/loisirs/arts.htm>> [Consulta: 13 de julio de 2013].

Uno de los mayores éxitos con este proyecto fue la interpretación en tiempo real de Mario, el famoso personaje de la saga de videojuegos *Mario Bros*. Dirigido por un actor detrás del escenario usando *Face Waldo*, Mario lograba conversar con los miembros de una conferencia, respondiendo a sus preguntas y comentarios. Desde entonces, SimGraphics se ha centrado en la animación en directo, desarrollando personajes para conferencias, televisión y otro tipo de eventos en directo y trabajando para mejorar la fiabilidad y confort del sistema de rastreo facial.

Por último, en el año 1993 la empresa Acclaim⁸¹, desaparecida en 2004, entusiasmó al público de SIGGRAPH con animaciones realistas y complejas de dos personajes animados en su totalidad con *mocap*. Dedicada al desarrollo y distribución de videojuegos de Estados Unidos, Acclaim había desarrollado en secreto durante los años anteriores un sistema de rastreo óptico de alta definición, superior a los anteriormente citados, capaz de seguir 100 marcadores simultáneamente en tiempo real.

Para concluir, este apartado ha mostrado cómo la técnica de la captura de movimiento fue poco a poco extendiéndose entre empresas que desarrollaban su propio sistema de captura de datos para realizar productos a través de este método y abarcar diferentes sectores empresariales. De esta manera y gracias a tanto desarrollo previo, en 1995 vio la luz el primer videojuego en el que se empleó de manera extensa el *motion capture*: *Highlander: The Last of*

⁸¹ Se encargaba de desarrollar, publicar, vender y distribuir juegos para varias plataformas de Sega (Mega Drive/Genesis, Saturn, Dreamcast, y Game Gear), Nintendo (NES, SNES, Nintendo 64, GameCube, Game Boy, Game Boy Color, y Game Boy Advance), Sony (PlayStation y PlayStation 2) y Microsoft (Xbox), además de arcades y juegos para PCs.

the McLeods de Atari, marcando el inicio de un continuo desarrollo tecnológico en cuanto a videojuegos y productos audiovisuales se refiere, evolucionando día tras día y con una gran proyección de futuro.

2.2. Evolución de las técnicas y adaptación al medio digital

A lo largo de este segundo apartado, se recopilan los diferentes tipos de rotoscopia y de captura de movimiento, sus aplicaciones y el *software* que se puede encontrar actualmente para la realización de productos audiovisuales a través de ambas técnicas.

2.2.1. Evolución de la rotoscopia

Desde el nacimiento de la técnica de la rotoscopia, las producciones creadas mediante la combinación de imagen real y animación han estado presentes hasta nuestros días, como sucedía, por ejemplo, en los cortometrajes de *Out of the Inkwell* explicados en el subapartado 2.1.1. Rotoscopia. Y es que esta mezcla de técnicas ha seguido teniendo éxito con el paso de los años. Como explica Jordi Costa:

Algunas décadas después de que Stuart Blackton, Émile Cohl, Winsor McCay, los hermanos Fleischer y Walt Disney compartiesen plano con sus propias creaciones animadas, fue este último quien se atrevió a mostrar, con mayor complejidad y verosimilitud, un universo en el que humanos y dibujos convivían en régimen de igualdad en Los tres caballeros (The three caballeros, Norman Ferguson, 1944) [...] la técnica no alcanzó su perfección hasta la virtuosa ¿Quién engañó a Roger Rabbit? (Who framed Roger Rabbit?, Robert Zemeckis, 1988)⁸².

En 1996, la metodología a seguir para crear producciones con la técnica de la rotoscopia consiguió dar un paso más allá. De la mano de Bob Sabiston, un veterano director artístico y programador del MIT, se desarrolló un *software* de animación conocido como Rotoshop para la creación de su primer cortometraje en color: *Snack and Drink*⁸³. El objetivo del *software* consistió en lograr una animación similar a la tradicional pero conservando los matices creados por las expresiones y los gestos de quienes interpretan, pues estos detalles no se llegan a apreciar en la animación tradicional⁸⁴. Durante el proceso, el *software* no empleaba filtros, no procesaba imágenes y no utilizaba ninguna clase de tecnología de captura de movimiento, sino

⁸² COSTA, JORDI. 2010. *Películas clave del CINE DE ANIMACIÓN*. Barcelona: Ediciones Robinbook. Pág. 144.

⁸³ *Snack and Drink*. 1999. EEUU. Dir. Bob Sabiston.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=SrXj4CMC2yk>>

⁸⁴ HUNKYBUCK. 2012. "Rotoshop". <<https://en.wikipedia.org/wiki/Rotoshop>> [Consulta: 21 de febrero de 2013].

que interpolaba las pinceladas realizadas en los fotogramas para ahorrar tiempo y conseguir un movimiento suave. Esto significa que, una vez que el artista dibujaba fotogramas clave al inicio y final de un período de tiempo, el programa automáticamente generaba los *frames* intermedios, aunque el proceso debía ser guiado por el equipo y, por tanto, seguía siendo un proceso en el que se necesitaba mucha mano de obra⁸⁵.

Estas innovaciones comenzaron a ser un trabajo preliminar para los desarrolladores y artistas de *software* que permitiesen realizar animaciones a través de la técnica. Aunque el flujo de trabajo de los artistas de rotoscopia actuales no ha cambiado significativamente de los artistas predigitales, el tiempo y personal que se emplea en las producciones sí ha variado, pues de haber una sala entera llena de personas que necesitan dos de semanas para realizar un movimiento animado, esa tarea es capaz de ser realizada por un solo artista en pocos días⁸⁶ en la actualidad.

Además, el comienzo de los efectos especiales fue un hecho importante para los artistas de rotoscopia, ya que la técnica tuvo un nuevo sitio en la postproducción de audiovisuales por las nuevas aplicaciones en las que se podía emplear. Aunque los conceptos básicos para el desarrollo de la técnica siguen utilizándose hoy en día, la mayor diferencia entre los artistas de rotoscopia de antes y los de ahora son los diferentes métodos para producir con rotoscopia, las nuevas y diferentes utilidades que proporciona la técnica y el tiempo necesario para elaborar un proyecto audiovisual.

2.2.1.1. Tipos de rotoscopia

Mientras la rotoscopia que se describe en el primer apartado se realizaba calcando cada uno de los fotogramas del metraje real para después ser creado en celuloide, la era digital provocó un cambio en este proceso. Aunque aún existan excepciones, el papel dejó de emplearse para dar paso a un *software* capaz de ofrecer la posibilidad de rotoscopiar. De esta manera, se pueden diferenciar dos tipos de rotoscopia producida digitalmente: 2D y 3D. A continuación se detalla cada una de ellas para entender su funcionalidad.

2.2.1.1.2. Rotoscopia 2D

La característica de este tipo de rotoscopia es que se utilizan fotogramas estáticos de una secuencia de acción real para trazar manual o automáticamente un dibujo por encima de

⁸⁵ "Rotoshop". <http://www.flatblackfilms.com/Flat_Black_Films/Rotoshop.html> [Consulta: 21 de febrero de 2013].

⁸⁶ BRATT, BENJAMIN. 2011. *Rotoscoping: techniques and tools for the Aspiring Artist*. Focal Press. Pág. 3

él. Los dibujos trazados deben ser pasados a limpio y utilizados como arte final o como una guía para facilitar, por ejemplo, la disposición del dibujo a mano de los personajes animados dentro de fondos tridimensionales y escenarios⁸⁷.

Un ejemplo de rotoscopia 2D es la serie de animación canadiense *Delta State*⁸⁸. Basada en un cómic del artista de multimedia, cineasta, escritor y fotógrafo estadounidense Douglas Gayeton, y dirigida por Gilles Cazaux y Pascal David, la serie consta de cuatro compañeros amnésicos que tienen la posibilidad de entrar inconscientemente en un reino etéreo conocido como el Estado del Delta. Los personajes se enfrentan a la doble tarea de unir las piezas de sus vidas pasadas y luchar contra un grupo de habitantes del estado Delta llamados Rifiers, los cuales tratan de controlar la mente humana.

Para el rodaje de esta serie fue necesario emplear un estudio con *chroma*. Como la animación con rotoscopia iba a ser creada en el programa Adobe Flash, la iluminación utilizada en la grabación fue rudimentaria y la resolución fue 16:9 para posteriormente convertirla en 4:3 y así estirar los personajes. Se dibujaron gruesas líneas negras en la cara de los actores para distinguir la nariz, cejas y las líneas de la mandíbula y, además, los actores se engominaron el pelo y se hicieron trenzas para facilitar la posterior animación. Por otra parte, para evitar el desenfoque de movimiento, el obturador trabajó a una velocidad superior a la normal, no se realizaron movimientos de cámara mediante *dollys* o grúas en el set, sino que posteriormente se recrearon en la composición del *software*⁸⁹.

2.2.1.1.3. Rotoscopia 3D

La rotoscopia 3D utiliza la acción en vivo de los *frames* estáticos para alinear las articulaciones del personaje tridimensional por encima de las articulaciones del actor real de manera aproximada⁹⁰.

Un ejemplo de rotoscopia 3D se encuentra en el anuncio *Odyssey* de Levis, dirigido por Jonathan Glazer, producido por Nick Morris y desarrollado por Framestore CFC. *Odyssey* cuenta historia de dos almas jóvenes que quieren librarse de sus límites físicos y emocionales.

⁸⁷ KERLOW, ISAAC. 2009. *The art of 3D computer animation and effects*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Pág. 371.

⁸⁸ *Delta State*. 2004. EEUU. Dir. Gilles Cazaux y Pascal David. Mús. Kid Loco.
Disponibile en <<http://www.youtube.com/watch?v=IYvUtMifK0o>>

⁸⁹ PANZNER, CHRISTOPHER. 2004. "Gamma, Gamma, Hey!: Alphanim, Betacam, Delta State".
<<http://www.awn.com/articles/production/gamma-gamma-hey-alphanim-betacam-idelta-state/page/1%2C1>> [Consulta: 4 de abril de 2013].

⁹⁰ KERLOW, ISAAC. 2009. *The art of 3D computer animation and effects*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Pag. 371

Vistiendo los vaqueros *Levi's Engineered*, ambos corren a través de las paredes de su edificio de apartamentos y encuentran un nuevo mundo más allá. El director buscaba un *look* dinámico para el anuncio a través de primeros planos de los rostros de los actores. Lo que hizo único a este *spot* fue que los personajes corrieron a través de las paredes de manera fluida mientras interactuaban con las piezas del muro que se iban rompiendo con su paso.

Para crear esos muros decidieron que la mejor manera de producir el efecto era que las paredes fuesen reales, con grandes huecos que permitían a los actores correr y saltar a través de ellas, mientras que las piezas que realmente rompen la pared e interactúan con los actores se añadiesen posteriormente en 3D. Pero todo ello no fue suficiente para crear un efecto convincente. Para conseguir un mayor realismo, el equipo de efectos físicos utilizó armas que disparaban polvo y escombros cuando los personajes atravesaban la abertura del muro. De esta manera, los restos de polvo y escombros llegaban a los actores quienes además de reaccionar ante ellos, se impregnaban de polvo.

Para todo ello, la empresa Framestore CFC construyó un sistema de *software* de procedimiento automatizado que rotoscopiaba a los actores en el plató y eran igualados con los modelos que colisionaban en 3D. Como el personaje 3D se acercaría a la pared, el sistema detectaría que el cuerpo del actor interactúa y la pared se empezaría a romper digitalmente. Además, el sistema podría detectar qué parte del cuerpo se abre paso por lo que automáticamente las piezas podrían salir volando en cualquier momento. Aunque el sistema se automatizó, el resultado no fue exactamente lo que Jonathan Glazer tenía en mente. Para la toma final, Framestore GFC modeló a mano las paredes y creó explosiones sobre la parte del cuerpo que rompía el muro⁹¹.

2.2.1.2. Aplicaciones

Mientras que la técnica de la rotoscopia fue desde sus inicios útil para crear animaciones más naturales que los movimientos creados a través de animación tradicional, años más tarde se comenzó a utilizar ampliamente, además, como una herramienta para crear efectos visuales. A continuación se enumeran cada una de las nuevas aplicaciones para las que se comenzó a aplicar la técnica dentro de la industria cinematográfica.

⁹¹ TEO, LEONARD Y TEZEL, ALI. 2002. "*Levi Odyssey - The Making of*". <http://www.cgsociety.org/index.php/CGSFeatures/CGSFeatureSpecial/the_odyssey> [Consulta: 20 de junio de 2013].
Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=qfYmwaf89UE>>

2.2.1.2.1. *Matte paintings*

Una de las primeras utilidades que tuvo la rotoscopia fue la creación a mano de *matte paintings*, convirtiéndose así en el principal recurso de los actuales artistas de rotoscopia. La creación de *mattes* es muy amplia y su utilización abarca desde la corrección de color de la composición hasta el aislamiento de elementos, factor esencial en la industria del cine por la facilidad de excluir elementos en cualquier plano sin la necesidad de un *chroma*. La rotoscopia como *matte painting* ofrece gran control creativo a cineastas después de la grabación, ya que proporciona gran versatilidad a la hora de reemplazar un fondo que tiene varios elementos que distraen y/o son innecesarios dentro del plano⁹².

De esta manera, los objetos que necesitan ser ubicados en una escena pero que no se han filmado frente a un *chroma*, se pueden extraer del metraje trazando su forma fotograma a fotograma y así los *mattes* resultantes se reemplazan en un nuevo fondo. Es importante destacar la dificultad que conlleva este proceso y la gran cantidad de tiempo que se le debe dedicar. Un ejemplo de este tipo de *matte* está contenido en la película *Los pájaros*⁹³ de Alfred Hitchcock. En uno de sus planos, el director se vio ante la necesidad de capturar el movimiento a vista de pájaro que cientos de gaviotas realizaban mientras descendían hacia una ciudad. La naturaleza y la escala del plano hicieron que la filmación de las aves sobre *chroma* fuese imposible. Finalmente, para poder conseguir ese plano, el equipo de rodaje colocó comida en la costa con la intención de filmar a las gaviotas desde un acantilado mientras se abalanzaban a por el manjar. La grabación resultante fue entonces rotoscopiada para cada gaviota, trazando a mano cada una de las aves para producir un *matte* en el que las separase del fondo (el mar y la arena). Rotoscopiar los 500 fotogramas del plano necesitó de dos artistas especializados durante tres meses⁹⁴.

Cuando los métodos automáticos de producir un *matte* son inadecuados o ineficaces, éstos pueden ser realizados utilizando el equivalente digital de la técnica tradicional de la rotoscopia. La imagen se visualiza en un monitor ampliando significativamente la imagen en la pantalla para que las líneas del *matte* sean exactas y se puedan extraer. Un operador dibuja manualmente la silueta de los objetos que deben ser aislados con una tableta gráfica y un

⁹² BRATT, BENJAMIN. 2011. *Rotoscoping: techniques and tools for the Aspiring Artist*. Oxford: Focal Press. Pág. 4.

⁹³ *Los pájaros*. 1963. EEUU. Dir. Alfred Hitchcock. Mont. George Tomasini. Mús. Remi Gassmann, Bernard Herrmann, William Russell, Oskar Sala, Waldon O. Watson, Bernard Herrmann y James V. Swartz.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=hplpQt424Ls>>

⁹⁴ RICKITT, RICHARD. 2007. *Special effects the history and technique*. USA: Billboard Books. Pág. 55 y 56.

lápiz. Esta tarea puede ser semiautomatizada aunque normalmente sólo funciona para las formas simples en movimiento. En *Jurassic Park*⁹⁵ por ejemplo, los dinosaurios generados por ordenador fueron insertados en verdaderos entornos de selva. Para colocar los dinosaurios detrás de la vegetación, cada una de las hojas y briznas de hierba de cada *frame* de la secuencia fueron dibujadas a mano para separar por capas los elementos y así conseguir profundidad y dar la sensación de que los dinosaurios vagaban realmente por la selva⁹⁶.

2.2.1.2.2. Eliminación de elementos

La rotoscopia también es útil para eliminar los elementos no deseados de un plano o para la limpieza de las imágenes antes de la composición, procedimiento conocido como *garbage matte*. Cuando se filman superhéroes, se crean animaciones de *stop motion*, o se utiliza *chroma*, los elementos están por lo general conectados a la corriente para suministrarles energía, enganchados por cuerdas o apoyados en varillas y alambres para controlar su ejecución. A veces estos soportes se pintan del color del *chroma* para posteriormente eliminarlos de una manera más rápida o, en caso de que no sea posible, se eliminan mediante rotoscopia. El proceso puede ser muy complejo debido a que la región del fondo de los elementos que se eliminan debe de ser reemplazado y adecuado al resto del decorado de la escena.

2.2.1.2.3. Estabilización de la imagen

Otra de las aplicaciones para las que se emplea la rotoscopia es la estabilización de una imagen temblorosa. Para poder realizar este ajuste, cada fotograma debe ser rotoscopiado sobre una gráfica alineada. Utilizando esta información, una copia óptica de la película puede hacer los desplazamientos en cada movimiento del fotograma con la impresión *offset*⁹⁷. Las bases de esta técnica para crear movimiento son las mismas hoy en día aun cuando muchos procesos de rotoscopia pueden ser automatizados y el ambiente se recrea únicamente de manera digital.

2.2.1.2.4. Composición

La rotoscopia también se puede utilizar para mejorar la integración de diversos elementos que están creados en distintos archivos y necesitan reunirse para formar un plano.

⁹⁵ *Parque Jurásico*. 1993. EEUU. Dir. Steven Spielberg. Mont. Michael Kahn. Mús. John Williams.

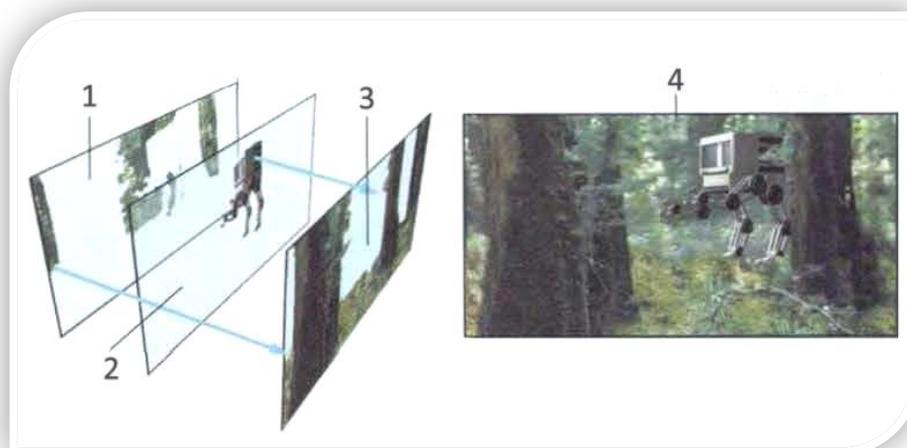
⁹⁶ RICKITT, RICHARD. 2007. *Special effects the history and technique*. USA: Billboard Books. Pág. 80.

⁹⁷ SEYMOUR, MIKE. 2011. "Fxguide. The art of the roto". <<http://www.fxguide.com/featured/the-art-of-roto-2011/>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].

Por ejemplo, en la película *El Retorno del Jedi* se crearon distintos niveles en los que, a modo de cámara multiplano, se fueron superponiendo los elementos (medio forestal y animación de los vehículos) y de esta manera, se consiguió intercalar elementos naturales con animaciones realizadas mediante rotoscopia para conseguir una coherencia visual⁹⁸.

Figura 5: Composición de un *frame* en *El retorno del Jedi*

La capa 1 pertenece al fondo, la 2 a la animación del vehículo, la 3 a la imagen de primer plano y la capa 4 a la composición final.



Fuente: RICKITT, RICHARD. 2007. *Special effects the history and technique*. USA: Billboard Books. Pág. 55.

2.2.1.2.5. Rotoscopia Articulada

Puede darse el caso de estar frente a la animación de elementos más complejos, como es el caso de un animal. Mientras camina, sus patas se superponen a las otras haciendo que el rotoscopiado sea más complicado por la falta de definición de cada una de las extremidades. Para ello, se dividen las articulaciones en varias formas diferentes, que a su vez se pueden mover de forma independiente. Muchos programas de composición también permiten que estas formas independientes se asocien en grupos jerárquicos. Esto crea un esqueleto jerarquizado, con articulaciones movibles y segmentos formando la silueta del objeto rotoscopiado. Este sistema es más eficiente que arrastrar todos los puntos de control único de forma individual para redefinir el contorno del objeto⁹⁹.

⁹⁸ RICKITT, RICHARD. 2007. *Special effects the history and technique*. USA: Billboard Books. Pág. 55.

⁹⁹ WRIGHT, STEVE. 2011. *Compositing visual Effects: essentials for the Aspiring Artist*. Oxford: Focal Press. Pág. 106 y 107.

2.2.1.2.6. Efectos especiales

Una de las aplicaciones que hacen de la rotoscopia una técnica imprescindible en las películas es la capacidad de dibujar a mano una variedad de efectos especiales tales como relámpagos, rayos láser, explosiones de armas de fuego y las sombras de los elementos animados. Steve Begg, uno de los principales artistas de efectos especiales de Gran Bretaña, es reconocido por su habilidad en el dibujo a mano de este tipo de elementos. Uno de los efectos de animación más solicitado es el rayo y las cargas eléctricas. Para producir este tipo de animación es necesario que cada fotograma de la secuencia real grabada se proyecte sobre una hoja de papel. Utilizando el metraje como referencia, se comienza a dibujar a mano una versión aproximada del rayo o puntos de referencia de seguimiento de la escena que se puede utilizar como guía para la posterior animación. El artista esboza la animación a lápiz y después la repasa con tinta de color negro o pintura.

Una vez que la animación de relámpagos o rayos láser se ha dibujado y pintado, se fotografía con los niveles de contraste altos. De esta manera el rayo pintado de negro se convierte en un área clara en el negativo. Esta película se carga entonces en una impresora óptica y se combina con la película de la escena original. Para lograr un suave resplandor, se realiza una primera impresión de la animación conocida como “paso básico”. Esto le da un fuerte brillo en el centro. A continuación se imprime una segunda vez usando un filtro de difusión que desdibuja la imagen, lo que produce un suave resplandor e intenso quemado alrededor del centro. Mediante la colocación de un filtro de color durante la impresión de la animación, los rayos láser se pueden hacer de cualquier otro color. Un ejemplo de este tipo de efecto se puede encontrar en la trilogía de *Star Wars*, donde se creó un *matte painting* para recrear el brillo de las espadas laser sobre los palos que simulaban las armas que sujetaban los actores. Los editores trazaron una línea encima del *prop* en cada *frame*, después ampliaron cada una de ellas y añadieron un segundo efecto de brillo para dar la apariencia de neón a la espada¹⁰⁰.

Además de la creación de zonas de luz, la rotoscopia se emplea para crear sombras, como por ejemplo cuando los aviones reales sobrevuelan un paisaje. Mediante el uso de la técnica, se consigue trazar la trayectoria de un objeto volador, de manera que el objeto y su sombra dan la impresión de haber sido filmados a la vez. Buenos ejemplos de este método se

¹⁰⁰ DIDIYA. 2009. “La rotoscopia invisible”. <<http://viendodibujicos.blogspot.com.es/2009/05/la-rotoscopia-invisible.html>> [Consulta: 15 de febrero de 2013].

pueden ver en *El imperio contraataca*¹⁰¹ cuando la sombra de la nave espacial Halcón Milenario aparece ondeando sobre la superficie rocosa del lugar.

Un último efecto especial que requiere de la rotoscopia es la creación de disparos. Tal y como explica Gene Warren, artista en efectos especiales, hay veces que la cámara no recoge el flash del arma al ser disparada, con lo que se debe de rotoscopiar *a posteriori*. Durante el revelado del metraje, se añade un filtro con un poco de vaselina delante de la imagen para que produzca una mancha que simule la propia bala saliendo del cañón¹⁰².

2.2.1.2.7. Software

En la actualidad, existe gran cantidad de *software* que ofrece la posibilidad de realizar rotoscopia. Por un lado, se encuentran los programas dedicados única y exclusivamente a esta técnica, como Silhouette. Por otro lado, existen *software* de composición en los que, además de utilizar la rotoscopia, el usuario tiene a su disposición más posibilidades de edición, como por ejemplo Adobe After Effects.

El proceso para realizar un producto audiovisual en el que se emplee rotoscopia comienza con un *storyboard* para planificar las tomas, su angulación, entre otros datos que posteriormente se filmarán. Dependiendo de la manera en la que se haga el rodaje, se puede grabar con celuloide y escanear y guardar los fotogramas posteriormente como una secuencia de archivos digitales o, en caso de filmar con una cámara digital, el video resultante se volcará en el equipo en el que se vaya a trabajar.

El elemento que caracteriza a los *software* que ofrecen la posibilidad de animar mediante rotoscopia es la utilización de *splines*¹⁰³. Estas líneas son ajustadas fotograma a fotograma, de modo que se recrea la forma que el artista está calcando con el metraje de referencia para aislar el elemento del resto de componentes de la grabación. Algunos de los programas que se pueden emplear para rotoscopiar son Adobe Photoshop, Nuke, Silhouette o Rotoshop. Pero a continuación, y para entender el proceso que se debe seguir en la creación de un producto audiovisual realizado con rotoscopia, se explica la herramienta Rotobrush, específica del *software* Adobe After Effects, que permite animar con rotoscopia.

¹⁰¹ *Star Wars: Episodio V - El imperio contraataca*. 1980. EEUU. Dir. Irvin Kershner. Mont. T.M. Christopher, Paul Hirsch, George Lucas y Marcia Lucas. Mús. John Williams.

¹⁰² RICKITT, RICHARD. 2007. *Special effects the history and technique*. USA: Billboard Books. Pág. 145.

¹⁰³ Ver glosario.

Bajo el nombre “pincel tipo rotoscopia” dibuja trazos en las áreas representativas de los elementos de primer plano y de fondo que el usuario quiera utilizar. A continuación, el programa emplea esa información para crear segmentos que diferencien cada uno de los elementos y así conocer cuál está en primer plano y cuál no. Una vez establecida esta diferenciación, Adobe After Effects realiza un seguimiento en el tiempo de las áreas seleccionadas para emplear esa información y modificar, o no, la silueta creada en función de los fotogramas más cercanos al que está siendo editado y así adaptarse al objeto que siluetea. La particularidad de este pincel es que cuando se dibuja el primer trazo en el panel de capas, automáticamente se aplica al objeto que se está calcando. Además, con los distintos controles de la herramienta, se pueden ajustar los bordes para obtener un silueta con, por ejemplo, bordes difuminados.

A continuación se enumeran los distintos pasos a seguir en la utilización de Rotobrush¹⁰⁴:

1 - Una vez el material está importado en la composición correspondiente, se previsualiza el vídeo para buscar un fotograma base en el que el objeto en primer plano se encuentre gran parte dentro del encuadre y en el que la separación entre ese objeto y el fondo sea lo más clara posible.

2 - Una vez elegido, se comienza a pintar por el centro del objeto que se quiere aislar del fondo y se excluyen las áreas no deseadas, pues de ello dependerá la segmentación de los siguientes fotogramas. Este paso genera un contorno magenta alrededor del objeto que se encuentra en primer plano. Para conseguir un mejor resultado, se pueden alterar los valores de los ajustes de la herramienta y así variar el calado, el contraste, entre otros parámetros.

3 - Una vez finalizado el fotograma base, se avanza al siguiente. Por defecto, el programa establece el trazado del objeto mediante la transmisión de la información del fotograma base y gracias al seguimiento del movimiento y el flujo óptico. Si el trazo resultante no es el deseado, se emplean trazos de corrección para indicar al *software* donde se encuentra el fondo y el objeto. A continuación, se avanzan cada uno de los fotogramas que compongan el vídeo para corregir, o no, la posición del trazo en función del objeto que se desee aislar.

4 - Por último, se guarda el archivo para almacenar en caché, bloquear y conservar la información creada por los pinceles.

¹⁰⁴ “After Effects Help / Roto Brush and Refine Matte | CS6”. < <http://helpx.adobe.com/after-effects/using/roto-brush-refine-matte.html> > [Consulta: 5 de junio de 2013].

Siguiendo estas pautas, se puede realizar una animación utilizando esta técnica pues la mayoría de los programas que permiten rotoscopiar son muy intuitivos o trabajan de manera similar a la herramienta Rotobrush.

Para concluir, se destaca que en este apartado se han recopilado los elementos característicos que han llevado a la técnica de la rotoscopia a experimentar una evolución con el paso de los años. De esta manera, se observa cómo la técnica ha variado la metodología para realizarla así como el tipo de aplicaciones dentro de la industria del cine en las que se puede emplear.

2.2.2. Evolución de la captura de movimiento

A lo largo de este capítulo se muestra mediante ejemplos de largometrajes cómo la captura de movimiento ha variado a lo largo del tiempo. Y es que las producciones audiovisuales han pasado de tener simplemente uno o varios personajes realizados mediante esta técnica, que aparecían en el *film* en contadas ocasiones pero que marcaban el transcurso de la historia, como por ejemplo Jar Jar Binks¹⁰⁵ en la saga de *Star Wars*, a incorporar una mayor cantidad de elementos creados a partir de esta tecnología.

Otro ejemplo en el que aparece un personaje animado con *motion capture* en contadas ocasiones es en la película *La Momia*¹⁰⁶. En ella, el supervisor de efectos de Industrial Light & Magic's John Andrew Berton Jr., comenta que “buscaba una Momia cruel, resistente, desagradable, algo que nunca hubiese sido visto antes por la audiencia”¹⁰⁷. Berton utiliza la captura de movimiento con el fin de lograr “una Momia amenazante y muy realista”¹⁰⁸. Para crear este personaje, encarnado por el actor Arnold Vosloo, Berton utilizó una combinación de acción real y gráficos por ordenador para después acoplar prótesis digitales de maquillaje en el actor durante la grabación¹⁰⁹. Este tipo de maquillaje consiste en la fabricación de postizos para cambiar la forma o alguna parte del cuerpo del actor. Con su correcta utilización, el actor puede envejecer, crecer, cambiar de forma o convertirse en una especie diferente. Su

¹⁰⁵ DANNO UK. 2013. “Jar Jar Binks”. <https://en.wikipedia.org/wiki/Jar_jar_binks> [Consulta: 26 de febrero de 2013].

¹⁰⁶ *La Momia (The Mummy)*. 1999. EEUU. Dir. Stephen Sommers. Mont. Bob Ducsay. Mus. Jerry Goldsmith.

¹⁰⁷ ERIK. 2013. “*The Mummy (1999 film)*”. <[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mummy_\(1999_film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mummy_(1999_film))> [Consulta: 1 de marzo de 2013].

¹⁰⁸ *Efectos visuales y especiales de la película. Material adicional. La momia (The Mummy)*. 1999. EEUU. Dir. Stephen Sommers. Mont. Bob Ducsay. Mus. Jerry Goldsmith.

¹⁰⁹ ERIK. 2013. “*The Mummy (1999 film)*”. <[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mummy_\(1999_film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mummy_(1999_film))> [Consulta: 1 de marzo de 2013].

fabricación comienza con moldes del actor de las partes que vayan a ser maquilladas. Utilizando técnicas de escultura tradicional, el artista va esculpiendo un modelo realista del actor. Una finalizado, el artista comienza a modificar la forma para obtener el diseño necesario. Los materiales utilizados en el maquillaje protésico pueden plantear algunas dificultades, ya que el producto terminado debe ser usado directamente contra la piel de actores, por lo que deben parecer y moverse como si fuesen reales. Los materiales más comunes utilizados para la creación de este tipo de maquillaje son compuestos formados por espuma de látex y gelatina¹¹⁰.

Ambos personajes, Jar Jar Binks y la Momia, abrieron un nuevo campo de investigación en el que la captura de movimiento cobraría, con el paso de los años, especial importancia. Y es que gracias a estos avances, y aunque en la actualidad los sistemas *mocap* siguen evolucionando, la animación de personajes mediante esta técnica se ha incrementado, llegando incluso a producciones en las que la captura de movimiento es la tecnología estrella y toda la producción gira en torno a ella.

Establecer cuál fue la primera película que se realizó en su totalidad mediante captura de movimiento varía en función del autor que se consulte.

La escritora Deborah Reber en su artículo *Sinbad Brings Motion capture Feature Animation into New Terrain*¹¹¹, Alberto Menache en *Understanding Motion capture for Computer Animation and Video Games*¹¹² y Stephen Cavalier en *The World History of Animation* establecen el *film Sinbad: Beyond the Veil of Mists*¹¹³ como el primer largometraje creado en su totalidad mediante la técnica de la captura de movimiento.

Por otro lado, el actor, director y escritor británico Andy Serkis, conocido por haber interpretado a Gollum en las trilogías cinematográficas de *El Señor de los Anillos* y de *El Hobbit* establece que el primer largometraje de animación realizado única y exclusivamente con la captura de movimiento fue *Final Fantasy: La fuerza interior*¹¹⁴. Aunque por otra parte, fue la

¹¹⁰ “¿Qué es el maquillaje protésico?”. <<http://www.wisegeek.com/what-is-prosthetic-makeup.htm>> [Consulta: 2 de marzo de 2013].

¹¹¹ REBER, DEBORAH. 1999. “*Sinbad Brings Motion Capture Feature Animation into New Terrain*”. <<http://www.awn.com/mag/issue3.11/3.11pages/mc.rebersinbad.php3>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹¹² MENACHE, ALBERTO. 2000. *Understanding Motion Capture For Computer Animation and Video Games*. USA: Academic Press. Pág. 56.

¹¹³ *Sinbad: Beyond the Veil of Mists*. 2000. EEUU. Dir. Evan Ricks. Mont. Scott Conrad. Mús. Chris Desmond.

¹¹⁴ SERKIS, ANDY. 2003. *El Señor de los Anillos GOLLUM CÓMO CREAMOS LA MAGIA DE LA PELÍCULA*. Barcelona: Minotauro. Pág.85.

película que se convirtió en el primer intento de crear un mundo fotorrealista empleando personajes realizados con captura de movimiento pero la tecnología no estaba tan desarrollada como para conseguir los resultados esperados¹¹⁵.

En tercer lugar, Christopher Jones, profesor de la Universidad de St. Andrews, define la película *Beowulf*¹¹⁶ como “el primer largometraje en el que se utiliza la tecnología de la captura de movimiento de principio a fin, pues *Sinbad: Beyond the Veil of Mists* fue el primer largometraje hecho de manera extensa, pero no exclusivamente, mediante la captura de movimiento”¹¹⁷.

A pesar de las apreciaciones diversas de los autores, para el desarrollo de este Trabajo Final de Máster se toma en consideración la afirmación de que *Sinbad: Beyond the Veil of Mists* fue la primera película creada mediante captura de movimiento por ser la que más consenso produce entre los autores consultados.

La realización de este largometraje estuvo lleno de obstáculos. Evan Ricks, codirector del *film*, exploró inicialmente la posibilidad de emplear la maestría que habían demostrado los titiriteros de marionetas tradicionales para trasladar los movimientos a los personajes digitales en 3D y realizar una animación de los mismos en tiempo real. Después de llevar a cabo algunos primeros test que presentaron más problemas que ventajas en la transmisión y procesamiento de datos en tiempo real, el equipo asumió que no disponían de suficientes herramientas de *software* para producir este tipo de proyecto de la manera en que lo estaban abordando. Por ello se decidió apostar por la captura de movimiento óptica, explicada posteriormente en el apartado 2.2.2.1.3. Captura de movimiento óptica.

Se realizaron diversos castings para la creación de los movimientos de los personajes. De este proceso de selección, se crearon dos grupos: un primer grupo compuesto por actores escogidos en gran parte por sus atributos físicos, entre los que se encontraban los actores que más se ajustasen a la altura y la forma del cuerpo de los personajes virtuales para así facilitar el proceso de la extracción del *matte painting*, y un segundo grupo de actores formado por aquellos que prestarían su voz-over para los personajes. Pentafour, la primera empresa de

¹¹⁵ CAVALIER, STEPHEN. 2011. *The World History of Animation*. University of California Press. Pág. 334.

¹¹⁶ *Beowulf*. 2007. EEUU. Dir. Robert Zemeckis. Mont. Jeremías O'Driscoll. Mús. Alan Silvestri.

¹¹⁷ CLARK, DAVID & PERKINS, NICHOLAS. 2010. *Anglo-Saxon Culture and the Modern Imagination*. Cambridge: Boydell & Brewer Ltd. Pág.18.

efectos digitales en la India, eligió para el doblaje a celebridades con cierto prestigio con el fin de conseguir mejorar el *marketing* de la película¹¹⁸.

Con los detalles de los movimientos solucionados, el equipo se encontró con el problema de la captura de los gestos. En este sentido, no era válido apostar de nuevo por el sistema óptico porque no era capaz de reflejar los semblantes de los actores de manera realista y tampoco resultó viable la opción de utilizar marionetas digitales para conseguir tal objetivo. Finalmente, el equipo decidió utilizar la técnica de interpolación de formas basado en el cambio gradual de una forma a otra generado mediante la interpretación del *frame* inmediatamente anterior y la predicción del *frame* inmediatamente posterior para conseguir toda la animación facial de los personajes del largometraje¹¹⁹.

*El señor de los anillos: Las dos torres*¹²⁰ consiguió ser la primera película en la que se empleaba un sistema de captura de movimiento en tiempo real. Este método transfería las acciones del actor Andy Serkis al personaje digital de Gollum/Sméagol. Y es que la técnica consiguió dar un paso más allá: ya no bastaba conseguir un personaje más o menos realista para la producción sino obtener una simulación de la realidad a través del cine, es decir, una mayor aproximación fotorrealista de los personajes digitales.

Un director que conoce de cerca este avance es Robert Zemeckis, quien consigue dar pasos agigantados en cada una de sus películas con la técnica de la captura de movimiento. *Polar Express* aportó un nuevo avance a las técnicas *mocap* para conseguir captar todos los movimientos apreciables para el ojo humano, incluyendo las expresiones más sutiles que un actor pueda interpretar, además de conseguir un avance en la forma de grabación, ya que los sistemas de captura de movimiento anteriores a esta producción estaban bastante limitados en cuanto a alcance se refería. En el caso de *Polar Express*, se consiguió realizar la grabación simultánea de movimientos corporales y faciales de múltiples actores en tres dimensiones, con una alta fidelidad en los datos, gracias a un sistema de cámaras digitales con una cobertura de 360 grados¹²¹.

¹¹⁸ REBER, DEBORAH. 1999. "Sinbad Brings Motion Capture Feature Animation into New Terrain". <<http://www.awn.com/mag/issue3.11/3.11pages/mc.rebersinbad.php3>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹¹⁹ MENACHE, ALBERTO. 2000. *Understanding Motion Capture For Computer Animation and Video Games*. USA: Academic Press. Pág. 56.

¹²⁰ *El señor de los anillos: Las dos torres (The Lord of the Rings: The Two Towers)*. 2002. EEUU. Dir. Peter Jackson. Mont. Michael Horton. Mús. Howard Shore.

¹²¹ 2004. "CÓMO SE HIZO SE HIZO "POLAR EXPRESS" Notas de producción Warner Sogefilms". <<http://www.labutaca.net/films/29/polarexpress2.htm>> [Consulta: 8 de mayo de 2013].

Años más tarde, Zemeckis presentó *Beowulf*, una nueva producción en la que se mezclaba el mundo digital y tradicional con una nueva tecnología conocida como electrooculograma (EOG)¹²². Este dispositivo permitía seguir el ritmo real de los músculos que mueven los ojos y los párpados, mientras simultáneamente se capta el movimiento tanto del cuerpo como de la cara del actor. Esta carencia en la película *Polar Express* hizo que los personajes aparecieran con movimientos en los ojos poco realistas o, como es conocido, el efecto “ojos muertos”¹²³.

2.2.2.1. Tipos de captura de movimiento

En todas las películas citadas anteriormente, así como todas aquellas producciones que contienen al menos un segundo de metraje animado gracias a la captura de movimiento, se emplean distintas formas para registrar los cambios de posición realizados por un objeto o actor. Los factores que afectan en la decisión de qué método utilizar en cada producción están relacionados con el presupuesto disponible, así como el nivel de realismo al que se desea llegar. Atendiendo a su tecnología se pueden encontrar los diferentes tipos de técnicas que se desarrollan a continuación.

2.2.2.1.1. Captura de movimiento mecánica

En el proceso de captura de movimiento mecánica el actor viste unos trajes creados generalmente por estructuras rígidas con barras metálicas o plásticas unidas mediante potenciómetros colocados en las principales articulaciones. Los potenciómetros constan de un elemento deslizante acoplado a una resistencia que produce una variación de tensión. Este cambio se mide para conocer el grado de abertura de la articulación a la que está acoplado¹²⁴.

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la captura de movimiento mecánica

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se puede trabajar tiempo real.	La estructura del traje es frágil.

¹²² Ver glosario.

¹²³ 2007 “CÓMO SE HIZO “*BEOWULF*” Notas de producción Warner Bros. Pictures”. <<http://www.labutaca.net/films/57/beowulf1.php>> [Consulta: 8 de mayo de 2013].

¹²⁴ KERLOW, ISAAC. 2009. *The art of 3D computer animation and effects*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Pág. 370.

El sistema es relativamente barato.	No mide desplazamientos del actor.
No tiene problemas de oclusión.	Tiene una restricción en la captura del movimiento del actor.
No tiene problemas de interferencias mecánicas o magnéticas.	Las posiciones absolutas no son conocidas pero se calculan a partir de las rotaciones.
Es fácil de transportar.	La configuración de los sensores debe ser fija.
Tiene gran rango de captura.	Tiene una frecuencia de muestreo baja.
	Necesita sensores magnéticos para calcular las traslaciones globales.
	El traje es demasiado prominente.
	El equipo debe ser calibrado frecuentemente.

Fuente: KITAGAWA, MIDORI & WINDSOR, BRIAN. 2008. *Mocap for artists: workflow and techniques for motion capture*. Focal Press. Pág. 12 / Tabla elaboración propia.

2.2.2.1.2. Captura de movimiento electromagnética

Este sistema están formado por sensores creados con espirales ortogonales que miden el flujo magnético, determinando tanto la posición como la orientación del sensor. Para ello, los sensores se colocan en el cuerpo y se conectan a una unidad electrónica central, casi siempre mediante cables. Un transmisor genera un campo electromagnético de baja frecuencia que los receptores detectan y transmiten a la unidad electrónica de control, donde se filtra y amplifica. A continuación, los datos se envían a un ordenador central, donde se deduce la posición de todos los sensores en el espacio así como su orientación¹²⁵.

¹²⁵ Ibidem.

Tabla 2: Ventajas y desventajas de la captura de movimiento electromagnética

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La posición y la orientación están disponibles sin necesidad del postprocesamiento.	Los sensores de rastreo son propensos a las interferencias magnéticas y eléctricas.
La posibilidad del tiempo real permite realizar cambios en tiempo real.	Los cables y baterías para los sensores de seguimiento pueden limitar el movimiento de los actores.
Los sensores de seguimiento no son ocluidos por objetos metálicos.	Los sensores magnéticos tienen una menor tasa de muestreo que muchos sistemas ópticos.
Múltiples actuaciones pueden ser capturadas simultáneamente con múltiples configuraciones.	La configuración de los sensores de movimientos es difícil de cambiar.
Son más baratos que los sistemas ópticos.	El volumen de captura es normalmente menor que el de los sistemas ópticos.
	La información tiende a tener ruido.

Fuente: KITAGAWA, MIDORI & WINDSOR, BRIAN. 2008. *Mocap for artists: workflow and techniques for motion capture*. Focal Press. Pág. 11 / Tabla elaboración propia.

2.2.2.1.3. Captura de movimiento óptica

Utilizando una o más cámaras sincronizadas, los sistemas ópticos emplean los datos recogidos por sensores de imagen para deducir la posición de un elemento en el espacio gracias a los sensores pegados al cuerpo del actor. Es recomendable emplear más de una cámara para obtener la posición desde cualquier indicador, siempre y cuando no haya cámaras innecesarias para no ralentizar el procesamiento de la información¹²⁶.

¹²⁶ Ibidem.

Tabla 3: Ventajas y desventajas de la captura de movimiento óptica

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los datos ópticos son precisos.	Propenso a interferir con la luz.
Múltiples actores pueden ser capturados al mismo tiempo.	La información debe ser procesada antes de su visualización.
La cantidad de datos capturados puede ser mayor que en otros sistemas.	Las rotaciones de las partes del cuerpo deben ser calculadas y no son absolutas.
La información del exoesqueleto se puede generar.	El actor debe llevar un traje con puntos y bolas que puede resultar incómodo.
El actor tiene libertad de movimientos ya que no existen cables que conecten su cuerpo con el equipo.	El procesado puede llevar de uno a dos minutos por cada segundo capturado para datos simples. Para datos más complejos puede llevar de 15 a 30 minutos por segundo.
Las configuraciones de los marcadores pueden cambiarse fácilmente.	El <i>hardware</i> suele ser frecuentemente más caro que otros equipos de <i>mocap</i> .
Se obtienen datos muy depurados y detallados.	Se requiere de gran procesamiento.
Consigue grabar objetos a velocidades más altas que otros sistemas de captura.	Los puntos reflectantes pueden ser ocluidos causando así pérdidas de datos, aunque la oclusión de estos puntos puede ser compensada por el <i>software</i> que estima la posición de los puntos perdidos.
Un gran número de sensores pueden ser utilizados.	

Fuente: KITAGAWA, MIDORI & WINDSOR, BRIAN. 2008. *Mocap for artists: workflow and techniques for motion capture*. Focal Press, p. 10 / Tabla elaboración propia.

Este tipo de sistemas de captura de movimiento óptica pueden utilizar varios tipos de sensores:

2.2.2.1.3.1. Indicadores activos

Compuesto por leds, este sistema de captura emite su propia luz para determinar la posición del actor. La posición se determina iluminando, de manera sincrónica a las cámaras, uno o varios marcadores en cada instante de tiempo a una frecuencia muy alta. De esta manera se consigue aumentar la distancia a la que se puede desplazar el sujeto¹²⁷.

2.2.2.1.3.2. Indicadores pasivos

Se trata de bolas de goma recubiertas de un material reflectante que se pegan al actor en puntos estratégicos. De esta manera, la luz que reflejan se origina cerca de las cámaras y es recogida por éstas. Este tipo de marcadores se emplea en gran cantidad de ocasiones para registrar el movimiento facial¹²⁸.

2.2.2.1.3.3. Indicadores activos modulados en el tiempo

Mediante luz estroboscópica, los marcadores se iluminan de manera grupal para determinar la identidad de cada indicador mediante la frecuencia de destello. De esta forma se consiguen frecuencias de captura mayores que con los sistemas activos estándar, con el inconveniente de que aumenta la carga del sistema. Este método permite observar el resultado en tiempo real, además de que puede utilizarse bajo la luz directa del sol¹²⁹.

2.2.2.1.3.4. Indicadores semipasivos imperceptibles

Mediante la emisión de luz con leds, se detecta la posición y orientación del sujeto. Su principal ventaja es que se pueden colocar pasando desapercibidos al ojo humano. Este sistema permite la utilización de un número ilimitado de sensores además de poder trabajar bajo la luz natural. El tráfico de datos se reduce considerablemente ya que no se emplean cámaras de alta frecuencia¹³⁰.

¹²⁷ Ibidem.

¹²⁸ REDRESS PERHAPS. 2013. "Motion capture". <https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture> [Consulta: 7 de mayo de 2013].

¹²⁹ Ibidem.

¹³⁰ Ibidem.

2.2.2.1.3.5. Sin marcadores

Se emplean algoritmos que permiten identificar las formas humanas mediante el análisis de fuentes de entrada de imágenes. Una desventaja de este sistema es la dificultad de capturar los movimientos sutiles realizados por los actores, así como los realizados con los dedos o la cara¹³¹.

2.2.2.1.4. Otros tipos de captura de movimiento

Aunque el sistema de captura de movimiento mecánica, electromecánica y óptica son los métodos más utilizados en las producciones animadas que emplean esta tecnología, existen otros materiales igual de útiles para conseguir captar los movimientos y que con el paso del tiempo, se están mejorando e implantando progresivamente. A continuación se describe cada uno de ellos:

2.2.2.1.4.1. Captura de movimiento acuático

Se trata de un sistema de captura que permite el seguimiento y registro de los movimientos directamente sin el uso de trajes¹³². Jon Landau, productor de *Avatar*, afirma que están creando este sistema de captura de movimientos bajo el agua para dotar de mayor realismo a los personajes de la segunda entrega del *film*, ya que pueden “simular agua (creándola artificialmente por ordenador), pero no podemos simular la experiencia del actor con el agua como resistencia, así que vamos a capturar los movimientos dentro del agua”¹³³.

2.2.2.1.4.2. Captura de movimiento con fibra óptica

Se emplea fijando sensores de fibra óptica flexibles que consiguen medir las rotaciones de las articulaciones. Estos sensores no miden la posición del actor en el escenario sino que el sistema calcula la posición de las extremidades del elemento que se capture. En sus inicios, esta técnica se empleó en el diseño de sensores en guantes, pero actualmente se han creado trajes completos para poder capturar movimientos de cualquier parte del cuerpo¹³⁴.

¹³¹ *Ibidem*.

¹³² CHRIS. 2012. “*Researchers applied Hollywood's Avatar like motion capture techniques to reveal new insights on Olympic Gold Medal winners in London*”. <<http://manhattanmocap.com/homepage>> [Consulta: 25 de febrero de 2013].

¹³³ 2013. “Nueva tecnología de captura de movimiento para *Avatar 2* y *Avatar 3*” <<http://www.entrenamientodigital.net/noticia-3185/nueva-tecnologia-de-captura-de-movimiento-para-avatar-2-y-avatar-3/>> [Consulta: 28 de febrero de 2013].

¹³⁴ ZAMBRANO, EDWARD. 2012. “*Motion Capture: Breve análisis de la técnica, historia y distintas aplicaciones*”. <<http://es.scribd.com/doc/87126810/Motion-Capture>> [Consulta: 22 de marzo de 2013].

2.2.2.1.4.3. Captura de movimiento con ultrasonidos

Está basada en transpondedores que determinan la posición en el espacio enviando señales de radio para cada señalador. Éstos, son capturados por uno o varios receptores que detectan campos magnéticos, permitiendo averiguar la posición del emisor en el espacio e incluso, en algunos casos, su orientación. Un inconveniente de este sistema es que es demasiado voluminoso y además no es capaz de trabajar con movimientos bruscos¹³⁵.

2.2.2.1.4.4. Captura de movimiento con sistemas inerciales

Se emplean sensores que recogen información sobre la aceleración y la velocidad angular del sensor. Gracias a estos datos, es posible determinar la posición, eje de giro y velocidad angular. Esta información se transmite a un ordenador en el que el movimiento registrado se puede observar sobre una figura ya animada. Uno de los problemas que pueden surgir es la acumulación sobre la velocidad u orientación del sensor dando lugar a errores numéricos¹³⁶.

2.2.2.2. Aplicaciones

A medida que la sociedad avanza y en consecuencia las necesidades de ésta, la aplicación de la captura de movimiento ha ido ampliándose por sectores bien distintos entre ellos y después de evolucionar con el paso de los años. Es por ello que, actualmente, la captura de movimiento se puede emplear en especialidades como:

2.2.2.2.1. Medicina

El *mocap* se utiliza para generar la información necesaria en el diseño de prótesis, el análisis de la locomoción animal, así como el análisis de los atletas en la medicina deportiva. El uso de esta técnica permite detectar con precisión algún error en la manera de caminar para después investigar una solución adecuada¹³⁷.

2.2.2.2.2. Ejército

Un ejemplo en la aviación son los cascos en los que se está implantando el sistema y permiten interactuar con dispositivos de realidad aumentada, además de facilitar el pilotaje en

¹³⁵ “*Mocap* (captura de movimiento)”.

<<http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Peliculas/Mocap/introd.htm>> [Consulta: 24 de marzo de 2013].

¹³⁶ *Ibidem*.

¹³⁷ *Ibidem*

situaciones de combate gracias a la incorporación de un sistema de rastreo de posición que permite mostrar la información en pantalla de acuerdo al campo visual en el que está el piloto, así como dirección de los misiles¹³⁸.

2.2.2.2.3. Deportes

La información recopilada se emplea en el estudio y posterior mejora de los movimientos que realizan las extremidades del deportista durante la actividad física, permitiendo clasificar los diferentes componentes que intervienen en el movimiento del atleta. De esta manera, se consigue mejorar sus entrenamientos, además de conseguir con este uso la prevención de lesiones¹³⁹.

2.2.2.2.4. Videojuegos

Gracias a la necesidad de crear unos personajes con unos movimientos y gestos más realistas, el sector de los videojuegos ha conseguido que la captura de movimiento se convierta en una de las herramientas esenciales. Por ejemplo, el juego *Soul Edge* fue desarrollado por Namco para explorar las posibilidades de un juego de lucha basado en armas y de esta manera, se convirtió en el primer videojuego creado a partir de la captura de movimiento. Pero el *boom* de la técnica llegaría años más tarde debido al desarrollo de videoconsolas más potentes, haciendo que los personajes llegasen a ser interpretados en la mayoría de juegos deportivos, por jugadores profesionales¹⁴⁰.

2.2.2.2.5. Televisión

Aunque el uso de esta tecnología está algo limitada debido al coste que supone un equipo de estas características, cada vez son más las series que se atreven a incluir personajes animados con *motion capture*. Ejemplo de ello es la serie *Et Dieu créa Laflaque*¹⁴¹, un espectáculo satírico político semanal de Canadá en la que se emplea la captura de movimiento

¹³⁸ ZAMBRANO, EDWARD. 2012. "Motion Capture: Breve análisis de la técnica, historia y distintas aplicaciones". <<http://es.scribd.com/doc/87126810/Motion-Capture>> [Consulta: 22 de marzo de 2013].

¹³⁹ "Mocap (captura de movimiento)".

<<http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Peliculas/Mocap/introd.htm>> [Consulta: 24 de marzo de 2013].

¹⁴⁰ LOUVIERS, BRUNO. 2013. "Actuando en los videojuegos" <<http://www.atrincherados.com/actuando-en-los-videojuegos-la-historia-de-la-captura-de-movimientos/>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹⁴¹ *Et Dieu créa Laflaque*. 2004. EEUU. Dir. Yves St-Gelais. Mús. Eric Lemoyne, Cory Rizo, Henry Godding Jr., Benjamin Goulet y Patrick Knup.

Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=oENpamI9RwY>>

para la totalidad del cuerpo de los personajes¹⁴². Otros ejemplos de series son *Sprookjesboom*¹⁴³, dedicada a los más pequeños en la que se enseñan valores como no robar o mentir a través de un bosque interactivo en el que habitan hadas¹⁴⁴, *Café de Wereld*¹⁴⁵, serie en la que famosos caricaturizados se dan cita en un café virtual para tratar temas de lo más cotidiano¹⁴⁶ y *Headcases*¹⁴⁷, animación satírica con argumentos cotidianos en la que los protagonistas son políticos y miembros de la Casa Real Británica¹⁴⁸.

2.2.2.2.6. Cine

Este es el sector en el que más han aumentado el uso de *mocap*. Y es que el desarrollo de películas animadas mediante esta técnica es cada vez más frecuente, y, lo mejor de todo, no sólo destinado a los más pequeños de la casa, sino para todos los públicos. Con su utilización en la industria se busca crear personajes con movimientos y expresiones corporales más cercanas al mundo real. Empresas como Pixar rehúsan la captura de movimiento por considerarla una técnica que se emplea para atajar el trabajo. En contraposición, Weta Digital se especializa en el uso de este tipo de tecnología como herramienta para el desarrollo de algunas de sus conocidas producciones como *Iron Man 3*, *Jumper* o *Las aventuras de Tintín*.

2.2.2.2.7. Otros sectores

Al margen de las áreas ya destacadas, también es notorio el uso de la captura de movimiento en otros sectores bien distintos son:

2.2.2.2.7.1. Ingeniería

Se emplea para analizar los movimientos humanos y conseguir diseñar, entre otros, robots que imiten la manera de caminar de un ser humano¹⁴⁹.

¹⁴² "VOX POPULI: Et Dieu créa... Laflaque". <<http://www.phasespace.com/applicationsMain.html>> [Consulta: 20 de abril de 2013].

¹⁴³ *Sprookjesboom*. 2006. Holanda. Dir. y Mont. Hans Walther. Mús. Antony Neely. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=getJl8Nc3Ko>> [Consulta: 20 de abril de 2013].

¹⁴⁴ DRUYTS.T. 2013. "Sprookjesboom". <<http://nl.wikipedia.org/wiki/Sprookjesboom>>

¹⁴⁵ *Café de Wereld*. 2003. Holanda. Dir. Hans Walther. Mús. René Overhorst. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=rvrJ4SLIQFU>>

¹⁴⁶ MARIGOLD. 2013. "Café de Wereld". <http://nl.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9_de_Wereld> [Consulta: 20 de abril de 2013].

¹⁴⁷ *Headcases*. 2008. Reino Unido. Dir. Henry Naylor. Mont. Sion Penny. Mús. Matt Katz y Richard Webb. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=l6-DGLsN1sA>>

¹⁴⁸ CRAZYSEIKO. 2013. "Headcases". <<http://en.wikipedia.org/wiki/Headcases>> [Consulta: 22 de junio de 2013].

¹⁴⁹ ZAMBRANO, EDWARD. 2012. "Motion Capture: Breve análisis de la técnica, historia y distintas aplicaciones". <<http://es.scribd.com/doc/87126810/Motion-Capture>> [Consulta: 22 de marzo de 2013].

2.2.2.2.7.2. Derecho

La técnica de la captura de movimiento se utiliza por la fiscalía y/o abogados para reconstruir la escena de un crimen o robo¹⁵⁰.

2.2.2.2.7.3. Docencia

Historiadores de arte y profesores utilizan la captura de movimiento para archivar y estudiar actuaciones de bailarines y actores. Un ejemplo de ello es la grabación que se realizó en 1991 de una compleja actuación realizada por el legendario mimo francés Marcel Marceau para preservar sus artes para futuras generaciones¹⁵¹.

2.2.2.2.7.4. Realidad virtual y realidad aumentada

La captura de movimiento permite a los usuarios interactuar con el contenido digital en tiempo real. Este hecho puede ser útil para el entrenamiento en simulaciones, test de percepción visual o actuaciones en un entorno virtual¹⁵².

2.2.2.3. Software

Al igual que para la técnica de la rotoscopia, se puede encontrar un amplio abanico de programas como Maya, SoftImage XSI, Luxology Modo, Massive o Mudbox¹⁵³ para la realización de la captura de movimiento. De nuevo, la fase de preproducción es importante porque se trata del periodo en el que se establece el guion literario, el guion técnico, el storyboard y la animática, parte esencial para el desarrollo de producto audiovisual.

Para conocer el proceso llevado a cabo en una producción realizada mediante captura de movimiento se debe:

- En primer lugar, disponer de actores con la preparación necesaria para la producción del *film* y realizar ensayos con los marcadores para definir cuántos necesitarán los actores, cuántos serán necesarios para los *props* y cualquier otro elemento que sea necesario capturar. En este paso, el equipo debe conocer cuáles son las limitaciones del sistema, a qué distancia debe estar cada marcador, qué tipo de movimiento se va a capturar, si funcionan

¹⁵⁰ Ibídem.

¹⁵¹ Ibídem.

¹⁵² TENPOUNDHAMMER. 2013. "Motion capture" <https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture> [Consulta: 5 de febrero de 2013].

¹⁵³ CABELLO, MATÍAS. 2010. "Avatar, la película que cambió la forma de animar en 3D". <<http://cadstock.com/articulos/261-avatar-la-pelicula-que-cambio-la-forma-de-animar-en-3d>> [Consulta: 29 de mayo de 2013].

correctamente y si los marcadores están en posiciones lógicas. Además, es necesario que el actor interactúe con los *props* que vaya a necesitar durante el rodaje, por lo que actuarán junto a ellos para familiarizarse.

- En segundo lugar, conocer el plató (también conocido como volumen) disponible durante la captura para saber si el sistema de captación de datos se adapta al espacio, ya que el número de cámaras determina su tamaño.

- En tercer lugar, confeccionar una lista con los planos que se deberán capturar para conocer cada uno de los movimientos que se realizarán en las tomas, el orden con el que se capturarán, la información necesaria para cada uno de ellos, establecer qué elementos serán necesarios en la escena, entre otros, así como un horario de captura para establecer día a día cada uno de los planos que se rodarán y que actor debe acudir al plató.

- A continuación, se establece un esqueleto para el personaje 3D de manera que se transfieran todos los datos obtenidos por los movimientos de los actores al personaje digital y se calibra el sistema de captura de movimiento y los actores para que todos los marcadores puedan ser reconocidos por cada una de las cámaras instaladas.

- En quinto lugar, se realizan las sesiones de captura para obtener el audio y video y posteriormente se realiza una limpieza de datos para sustituir algunos de ellos por otros mejorados, quitarlos o incluirlos en caso de que no estén presentes. Todo ello hace que, por ejemplo se eliminen cables, marcas o espacios innecesarios, o se apliquen filtros.

- Por último, se editan los datos de los marcadores y del esqueleto para establecer la jerarquía de éste, ajustar la proporción e integrar los movimientos correctamente para que posteriormente se apliquen al personaje 3D, se rendericen los archivos y se traten en postproducción para obtener el producto final.

Resumiendo, este nuevo apartado ofrece los elementos característicos de la captura de movimiento para conocer cómo la técnica ha evolucionado en función de las necesidades de la sociedad. De esta manera, se observa cómo el *mocap* ha ido ganando terreno en los sectores tan diversos en los que se comenzó a emplear, ofreciendo en la actualidad una gran cantidad de utilidades aplicables a diferentes situaciones, siendo el comienzo de un próspero desarrollo técnico.

2.2.3. Combinación de ambas técnicas

Aunque algunas de las producciones nombradas en los anteriores apartados hayan sido realizadas mediante la técnica de la rotoscopia o de la captura de movimiento bien es cierto

que se conocen, y cada vez con mayor frecuencia, piezas audiovisuales en las que ambas técnicas han sido combinadas durante su producción.

Un ejemplo de ello se encuentra en la película *El señor de los Anillos*, donde las tres principales técnicas utilizadas fueron: la rotoscopia, la animación de fotogramas clave y la captura de movimiento.

La primera de ellas se utilizó en la secuencia en la que Frodo y Sam pelean con Gollum. El director quería que el contacto y la energía de los movimientos entre los *hobbits* y la criatura fuesen lo más reales posible, por lo que se rodó la escena para posteriormente rotoscopiarla. Los artistas aislaron fotograma a fotograma el personaje de Gollum para después sustituirlo por el personaje digital.

La escena en la que la criatura saca a Frodo del agua de las Ciénagas de los Muertos o cuando Sméagol tira de la capa de Frodo para convencerlo de que no entre en Mordor por las Puertas Negras son otras secuencias que se rotoscopiaron¹⁵⁴.

Por otra parte, la captura de movimiento se utilizó porque, en palabras de Andy Serkis:

Es muy sensible y puede recoger movimientos tan sutiles como la respiración, o los sollozos, y también los casuales como un tropezón, acrecentando el realismo gracias al arraigamiento del personaje en su entorno. Fue una gran ayuda para representar el doloroso esfuerzo de los movimientos de Gollum¹⁵⁵.

Esta combinación de las técnicas es un factor que poco a poco se convertirá en algo cotidiano gracias a la cantidad de métodos que se pueden encontrar actualmente para emplearlas, así como la gran cantidad de aplicaciones que ambas tecnologías ofrecen en la realización de piezas audiovisuales. No se debe olvidar que probablemente, en un futuro aumenten estos medios por el impacto que están suponiendo en las producciones.

¹⁵⁴ SERKIS, ANDY. 2003. *El Señor de los Anillos GOLLUM CÓMO CREAMOS LA MAGIA DE LA PELÍCULA*. Barcelona: Minotauro. Pág.82.

¹⁵⁵ *Ibidem*. Pág.84.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE CASOS

3.1. Material de análisis

En el siguiente capítulo se realiza un análisis cualitativo de un largometraje realizado mediante rotoscopia y otro mediante captura de movimiento por suponer ambos, con su estreno, un acontecimiento importante en la historia del cine en cuanto a avances tecnológicos se refiere. Para este análisis se escoge:

En primer lugar *A Scanner Darkly*, realizada en 2006 y dirigida por Richard Linklater. Se trata de una producción de Warner Independent Pictures, una sección *indie* desaparecida de la compañía Warner Bros. Este fue el segundo largometraje del director en el que se emplea el *software* digital Rotoshop para la realización de la rotoscopia. Se trata de un largometraje con una proyección más comercial, donde prima una coherencia visual en su totalidad y no un producto experimental como realizó en *Waking life*.

En segundo lugar se analiza *Avatar*, estrenada en 2009 y escrita, producida y dirigida por James Cameron. Se trata del primer trabajo en que la captura de movimiento en tiempo real se realiza a más de un personaje simultáneamente.

Mediante el análisis de cada uno de los largometrajes se dan a conocer los detalles de las producciones y se amplía la información sobre el porqué de la elección de las técnicas para llevar a cabo el desarrollo del *film*, el *software* y material técnico empleado, el método de trabajo seguido en cada una de ellas, las ventajas de la aplicación de cada técnica en las producciones, entre otros aspectos importantes en el desarrollo de los largometrajes.

3.1.1. Rotoscopia: *A Scanner Darkly*¹⁵⁶

3.1.1. Ficha técnica y sinopsis

Tabla 4: Ficha técnica de *A Scanner Darkly*

FICHA TÉCNICA	
Director	Richard Linklater
Producción	Tommy Pallotta, George Clooney, Steven Soderbergh, Anne Walker-McBay, Palmer West, Jonás Smith y Erwin Stoff
Guion	Richard Linklater
Protagonizada por	Keanu Reeves, Robert Downey, Jr., Woody Harrelson, Winona Ryder y Rory Cochrane
Música	Graham Reynolds
Fotografía	Shane F. Kelly
Edición	Sandra Adair
Duración	100 minutos

Fuente: CORVOE. 2013. "A Scanner Darkly (film)". <[http://en.wikipedia.org/wiki/A_Scanner_Darkly_\(film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/A_Scanner_Darkly_(film))> [Consulta: 22 de abril de 2013].

Tabla 5: Sinopsis de *A Scanner Darkly*

SINOPSIS
En un futuro no muy lejano, el gobierno está perdiendo duramente la batalla contra las drogas y el terrorismo. La sustancia D está arrasando con la población juvenil y el destino se ve oscuro y corrupto. Al detective especial Bob Arctor (Keanu Reeves) se le asignará la misión de espiar a sus amigos: Jim Barris (Robert Downey Jr.), Ernie Luckman (Woody Harrelson), Donna Hawthorne (Winona Ryder) y Charles Freck (Rory Cochrane) para descubrir quién es el responsable de la distribución de drogas en el condado.

Fuente: 2006. "A SCANNER DARKLY". <<http://www.warnerbros.com/movies/home-entertainment/scanner-darkly-a/d7c290af-c285-41c4-a4d6-efb3a86b3893.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

A Scanner Darkly es un thriller de ciencia ficción dirigido por Richard Linklater y basado en la novela del mismo nombre del escritor y novelista estadounidense de ciencia ficción Philip K. Dick¹⁵⁷. El autor de la novela retrata al final de sus páginas "no soy un simple personaje de esta novela, soy la novela en sí" por la inclusión de un gran número de experiencias autobiográficas, además de aportar una previsión de futuro asentada en las ideas de adicción, paranoia, disolución identitaria y desestructuración de las dinámicas de comunidad¹⁵⁸.

¹⁵⁶ *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=4E9zMVocnys>>

¹⁵⁷ CORVOE. 2013. "A Scanner Darkly (film)". <[http://en.wikipedia.org/wiki/A_Scanner_Darkly_\(film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/A_Scanner_Darkly_(film))> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹⁵⁸ COSTA, JORDI. 2010. *Películas clave del CINE DE ANIMACIÓN*. Barcelona: Ediciones Robinbook. Pág. 188.

3.1.1.2. El director

Richard Stuart Linklater conocido como Richard Linklater (Houston, Texas; 30 de julio de 1960) es un director de cine estadounidense. Fue uno de los primeros y más exitosos talentos en emerger durante la década de los años 90 en el cine hollywoodiense. Algunas de sus producciones son: *Suburbia* y *Waking life* como director; *Fast Food Nation* como director y guionista y *Antes del anochecer* como director, guionista y productor¹⁵⁹.

3.1.1.3. ¿Por qué rotoscopia?

Christopher S. Jennings, jefe de animación del largometraje, tiene claras las ventajas que la técnica de la rotoscopia ofrece al director:

*¿Por qué hacer un film con rotoscopia? ¿Por qué pintar sobre los planos del metraje filmado? ¿Qué se quiere conseguir? No es que tenga la actuación de Keanu Reeves, la voz doblada de Winona Ryder y yo interpreto cómo sería la imagen, sino que verdaderamente obtenemos sus actuaciones*¹⁶⁰.

Es curioso que actualmente se dispongan de distintas tecnologías para capturar directamente las actuaciones de los actores y que Richard Linklater y su equipo se decanten por la rotoscopia. Esta decisión se llevó a cabo porque la técnica no limitaba la creatividad del equipo y le permitía crear un mundo adaptado al universo de *A Scanner Darkly*¹⁶¹.

Además, el director quería transmitir lo mejor posible los elementos cómicos de la novela para mantenerse fiel al libro “yo quería que la película captase el humor y la exuberancia del libro y que no se limitara a lo triste y trágico. Puedo asegurar que ha sido un reto enorme, pero es el corazón de la historia”¹⁶².

El proceso utilizado para la creación de *A Scanner Darkly* es una versión más evolucionada que la que el director utilizó en la anterior película también realizada con rotoscopia, *Waking life*. Y es que en *Waking life* la rotoscopia brinda a Linklater la oportunidad de dejar volar su imaginación con un estilo marcado por la recreación de unas acciones pintadas sin imitar la realidad. Mientras una escena podía ser totalmente diferente a la siguiente en esta producción por la repartición del trabajo entre diferentes artistas, en *A*

¹⁵⁹ KLBot2. 2013. “Richard Linklater” <http://es.wikipedia.org/wiki/Richard_Linklater> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹⁶⁰ *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.

¹⁶¹ *Ibidem*.

¹⁶² 2006. “CÓMO SE HIZO "A SCANNER DARKLY (UNA MIRADA A LA OSCURIDAD)""" <<http://www.labutaca.net/films/45/ascannerdarkly1.htm>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

Scanner Darkly siempre se pensó en términos de novela gráfica, por lo que su diseño debía de ser coherente y similar a lo largo de todo el *film*, ya que tal y como expresa Linklater, tener “una estética consistente fue una de las ideas primordiales desde el comienzo”¹⁶³. Otro de los motivos por los que se eligió la rotoscopia para animar el largometraje fue porque, según el productor Tommy Pallota, “la ventaja de la rotoscopia es que realmente te da una apariencia realista de los actores”¹⁶⁴.

3.1.1.4. Software y material técnico

La versión animada de *A Scanner Darkly* se diseñó mediante el *software* Rotoshop, citado anteriormente en el capítulo 2.2.1. Evolución de la rotoscopia. Las simples líneas negras creadas en el primer largometraje *Project Incognito*¹⁶⁵ en el que se emplea este *software*, se convierten en elementos más elaborados con el paso de los años y gracias al desarrollo de diferentes cortometrajes como por ejemplo *Snack and Drink*. Los principios fundamentales de la técnica de la rotoscopia están incluidos en este *software* para conseguir un tipo de animación llamativa. Sin embargo, también se incluyen las bases digitales ya que el metraje debe convertirse en archivos comprimidos a baja resolución y trabajar sobre ellos a través de un programa que reconozca tabletas gráficas.

El *software* es bastante sencillo, pero un buen resultado final depende de lo que haya hecho el artista, pues la tableta gráfica es sensible a la presión, así que las líneas se crean de una manera u otra en función de la fuerza que se ejerza sobre el *hardware*. La línea negra creada en los personajes que componen de los distintos *frames* de *A Scanner Darkly*, se emplean a modo de acentuación, para conseguir las diferentes sensaciones que los actores proporcionan con sus gestos en los distintos planos.

Como ya se trató en la descripción del *software*, la novedad que Sabiston incluyó en Rotoshop fue el desarrollo de la interpolación. De esta manera, las líneas interpoladas y las formas tienen un movimiento fluido que es sumamente difícil de lograr a través del dibujo a mano¹⁶⁶. Por ello, Rotoshop consigue, en palabras de Jordi Costa:

La animación resultante crea un efecto hiperrealista de fotografía calcada, pero, al mismo tiempo, incorpora al soporte real interesantes variables alucinógenas, como esos parásitos que invaden el cuerpo del actor Rory

¹⁶³ Ibidem.

¹⁶⁴ *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.

¹⁶⁵ Ibidem.

¹⁶⁶ ASHLOCK, JESSE. 2006. “WHAT A SCANNER SEES”. *Res Magazine*: 42-47.

*Cochrane al principio de la película, la posterior transformación de Robert Downey Jr. en cucaracha o el poderoso efecto del traje Scramble, interpretado como incesante fluctuación de identidades y perfecta lectura visual de una idea literaria característicamente dickiana*¹⁶⁷.

Es importante destacar que la característica de interpolar fotogramas también se puede encontrar en otros programas como Fantavision y Adobe Flash.

Los pasos que el equipo siguió para crear la animación del largometraje mediante Rotoshop fueron¹⁶⁸:

1 - Se realizó un estudio de cada una de las piezas que componían el vídeo por parte del equipo de animación.

2 - Se dividieron cada uno de los *frames* que componían la pieza para que los artistas pudiesen ir cambiando de fotograma a fotograma y así tener como referente los *frames* anteriores y posteriores.

3 - Una vez disponían del fotograma base sobre el que dibujar, los artistas comenzaron a calcar los elementos para crear cada uno de los contornos que los definían. De esta manera se consiguió que el ordenador no sólo que se guardase la imagen, sino que además, recordase cada pincelada realizada por el animador.

4 - Por último, rellenaron los contornos con los colores definidos. Las capas se separaron y alternaron según las necesidades, incluso, los animadores podían tener una vista preliminar de una escena con audio para revisar su progreso. Para crear continuidad en el color, el *software* permitió a los animadores seleccionar el color en el metraje original (con una herramienta similar al “cuentagotas” de los programas de diseño como Adobe Photoshop) y recrearlo en el ordenador.

3.1.1.5. Método de trabajo

La producción de *A Scanner Darkly* fue creada dos veces. Como explica Tommy Pallota “una sobre el escenario: hicimos casting, rodamos digitalmente utilizando la cámara digital Panasonic AG-DVX100 y lo editamos como una ficción clásica”¹⁶⁹. Una vez realizada y montada

¹⁶⁷ COSTA, JORDI. 2010. *Películas clave del CINE DE ANIMACIÓN*. Barcelona: Ediciones Robinbook. Pág. 189.

¹⁶⁸ 2006. “CÓMO SE HIZO "A SCANNER DARKLY (UNA MIRADA A LA OSCURIDAD)"""
<<http://www.labutaca.net/films/45/ascannerdarkly1.htm>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹⁶⁹ *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.

igual que una película de acción real, se transfirieron los archivos a los animadores vía *Quicktime* para después, como añade Pallota “transformarla en una película de animación gracias al largo y duro trabajo de postproducción”¹⁷⁰.

La animación de *A Scanner Darkly* comenzó con el trabajo de cuatro jefes de animación: Patrick Thornton, Randy Cole, Jennifer Drummond y Katy O’Connor, junto con Bob Sabiston, creador del *software* que dio vida a los personajes animados del *film*. Los cinco trabajaron anteriormente en otras producciones y con *A Scanner Darkly* se pondrían, en un principio, al mando de todo lo relacionado con la animación de la película.

Para formar el equipo de trabajo fue necesario realizar un casting para contratar personas que tuviesen unas habilidades determinadas. El equipo elegido para desarrollar el proyecto estaba configurado por un grupo de casi cincuenta personas, de las que sólo algunas disponían de formación en animación¹⁷¹. Al contrario que en *Waking life*, producción llevada a cabo mediante un equipo pequeño, detrás de *A Scanner Darkly* hubo un grupo más amplio que incluso tuvo que dividirse en varios subgrupos capitaneados por sus respectivos líderes.

A la hora de animar a los personajes, el esquema que el equipo siguió para trabajar fue el siguiente: intentaron mantener a los artistas en un mismo personaje para así conseguir que se centrasen en él, y por consiguiente, se realizase el trabajo de una manera más rápida y con la misma coherencia visual a lo largo de toda la película. Aunque como en cualquier trabajo, existen las excepciones, por ejemplo Sterling Allen, uno de los líderes de animación, empezó por Robert Downey y después se encargó de Woody Harrelson¹⁷².

El equipo de animación llegó a conocer tan a fondo los personajes con los que trabajaban que consiguieron resaltar en la mayor medida posible sus actuaciones y gestos. Para lograr un aspecto coherente a lo largo del *film*, hicieron uso de una guía de animación a modo de Biblia de personajes. Este compendio consistía en un libro con las imágenes de los personajes diseñados para conocer los detalles de cada uno de ellos. Estas imágenes estaban formadas, en palabras de Jason Archer, jefe de animación, por “tomas a los actores desde diferentes ángulos o perspectivas, desde planos generales a detalles, y con un estilo basado en la distancia entre la cámara y el personaje”¹⁷³. Gracias a esta guía, los animadores disponían de

¹⁷⁰ *Ibidem*.

¹⁷¹ WARD, PAUL. 2011. “*Independent animation, Rotoshop and communities of practice: as seen through A Scanner Darkly*”. <<http://anm.sagepub.com/content/early/2011/12/06/1746847711428852>> [Consulta: 22 de julio de 2013].

¹⁷² *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.

¹⁷³ *Ibidem*.

gran cantidad de detalles necesarios a la hora de animar a los actores, como Archer destaca “reflejamos con las líneas las facciones y los reflejos de la luz sobre los diferentes tonos de la piel. Fue como hacer un retrato. En los planos medios no hacía falta poner todos los detalles, sino extraer la esencia general del personaje”¹⁷⁴.

Bien es cierto que aunque disponían de este manual para conseguir una estética coherente, a medida que avanzó la película se encontraron con otras dificultades, como por ejemplo, cómo tratar el cabello de Winona Ryder o cómo acentuar la barba tan fragmentada de Keanu Reeves, pues a pesar de los atajos que ofrecía la tecnología, el proceso de animación fue muy laborioso. Se necesitaron hasta 500 horas para hacer un minuto de *A Scanner Darkly* por lo que habiendo previsto que la duración de la postproducción sería de nueve meses y aun empleando un *software* para simplificar el proceso del rotoscopiado, la postproducción se extendió hasta los dieciocho meses.

3.1.1.6. Otras posibilidades de la técnica

La mayor dificultad a la que hicieron frente en la producción de *A Scanner Darkly* fue los casi veinte minutos de película en la que los personajes llevan puesto el traje *Scramble*. Basado en los diseños y directrices de Patrick Thornton, se trata de una especie de envoltorio que disfraza al personaje que lo lleva, haciendo que su identidad sea una incógnita. Este uniforme está en constante movimiento a través del efecto *morphing*¹⁷⁵ en la cara, pelo y ropa del personaje.

¹⁷⁴ Ibidem.

¹⁷⁵ Ver glosario.

Figura 6: Personajes creados con el traje *Scramble*



Fuente: *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.

El proceso para realizar el traje consistió en:

1 - Grabar cuatro personas distintas realizando los mismos movimientos, recitando el mismo diálogo y creando los mismos gestos que el personaje que portaría el traje *Scramble*.

2 - A continuación, todo el material filmado fue dibujado a través de Rotoshop para obtener la animación rotoscopiada de cada actuación.

3 – A través de un ajuste que Sabiston incluyó en el *software*, se le asignó un color a cada uno de los dibujos de los actores. De esta manera, cuando el programa varía los colores de las zonas del personaje, la renderización muestra el mapeado que corresponde a cada dibujo en función del color que en ese momento Rotoshop asigne a cada parte de su cuerpo, conformando en su conjunto un personaje compuesto por diferentes fragmentos de otros personajes.

3.1.1.7. Ventajas de la aplicación de la técnica

Una de las características que diferencian una producción animada mediante la rotoscopia de cualquier otra de acción real es la composición de los planos durante la grabación. Esto se debe a que, como la película va a ser animada posteriormente, tanto el maquillaje, iluminación, vestuario, como la aparición de equipos como brazos de grúas o micrófonos dejan de tener importancia, ya que posteriormente pueden eliminarse de las

escenas fácilmente. Como explica Shane Nelly, director de fotografía “cualquier cosa sólida te la pueden arreglar [...] He podido ver lo que los animadores pueden arreglar y lo que no pueden manipular, lo que puedo dejar de lado y lo que no”¹⁷⁶. Aunque antes del rodaje, Nelly optó por dar al equipo un esquema de iluminación general, ofreciendo a los actores la libertad de moverse dentro del plató y retocar si era necesario cualquier elemento de la localización. Además, hizo su montaje e iluminación más gráficos, pues rodó y compuso teniendo en mente a los animadores, ofreciéndoles una gama de colores para que tomaran las muestras de la acción en vivo y así facilitarles el trabajo de postproducción.

Debido a que la película iba a ser animada posteriormente, los actores encararon sus respectivas interpretaciones de manera distinta. Según las palabras que recoge el portal de internet Moviegrande, Rory Cochrane explica que exageró sus gestos durante su actuación porque tenía claro que iba a ser animado, así que se tomó “ciertas libertades que no me hubiese tomado si no hubiese sabido que iba a ser una película de animación. Estaba un poco más loco”. En la misma línea, el actor Woody Harrelson confesó que también enfatizó su actuación porque “sabía que la película iba a ser animada. Todo parecía decirme que tenía permiso a ser un poco más loco”. Por el contrario, Winona Ryder decidió enfocar su trabajo como si se tratase de un largometraje convencional”¹⁷⁷.

Gracias a la rotoscopia, el equipo de *A Scanner Darkly* fue capaz de cambiar aspectos de los actores para que se adecuasen mejor al personaje. Un ejemplo de ello se encuentra en el personaje de Winona Ryder. Como es una mujer de poca estatura y al lado de Keanu Reeves quedaba un poco pequeña, decidieron aumentar su altura utilizando su silueta como punto de referencia sin que su actuación dejase de ser natural.

En resumen, la rotoscopia ofrece a través de esta producción una oportunidad de recrear un mundo totalmente realista a través de unos personajes que paradójicamente viven en un mundo irreal a causa de la sustancia D. el director consiguió emplear la misma técnica en varias animaciones para obtener resultados bien distintos. Mientras en *Waking life* Richard Linklater construyó un producto más cercano al cine experimental, en *A Scanner Darkly* ofreció una versión mucho más ortodoxa de la realidad a través de los trazos que la componen. Es importante destacar que aunque la técnica haya evolucionado ofreciendo atajos en su

¹⁷⁶ 2006. “CÓMO SE HIZO "A SCANNER DARKLY (UNA MIRADA A LA OSCURIDAD)""
<<http://www.labutaca.net/films/45/ascannerdarkly1.htm>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹⁷⁷ *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.

utilización, la realidad es que sigue siendo un método muy laborioso pero eso sí, con resultados fascinantes.

3.1.2. Captura de movimiento: *Avatar*¹⁷⁸

3.1.2.1. Ficha técnica y sinopsis

Tabla 6: Ficha técnica de *Avatar*

FICHA TÉCNICA	
Director	James Cameron
Producción	James Cameron y Jon Landau
Guion	James Cameron
Protagonizada por	Sam Worthington, Zoe Saldana, Stephen Lang, Michelle Rodriguez, Joel David Moore, Giovanni Ribisi, Sigourney Weaver y Dileep Rao
Música	James Horner
Fotografía	Mauro Fiore
Edición	James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin
Duración	162 minutos

Fuente: VERDICT78. 2013. "*Avatar (2009 film)*". <[http://en.wikipedia.org/wiki/Avatar_\(2009_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Avatar_(2009_film))> [Consulta: 10 de febrero de 2013].

Tabla 7: Sinopsis de *Avatar*

SINOPSIS
<p>Año 2154. Jake Sully (Sam Worthington), un ex-marine condenado a vivir en una silla de ruedas, sigue siendo, a pesar de ello, un auténtico guerrero. Precisamente por ello ha sido designado para ir a Pandora, donde algunas empresas están extrayendo un mineral extraño que podría resolver la crisis energética de la Tierra. Para contrarrestar la toxicidad de la atmósfera de Pandora, se ha creado el programa Avatar, gracias al cual los seres humanos mantienen sus conciencias unidas a un Avatar: un cuerpo biológico controlado de forma remota que puede sobrevivir en el aire letal. Esos cuerpos han sido creados con ADN humano, mezclado con ADN de los nativos de Pandora, los Na'vi. Convertido en Avatar, Jake puede caminar otra vez. Su misión consiste en infiltrarse entre los Na'vi, que se han convertido en el mayor obstáculo para la extracción del mineral. Pero cuando Neytiri, una bella Na'vi (Zoe Saldana), salva la vida de Jake, todo cambia: Jake, tras superar ciertas pruebas, es admitido en su clan. Mientras tanto, los hombres esperan los resultados de la misión de Jake.</p>

Fuente: "*Avatar*" <<http://www.filmaffinity.com/es/film495280.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

3.1.2.2. El director

James Cameron, creador de películas como *Abyss*, *Terminator* o *Titanic*, ha conseguido marcar un antes y un después en la historia del cine con el estreno de *Avatar* en 2009. Cameron tenía pensada esta película desde hacía muchos pero no pudo llevar a cabo por la insuficiencia tecnológica de la que se disponía en el año 1995. Con una preproducción a punto y unos personajes dispuestos a ser creados por ordenador, el proyecto tuvo que dejarse de lado por la imposibilidad de conseguir unos gráficos fotorrealistas.

¹⁷⁸ *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner. Disponible en <<http://www.youtube.com/watch?v=kbA9TfGphOI>>

Varios años después, Cameron y su equipo empezaron a plantearse de nuevo su producción. Hicieron algunas pruebas en *Brother Termite*, una película que incluía un personaje alienígena en Washington DC y que hicieron interactuar con los humanos para comprobar de qué manera se podía acoplar la tecnología de la captura de movimiento y observar si había posibilidades de realizar en ese momento una película como *Avatar*.

Por ello, el equipo propuso a Fox su apoyo en la investigación y desarrollo de una nueva tecnología para crear el *film*. Fue así como comenzó el proceso de creación de *Avatar* a manos de un pequeño grupo de profesionales con experiencia en el campo de la fantasía y la ciencia ficción¹⁷⁹.

3.1.2.3. ¿Por qué captura de movimiento?

¿Por qué utilizar la captura de movimiento en *Avatar*? El director quería conseguir algo más que un simple actor con una buena base de maquillaje para obtener unos personajes adecuados a la historia, como tantas películas antes habían mostrado. Esas producciones ya eran conocidas por los espectadores, además de que el uso de maquillajes especiales supone varias limitaciones, como por ejemplo, los movimientos tan restringidos que pueden hacer los actores o la dificultad de acoplar unas facciones de seres no humanos, tales como el tamaño o separación de los ojos.

Todos estos problemas son los que se encontró Cameron en principio para el desarrollo de sus personajes. Pero, con el paso de los años y el avance de la tecnología, estos hándicaps no eran más que cosas del pasado. Gracias a la captura de movimiento se consiguió generar cada uno de los personajes digitalmente y con las proporciones características de los Na'vi: ojos con dos veces el diámetro del de los humanos, la amplia separación entre éstos, cuellos más largos, manos con tres dedos, mayor tamaño que un ser humano...además de incluir una estructura ósea y muscular específica para la especie.

El maquillaje hubiese hecho que la piel fuese opaca, pero gracias a la creación por ordenador, los personajes pudieron presentar una piel traslúcida que se comportase como una piel de verdad, en la que la pigmentación de la superficie no enmascarase el brillo rojo de la sangre que corre por debajo, como cuando la fuerte luz del sol golpea la parte posterior de las

¹⁷⁹Ibídem.

orejas de los personajes. Todas estas sutilezas se combinan para permitir la creación de criaturas aparentemente vivas¹⁸⁰.

3.1.2.4. Software y material técnico

El sistema de captura de movimiento empleado en *Avatar* contenía muchos indicadores en el cuerpo del actor para que cientos de cámaras captasen los movimientos proporcionando así diferentes perspectivas de cada uno de los actores u elementos capturados. El equipo necesitó dos años para lograr que este sistema *mocap* funcionara correctamente de modo que ni atenuara ni aumentara la interpretación del actor.

Una ventaja de este sistema es la autonomía con las cámaras. Esto hace que el actor pueda desplazarse por un mayor rango de espacio y, por tanto, que se tenga la posibilidad de trabajar con platós de mayor tamaño, realizar escenas más complejas y conseguir peleas aéreas entre naves y criaturas voladoras, entre otros.

La imagen de cada cámara aparecía como una nube de puntos. Un ordenador se encargaba de crear un esqueleto móvil del actor en tiempo real y conseguir un personaje generado por ordenador al instante. La novedad de este proyecto radica en que esa imagen se mandaba al dispositivo del director y éste podía ver al personaje tridimensional tal y como quedaría tras el renderizado de la escena.

Cameron, quería ir más allá en esta superproducción, buscaba reproducir todas las emociones humanas en un personaje generado por ordenador, pero temían protagonizar lo que denominan como efecto “ojos muertos”, explicado anteriormente, que ha caracterizado a películas como *Polar Express*. Como comenta el director “es la extraña desconexión que a veces tenemos de los personajes por ordenador. Y sabía que *Avatar* sería un fracaso si no solucionábamos este problema”. El problema radica en que los ojos y sus movimientos actúan de modo distinto al cuerpo y la cabeza, por lo que para conseguir resultados humanos y naturales estas sutilezas deben de estar presentes.

Para conseguir erradicar ese problema y obtener unas imágenes lo más verídicas posible, desarrollaron un nuevo sistema de captura de interpretación facial basado en imágenes. Esta nueva tecnología consistía en una cámara, con iluminación propia, sujeta a un casco de fibra de carbono moldeado con la cabeza del actor para conseguir un perfecto encaje. Gracias a esta cámara, se grabaron con precisión los detalles minúsculos de las

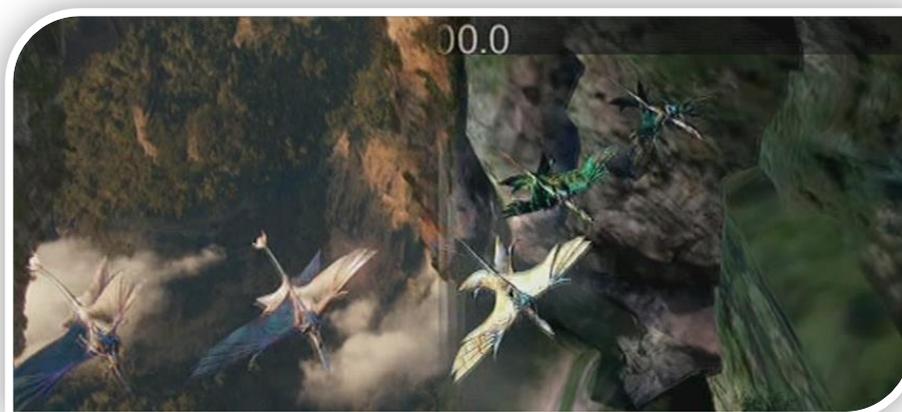
¹⁸⁰ “Avatar” <<http://www.filmaffinity.com/es/film495280.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

interpretaciones faciales que se realizan, así como los movimientos efectuados por los ojos. Este nuevo sistema sustituyó al que se empleaba hasta el momento, que consistía en una serie de marcadores reflectantes colocados por la cara de los actores para así capturar sus expresiones. En palabras de Jon Landau “es algo que queríamos obtener con el estudio. Por eso los ojos parecen tan reales en *Avatar*. Estudiamos todos esos detalles y procuramos incluirlos”¹⁸¹.

Otra de las novedades que hacen particular a la producción de *Avatar* es la utilización de la cámara virtual y cámaras de referencia. La cámara virtual mostraba qué aspecto tendría la toma combinando los personajes y las localizaciones digitales. Por otro lado, las cámaras de referencia fueron claves para conseguir los movimientos exactos, en el momento en el que el equipo necesitase animar algún elemento en particular, porque ofrecían primeros planos del actor en alta definición. Gracias a estas cámaras, se pudieron apreciar esas sutilezas que posteriormente los animadores emplearon como metraje de referencia con las que enriquecer los movimientos de los personajes en la animación¹⁸².

Figura 7: Imagen final VS Cámara virtual

Izq.: plano final del largometraje. Der.: elementos a través de su cámara virtual.



Fuente: *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner.

La filmación de cada una de las escenas se llevó a cabo en una superficie conocida como volumen. Cameron lo describe como el lugar “donde hacíamos todo, es donde creamos los

¹⁸¹ *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner.

¹⁸² *Ibidem*.

decorados, hacíamos las escenas, capturábamos a los actores, donde hicimos las escenas de riesgo, teníamos caballos galopando por aquí...teníamos todo en el volumen”.

Figura 8: Volumen empleado en el rodaje de *Avatar*



Fuente: *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner.

Por otra parte, el principal *software* utilizado fue: Autodesk Maya, Pixar Renderman for Maya, Autodesk SoftImage XSI, Luxology Modo, ZBrush, Autodesk 3ds max, Autodesk MotionBuilder, The Foundry Nuke Compositor, Autodesk Smoke, Autodesk Combustion, Massive, Mudbox, Avid, Adobe After Effects, PF Track, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop y Adobe Premiere, además de una gran cantidad de *plugins* para cada una de los *software*. La combinación de todos los *software* permitió conseguir unos resultados llenos de matices en cada plano del largometraje.

3.1.2.5. Método de trabajo

Para conseguir crear una especie, los Na'vi, con unos movimientos específicos para la tribu, cada uno de los actores tuvo que realizar un entrenamiento específico para conseguir moverse y respirar como el personaje al que representaban. Como expone Guy Williams, supervisor de efectos visuales en Weta Digital “era muy importante asegurarnos de que lo que

hiciesen Zoë o Sam se transmitiese a través de sus avatares y fuese tan creíble en pantalla como en el rodaje”¹⁸³.

Mientras los actores se preparaban para sus interpretaciones, el departamento artístico comenzó el diseño de los personajes, *grosso modo*, en la que los artistas hicieron bocetos hasta que el director vio algo que creyó que se acercaba a lo que estaba buscando. Después de conseguir ideas y tener el visto bueno de Cameron, un escultor del equipo comenzó a modelar los personajes en arcilla, ya que estos elementos físicos proporcionan un toque humano al personaje y les confieren carácter¹⁸⁴.

Los Na’vi fue una tribu que necesitó mucho tiempo para conseguir llegar a su diseño final, aunque el director tuvo claro desde el principio que los habitantes tendrían un tamaño específico, además de una piel de color azul repleta de manchas para conseguir ese rasgo alienígena. A pesar de que los primeros bocetos de los ilustradores sugerían formas humanas, Cameron quería desmarcarse de esas estructuras y buscar personajes más atractivos visualmente.

Una de las particularidades que hacen especial a los personajes es que cada uno de ellos tiene una fisiología distinta, además de conservar la boca y algunas de las características faciales del actor que lo representa para que se evidencie su interpretación. Pero todos ellos incluyen rasgos animalescos como orejas y colas de gato, un hocico más prominente y una nariz más felina con unos ojos grandes como los de un lémur.

Después de saber cómo iban a ser recreados los movimientos de los personajes, el siguiente paso en la producción del *film* fue conseguir que la empresa Weta Digital se incorporase al grupo de trabajo para realizar los efectos visuales de *Avatar*. Fundada por Peter Jackson, Richard Taylor y Jamie Selkirk en 1993, Weta Digital es una compañía dedicada a efectos visuales digitales ubicada en Wellington, Nueva Zelanda.

En esta empresa, se ha creado *software* propio que les ha permitido desarrollar novedosos efectos visuales. La escala de las batallas que fueron requeridas para la trilogía de *El Señor de los Anillos* les llevó a desarrollar el programa Massive que permite la animación de grandes números de agentes: personajes independientes que actúan de acuerdo a unas reglas predeterminadas. En *King Kong* se hizo necesario recrear el Nueva York de 1933 lo que obligó a

¹⁸³ *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner.

¹⁸⁴ *Ibidem*.

la creación de otro programa, CityBot, una aplicación que permitía construir la ciudad en función de las necesidades del rodaje. El pelaje de Kong también necesitó que se desarrollase un *software* de simulación y de modelado específico. Se generaron una serie de herramientas que combinaban procedimientos y técnicas interactivas, lo que permitió que se creasen efectos que se añadieron de manera individual a los 470.000 millones de pelos, resolviendo la interacción de éstos con otras superficies¹⁸⁵.

Para llevar a cabo el trabajo de Weta, era necesario revisar el metraje de las cámaras de referencia. Aunque la actuación era una parte fundamental, la animación fue necesaria también para conseguir completar el movimiento de los personajes. Y es que los actores podrían realizar los movimientos necesarios para la escena y serían recogidos por el sistema de captura de movimiento, pero la carencia aparecía en partes del cuerpo, como la cola u ojos, que los actores no podían controlar y por tanto debían ser animados posteriormente. Un ejemplo de ello se muestra en la escena en la que Neyrity agita su apéndice a la vez que sus orejas se agachan por la furia que le recorre. La actriz Zoë Saldana simplemente muestra ira y posteriormente esta expresión se refuerza con una animación de ciertas partes del cuerpo de su personaje.

Para conseguir algunas escenas más complejas, como es el caso de los planos aéreos, primero pensaban en el movimiento que querían conseguir. Mediante la fabricación de pequeñas criaturas y maquetas de alambre, cargadas con los sensores para que las reconociera el sistema de captura, realizaban el movimiento con la mano. Como explica Richard Baneham, supervisor de animación, “nos perseguíamos como los niños con sus juguetes. Era un método inmediato. Podíamos crearlo enseguida, saber si la escena funcionaba o no antes de dársela al animador para ver si quedaba bien”¹⁸⁶, a lo que Andrew R. Jones, supervisor de animación, matiza con que los objetos no cobraban vida gracias a los animadores, éstos simplemente debían analizar la interpretación de las acciones que obtenían por la captura de movimiento y asegurarse de que los objetos transmitían lo que buscaban.

Por otra parte, para componer las criaturas del mundo de Pandora, la idea principal consistía en que todos fuesen hexápodos, es decir que todos estuviesen compuestos por seis patas o seis extremidades, además de que todos tuviesen una gama cromática específica. Consiguieron todos esos detalles gracias a la observación de ranas venenosas y peces

¹⁸⁵ KLBOT2. 2013. “Weta Digital”. <http://es.wikipedia.org/wiki/Weta_Digital> [Consulta: 22 de abril de 2013].

¹⁸⁶ *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner.

tropicales, referencias que dieron lugar a criaturas, como comenta Neville Page, diseñador jefe de criaturas “muy coloridas, muy brillantes y muy vistosas. Cuando las miras, piensas: ¡guau!”¹⁸⁷.

Todas las referencias que habían anotado tras la observación de especies animales reales las aplicaron en la elaboración de, por ejemplo el Direhorse¹⁸⁸. Esta criatura partió de una forma general que le definiría sobre la que se agregaron los detalles que James Cameron propuso para el animal: un total de seis patas, aire de dinosaurio, lomo blindado con forma de silla de montar, ojos amarillos, crin ósea, conexiones neuronales semejantes a las antenas de una mariposa nocturna y cuerpo desprovisto de pelo. Como al resto de animales de Pandora, el director estaba interesado en proporcionarles un orificio respiratorio diferente a una nariz. En este caso, se situó el conducto traqueal en la base del cuello, en un lugar situado entre formas musculares que, permitiendo transportar el aire a los pulmones, no entorpeciese el trazado lógico tridimensional de las líneas de su cuerpo, pues en caso de que este elemento no se realizase adecuadamente, cuando los artistas comenzasen las pruebas de animación obtendrían movimientos torpes por parte de la criatura. En general, los diseñadores crearon la fauna con dos requisitos: el primero de ellos era crear una apariencia imaginativa e inconfundible, y en segundo lugar, garantizar la verosimilitud de la criatura en cuestión.

Una vez resueltos estos aspectos, se crearon figuras con la cara de un oso hormiguero para conseguir unos orificios nasales correctos para la forma del Direhorse. A continuación, con un ejemplar totalmente de color blanco, trabajaron la gama cromática para conseguir unos tonos que permitiesen a la criatura destacar en la selva.

3.1.2.6. Ventajas de la aplicación de la técnica

A menudo, la captura de movimiento plantea que los actores se sientan reemplazados en la pantalla por unos seres digitales, pero en realidad, esta tecnología les ofrece una mayor libertad a los actores en su manera de expresarse. En palabras de James Cameron:

Estamos tratando de potenciarlos, de ofrecerles nuevos métodos de expresarse y de crear personajes, sin ninguna limitación. Lo que estamos intentando reemplazar son las cinco horas de estar en una silla de maquillaje, que es como se solían crear a los aliens, hombres lobos, brujas, demonios y demás

¹⁸⁷ Ibidem.

¹⁸⁸ FITZPATRICK, LISA. 2009. *The Art of Avatar: James Cameron's Epic Adventure*. USA: Abrams Books. Pág. 66.

*personajes por el estilo. Ahora, con la tecnología actual, puedes ser cualquier cosa, de cualquier edad, incluso cambiar de género, y sin el tiempo y los trastornos de complejos maquillajes*¹⁸⁹.

Este ahorro en maquillaje también se hace extensivo a otros elementos como el vestuario, peluquería o iluminación, siendo éstos necesarios en la realización de producciones en las que no se emplea la captura de movimiento. Así pues, otra de las ventajas que ofrece el *motion capture* en *Avatar* es que los actores que intervienen únicamente necesitan los equipos de captura para realizar su trabajo, sin importar más que su actuación.

Gracias a esta tecnología, *Avatar* consigue integrar a la perfección a los actores en un universo completamente digital, sin la necesidad de iluminar completamente el plató para poder extraer correctamente un *chroma*, que se deriva de este proceso por ejemplo, y los consiguientes problemas de adecuación al espacio generado por ordenador durante el proceso de integración de los personajes.

Por todo ello y como conclusión, *Avatar* no ha conseguido sólo estos avances en la realización de unos movimientos más realistas en los que todo se integra perfectamente con cada personaje. Esta película ha ido más allá en la producción de cada elemento digital atendiendo a un realismo nunca visto, como ocurre con cada uno de los elementos que conforman el universo de Pandora. Gracias a la iluminación y el sombreado, este mundo creado por Cameron llega a los espectadores como lo que es, un mundo de fantasía, que gracias al fotorrealismo, se hace creíble a los ojos del público.

¹⁸⁹ “*Avatar*” <<http://www.filmaffinity.com/es/film495280.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS

El siguiente capítulo está compuesto por diversas tablas con el fin de recapitular los datos de cada una de las técnicas y, por otra parte, realizar un análisis de la información aportada mediante el estudio de cada uno de los largometrajes analizados en el apartado anterior. De esta manera, se determinan los puntos que ambos métodos comparten y aquellos en los que discrepan.

4.1. Tabla comparativa entre cada una de las técnicas

La siguiente tabla muestra una comparación entre las técnicas de la rotoscopia y de la captura de movimiento para confrontar las tipologías de cada una de ellas, sus aplicaciones y el *software* que se puede emplear en su desarrollo. Todo ello permite establecer las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

Tabla 8: Comparativa de ambas técnicas

	ROTOSCOPIA	CAPTURA DE MOVIMIENTO
TIPOS	<ul style="list-style-type: none"> - 2D - 3D 	<ul style="list-style-type: none"> - Mecánica - Fibra óptica - Óptica con: indicadores activos, pasivos, activos modulados en el tiempo, semipasivos imperceptibles y sin marcadores - Electromagnética - Ultrasonidos - Acuático - Sistemas inerciales
APLICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> - Cine: <i>matte paintings</i>, eliminación de elementos, estabilización de la imagen, composición, rotoscopia articulada y efectos especiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Medicina - Videojuegos - Ingeniería - Realidad virtual y realidad aumentada - Ejército - Televisión - Derecho - Deportes - Cine - Docencia
SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> - Adobe Photoshop - Rotoshop - Nuke - Adobe After Effects - Silhouette 	<ul style="list-style-type: none"> - Maya - Massive - Softimage XSI - Mudbox - Luxology Modo
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> - La grabación realizada se utiliza como referencia para calcar y crear la animación. - No es necesario que aparezcan todos los elementos en la filmación de la escena. - Recreaciones precisas de movimientos y gestos. - Capacidad de reproducir movimientos complejos. - Útil en cualquier circunstancia de animación. - Permite la modificación de la escena y de los elementos que se encuentran en ésta. 	<ul style="list-style-type: none"> - La grabación realizada se utiliza como referencia para la posterior animación de los personajes - Se pueden obtener resultados en tiempo real - No es necesario que aparezcan todos los elementos en la filmación de la escena - Recreaciones precisas de movimientos - Capacidad de reproducir movimientos complejos - Útil en cualquier circunstancia de animación - Permite la modificación de los elementos que se encuentran en la escena
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> - Costes altos de personal para la postproducción - <i>Software</i> específico disponibles a todo el público - Los planos generales con muchos objetos en la escena dificultan su reproducción por su emborronamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto coste del <i>software</i>, equipos y personal requerido - Programas específicos de <i>software</i> y <i>hardware</i> no disponibles a todo el público - Cuando hay problemas, es conveniente rodar de nuevo la escena y no manipular los datos - Los movimientos que no siguen las leyes de la física no puede ser capturados - El equipo puede quedarse obsoleto en pocos años por la constante innovación tecnológica

Fuente: Análisis realizados en el presente trabajo / Tabla elaboración propia

A través de los parámetros comparados entre las técnicas, se observa que ambas coinciden en que permiten reproducir movimientos complejos, tienen la particularidad de que no necesitan que todos los elementos estén presentes en la grabación de la escena, ya que se pueden añadir posteriormente en postproducción, aunque es conveniente interactuar con ellos o con objetos simples que los simulen para que el contacto y movimiento sean creíbles. Por último, ambas técnicas son útiles para realizar cualquier tipo de animación, sea el género que sea.

Por el contrario, se diferencian en que la rotoscopia puede recrear movimientos y gestos realistas en los personajes gracias al conocimiento del *timing*, pero en *mocap* sólo se consiguen capturar los movimientos, para capturar los gestos es necesario emplear el *performance capture*. Por otra parte se diferencian en el uso que cada una hace del material filmado: por un lado, la rotoscopia lo utiliza como elemento guía para calcar cada uno de los *frames*, y por otro lado, la captura de movimiento lo emplea como material de referencia en las animaciones realizadas para matizar ciertos movimientos. También son contrarias en la capacidad de mostrar resultados en tiempo real, en la modificación de la escena y/o de los elementos que la componen, los costes de la producción por el *hardware* y para cada una de las producciones, la especificidad de los programas necesarios para su realización y la necesidad de una constante renovación del *hardware* y *software* con el que realizar la captura de movimiento ya que los sistemas pueden quedarse obsoletos en pocos años por la constante innovación tecnológica.

4.2. Necesidades en el proceso de producción

La siguiente tabla está elaborada con el fin de contestar a diversas cuestiones generadas a partir del análisis de los largometrajes del apartado anterior. Esta tabla comparativa puede ser aplicada a cualquier producto audiovisual creado mediante las técnicas protagonistas de esta tesina.

Tabla 9: Necesidades de ambas técnicas en el proceso de producción

	ROTOSCOPIA	CAPTURA DE MOVIMIENTO
¿SE FILMA?	SÍ, para calcar el material y crear la animación.	SÍ, para conseguir un material de referencia útil en la posterior animación.
¿NECESIDAD DE <i>PROPS</i> EN LA ESCENA?	SÍ, para conseguir una interacción realista entre los elementos de la escena que posteriormente puede ser eliminado.	SÍ, para conseguir una interacción realista entre los elementos de la escena que posteriormente puede ser eliminado.
PROCESOS PARA SU REALIZACIÓN	Calcar cada uno de los <i>frames</i> que componen el material que se ha filmado previamente.	Procesamiento de datos obtenidos digitalmente gracias a los movimientos realizados por los elementos y capturados por los sensores.
¿TÉCNICA AL ALCANCE DE CUALQUIER USUARIO?	SÍ, porque cualquier persona mediante un programa como Photoshop puede realizar una rotoscopia.	NO, porque los elementos técnicos (trajes, cámaras, procesadores...) no están al alcance de cualquier usuario debido a su elevado coste así como la logística para su realización.
PERFIL PROFESIONAL	Ilustradores, dibujantes...	Ingenieros, informáticos...

Fuente: Análisis realizados en el presente trabajo / Tabla elaboración propia.

En esta tabla se comprueba que las técnicas únicamente tienen en común la necesidad de utilizar *props* en la escena para conseguir una actuación más realista. Por otro lado, tanto la finalidad de filmar material, los procesos para realizar las técnicas, la posibilidad de llevarlas a cabo y el perfil profesional requerido son totalmente contrario entre ellos.

4.3. Workflow

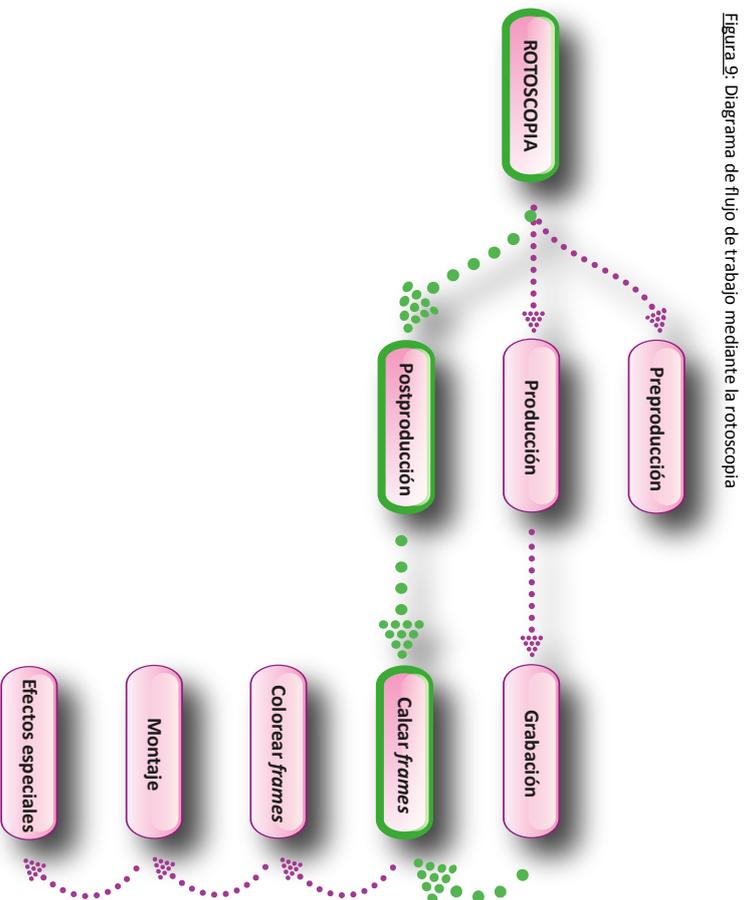


Figura 9: Diagrama de flujo de trabajo mediante la rotoscopia

Fuente: Análisis realizados en el presente trabajo / Elaboración propia

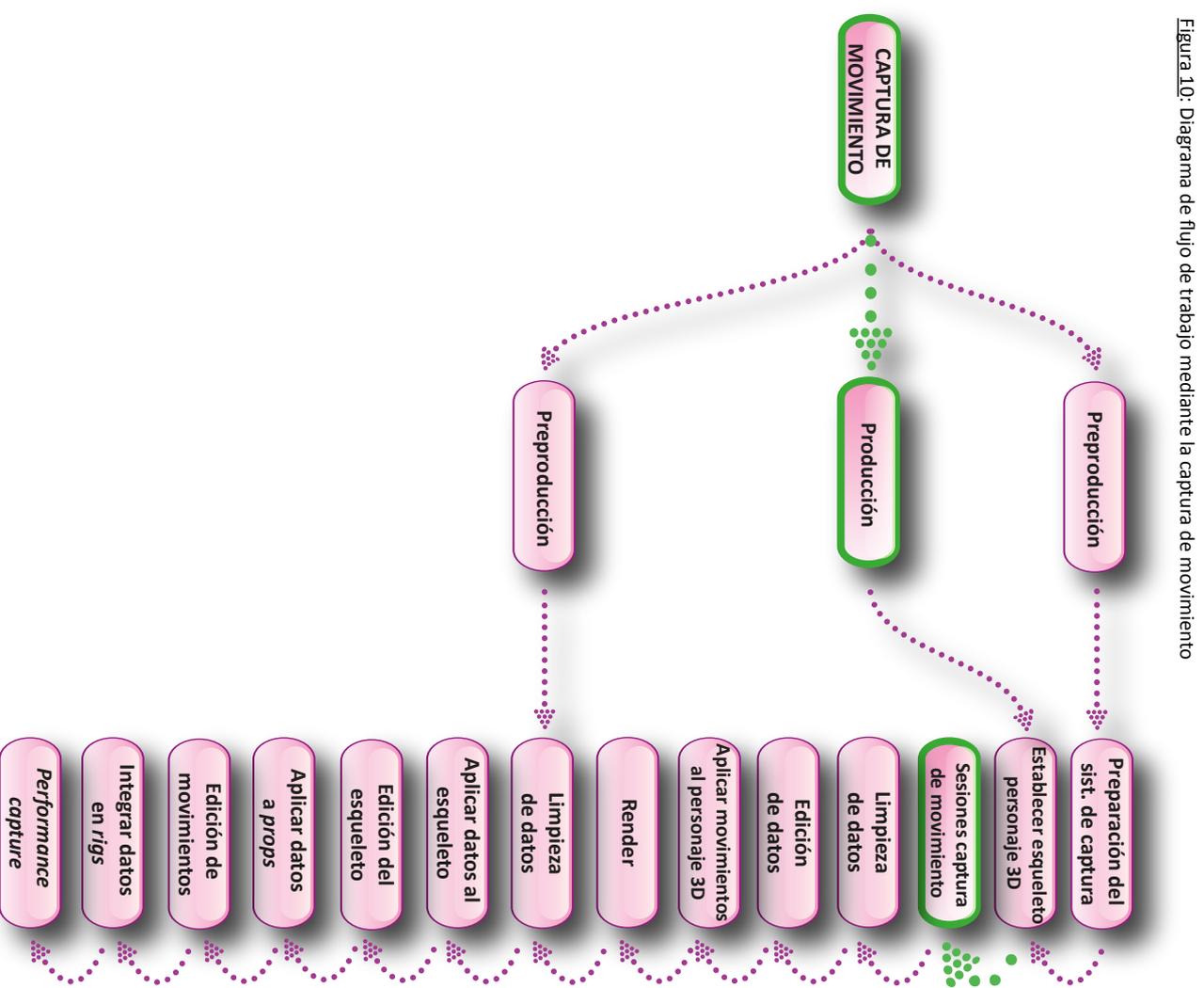


Figura 10: Diagrama de flujo de trabajo mediante la captura de movimiento

Fuente: Análisis realizados en el presente trabajo / Elaboración propia

Se observa que ambos métodos tampoco comparten las fases de producción y postproducción. Por un lado se aprecia cómo la rotoscopia se realiza íntegramente en la última fase de realización, pues como se ha visto anteriormente, después de realizar la preproducción y grabar el material necesario, se anima calcando cada uno de los fotogramas. Por el contrario, la captura de movimiento se realiza en la producción de una pieza audiovisual, dejando el proceso de postproducción para manipular los datos obtenidos después de las sesiones de captura.

4.4. Análisis de los resultados

A partir de las tablas y los diagramas anteriores se detecta cómo ambas técnicas tienen más puntos de desencuentro que aspectos compartidos. A continuación se extraerán los elementos comunes a la rotoscopia y a la captura de movimiento.

1 - La primera característica es la no necesidad de que todos los elementos que componen la escena estén presentes en el rodaje, aunque es recomendable que los *props* sí se utilicen.

2 - La segunda, consiste en la capacidad de reproducir movimientos complejos y conseguir perspectivas y planos un tanto complicados de producir mediante animación tradicional. Esto proporciona una mayor riqueza a los planos tanto por la fluidez de los movimientos así como por el punto de vista que el espectador puede adoptar.

3 - La tercera cualidad que ambas técnicas comparten es que se pueden utilizar en la producción de cualquier obra audiovisual, sin importar el género cinematográfico al que pertenezca.

4 - El cuarto y último punto que ofrecen la rotoscopia y la captura de movimiento es la importancia que un actor puede tener en una producción. Esto se debe a que, gracias a ambas técnicas, se pueden crear distintos personajes a partir de un mismo actor. Por ejemplo, en el largometraje *Cuento de navidad*¹⁸⁹, el actor Jim Carrey interpreta nada siete personajes: Ebenezer Scrooge, en todas las etapas de su vida: niño, adolescente, adulto y anciano; el Fantasma de las Navidades Pasadas, el primero de los tres espíritus que se le aparece a Scrooge para pedir que se arrepienta; el Fantasma de las Navidades Presentes, que es un espíritu representado como un gigante pelirrojo de voz grave que siempre ríe y goza en

¹⁸⁹ *Cuento de Navidad (A Christmas Carol)*. 2009. EEUU. Dir. Robert Zemeckis. Mont. Jeremías O'Driscoll. Mús. Alan Silvestri.

temporada de fiestas; y por último, el Fantasma de las Navidades Futuras, el cual nace a partir de la sombra de Scrooge¹⁹⁰.

Por el contrario, los aspectos en los que estas técnicas difieren son:

1 – El primero, corresponde con los sectores en los que se pueden emplear. Por un lado, la rotoscopia únicamente se puede emplear en la producción de obras audiovisuales mientras que el *mocap* se extiende hasta en doce disciplinas diferentes.

2 - La segunda cualidad que no tienen en común consiste en que, a pesar de que ambos procesos comparten su utilización en el cine, la rotoscopia ofrece más situaciones en las que se puede emplear dentro de este sector que ofrecidas por la captura de movimiento.

3 - En tercer lugar, se observa cómo aunque ambos métodos utilicen material filmado como elemento de referencia, éste es imprescindible para el desarrollo de la rotoscopia, mientras que en *mocap* el equipo puede, o no, hacer uso de este metraje.

4 - En cuarto lugar, los resultados con rotoscopia no pueden visualizarse hasta que el trazado de varios *frames* no finalice. Por el contrario, el *mocap* permite la obtención de resultados en tiempo real.

5 - La quinta característica que las técnicas no comparten es que durante la animación con rotoscopia, los artistas pueden modificar tanto los elementos que conforman la escena como los movimientos de los elementos que actúan. Por el contrario, la captura de movimiento solo permite variar los movimientos de los personajes.

6 - Mientras la rotoscopia necesita de un mayor presupuesto en personal, el *motion capture* necesita presupuestos elevados tanto en el personal requerido como en los sistemas de captura necesarios para la obtención de la animación.

7 - La séptima característica que las hace opuestas es el *software* que en cada técnica es necesario utilizar. Por un lado, el utilizado para la rotoscopia tiene mayor disponibilidad para cualquier usuario, además de ser unos programas más intuitivos. Por otro lado, el *mocap* necesita unos programas más complicados de conseguir para usuarios noveles.

8 - La octava cualidad que la rotoscopia y la captura de movimiento no comparten, es el procedimiento para llevarlas a cabo. Por un lado, la rotoscopia se realiza calcando material

¹⁹⁰ CLUEBOT NG. 2013. "A Christmas Carol (2009 film)".

<[http://en.wikipedia.org/wiki/A_Christmas_Carol_\(2009_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/A_Christmas_Carol_(2009_film))> [Consulta: 12 de junio de 2013].

filmado, y la captura de movimiento mediante la obtención de datos transmitidos por sensores adheridos al cuerpo del personaje.

9 - Tampoco comparten la forma en la que se consigue la animación final. Esto es, mientras que con la rotoscopia se calcan las acciones directamente de los actores, sus gestos, sus movimientos, así como los elementos necesarios que se encuentren presentes en el plano, la captura de movimiento, sin embargo, obtiene los datos de los actores y/o animales y posteriormente, es necesario animar ciertos elementos, como por ejemplo, los apéndices añadidos posteriormente y de los que un humano carece. Por tanto, para conseguir una animación mediante rotoscopia se anima únicamente una vez calcando los fotogramas mientras que con *mocap* son necesarias dos tipos de animaciones: una primaria a través de los movimientos que realizan los elementos capturados y una secundaria que consiste en las animaciones que los animadores deben realizar *a posteriori*.

10 - El décimo elemento que las distingue es la capacidad de reproducir los movimientos naturales de un actor u objeto. Mientras la rotoscopia consigue ese realismo tanto en los movimientos del personaje como en los gestos, la captura de movimiento simplemente lo consigue en los movimientos. Para lograr esa humanización en los gestos, es necesario que se emplee otra tecnología, el *performance capture*. Por tanto, la rotoscopia incluye este tipo de animación mientras que la captura de movimiento necesita otras tecnologías para llevarla a cabo.

11 - La undécima característica que hace que la rotoscopia se distinga de la captura de movimiento es que la segunda se encuentra ante una necesidad constante de renovación. Esto se debe a que el *hardware* y *software* que se emplea en las producciones de audiovisuales están en constante innovación y por tanto, pueden llegar a quedarse obsoletos en pocos años.

12 - La última característica que no comparten son los objetivos principales para las que se emplean en las producciones.

Por un lado la rotoscopia se utiliza para:

1 - Reproducir movimientos naturales de un actor u objetivo en movimiento.

2 - Conseguir una estética determinada para un producto audiovisual según el trazo que realicen los artistas.

3 - Como efecto especial en producciones en las que se recreen relámpagos, rayos laser, explosiones, etc.

La captura de movimiento, por su parte, se emplea como:

- 1 - Método para conseguir movimientos naturales del elemento que se capture.
- 2 - Como efecto especial digital.

En este caso, el *mocap* no se emplea como método para conseguir una estética concreta ya que no permite capturar la apariencia visual, ni tampoco se pretende. Para conseguir un concepto visual determinado es necesario emplear unos parámetros concretos en la postproducción del producto audiovisual como los materiales, texturas o la iluminación concreta de cada una de las escenas.

Resumiendo y gracias a los diagramas, se detecta que ambas técnicas se realizan en dos procesos totalmente distintos de la producción. Mientras que la rotoscopia se lleva a cabo en la postproducción dejando la producción para la grabación del material, la captura de movimiento se realiza durante la producción, pues la postproducción se emplea para depurar los datos obtenidos, integrarlos en los *rigs* de los personajes, entre otros procesos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Después del estudio realizado en los anteriores capítulos acerca de la técnica de la rotoscopia y de la captura de movimiento, se completa esta investigación con las conclusiones extraídas para dar respuesta a la hipótesis planteada, argumentando cada uno de los objetivos marcados.

Para ello, es necesario recordar la hipótesis que se planteó como punto de partida de este Trabajo Final de Máster:

Considerando las afirmaciones que realizan diversos autores sobre que la técnica de la captura de movimiento es una evolución de la técnica de la rotoscopia, se pretende demostrar mediante el análisis y la comparación si las técnicas son métodos completamente distintos entre sí.

Para responder a la hipótesis propuesta se planten los siguientes objetivos:

- 1 - Estudiar y analizar las técnicas de la rotoscopia y captura de movimiento.
- 2 - Realizar una comparación entre las técnicas para detectar las semejanzas y diferencias.

Una vez mencionadas las premisas de esta investigación, en primer lugar debo aclarar que desde mi punto de vista los hechos históricos que muchos autores establecen como los inicios de ambos procedimientos pertenecen, en realidad, al nacimiento de otra disciplina. Si partimos de la idea de que algunos autores defienden que la captura de movimiento es una evolución de la rotoscopia, estableciendo como precursores por tanto a Eadweard Muybridge, Étienne-Jules Marey y Harold E. Doc Edgerton, en realidad no hablamos de pioneros en la obtención de datos de las actuaciones de un actor, sino que estas personas captaban el movimiento de unos sujetos mediante fotografías realizadas de manera rápida y consecutiva que, si eran reproducidas de manera sucesiva, daban la sensación de movimiento de los sujetos retratados. Por tanto, considero que este hecho puede asociarse más claramente a los inicios del cine y no de la captura de movimiento como técnica de recogida de datos, tal y como se ha establecido en esta investigación.

Efectuada esta matización personal, el primer objetivo establecido para responder a la premisa de este trabajo se ha cumplido, pues como se observa en el apartado 2.1. INICIO DE LAS TÉCNICAS Y SUS APORTACIONES AL CINE DE LA ÉPOCA se estudian y analizan ambas técnicas desde sus inicios para conocer el significado de la rotoscopia y de la captura de

movimiento, sus creadores, así como algunos de los productos audiovisuales elaborados mediante estos métodos de animación. Por otra parte, gracias al apartado 2.2. EVOLUCIÓN DE LAS TÉCNICAS Y ADAPTACIÓN AL MEDIO DIGITAL se compilan los diferentes tipos de rotoscopia y de captura de movimiento que se pueden encontrar actualmente para la realización de productos audiovisuales, sus aplicaciones y un ejemplo de *software* para su desarrollo.

Por tanto ambos apartados proporcionan los datos necesarios para conocer las características y así ofrecer un conocimiento básico sobre cada uno de los métodos.

Atendiendo al segundo objetivo propuesto en esta investigación, éste también se cumple, ya que como se puede ver el apartado 3 ESTUDIO DE CASOS, se realiza un análisis cualitativo de los largometrajes *A Scanner Darkly* y *Avatar* para conocer más a fondo la elección de las técnicas, el *software* y material técnico empleado, el método de trabajo para llevarlo a cabo y las ventajas de la aplicación de la técnica. A partir de estos datos, el siguiente capítulo 4 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS está formado por distintas tablas comparativas mediante las que se proponen las ventajas y desventajas de ambas técnicas de animación.

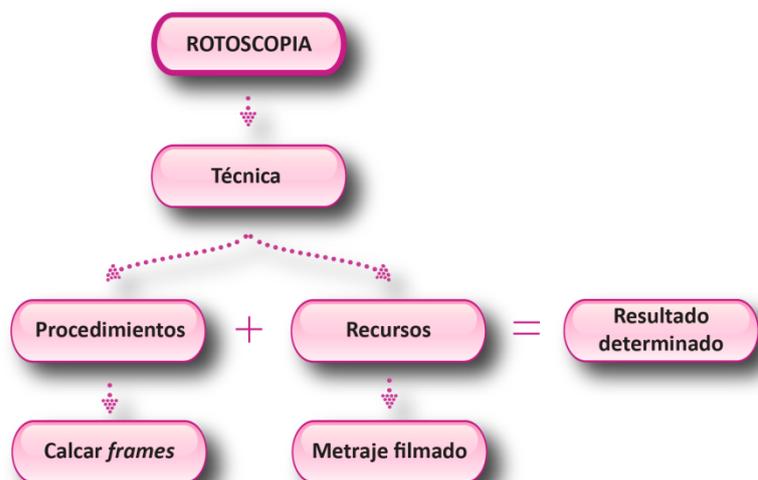
Con este desglose de las cualidades de la rotoscopia y de la captura de movimiento se observa que cada técnica tiene unas ventajas y unos inconvenientes. Por tanto, la elección de una u otra técnica para la realización de una producción audiovisual dependerá de factores como el presupuesto, los medios disponibles o el tipo de animación que se desee crear. Argumentados los objetivos y para dar respuesta a la hipótesis que me ha llevado al desarrollo de este Trabajo Final de Máster, propongo en primer lugar un análisis a través de los términos que definen los métodos partiendo de que ambos son técnicas de animación. Si buscamos la definición de la palabra “técnica” en el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, nos encontramos con la acepción número cinco en la que se define como el “conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte”¹⁹¹. Si desglosamos esos procedimientos y recursos de la rotoscopia y de la captura de movimiento, obtenemos un diagrama con unos procedimientos, es decir, el “método de ejecutar algunas cosas”¹⁹² y unos

¹⁹¹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. “técnico, ca”. <<http://lema.rae.es/drae/?val=t%C3%A9cnico>> [Consulta: 22 de junio de 2013].

¹⁹² REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. “procedimiento”. <<http://lema.rae.es/drae/?val=procedimiento>> [Consulta: 22 de junio de 2013].

recursos “medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende”¹⁹³ obtenemos que:

Figura 11: Diagrama desglose concepto rotoscopia

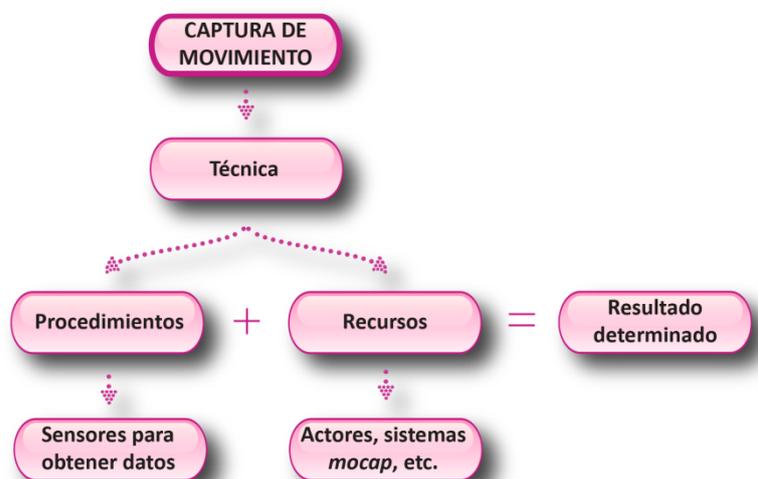


Fuente: Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española y análisis realizados en el presente trabajo / Elaboración propia

El siguiente diagrama muestra cómo la rotoscopia se sirve de un recurso, como es la filmación previa en vídeo de un personaje, y emplea un procedimiento, el calcado de cada uno de los fotogramas para conseguir un resultado determinado.

Por su parte, la captura de movimiento ofrece el siguiente diagrama:

Figura 12: Diagrama desglose concepto captura de movimiento



Fuente: Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española y análisis realizados en el presente trabajo / Elaboración propia

En éste se observa que el procedimiento para la obtención de los datos digitales se realiza mediante la utilización de sensores de captura de movimiento colocados en puntos clave del cuerpo de determinados sujetos para obtener datos informáticos sobre los movimientos que realizan. Los recursos de que disponen para obtener

esos datos son los propios actores que realizan los movimientos, los sistemas que interpretan

¹⁹³ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. “recurso”. <<http://lema.rae.es/drae/?val=recurso>> [Consulta: 22 de junio de 2013].

esos datos, las cámaras que captan los movimientos, y toda la tecnología necesaria para llevarlo a cabo.

Por tanto aunque ambos métodos partan de las mismas premisas para realizarse, cada una de ellos da como resultado una animación pero creada de manera distinta.

En segundo lugar y desde mi punto de vista, es importante analizar el término “evolución” en ambas técnicas ya que este concepto juega un papel importante en la respuesta a la hipótesis de esta investigación para establecer la relación que ambas técnicas tienen entre sí.

Definido como el “desarrollo o transformación de las ideas o de las teorías”¹⁹⁴, entiendo que esa evolución que se produce en la técnica de la rotoscopia no da lugar a la captura de movimiento puesto que, como he explicado anteriormente, ambos métodos se realizan mediante procesos y recursos distintos para la obtención de un resultado determinado. Más bien, la evolución que se ha producido en ambas técnicas se ha llevado a cabo por la adaptación de las mismas a las nuevas tecnologías. Por tanto, sí existe una evolución en las técnicas, pero desarrollada de manera paralela como parte de su adaptación a los nuevos avances tecnológicos.

Además es interesante destacar que el término evolución evoca que ese cambio que se produce en un elemento haga que lo anterior quede obsoleto y, en este caso, la rotoscopia no ha quedado obsoleta, sino que nos encontramos con un método de animación que se realiza de manera distinta, es decir digitalmente, mediante programas como Adobe After Effects o Rotoshop con mayor variedad de aplicaciones que cuando fue creada. Por lo que respecta a la captura de movimiento, la técnica ha evolucionado para mejorar el procedimiento de obtención de datos a través de tecnologías cada vez más desarrolladas actualizándose día a día en busca de nuevos métodos y elementos a los que capturar.

Por todo ello, me reafirmo en que ambas técnicas no son una evolución la una de la otra, sino que ambas por separado, han evolucionado adaptándose a los nuevos medios tecnológicos para obtener resultados cada vez más espectaculares, pero a través de unos recursos y procedimientos distintos.

¹⁹⁴ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. “evolución”. <<http://lema.rae.es/drae/?val=evoluci%C3%B3n>> [Consulta: 22 de junio de 2013].

CAPÍTULO 6

BIBLIOGRAFÍA

A continuación se expone la bibliografía, los artículos, recursos electrónicos, películas y cortometrajes consultados para la realización de este Trabajo Final de Máster.

- BENDAZZI, GIANNALBERTO. 2003. *Cartoons: 110 años de cine de animación*. Madrid: Ocho y Medio.
- BRATT, BENJAMIN. 2011. *Rotoscoping: techniques and tools for the Aspiring Artist*. Oxford: Focal Press.
- CABARGA, LESLIE. 1988. *The Fleischer story: A history of the Max Fleischer Cartoon Studio in the golden age of film animation 1920 - 1942*. Nueva York: DaCapo Press.
- CAVALIER, STEPHEN. 2011. *The World History of Animation*. USA: University of California Press.
- CHONG, ANDREW. 2010. *Animación digital*. Barcelona: Naturart.
- CLARK, DAVID & PERKINS, NICHOLAS. 2010. *Anglo-Saxon Culture and the Modern Imagination*. Cambridge: Boydell & Brewer Ltd.
- COSTA, JORDI. 2010. *Películas clave del CINE DE ANIMACIÓN*. Barcelona: Ediciones Robinbook.
- FALCONE, JORGE. 2012. *De Altamira a Toy Story. Evolución de la animación cinematográfica*. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- FITZPATRICK, LISA. 2009. *The Art of Avatar: James Cameron's Epic Adventure*. USA: Abrams Books.
- KERLOW, ISAAC. 2009. *The art of 3D computer animation and effects*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- KITAGAWA, MIDORI & WINDSOR, BRIAN. 2008. *Mocap for artists: workflow and techniques for motion capture*. Oxford: Focal Press.
- MCKERNAN, BRIAN. 2005. *Digital cinema: the revolution in cinematography postproduction and distribution*. USA: McGraw-Hill/TAB Electronics.
- MENACHE, ALBERTO. 2000. *Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games*. USA: Academic Press.
- SERKIS, ANDY. 2003. *El Señor de los Anillos GOLLUM CÓMO CREAMOS LA MAGIA DE LA PELÍCULA*. Barcelona: Minotauro.
- SIMON, MARK. 2003. *Producing Independent 2D Character Animation Making and Selling a Short Film*. Oxford: Focal Press.
- RICKITT, RICHARD. 2007. *Special effects the history and technique*. USA: Billboard Books.
- WRIGHT, STEVE. 2011. *Compositing visual Effects: essentials for the Aspiring Artist*. Oxford: Focal Press.

ARTÍCULOS

- BORONDO, SARA. 2013. "Tan real como la vida misma". *20 minutos*: 14.
- ASHLOCK, JESSE. 2006. "WHAT A SCANNER SEES". *Res Magazine*: 42-47.

- 1990. "REACH OUT AND TOUCH YOUR DATA". *Byte*: 283-290.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

- ADDBOT. 2013. "Sinbad: Beyond the Veil of Mists".
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Sinbad: Beyond the Veil of Mists](https://en.wikipedia.org/wiki/Sinbad:_Beyond_the_Veil_of_Mists)> [Consulta: 10 de abril de 2013].
- "After Effects Help / Roto Brush and Refine Matte | CS6". <<http://helpx.adobe.com/after-effects/using/roto-brush-refine-matte.html>> [Consulta: 5 de junio de 2013].
- "a-ha THE OFFICIAL SITE". <<http://a-ha.com/discography/albums/hunting-high-and-low/train-of-thought/>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- "Avatar". <<http://www.filmaffinity.com/es/film495280.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- BAXTER, DEVON. "Out of the Inkwell: The Fleischer Story".
<http://www.dailymotion.com/video/xrflj_out-of-the-inkwell-the-fleischer-story_shortfilms#.UU9AahzZ8E> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- BELGIORNO KATHRYN. 2005. "Betty Boop's Playground".
<http://www.nytimes.com/2005/07/10/nyregion/thecity/10boop.html?pagewanted=all&_r=0> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- CABELLO, MATÍAS. 2010. "Avatar, la película que cambió la forma de animar en 3D".
<<http://cadstock.com/articulos/261-avatar-la-pelicula-que-cambio-la-forma-de-animar-en-3d>> [Consulta: 29 de mayo de 2013].
- CLUEBOT NG. 2013. "A Christmas Carol (2009 film)".
<[http://en.wikipedia.org/wiki/A_Christmas_Carol_\(2009_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/A_Christmas_Carol_(2009_film))> [Consulta: 12 de junio de 2013].
- COLLGRAN. 2007. "Kleiser-Walczak". <<http://collgran.wordpress.com/2007/10/31/kleiser-walczak/>> [Consulta: 25 de julio de 2013].
- CORVOE. 2013. "A Scanner Darkly (film)". <[http://en.wikipedia.org/wiki/A_Scanner_Darkly_\(film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/A_Scanner_Darkly_(film))> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- CRAZYSEIKO. 2013. "Headcases". <<http://en.wikipedia.org/wiki/Headcases>> [Consulta: 22 de junio de 2013].
- DANNO UK. 2013. "Jar Jar Binks". <https://en.wikipedia.org/wiki/Jar_jar_binks> [Consulta: 26 de febrero de 2013].
- DÍAZ, MIGUEL. 2010. "Animación artesanal: Animación CGI – Captura de movimiento".
<<http://animacionartesanaltecnicas.blogspot.com.es/2010/09/animacion-cgi-captura-de-movimiento.html>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- DIDIYA. 2009. "La rotoscopia invisible". <<http://viendodibujicos.blogspot.com.es/2009/05/la-rotoscopia-invisible.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- DONINA, DARIA. 2012. "The centennial of Russian Animation (Episode II: from 1940 to 1970)".
<http://indrus.in/articles/2012/09/24/the_centennial_of_russian_animation_episode_ii_from_1940_to_1970_17869.html> [Consulta: 6 de mayo de 2013].
- DRUYTS.T. 2013. "Sprookjesboom". <<http://nl.wikipedia.org/wiki/Sprookjesboom>> [Consulta: 20 de abril de 2013].
- EFECTOHD. 2008. "Efecto HD, postproducción y edición de vídeo".
<<http://www.efectohd.com/2008/01/el-arte-de-la-rotoscopia-un-poco-de.html>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].

- EL AYUDANTE. 2013. "Nikita Jrushchov". <http://es.wikipedia.org/wiki/Nikita_Jrushchov> [Consulta: 5 de julio de 2013].
- ERIK. 2013. "The Mummy (1999 film)". <[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mummy_\(1999_film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mummy_(1999_film))> [Consulta: 1 de marzo de 2013].
- FURNISS, MAUREEN. "Motion Capture". <<http://web.mit.edu/comm-forum/papers/furniss.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- HALL, VALARIE. "Mike the talking head". <<http://mambo.ucsc.edu/psl/mike.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- HIERONIMUS, BOB. 2002. "SPECIAL PROJECT UNIT on The Yellow Submarine "Lucy in the Sky With Diamonds" originally printed in Beatlology Magazine Jul/Aug '01". <<http://21stcenturyradio.com/YS/specialprojectunit.html>> [Consulta: 10 de abril de 2013].
- HUNKYBUCK. 2012. "Rotoshop". <<https://en.wikipedia.org/wiki/Rotoshop>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- KLBot2. 2013. "Richard Linklater". <http://es.wikipedia.org/wiki/Richard_Linklater> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- KLBot2. 2013. "Weta Digital". <http://es.wikipedia.org/wiki/Weta_Digital> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- "Les arts". <<http://rvirtual.free.fr/applications/loisirs/arts.htm>> [Consulta: 13 de julio de 2013].
- LOUVIERS, BRUNO. 2013. "Actuando en los videojuegos". <<http://www.atrincherados.com/actuando-en-los-videojuegos-la-historia-de-la-captura-de-movimientos/>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- MARIGOLD. 2013. "Café de Wereld". <http://nl.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9_de_Wereld> [Consulta: 20 de abril de 2013].
- MILLER, JOHN M. "MR. BUG GOES TO TOWN (1941)". <<http://www.tcm.com/tcmdb/title/83682/Mr-Bug-Goes-to-Town/articles.html>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- MJHANKEL. 2013. "Rotoscoping". <<http://en.wikipedia.org/wiki/Rotoscoping>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- "Mocap (captura de movimiento)". <<http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Peliculas/Mocap/introd.htm>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- NAUSIKA. 2011. "Princess Iron Fan: first Asian full-length animated movie is an overstretched short cartoon". <<http://undersoutherneyes.edpinsent.com/princess-iron-fan-first-asian-full-length-animated-movie-is-more-like-a-very-long-cartoon-short-of-linked-episodes/>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- PANZNER, CHRISTOPHER. 2004. "Gamma, Gamma, Hey!: Alphanim, Betacam, Delta State". <<http://www.awn.com/articles/production/gamma-gamma-hey-alphanim-betacam-idelta-statei/page/1%2C1>> [Consulta: 4 de abril de 2013].
- REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. "evolución". <<http://lema.rae.es/drae/?val=evoluci%C3%B3n>> [Consulta: 22 de junio de 2013].
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. "procedimiento". <<http://lema.rae.es/drae/?val=procedimiento>> [Consulta: 22 de junio de 2013].
- REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. "recurso". <<http://lema.rae.es/drae/?val=recurso>> [Consulta: 22 de junio de 2013].

- REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. "técnico, ca". <<http://lema.rae.es/drae/?val=t%C3%A9cnico>> [Consulta: 22 de junio de 2013].
- REBER, DEBORAH. 1999. "Sinbad Brings Motion Capture Feature Animation into New Terrain" <<http://www.awn.com/mag/issue3.11/3.11pages/mc.rebersinbad.php3>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- REDRESS PERHAPS. 2013. "Motion capture". <https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture> [Consulta: 7 de mayo de 2013].
- "Rotoshop" <http://www.flatblackfilms.com/Flat_Black_Films/Rotoshop.html> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- SANDERS, ADRIEN-LUC. "Rotoscoping". <http://animation.about.com/od/glossaryofterms/g/roscoping_def.htm> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- SCOTT. "Motion Capture Resources" <<http://www.motion-capture-system.com/resources/history.html>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- SEYMOUR, MIKE. 2011. "Fxguide. The art of the roto". <<http://www.fxguide.com/featured/the-art-of-roto-2011/>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- STURMAN, DAVID J. 1999. "A Brief History of Motion Capture for Computer Character Animation". <http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/animation/character_animation/motion_capture/history1.htm> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- TENPOUNHAMMER. 2013. "Motion capture". <https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- TEO, LEONARD Y TEZEL, ALI. 2002. "Levi's Odyssey - The Making of". <http://www.cgsociety.org/index.php/CGSFeatures/CGSFeatureSpecial/the_odyssey> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- TOWNSEND, EMRU. 2004. "Ralph Bakshi". <<http://www.fpsmagazine.com/feature/040703bakshi.php>> [Consulta: 17 de abril de 2013].
- URIBE, SEBASTIÁN. 2011. "Infotechnology.com: Tecnologías para la captura de movimiento". <<http://www.infotechnology.com/historico/Tecnologias-para-la-captura-de-movimiento-20110419-0002.htm>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].
- VERDICT78. 2013. "Avatar (2009 film)". <[http://en.wikipedia.org/wiki/Avatar_\(2009_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Avatar_(2009_film))> [Consulta: 10 de febrero de 2013].
- "VOX POPULI: Et Dieu créa... Laflaque". <<http://www.phasespace.com/applicationsMain.html>> [Consulta: 20 de abril de 2013].
- WARD, PAUL. 2011. "Independent animation, Rotoshop and communities of practice: as seen through A Scanner Darkly". <<http://anm.sagepub.com/content/early/2011/12/06/1746847711428852>> [Consulta: 22 de julio de 2013].
- WENNER, JANN S. 2013. "2. "Neil Young at 'The Last Waltz,' 1976 - Cocaine". <<http://www.rollingstone.com/music/pictures/10-classic-drugged-out-performances-from-santana-to-green-day-20130606/2-neil-young-at-the-last-waltz-1976-cocaine-0643049>> [Consulta: 7 de junio de 2013].
- ZAMBRANO, EDWARD. 2012. "Motion Capture: Breve análisis de la técnica, historia y distintas aplicaciones". <<http://es.scribd.com/doc/87126810/Motion-Capture>> [Consulta: 5 de febrero de 2013].

- “¿Qué es el maquillaje protésico?”. <<http://www.wisegeek.com/what-is-prosthetic-makeup.htm>> [Consulta: 2 de marzo de 2013].
- 2004. “CÓMO SE HIZO SE HIZO “POLAR EXPRESS” Notas de producción Warner Sogefilms”. <<http://www.labutaca.net/films/29/polarexpress2.htm>> [Consulta: 10 de abril de 2013].
- 2006. “A SCANNER DARKLY”. <<http://www.warnerbros.com/movies/home-entertainment/scanner-darkly-a/d7c290af-c285-41c4-a4d6-efb3a86b3893.htm>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- 2006. “CÓMO SE HIZO “A SCANNER DARKLY (UNA MIRADA A LA OSCURIDAD)””. <<http://www.labutaca.net/films/45/ascannerdarkly1.htm>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- 2007. “CÓMO SE HIZO “BEOWULF” Notas de producción Warner Bros. Pictures”. <<http://www.labutaca.net/films/57/beowulf1.php>> [Consulta: 10 de abril de 2013].
- 2010. “a-ha - Take On Me (Official Video)”. <<http://www.youtube.com/watch?v=djV11Xbc914&list=RD02liq-seNVvrM>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- 2010. “a-ha - The Sun Always Shines On TV”. <<http://www.youtube.com/watch?v=a3ir9HC9vYg>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- 2010. “a-ha - Train Of Thought”. <<http://www.youtube.com/watch?v=7vdOgObQvz8>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- 2010. “Atari Jaguar Review (18) Highlander: The Last of the Macleods”. <<http://www.youtube.com/watch?v=iLihTpglcyk>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- CHRIS. 2012. “Researchers applied Hollywood's Avatar like motion capture techniques to reveal new insights on Olympic Gold Medal winners in London”. <<http://manhattanmocap.com/homepage>> [Consulta: 25 de febrero de 2013].
- 2013. “About Weta Digital”. <<http://www.wetafx.co.nz/about>> [Consulta: 22 de abril de 2013].
- 2013. “Nueva tecnología de captura de movimiento para Avatar 2 y Avatar 3”. <<http://www.entretamientodigital.net/noticia-3185/nueva-tecnologia-de-captura-de-movimiento-para-avatar-2-y-avatar-3/>> [Consulta: 22 de abril de 2013].

FILMOGRAFÍA

- *American Pop*. 1981. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. David Ramírez. Mús. Lee Holdridge, Marcos Bakshi, John Beug, Jeff Carson, Lee Holdridge y George Doering.
- *A Scanner Darkly*. 2006. EEUU. Dir. Richard Linklater. Mont. Sandra Adair. Mús. Graham Reynolds.
- *Avatar (Edición extendida coleccionista)*. 2010. EEUU. Dir. James Cameron. Mont. James Cameron, John Refoua y Stephen E. Rivkin. Mús. James Horner.
- *Betty Boop's Bamboo Isle*. 1932. EEUU. Dir. Max Fleischer. Mús. Manny Baer y Lou Fleischer.
- *Beowulf*. 2007. EEUU. Dir. Robert Zemeckis. Mont. Jeremías O'Driscoll. Mús. Alan Silvestri.
- *Blackstar*. 1981. EEUU. Dir. Lou Scheimer y Norm Prescott. Mont. Ron Fedele, Joe Gall y Hector C. Gika. Mús. Ray Ellis y Norm Prescott.
- *Brilliance*. 1985. EEUU. Dir. Randy Roberts.
- *Café de Wereld*. 2003. Holanda. Dir. Hans Walther. Mús. René Overhorst.

- *Canaille peluche*. 1990. Dir. François Arrignon y Christian Mouchart.
- *Cuento de Navidad (A Christmas Carol)*. 2009. EEUU. Dir. Robert Zemeckis. Mont. Jeremías O'Driscoll. Mús. Alan Silvestri.
- *Delta State*. 2004. EEUU. Dir. Gilles Cazaux y Pascal David. Mús. Kid Loco.
- *Desafío total (Total Recall)*. 1990. EEUU. Dir. Paul Verhoeven. Mont. Carlos Puente y Frank J. Urioste. Mús. Jerry Goldsmith.
- *Dozo*. 1989. EEUU. Dir. Jeff Kleiser y Diana Walczak.
- *Efectos visuales y especiales de la película. Material adicional. La momia (The Mummy)*. 1999. EEUU. Dir. Stephen Sommers. Mont. Bob Ducsay. Mus. Jerry Goldsmith.
- *Et Dieu créa Laflaque*. 2004. EEUU. Dir. Yves St-Gelais. Mús. Eric Lemoyne, Cory Rizos, Henry Godding Jr., Benjamin Goulet y Patrick Knup.
- *El señor de los anillos (The Lord of the Rings)*. 1978. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. Donald W. Ernst. Mús. Leonard Rosenman y Paul Kont.
- *El señor de los anillos: Las dos torres (The Lord of the Rings: The Two Towers)*. 2002. EEUU. Dir. Peter Jackson. Mont. Michael Horton. Ms. Howard Shore.
- *El señor Hoppity va a la ciudad (Mr. Bug Goes to Town)*. 1941. EEUU. Dir. Dave Fleischer, Mús. Hoagy Carmichael, Leigh Harline, Frank Loesser, Sammy Timberg, Charles Bradshaw, George Parrish, Walter Scharf, Leo Shuken.
- *El submarino amarillo (Yellow Submarine)*. 1968. Gran Bretaña. Dir. George Dunning. Mont. Brian J. Bishop. Mús. The Beatles y George Martin.
- *El último Vals (The Last Waltz)*. 1978. EEUU. Dir. Martin Scorsese. Mont. Jan Roblee y Yeu-Bun Yee. Mús. The Band.
- *Es Flashbeagle, Charlie Brown (It's Flashbeagle, Charlie Brown)*. 1984. EEUU. Dir. Charles M. Schulz. Mont. Richard C. Allen, Roger Donley y Chuck McCann. Mús. Ed Bogas y Desirée Goyette.
- *Fuego y hielo (Fire and Ice)*. 1983. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. A. David Marshall. Mús. William Kraft.
- *Headcases*. 2008. Reino Unido. Dir. Henry Naylor. Mont. Sion Penny. Mús. Matt Katz y Richard Webb.
- *Heavy Metal*. 1981. EEUU. Dir. Gerald Potterton. Mont. Ian Llande, Mick Manning y Gerald Tripp. Mús. Elmer Bernstein.
- *He-Man y los Masters del Universo (He-Man and the Masters of the Universe)*. 1983. EEUU. Dir. Gwen Wetzler, Lou Kachivas, Marsh Lamore, Steve Clark, Ed Friedman, Ernie Schmidt, Bill Reed, Lou Zukor y Richard Trueblood. Mont. Joe Gall, Bob Crawford, Rick Gehr y Sam Moore. Mús. Shuki Levy, Haim Saban y Lou Scheimer.
- *The Night Before Christmas*. 1951. Unión Soviética. Dir. Valentina Brumberg y Zinaida Brumberg. Mús. Nikolai Rimsky-Korsakov. Mont. Valentina Ivanova.
- *La Momia (The Mummy)*. 1999. EEUU. Dir. Stephen Sommers. Mont. Bob Ducsay. Mus. Jerry Goldsmith.
- *Las nuevas aventuras de Flash Gordon (The New Adventures of Flash Gordon)*. 1979. EEUU. Dir. Hal Sutherland, Don Towsley y Lou Zukor. Mont. Earl Biddle y Jim Blodgett. Mús. Ray Ellis y Norm Prescott.
- *Los pájaros*. 1963. EEUU. Dir. Alfred Hitchcock. Mont. George Tomasini. Mús. Remi Gassmann, Bernard Herrmann, William Russell, Oskar Sala, Waldon O. Watson, Bernard Herrmann y James V. Swartz.

- *Los viajes de Gulliver (Gulliver's Travels)*. 1939. EEUU. Dir. Dave Fleischer, Mús. Ralph Rainger, Leo Robin, Victor Young, George Bassman, Charles Bradshaw, Fletcher Henderson, George Parrish y Leo Shuken.
- *Magos (Wizards)*. 1977. EEUU. Dir. Ralph Bakshi. Mont. Donald W. Ernst. Mús. Andrew Belling.
- *Mat le Fantôme*. 1991. Francia.
- *Minnie the Moocher*. 1932. EEUU. Dir. Max y David Fleischer. Mús. Lou Fleischer.
- *Out of the Inkwell*. 1919. EEUU. Dir. Max y David Fleischer.
- *Parque Jurásico*. 1993. EEUU. Dir. Steven Spielberg. Mont. Michael Kahn. Mús. John Williams.
- *Poor Cinderella*. 1934. EEUU. Dir. Max Fleischer. Mús. Lou Fleischer, Phil Spitalny y Sammy Timberg.
- *Popeye - Aladino y la lámpara maravillosa (Aladdin and His Wonderful Lamp)*. 1939. EEUU. Dir. Dave Fleischer, Mús. Sammy Timberg.
- *Popeye el marino conoce a Alibabá y los cuarenta ladrones (Popeye the Sailor Meets Ali Baba's Forty Thieves)*. 1937. EEUU. Dir. Dave Fleischer. Mús. Sammy Lerner y Sammy Timberg.
- *Popeye el marino conoce a Simbad el marino (Popeye the Sailor Meets Sinbad the Sailor)*. 1936. EEUU. Dir. Dave Fleischer. Mús. Sammy Lerner, Bob Rothberg y Sammy Timberg.
- *Princess Iron Fan*. 1941. China. Dir. Guchan Wan y Wan Laiming.
- *Sinbad: Beyond the Veil of Mists*. 2000. EEUU. Dir. Evan Ricks. Mont. Scott Conrad. Mús. Chris Desmond.
- *Snack and Drink*. 1999. EEUU. Dir. Bob Sabiston.
- *Sprookjesboom*. 2006. Holanda. Dir. y Mont. Hans Walther. Mús. Antony Neely.
- *Star Wars: Episodio V - El imperio contraataca*. 1980. EEUU. Dir. Irvin Kershner. Mont. T.M. Christopher, Paul Hirsch, George Lucas y Marcia Lucas. Mús. John Williams.
- *Story of One Crime (Istoriya odnogo prestupleniya)*. 1962. Unión Soviética. Dir. Fyodor Khitruk's. Mús. Andrey Babaev.
- *The cow's husband*. 1931. EEUU. Dir. Max Fleischer. Mús. George Steiner.
- *The Tale About The Fisherman And The Fish*. 1950. Rusia. Dir. Mikhail Tsekhanovsky.
- *¿Qué hemos aprendido, Charlie Brown? (What Have We Learned, Charlie Brown?)*. 1983. EEUU. Dir. Charles M. Schulz. Mús. Judy Munsen.

DISCOS

- *Hunting High and Low*. 1985. Take on Me. CD. EEUU.
- *Hunting High and Low*. 1985. *The Sun Always Shines on TV*. CD. EEUU.
- *Hunting High and Low*. 1985. *Train of Thought*. CD. EEUU.

