



Universidad
Francisco de
Vitoria

UFV Madrid

Grado en Creación y Narración
de Videojuegos
2022

**CREACIÓN DE ESPACIOS
ESCENOGRAFICOS VIRTUALES CON
MOTORES DE VIDEOJUEGOS.
ESTUDIO DE CASO EN UN ESCENARIO EN
VIRTUAL PRODUCTION.**

Preparado por:

Nombre
Email

Laura Ana Schober Blanco
laura.schober1993@gmail.com

Tutor

Nombre
Email

David García
david.garcialeon@ufv.es

1 Resumen / Abstract

A lo largo de los últimos años, se ha comenzado a vislumbrar como los motores gráficos de videojuegos han empezado a formar parte en el mundo audiovisual hasta que actualmente se han convertido en un elemento innovador dentro de las producciones denominado Virtual Production como una nueva técnica para trabajar en la generación de contenidos audiovisuales que afectan a todo el proceso de producción.

En la actualidad, se aplican estas técnicas en diferentes series, películas y publicidad entre otros, dando lugar a grandes series como "The Mandalorian", uno de los ejemplos más famosos e innovadores de estos años. Una producción en la que se deja casi de lado los green screen o blue screen para dar paso a una nueva tecnología, la de los escenarios LEDs. Esta nueva tecnología consiste en el uso de grandes pantallas, en las que se proyectan los diferentes entornos que se mostraran durante el rodaje. Para entrar en contexto, el equipo de "The Mandalorian" rodó la serie en un plató con esta nueva tecnología donde se muestran los sets virtuales generados con motores gráficos de videojuegos que podían ser manipulados a tiempo real junto con otro tipo de escenografía física.

Para esta serie se utilizó el motor de juego Unreal Engine, que ha sido el primero en usarse en la industria audiovisual. Actualmente, Weta Digital ha cedido un conjunto de herramientas utilizadas en el cine para todos los usuarios de Unity haciendo este último motor gráfico un buen competidor de Unreal Engine.

Abstract:

Over the last few years, we have begun to glimpse how video game graphics engines have begun to take part in the audiovisual world until today they have become an innovative element within the productions called Virtual Production as a new technique to work in the generation of audiovisual content that affect the entire production process.

These techniques are currently applied in different series, movies and advertising among others, giving rise to great series such as "The Mandalorian", one of the most famous and innovative examples of these years. A production in which the green screen or blue screen is almost left aside to give way to a new technology, LED scenarios. This new technology consists in the use of large screens, on which the different environments that will be shown during the filming are projected. To get into context, the team of "The Mandalorian" filmed the series on a set with this new technology where virtual sets generated with video game graphics engines that could be manipulated in real time along with other types of physical scenery are shown.

For this series, the Unreal Engine game engine was used, which was the first to be used in the audiovisual industry. Currently Weta Digital has given a set of tools used in cinema to all Unity users making this last graphic engine a good competitor of Unreal Engine.

2 Palabras clave / Keywords

producción virtual / escenografía / CGI / Unreal Engine / efectos especiales
virtual production / scenography / CGI / Unreal Engine / visual effects

3 Índice

1	Resumen / Abstract	2
2	Palabras clave / Keywords	2
3	Índice	3
4	Introducción	4
4.1	Hipótesis y Objetivos.....	5
4.1.1	Hipótesis.....	5
4.1.2	Objetivos	5
4.2	Metodología	5
4.3	Estado de la cuestión.....	6
4.3.1	Escenografía	6
4.3.2	Efectos visuales.....	15
4.3.3	Computación gráfica / 3D	23
5	Desarrollo	28
5.1	Virtual production	29
5.1.1	Tipos de Virtual Production.....	30
5.2	Análisis de casos	36
5.2.1	Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (1977).....	37
5.2.2	Star Wars: Episodio I - La amenaza fantasma (1999).....	41
5.2.3	The Mandalorian (2019).....	44
5.3	Caso práctico	48
5.3.1	Objetivo del caso práctico.....	48
5.3.2	Contexto	48
5.3.3	Explicación de procesos y tiempos	48
5.3.4	Explicación del problema	49
6	Conclusiones	52
7	Bibliografía	53
Anexo A		57
	Entrevista:.....	57

4 Introducción

El principal motivo del desarrollo de este TFG es el interés sobre como el cine o producciones audiovisuales están usando motores de videojuegos para la producciones. Muchas veces he escuchado decir durante la carrera que el videojuego es el hermano pequeño del cine y aprovechando los conocimientos del cine se han creado videojuegos que se podrían categorizar de obras maestra. Pero ahora es lo contrario, el cine se aprovecha de los motores de videojuegos en tiempo real como el Unreal para la producciones de piezas audiovisuales como la serie de The Mandalorian (Favreau, 2019) o algunas otras películas referentes hoy en día.

Este paso de unión ha dado grandes avances en el cine y ha llegado a crear una nueva metodología de virtual production, permitiendo muchas mejoras como la creación de trabajo más colaborativo, cambios en tiempo real, entre otros.

Este TFG se dividirá principalmente en estas partes, escenografía, efectos visuales y especiales junto con su origen y evolución a lo largo del tiempo. Esto permitirá entrar en un contexto histórico que ayudará a comprender de mejor manera, el desarrollo del trabajo de final de grado en el que se explicará los tipos del virtual production.

Se analizarán los casos de la saga de Star Wars ya que él objeto de estudio es la serie The Mandalorian (Favreau, 2019), pudiendo así ver los cambios que ha habido en el transcurso del tiempo.

Y finalmente se ejecutará un caso práctico con tiempos de ejecución y los paso a paso de un proceso de una producción tradicional y una virtual, con el objetivo de compararlas y sacar unas conclusiones, respecto a los dos tipos de producción.

4.1 Hipótesis y Objetivos

Durante este punto, se desarrollarán dos puntos centrales de este trabajo de investigación; la hipótesis que se quiere demostrar y los objetivos a cumplir para demostrar dicha hipótesis.

4.1.1 Hipótesis

El uso de Virtual Production dentro del mundo audiovisual transforma la manera de trabajar y mejora diversos aspectos de la producción. Esto supondrá en la creación de escenografía virtual a través de Unreal Engine una paralelización de tareas, nueva metodología de trabajo mucho más colaborativo con una serie de ventajas que sobre las producciones tradicionales.

4.1.2 Objetivos

A continuación, se explican los principales objetivos del proyecto de fin de grado.

- Analizar metodologías antiguas de escenografía.
- Investigar sobre virtual production.
- Comparar los aspectos más significativos del virtual production.
- Analizar en qué aspectos de producción surgen modificaciones.
- Realizar un caso práctico de escenografía con la metodología de virtual production.

4.2 Metodología

En un primer lugar se pensó en la utilización de la investigación científica para el proyecto, sin embargo, en este trabajo de fin de grado en el que se realiza una comparativa de procesos de producción audiovisual, de manera pragmática, no es la mejor metodología para este tipo de investigación.

Para empezar a trabajar en la selección de la metodología se generará un contexto a cerca de las producciones y se analizarán las técnicas y tecnologías utilizadas que permitirán realizar un análisis comparativo entre los dos procesos de las producciones.

Por lo tanto, la respuesta a la cuestión de la metodología es, brevemente, que el diseño de la investigación incorpora la experimentación y participación en la práctica y la interpretación de esta práctica. (Borgdorff, 2005)

Después de situarnos en el contexto histórico, se procederá a la fase de desarrollo del trabajo permitiendo realizar un estudio del virtual production, un análisis de casos de las obras audiovisuales de Star Wars y como ha sido la evolución de las distintas técnicas de escenografía usadas en ella.

Finalmente, un caso práctico utilizando técnicas tradicionales y virtuales que nos permitan valorar ambas producciones, al menos en uno de sus procesos.

Para poder valorar ambas producciones se realizará un análisis pormenorizado para ver que técnicas aplicar para el caso práctico. Posteriormente, con el caso práctico ejecutado, se procederá a realizar una valoración basándose en la simplicidad del proceso y el tiempo de ejecución, pudiendo obtener así una clara conclusión.

4.3 Estado de la cuestión

4.3.1 Escenografía

4.3.1.1 Introducción a la escenografía

La definición de la RAE acerca de la escenografía es:

*“Arte de diseñar o realizar decorado para el teatro, el cine o la televisión”
(Real Academia Española, s.f., definición 1)*

“Conjunto de decorados de una representación teatral, de una película o de un programa de televisión” (Real Academia Española, s.f., definición 3)

Sin embargo, una definición menos formal de la escenografía según Miodrag Tabacki es:

El espacio visual, al que se le da un todo físico y arquitectónico (Howard, 2017).

Como primer paso del contexto histórico cabe destacar que el teatro se originó mucho antes que la escenografía, los pioneros de este fueron los sacerdotes que realizaban la enseñanza de los cultos y mitos. No contaban con decorados como en el teatro de la antigua Grecia para producir una ilusión, pero sí que es cierto que fueron evolucionando hasta que crearon los disfraces y utilizaron la mímica para suscitar a la imaginación.

Los hombres de aquel momento involucrados en el teatro pasaron a denominarse actores y surgió la necesidad de no solo representar personajes, sino también escenarios, para una mayor inmersión del público que permitiera una mayor asociación de que lo que acontecía durante la obra era real, por ello, se produjo una transición hacia la representación de ambientes más cotidianos y situaciones más religiosas o míticas, como fue la creación de dioses invisibles y etéreos a los que adorar. Al ser invisibles y etéreos eran difícilmente identificables por el público por lo que usaban máscaras, plumas o troncos tallados para representarlos, esto fue el comienzo del attrezzo.

De esta manera, el hombre primitivo les otorga a sus representaciones sagradas un espacio físico y a la vez simbólico. En este punto aparecen los primeros conceptos y principios de lo que más tarde se conocerá como escenografía: un espacio representativo y simbólico” (Gentile et al., 2007, p. 24)

Al igual que encontraron maneras de representar a lo sagrado, también lo hicieron con otros tipos de escenarios, en occidente eran muy primitivos, las obras se desarrollaban al aire libre y los espectadores se agrupaban alrededor, mientras en el Lejano Oriente se realizaban en plazas o pórticos de algunos edificios religiosos, tampoco contaban con decorado, pero sí que había una división visual (Nieva, 2000).

Con el paso del tiempo y la llegada del teatro a la cultura griega gracias al culto del dios Dionisio, el teatro evolucionó. En los inicios este era limitado, así como la escenografía y no fue hasta que llegaron Esquilo y Sófocles, dos de los fundadores de la tragedia griega, que la escena se convirtió en una especie de tienda con tres puertas para que los actores pudieran salir o entrar de la misma. Había un decorado muy tradicional y los colores vivos con el telón de fondo transmitían el sentimiento de la obra (Nieva, 2000).

Con el paso del tiempo y la influencia del teatro en los arquitectos, se generó la estructura básica del teatro griego, esto fue evolucionando, añadiendo cada vez más zonas y no es hasta el S. IV a.C. cuando esta tienda se convierte en un edificio. (Figura 1)



Figura 1 Teatro griego en la Acrópolis

4.3.1.2 Origen y evolución

En este apartado se hablará del origen y la evolución de la escenografía en diferentes aspectos para poder comprender cuales son los elementos básicos que intervienen. Esto permitirá repasar la evolución de la escenografía en el ámbito histórico por orden cronológico, para después extrapolarlos al estudio.

Edad Antigua:

El decorado del teatro en la Edad Antigua era todavía convencional, pero se utilizaban telas pintadas y los periactes entre otros, no fue hasta más tarde que surgió el concepto de skenografía como se desarrolla en el apartado de origen y evolución.

Una de las grandes figuras que aportó una gran variedad de mejoras al teatro griego fue Esquilo siendo este el precursor de diferentes iniciativas entre las que se encontraba la skenografía. Es considerado el padre de la escenografía por la introducción en el teatro de un trasfondo pintado y un escenario (Nieva, 2000).

Es en el teatro griego cuando se comenzó a usar el skene, que era una estructura que se encontraba en el fondo del escenario, inicialmente era una estructura muy ligera que terminó convirtiéndose en un edificio como podemos observar en la figura 2.

Entre los componentes del skene se encontraba los periactos y los telones de fondo (Gentile et al., 2007).

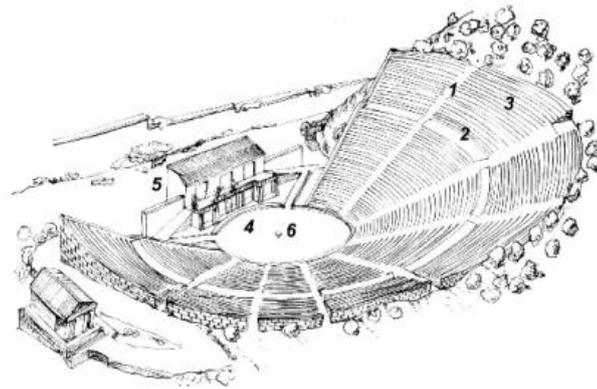


Figura 2 Teatro en la Antigua Grecia 1. Koilon / 2. Diazomatos / 3. Kerkis/ 4. Orchestra / 5. Skene / 6. Thymile

- Los periactos permitían el cambio de decoraciones entre escenas, se trata de una estructura de madera en forma de prisma triangular como se puede observar en la imagen. La estructura giraba y al tener en cada cara distintas pinturas este permitía crear un cambio de escenario rápido ayudando a mejorar la ambientación de la obra.
- Este elemento se complementaba con los telones de fondo, permitía a los espectadores contemplar un escenario como podía ser un palacio o una guerra de modo más sencillo.

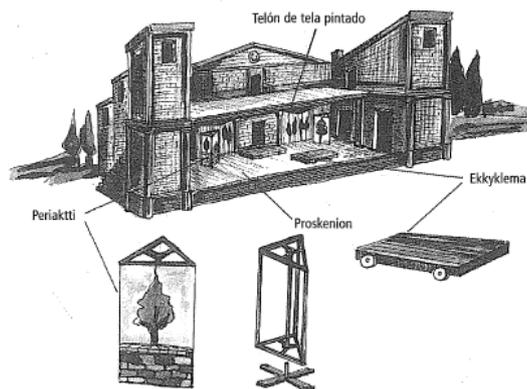


Figura 3 Teatro griego y estructuras que utilizaban

Junto con la escenografía llegaron los efectos visuales y sonoros provocando el máximo apogeo del teatro griego. Se crearon una serie de maquinarias como: la *ekkyklema*, el *deus ex machina* y máquinas para simular truenos como se puede ver en la figura 4. Esto generaba una inmersión mucho mayor en el espectador y en consecuencia un mayor entretenimiento.

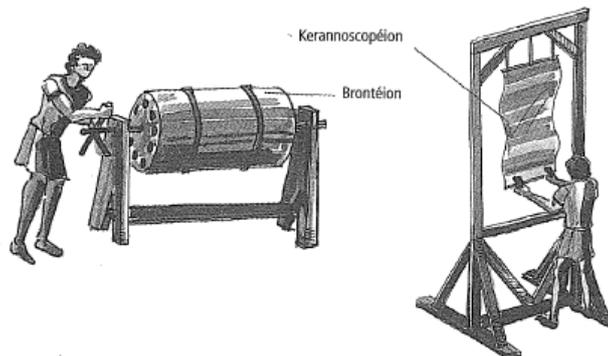


Figura 4 Maquinaria utilizada para los efectos sonoros

El teatro romano fue muy similar al teatro griego ya que tuvo una gran influencia de este.

“La influencia del teatro griego sobre el romano es muy grande, de manera que, prácticamente, es una continuación” (Nieva, 2000, p. 22)

Durante dos siglos las instalaciones provisionales fueron de madera como en los inicios del teatro griego, pero añadieron a la estructura un techo siendo así los primeros en realizarlo y los telones que dividían los espacios.

Los primeros en tener un techo sobre el escenario fueron los romanos dando lugar a una quinta cara al “cubo escénico”(Gentile et al., 2007) Mas adelante se empieza a utilizar un telón para dividir los espacios, el del público y el de la representación. El telón tenía una gran importancia para el teatro ya que este dividía los actos y marcaban el inicio y final de la presentación.

“Pompeyo mandó edificar el primer teatro de piedra al aire libre, igual en todo, exceptuando el hecho de ser la escena de mayores dimensiones al modelo helénico” (Nieva, 2000, p. 22)

Es en este punto, en el que los romanos usaron los avances del teatro griego e hicieron algunas pequeñas aportaciones, dando lugar a elementos como el telón comentado anteriormente o a grandes edificaciones apoyadas en gran parte por el uso de la bóveda y el arco, dejando de aprovechar las colinas para las gradas y dando paso obras arquitectónicas. (Figura 5)

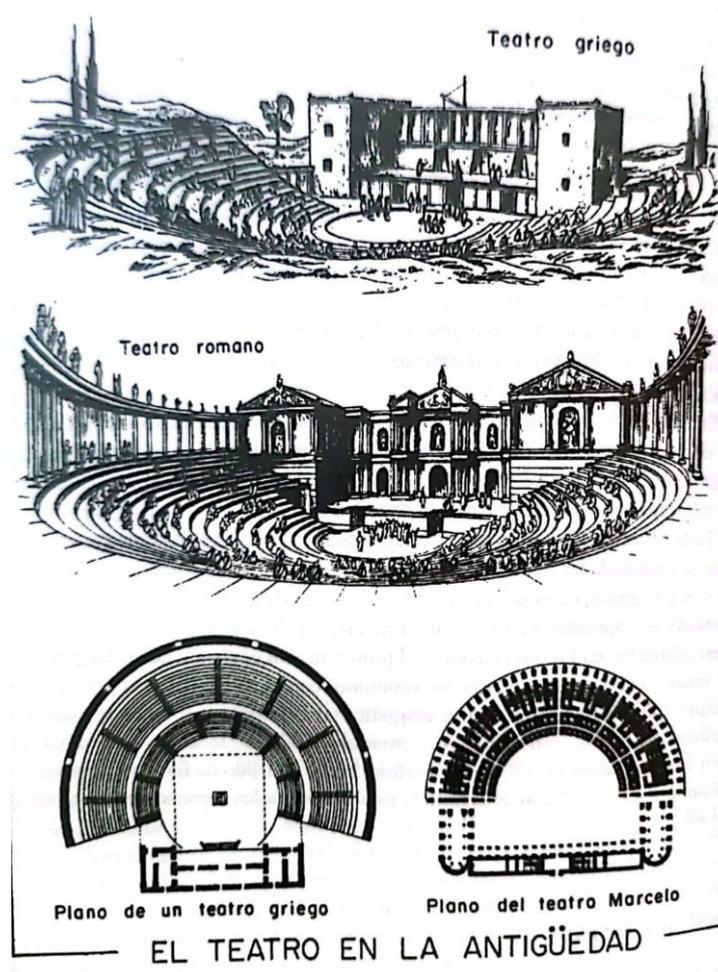


Figura 5 Comparativa del teatro griego y romano

Edad Media:

El teatro más representativo de la Edad Media es la liturgia eclesiástica, este teatro está impulsado por la Iglesia y con la ayuda de la misa hacían las representaciones para comunicar las Santas Escrituras. Los mitos paganos no son aceptados pero el teatro grecolatino continuará a escondidas bajo la imagen de los juglares (Gentile et al., 2007).

Estas obras eran celebradas en las iglesias a las cuales se debía de acceder pagando, en concepto de diezmo. Surgiendo así dos elementos escenográficos la mangrana, como una estructura colocada en la bóveda que sujetaba a un actor vestido de ángel y el torno, que permitía la subida y bajada del actor mediante una cuerda. (Figura 6)

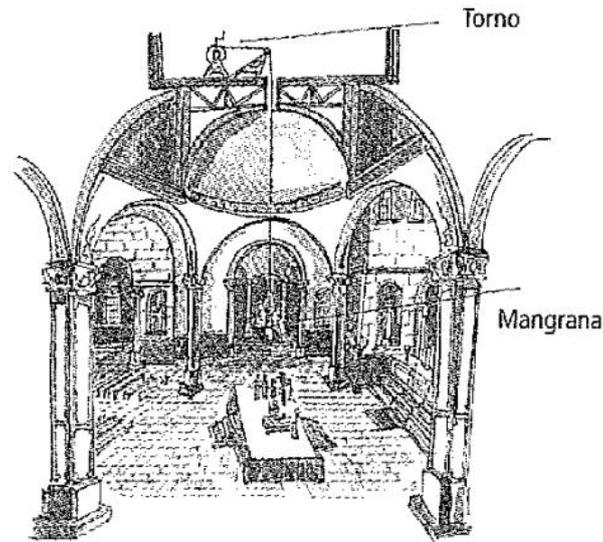


Figura 6 El uso teatral de la mangrana y el torno en las iglesias

Las representaciones debido al poco espacio que se encontraban en el interior fueron trasladadas al exterior de las iglesias con un carácter más profano, dando lugar a los escenarios múltiples horizontales o verticales. Los atrios dividían las distintas escenas en el caso de los escenarios horizontales mientras que los verticales estaban uno encima de otro haciendo una clara división del cielo, infierno y paraíso.

Los escenarios donde ocurría la acción estaban distribuidos en distintas "mansiones". Al ser sobre todo temas religiosos estos estaban divididos en tres, en la parte superior se encontraba el cielo, en el centro lo terrenal y el de abajo el infierno. (Nieva, 2000)

Con el tiempo se complejizaban y estas escenas se ampliaban realizando así decorados simultáneos.

También en esta época se realizaban algunos trucos escenográficos como plataformas móviles, fauces de monstruos que se movían, entre otros. (Figura 7)

"...la búsqueda constante de trucos técnicos conocidos como tramoya (trampas ilusorias), tales como: trampas escénicas para las desapariciones, plataformas con nubes donde el Dios Padre bajaba a la tierra y grandes bocas de demonios que se abrían y cerraban para tragar a los pecadores."(Gentile et al., 2007)

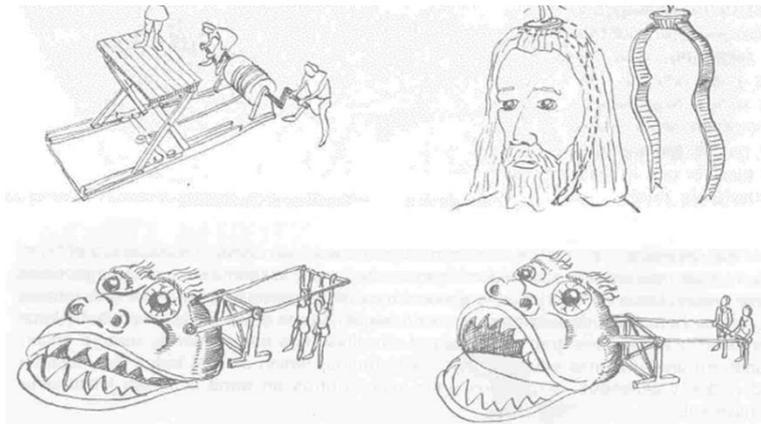


Figura 7 Trampas ilusorias Edad Media

Sobre todo, en Inglaterra surgió un nuevo tipo de escenario, los escenarios móviles en carretas donde se realizaban representaciones de temas religiosos en la parte superior mientras estos recorrían la ciudad y en la inferior se encontraba el camerino como se observa en la figura 8.

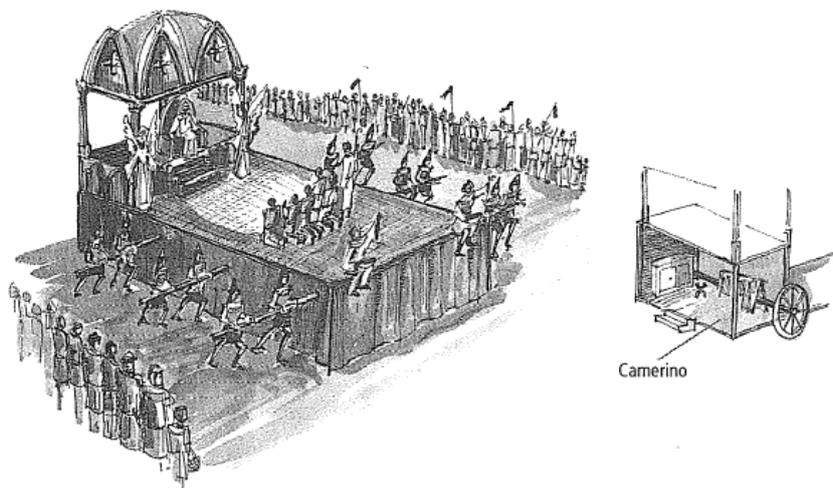


Figura 8 Escenarios móviles

Edad Moderna:

A partir del S.XV nace un nuevo pensamiento que es el humanismo, en el que se desliga del medieval y se renuevan los ideales clásicos del teatro griego dando lugar a una mayor importancia al artista y naciendo un tipo de teatro más culto organizado por los aristócratas y llevado a cabo por estos artistas.

La iglesia prohíbe este tipo de representaciones, ya que parodiaban la institución y es por ello por lo que vuelven a un teatro grecorromano representando sus obras clásicas. Al tratarse de un teatro no eclesiástico estas obras se realizaban en el exterior y se comenzó a construir, en consecuencia, edificios exclusivos para estas obras teatrales.

Las obras se iban complicando y debido a esto la escenografía también, la perspectiva escénica fue una de las innovaciones más importantes en el Renacimiento. (Nieva, 2000)

Se comenzó a usar la perspectiva leonardiana, que no era más que un efecto óptico en el que el tamaño de los objetos se disminuye dando profundidad, el problema de usar esta perspectiva es

que si los actores se acercaban al punto de fuga hacía que se percibiera la distancia real del personaje y el fondo. (Gentile et al., 2007)

Estos efectos ópticos se dibujaban los telones de fondo, los artistas se preocupaban del realismo y llegaron a hacer muchos efectos sorprendentes. (Figura 9)

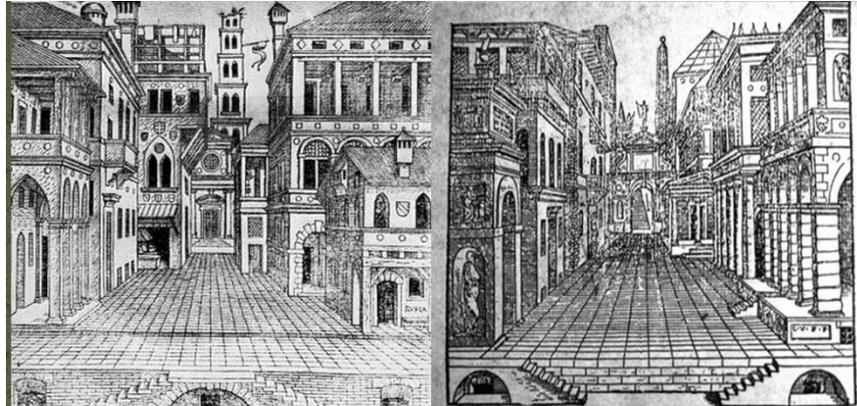


Figura 9 Efectos ópticos dibujados en el telón

Bramante no solo se quedó con el uso de estos fondos, sino que fue el primero en añadir decorados en perspectiva y creando ilusiones perfectas (Figura 10). Los edificios que utilizaban se formaban con dos bastidores pintados. Para que estos fondos no quedaran sin vida, añadió figuras que se movían por la escena con distintos tamaños para que fueran acordes al de la perspectiva. (Nieva, 2000)

También añadió el telón que de función principal servía para separar el escenario del público. Se utilizaba antes de la representación y entre los actos cumpliendo una estrecha relación con la función narrativa que tiene en el cine los fundidos a negro (Gentile et al., 2007).

Debido a los problemas comentados que tenía el sistema de perspectiva leonardiana, donde a causa de los actores se podía descubrir el efecto óptico a de la pintura los arquitectos Serlio y Palladio buscaron una solución al problema en consta de:

“...modificando el suelo de la caja escénica a través de una rampa ubicada detrás del proscenio, sobre la que se montaban los bastidores realizados en perspectiva. Esta zona estaba totalmente vedada para los actores, quienes debían desplazarse únicamente en el proscenio pero sin preocuparse por descubrir el truco visual...” (Gentile et al., 2007)



Figura 10 Teatro Olímpico de Vicenza

A finales del S.XVI apareció la ópera moderna y la escenografía paso de ser fija a móvil, por lo que se volvió a utilizar objetos usados en la edad antigua como los periactos o también llamados en esta época telari. Podrían tener más de tres variaciones, ya que las partes que no daban al público se podían cambiar. Con el tiempo estos telari fueron remplazados por los bastidores (Nieva, 2000).

A finales del S. XVII se perfeccionó el arte de la ilusión óptica gracias a la escuela que se creó de arquitectos y escenógrafos, donde se perfecciono este efecto dando lugar a una sensación de volúmenes con la pintura.

A nivel escenográfico se utilizaban varios recursos

"...ciertos espectáculos mostraban no solo escenarios movibles, sino habilísimas iluminaciones, fuegos artificiales, juegos de agua, máquinas volantes, etcétera."(Nieva, 2000, p. 57)

Más adelante, artistas italianos se centraron en el realismo a la hora de imitar la naturaleza, jugando con los efectos ópticos y perspectiva que evitaban las clásicas vistas simétricas y regulares, dando un soplo de aire fresco a este tipo de decorados. La escenografía paso a un plano tan importante que los propios autores daban instrucciones muy precisas y supervisaban la construcción de los escenarios, finalmente durante esta época se buscaba una exactitud excesiva en la representación de los escenarios.

"[...]En estas decoraciones la perspectiva era tan bien observada que todos los paisajes parecían perderse de vista, aunque el escenario no tuviera en realidad más que cuatro o cinco pies de profundidad; durante mucho tiempo, la decoración se mantuvo dentro de estas perspectivas simétricas y regulares. Pero comenzaron a parecer terriblemente convencionales cuando, gracias a las perspectivas oblicuas con múltiples puntos de vista, imaginados por Servandoni⁵, los decorados mostraban una escena con ángulos imprevistos, ante los ojos deslumbrados de los espectadores. [...]"(Nieva, 2000, p. 57) (Figura 11).

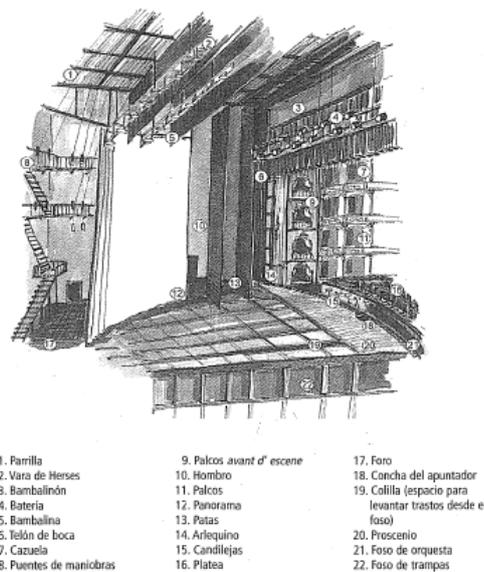


Figura 11 Partes del teatro en la Edad Moderna

Edad Contemporánea:

Durante esta época la escenografía estaba en manos de personas carentes de originalidad e incapaces de renovar conceptos básicos. El pintor Lugué-Poé recurrió a personas cercanas también pintores para iniciar lo que sería un movimiento, que terminaría devolviendo el papel de creadores de decorados a verdaderos artistas. Esto con el paso del tiempo transformó el escenario del momento y se adaptó a estilos artísticos que se han dado a lo largo de la historia como se puede observar en la figura (12)

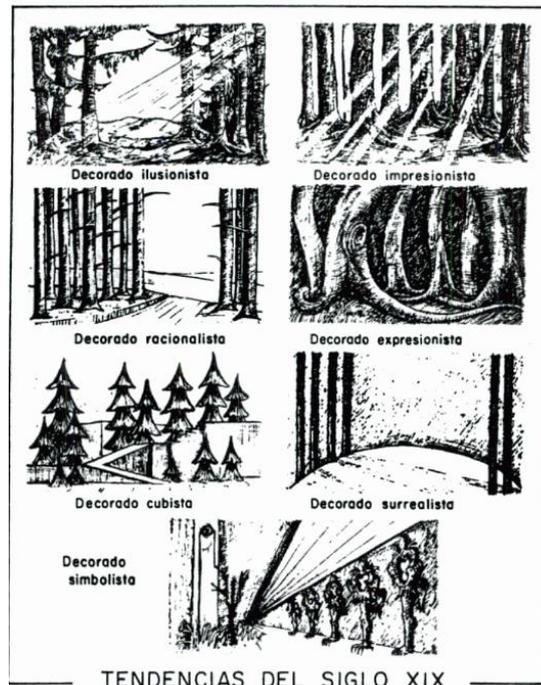


Figura 12 Tendencias de los estilos artísticos en la escenografía del S. XIX

Como no podía ser de otra manera, tras la creación de la primera cámara cinematográfica surgió el cine y también contaba con la utilización de escenografía como en el teatro.

A inicios del S. XX aparece una figura clave de la escenografía en el mundo del cine, Georges Méliès (Gentile et al., 2007) . No solo se le conoce por eso si no porque también fue el precursor de los efectos visuales.

Como ocurría en los inicios del teatro los primeros fondos escénicos utilizaban una tela pintada.

“Después de construir su estudio [...] utilizó bambalinas, pasillos, puertas hechas con tela pintada y bastidores de madera. Sobre la tela pintaba diferentes efectos visuales tales como falsos relieves, vistas en perspectiva, muebles y cuadros colgados en las paredes [...]” (Gentile et al., 2007, p. 63)

Años más tarde, esta creatividad y descubrimientos de Méliès se fueron desvaneciendo, dando lugar a escenografías mucho más simples y de ambiente burgueses.

En los comienzos del S. XX trajo avances para la escenografía en el cine.

“Enrico Guazzoni adquirió cierta fama al idear un sistema de decorados complejos y de grandes dimensiones que estaban sostenidos por un armazón de hierro y por una trama metálica o de varillas de madera recubiertas por estuco” (Gentile et al., s. f., p. 63)

La escenografía cinematográfica empezó a recurrir de la ayuda de arquitectos como ocurrió en el teatro del renacimiento. Se dejó de usar los bastidores pintados a estructuras sólidas con un concepto arquitectónico, naciendo así una nueva área técnica en el mundo cinematográfico.

En EEUU uno de los métodos de distracción y desahogo de los ciudadanos durante épocas duras económicamente o sociales, es el cine, lo cual lo catapultó en el primer cuarto del siglo XX (Gentile et al., 2007).

Grandes musicales surgieron durante esta época, naciendo junto a estos el sentido del espectáculo, Warner creó inmensos escenarios con el objetivo de impresionar al espectador. La escenografía evolucionó una vez más y se utilizaban diferentes técnicas fotográficas y maquetas, como se puede apreciar en películas del momento como King Kong (Cooper & Schoedsack, 1933).

John Ford enriquece la escenografía con grandes escenarios como la reconstrucción de Dublín de la película El Delator (Ford, 1935) o el uso de los exteriores en La Diligencia (Ford, 1939). Esto empuja a otros grandes estudios americanos a construir backlots renaciendo así el género western.

4.3.2 Efectos visuales

4.3.2.1 Introducción

En los comienzos del cine no había una separación entre los efectos visuales y efectos especiales, ya que antes de la era predigital ninguno de estos efectos era digitalizado. Como veremos a continuación en los siguientes apartados de estos efectos se realizaban en cámara y en exteriores utilizando miniaturas, efectos ópticos y algunos trucos de cámara (Dinur, 2017).

Hoy en día si hay una clara diferenciación entre los dos términos. Los efectos especiales son los que se realizan en plato y se graban con la cámara, mientras que los efectos visuales son las mejoras digitales que se realizan la mayoría de las veces durante la postproducción. (Dinur, 2017)

Visual effects is the term used to describe any imagery created, altered, or enhanced for a film or other moving media that cannot be accomplished during live-action shooting. In other words, much of the art of visual effects takes place in post-production, after primary image capture is complete.
(Okun & Zwerman, 2014, p. 2)¹

¹ Los efectos visuales son el término utilizado para describir cualquier imagen creada, alterada o mejorada para una película u otro medio de comunicación en movimiento que no puede realizarse durante el rodaje en vivo. En otras palabras, gran parte del arte de los efectos visuales tiene lugar en la postproducción, una vez finalizada la captura de la imagen primaria.

4.3.2.2 Origen y evolución



Figura 13 Captura extraída del cortometraje *El hombre de la cabeza de goma* (1901)

Los hermanos Lumiere fueron los precursores del cine, pero quien convirtió el cine en espectáculo fue Georges. El cine con los Lumiere encontramos que es meramente ilustrativo, el arte se limita a la elección del tema, el encuadre y la iluminación, pero Méliès iba un paso más allá.

“Perhaps the most important innovator in the early history of cinema was Gorge Méliès (1861 – 1938), who within ten years of discovering film, made hundreds of shorts films and pioneered many of the methods that would remain at the heart of special effects production for much of the next century”
(Richard Rickitt, 2006, p. 12)²

Un pequeño accidente del propio Méliès fue aprovechado para crear estos efectos visuales, algunos de ellos siguieron utilizando a lo largo de la historia tales como el stop trick, double exposure, fast and slow motion, dissolves, perspective tricks and matte painting (Rickitt, 2007).

“...however that Méliès discovered the trick for himself, and his application of what had been cinematic accident would make him the world’s foremost producer of “trick films” (Rickitt, 2007, p. 13)³

No solo creó todos estos efectos visuales comentados anteriormente sino también utilizaba antiguos trucos que se usaron a lo largo de la historia para crear estos efectos visuales como por ejemplo las bombas de humo, poleas y puertas falsas entre otros.

Gracias a los artesanos que tenía Méliès en su taller sus efectos visuales llegaron hasta la productora Pathe Frères y continuando con el legado del cineasta.

Evolución de los efectos visuales en Star Wars

Dado que el objeto de estudio tiene que ver con las técnicas de escenografía con motores de videojuegos usadas en la serie *The Mandalorian* (Favreau, 2019), se va a explicar la evolución

² Tal vez el pionero más importante de la historia del cine fue Gorge Méliès (1861 - 1938), que, a los diez años de descubrir el cine, realizó cientos de cortometrajes y fue pionero en muchos de los métodos que seguirían siendo la base de la producción de efectos especiales durante gran parte del siglo siguiente.

³ Sin embargo, Méliès descubrió el truco por sí mismo, y su aplicación de lo que había sido un accidente cinematográfico lo convertiría en el principal productor de "películas trucadas" del mundo

de los efectos visuales más relevantes para realización de escenografía, que se han dado en dos películas de Star Wars. De esta manera podremos ver así la evolución de los efectos visuales y para más adelante hacer una comparativa entre una producción clásica y el virtual production.

Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (1977)

- Matte painting:

El matte painting, es una imagen pintada encima de una lámina de cristal. Este dibujo normalmente es fotorrealista ya que se tiene que combinar con la acción real y por ello tiene que seguir ese estilo para que no haya una disonancia (Brinkmann, 2008).

En los inicios la técnica del matte painting consistía en añadir una lámina de vidrio delante de una cámara y en ese vidrio el artista tenía que pintar una imagen para añadir los elementos necesarios que quieran que se vean en la grabación final, esta técnica se denomina *glass shot*. (Figura 14)

“The term 'glass-shot' is taken from the nature of the process itself. A large sheet of glass is mounted in front of a camera which has been set up and focused upon the scene to be altered. An artist paints appropriate representational image upon portions of the glass. The images obscure and replace certain visual components of the real scene.” (Fielding, 1985, p. 30)⁴

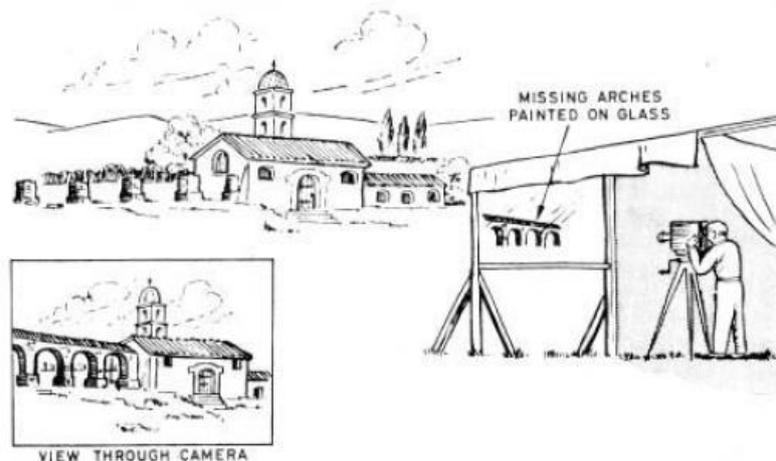


Figura 14 Funcionamiento del glass shot

Es una de las técnicas más utilizadas en la que se sustituye unas partes en concreto para añadir detalles, edificios o cualquier cosa que requiera la película. Esta técnica tiene el objetivo de buscar una mejora visual de la imagen o el ahorro de costes de construcción de decorados. (Fielding, 1985)

El problema de esta técnica es que era delicada de preparar ya que cualquier movimiento de la cámara o del cristal podría dejar de verse bien la ilusión óptica y el artista tenía que pintar el plano dejando a los compañeros a la espera del resultado, este problema lleva a Morman O Dawn a buscar una alternativa que será la de “Original negative matte painting” (Rickitt, 2007)

⁴ El término "glass-shot" proviene de la propia naturaleza del proceso. Se monta una gran lámina de vidrio delante de una cámara que se ha colocado y enfocado sobre la escena que se va a fotografiar. Un artista pinta una imagen representativa adecuada sobre partes del cristal. Las imágenes oscurecen y sustituyen ciertos componentes visuales de la escena real

“This involved exposing only the live-action area of the frame while on location, leaving a portion of the image unexposed for the painted elements to be added later.” (Rickitt, 2007, p. 191)⁵

Para hacer este efecto visual se colocaba un cristal por delante de la cámara como en la técnica del glass shot comentado anteriormente, pero en vez de pintar la escenografía en el cristal se pintaba las zonas que se querían luego remplazar en negro o con un cartón negro como se puede observar en la figura (15). Esto haría que ciertas áreas de la película queden expuestas durante el rodaje.

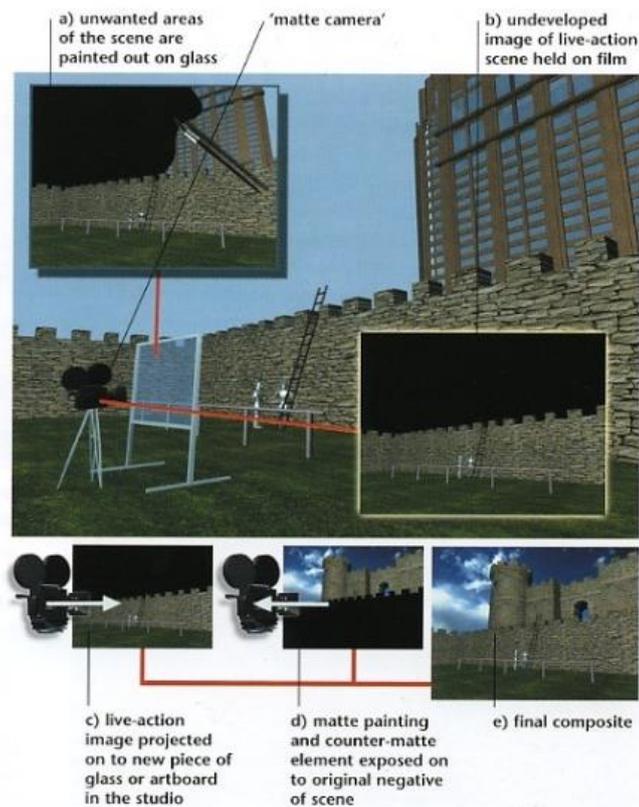


Figura 15 Esquema original negative matte painting

Otros autores hablan también de la técnica del *bi-pack contact matte printing* que funciona con la misma idea del matte painting, pero a diferencia del anterior este permite hacer los cambios necesarios a partir de los originales positivos que se han sacado del negativo, pudiendo combinar imágenes de acción real reveladas con el matte painting. (Fielding, 1985)

“This process may be used to combine the desired visual elements of the master positive with either hand-drawn scenes or still photographs. It can also be used to combine several different live-action shots. For really complex effects, any number of different visual elements - live-action, miniatures, paintings and still photos - may be matted to get her so as to build a finished

⁵ Esto significa exponer sólo la zona de acción real del fotograma mientras se encuentra en el lugar, dejando una parte de la imagen sin exponer para que los elementos pintados se añadan más tarde.

representation of reality which, of course does not actually exist anywhere”(Fielding, 1985, p. 92)⁶

Como se puede observar en la figura (16), una vez que se tenga la parte filmada donde se necesita el matte painting el fotograma se proyecta en una lámina de vidrio y es donde el artista pinta sobre el cristal el nuevo escenario en las zonas donde solo se van a modificar y dejando la otra zona sin pintar.

Una vez terminado se coloca un panel en blanco iluminado y la cámara solo capturaba la grabación inicial ya que la luz no pasaba por las áreas pintadas. Ese panel blanco se cambiaba por uno negro y se iluminaba el matte painting, con esta segunda exposición se combinaban las dos imágenes dando lugar a la composición final.

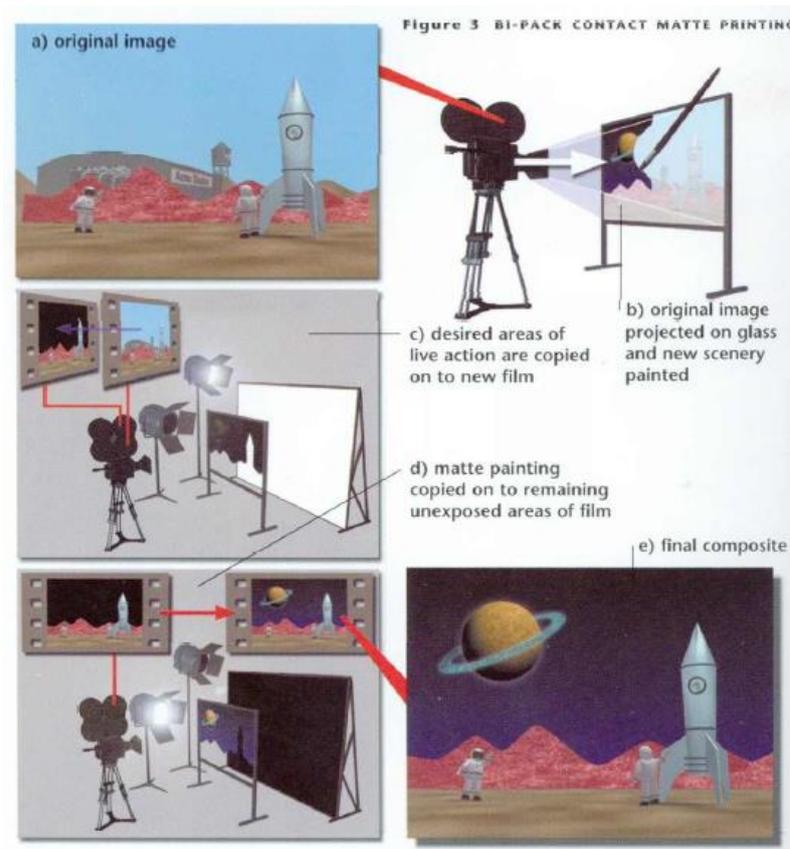


Figura 16 Bi-pack contact matte printing

En la película Star Wars: Episodio IV – Una nueva esperanza (Lucas, 1977) se realizan varios matte painting.

En la figura(17) podemos observar al artista Ralph Mcquarrie realizando un matte painting en el cristal y en la siguiente figura (18) se puede observar la composición final añadiendo el matte painting.

⁶ Este proceso puede utilizarse para combinar los elementos visuales deseados del positivo principal con escenas dibujadas a mano o fotografías fijas. Para obtener efectos complejos, se puede combinar cualquier número de elementos visuales diferentes (acción real, miniaturas, pinturas y fotografías) para crear una versión final de la realidad que, por supuesto, no existe en ninguna parte.

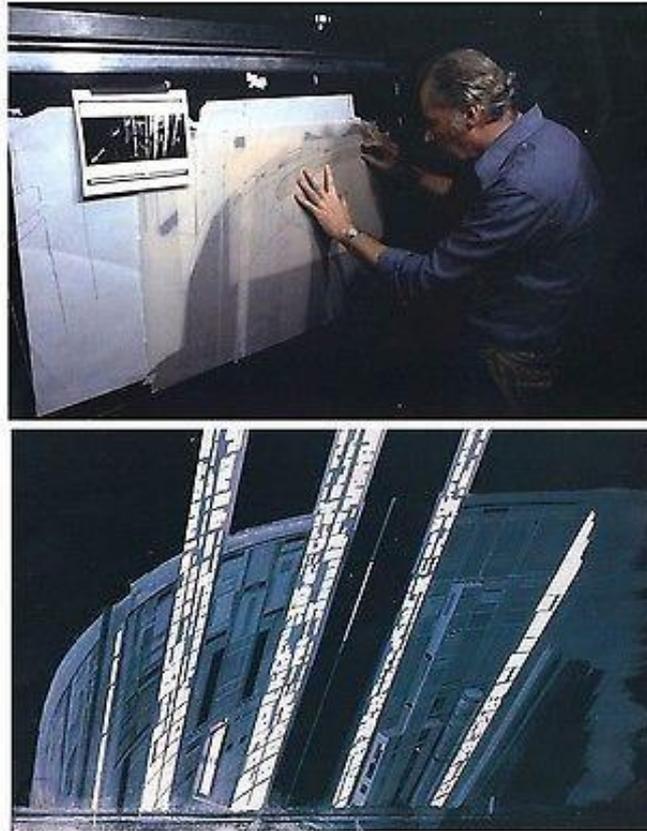


Figura 17 Matte painting de la película Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (1977)



Figura 18 Captura extraida de la película Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (1977)

Star Wars: Episodio VI - El retorno del Jedi (1983)

- Rear projection:

“An in-camera compositing technique in which live action is photographed in front of an image or sequence of images projected onto a rear projection screen to produce a single combined image on the exposed film. While front projection (FP) projects the background (BG) from in front of the screen, rear

projection projects the background from behind the screen. Also referred to as back projection.”(Goulekas, 2001, p. 420)⁷

Esto se utiliza sobre todo para rellenar las áreas pequeñas que no están pintadas con el matte painting y añadir la acción. Con esta técnica si se tiene más de un proyecto se puede proyectar nuevos elementos en otras zonas.

“This technique was used by Industrial Light and Magic during the making of Return of the Jedi (1983) to project twelve live-action shots of the furry Ewoks as they danced around bonfires in their painted tree-top village.” (Rickitt, 2007, p. 195)⁸

Como se puede observar en la figura 19 se pueden ver 3 zonas en negro en el matte painting que serían la zona de las máscaras donde luego se proyectarían los elementos que se han grabado con anterioridad. En la figura 20 se puede observar el resultado final que se encuentra en la película, las tres mascararas comentadas anteriormente ahora están rellenas con la proyección del recurso que grabo para esta escena.



Figura 19 Matte painting de la película Star Wars: Episodio VI - El retorno del Jedi (1983)

⁷ Es una técnica de composición en cámara en la que la acción en vivo se fotografía delante de una imagen o secuencia de imágenes proyectadas en una pantalla de retroproyección para producir una única imagen combinada en la película expuesta. Mientras que la proyección frontal (FP) proyecta el fondo (BG) desde delante de la pantalla, la retroproyección proyecta el fondo desde detrás de la pantalla. También se denomina retroproyección.

⁸ Esta técnica fue utilizada por Industrial Light and Magic durante el rodaje de El retorno del Jedi (1983) para proyectar doce planos de acción real de los Ewoks peludos mientras bailaban alrededor de las hogueras en su aldea pintada en la cima de los árboles.



Figura 20 Captura extraída Star Wars: Episodio VI - El retorno del Jedi (1983)

Blue Screen:

“The bluescreen process is a way to create a travelling matte that allows live-action footage to be combined with special effects elements such as background paintings or computer-generated images.” (Netzley, 2000, p. 31)⁹

La metodología de esta técnica consiste en grabar al actor delante de una tela azul y químicamente mediante la impresora óptica se utilizaba el negativo de la cámara para hacer un positivo en el que convierte las zonas oscuras del negativo en claras y al revés. En el positivo se deja que solo se registre las zonas azules. Con todos los recursos obtenidos que serían los negativos originales manipulados, los negativos duplicados, el positivo original y el positivo duplicado se combinaban con la impresora óptica (Netzley, 2000).

Se obtenía la figura de acción real a color sobre fondo negro y el otro tenía la silueta de la figura en color negro sobre fondo blanco como se puede observar en la siguiente figura, estos se combinaban dando lugar a la composición final.

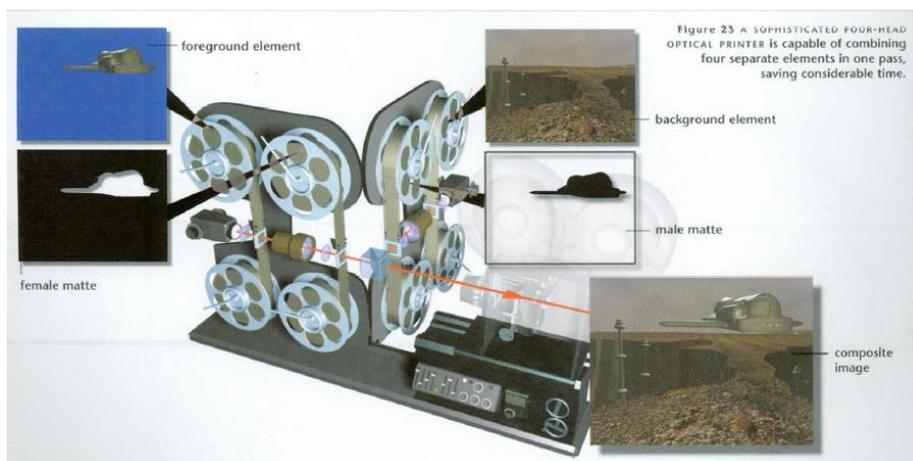


Figura 21 Captura extraída del libro *Special effects the history and technique*. de Richard Rickitt (2006)

Con el paso del tiempo y la utilización de ordenadores este proceso se hizo mucho más sencillo.

“When computers are used, the bluescreen process is much simpler, because the computer can be programmed to automatically eliminate bluescreen

⁹ El proceso de blue screen es una forma de crear un mate que permite combinar las secuencias de acción real con elementos de efectos especiales como pinturas de fondo o imágenes generadas por ordenador.

elements once the filmed images have been digitized.” (Netzley, 2000, p. 31)¹⁰

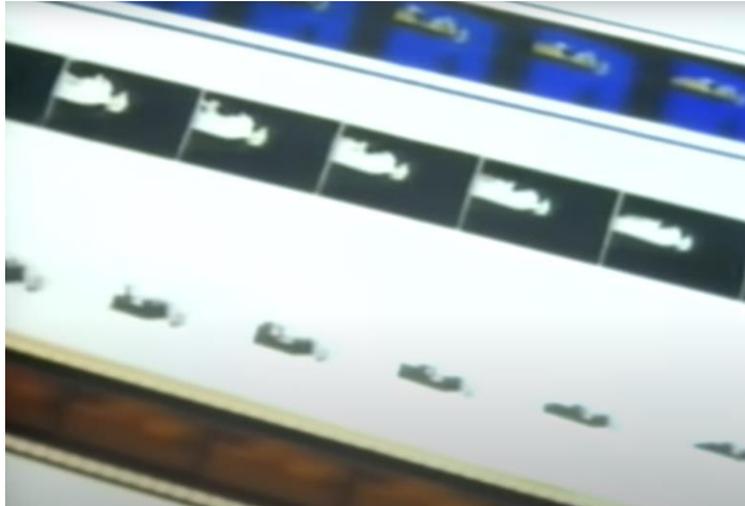


Figura 22 Captura extraída del documental *How to Film the Impossible* (1985)

4.3.3 Computación gráfica / 3D

El nacimiento del 3D fue gracias a la evolución de Computer Graphics o computación gráfica.

Computer graphics are a major part of modern special effects work. The first computer graphics were simple geometric shapes created by a computer programmer. (Netzley, 2000, p. 48)¹¹

Se suelen dividir en dos subcategorías: gráficos 3D y gráficos 2D.

La primera de estas está relacionado con el 3D, que es la creación de modelos completos dentro de un ordenador, se puede posicionar en cualquier lado según la cámara, se puede ver desde cualquier ángulo entre otros pero existiendo solo dentro del ordenador (Brinkmann, 2008).

4.3.3.1 Origen y evolución

En los inicios la computación gráfica se utilizó para otras industrias como es la informática para crear imágenes sintéticamente, sin embargo, esta no fue usada en el cine hasta la creación de *Futureworld* (T. Heffron, 1976)

[...] was in the aerospace industry, where the technology was used not only for computer-aided design purposes, but was also developed for the first flight simulators. It was this flight simulation hardware and software that fuelled the computer graphics revolution in the entertainment industry. (Rickitt, 2007, p. 124)¹²

¹⁰ Cuando se utilizan ordenadores, el proceso de bluescreen es mucho más sencillo, ya que el ordenador puede estar programado para eliminar automáticamente los elementos de bluescreen una vez que las imágenes filmadas han sido digitalizadas.

¹¹ Los gráficos por ordenador son una parte fundamental del trabajo de efectos especiales en la actualidad. Los primeros gráficos por ordenador eran formas geométricas sencillas creadas por un programador informático.

¹² ... fue en la industria aeroespacial, donde la tecnología se utilizó no sólo para fines de diseño asistido por ordenador, sino que también se desarrolló para los primeros simuladores de vuelo. Este hardware y software de simulación de vuelo impulsó la revolución de los gráficos por ordenador en la industria del entretenimiento.

Es en 1970 cuando los efectos especiales empezaron a incluir escenas con computación gráfica en las películas (Carlson, 2017).

En Futureworld (T. Heffron, 1976) se creó la primera representación 3D de una cabeza de un actor. George Lucas fundó la productora Lucasfilm en 1971 ya que veía un gran potencial en la computación gráfica para la industria del cine y contrato a Ed Catmull con otros profesionales para crear nuevos avances y este dio lugar a un cortometraje llamado A Computer Animated Hand (1972), donde creó superficies curvas envueltas con una textura, este cortometraje es lo que hoy en día conocemos como CG. (Iwerks, 2010)

George Lucas fundó Industrial Light and Magic (ILM) en 1975 (Iwerks, 2010), para poder crear todos los efectos especiales que tenía en mente para su próxima película, Star Wars.

Se fueron uniendo a la empresa grandes especialistas tales como John Dykstra, Dennis Muren o Ed Catmull entre otros. Las películas empezaron a utilizar computación gráfica como por ejemplo, Star Trek II: La ira de Khan (Meyer, 1982) o Tron (Lisberger, 1983).

En los 80 empezaron a comercializarse algunos productos de software gráfico como Alias Research Inc., Softimage (Creative Environment) y Autodesk (AutoCAD). (Carlson, 2017, p. 424)

Cuando Dennis Muren vio el potencial de la computación gráfica le permitió usarla en la película que trabajaba (Figura 23).

El equipo de Lucasfilm creó las animaciones 3D de la película Young Sherlock Holmes (Levinson, 1985) para dar vida al caballero formado por vidrieras. Esta película fue la primera en añadir elementos CG en un fondo real. (Iwerks, 2010) (Figura 23)

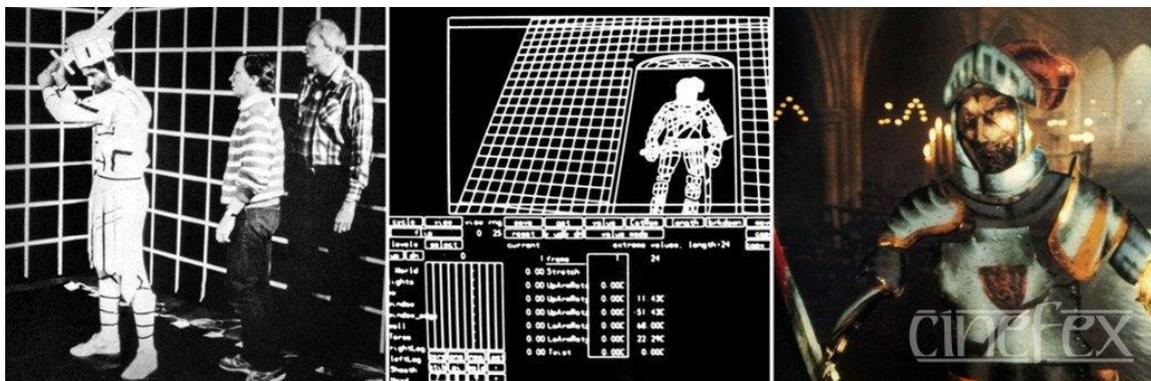


Figura 23 Proceso para la creación del caballero.

En 1986 Steven Jobs compró la empresa Lucasfilm Computer Graphics y se formó la empresa de Pixar, que pasará a crear películas completamente en 3D con el software Renderman que crearon anteriormente, esto supuso un gran avance para la actividad artística en el 3D.

La película The Abyss (Cameron, 1989), introdujo la animación CG combinada con técnicas ópticas tradicionales y este resultado fue una secuencia de apenas uno 90 segundos (Iwerks, 2010).

Esta secuencia la realizó Industrial Light and Magic (ILM), gracias al avance del software y las técnicas, como por ejemplo el escaneado laser que se pudo realizar para crear la cara de los actores (The Making of «The Abyss», 2000) (Figura 24)



Figura 24 Captura extraida de la película *The Abyss* (Cameron, 1989)

Los viejos medios analógicos fueron amenazados por la era de la digitalización. Lucasfilm desarrollo varios programas que se siguen utilizando a dia de hoy, uno de los más conocidos es el software RenderMan (Iwerks, 2010).

Junto con John Lasseter desarrollaron el primer corto llamado *The Adventures of André & Wally B.* (Smith, 1991).

James Cameron al ver los resultados conseguidos en la película *The Abyss* (Cameron, 1989) , creó un personaje en *Terminator 2: El juicio final* (Cameron, 1991) que necesitaba la utilización de CG, utilizaron la misma tecnología del escaneado láser pudiendo hacer una versión 3D de él pudiendo animarla (Iwerks, 2010).

Es la primera vez que se hizo todo con composición digital, para llegar a eso tuvieron que hacer una cámara digital tuviera el mismo movimiento que el real, lo mismo pasaba con el escenario que tenía que ser igual al que el real y esto a su vez le pasaba con el actor, que debía tener la misma acción que el actor digital.

Para que no quedara disonante el personaje CG con el entorno se debía tener en cuenta muchas cosas como, por ejemplo, en cuenta el personaje CG tenía que proyectar una sombra al entorno y viceversa los elementos reales tenían que proyectar sombras al personaje CG. Si es lo suficientemente brillante este tiene que reflejar los elementos que tiene a su alrededor. (Hudson & Marsh, 1991)(Figura 25)



Figura 25 Captura extraida de la película *Terminator 2: El juicio final*

Otro hito importante en la industria cinematográfica fue la creación de Jurassic Park(Spielberg, 1993).

La idea principal de Spielberg en Jurassic Park (Spielberg, 1993) era la de crear los dinosaurios con unas maquetas y utilizar el stop-motion que perfecciono Phil Tippett. (Figura 26).

En aquel momento Dennis Muren supervisor senior de efectos visuales de ILM, no creía que el CG estuviera preparado para hacer unos planos muy cerrados de los dinosaurios, pero si creía que para escenas donde apareciesen varios de estos sí que era lo más práctico, pero con las pruebas esto fue mejorando y convenció a Steven Spielberg para utilizar los dinosaurios en CG. (Figura 27) (Iwerks, 2010)

“Lo mejor fue cuando Steve aceptó la idea de saltar de lo analógico a lo digital. Eso cambió todo. Una vez hechos los dinosaurios, vi que teníamos infinitas posibilidades” – George Lucas (Iwerks, 2010).

Para la industria, el momento crucial fue “Jurassic Park”. “Jurassic Park” fue el inicio de un gran cambio. Fue como si el mundo hubiera cambiado. (Ed Catmull) (Iwerks, 2010)

[...]which used computers to produce amazingly life like image of extinct dinosaurs, took digital imaging to a new level of sophistication and became the highest grossing film in history.

The film confirmed that digital effects were the way of the future. Almost overnight, machinery and skills that had been in use in the movie effects industry for over half a century became outmoded.” (Rickitt, 2007, p. 37)¹³



Figura 26 Prueba de stop-motion de Jurassic Park (1993)

¹³ ...que utilizaba ordenadores para crear imágenes sorprendentemente reales de dinosaurios extintos, llevó la imagen digital a un nivel nuevo de complejidad y se convirtió en la película más taquillera de la historia.

La película confirmó que los efectos digitales eran el camino del futuro. Casi de la noche a la mañana, la maquinaria y los conocimientos que se habían utilizado en la industria de los efectos cinematográficos durante más de medio siglo pasaron a ser anticuados.



Figura 27 Captura extraída de la película de Jurassic Park (1993)

Mich Chau presidenta y CEO de Lucas Film, afirma que George Lucas tuvo que esperar para poder seguir con los preludios de la saga Star Wars ya que en su momento no había los recursos necesarios para realizar esa idea tan grande por lo que cuando vio todo lo que Industrial Light & Magic realizó en los años 90 vio que la tecnología había evolucionado lo suficiente (Iwerks, 2010). Cuando la tecnología avanzó lo suficiente para la nueva saga de Star Wars, es en ese momento donde el 3D pasa a formar parte de la escenografía.

“[...] Lucas se valió de casi trescientos expertos en distintos programas de computación, cuya función fue crear y dotar de “vida” al universo virtual que presento la película estos técnicos trabajaron alrededor de dos años para crear 65 decorados diferentes, todos completamente diseñados y elaborados con sofisticados programas de computadora. El uso de la moderna tecnología escenográfica virtual permitió que de la totalidad de la película, el 95 % fuera diseñado y realizado de manera digital. “ (Gentile et al., 2007, p. 97)

Los actores actuaban en grandes escenarios con un green screen o blue screen (figura 28), no podían ver el universo digital que los rodeaba o los personajes digitales que más tarde en postproducción se añadirían. (Figura 29)



Figura 28 Fotografía del rodaje de la película *Star Wars: Episodio I - La amenaza fantasma* (1999)



Figura 29 Captura extraída de la película *Star Wars: Episodio I - La amenaza fantasma* (1999)

Según Samuel L. Jackson afirma en el mismo documental que la película de Star Wars, en este caso *Star Wars: episodio I - La Amenaza Fantasma* supuso un cambio en el modo de hacer y crear películas.

“Digital technology also allowed the director to combine action filmed at different times and locations giving him the freedom to create any shot he required.”(Rickitt, 2007, p. 305)¹⁴

5 Desarrollo

El desarrollo constituye en 3 apartados, en el primero de ellas se trata de la investigación sobre el significado de virtual production, desgranando cada uno de los tipos que se han destacado en este, por otra parte, se desarrollará un análisis de caso de 3 películas y, por último, se desarrollará el caso práctico de este estudio.

¹⁴ La tecnología digital también permitió al director combinar la acción grabada en diferentes momentos y lugares, dándole la libertad de crear cualquier plano que necesitara.

5.1 Virtual production

Virtual production o producción virtual es un concepto amplio de métodos de visualización y producción en el mundo audiovisual realizados por ordenadores.

Weta Digital y Moving Picture Company lo definen como:

"[...] the team at Weta Digital, "Virtual production is where the physical and digital worlds meet." Moving Picture Company (MPC) adds to this definition with more technical detail, "VP combines virtual and augmented reality with CGI and game-engine technologies to enable production crews to see their scenes unfold as they are composed and captured on set." (Kadner, 2019, p. 3)¹⁵

Como se ha podido observar a lo largo del trabajo de fin de grado el cine y la tecnología han ido evolucionando, se ha pasado de películas mudas a películas con grandes efectos visuales como las de Star Wars.

El proceso tradicional de creación de un película o serie suele ser procesos muy lineales que abarcan el desarrollo, la preproducción, producción y postproducción. Esto hace que se desperdicie mucho el tiempo en buscar un objetivo en común o que no se pueda resolver algunos problemas que puedan ir apareciendo hasta que las tomas se finalicen. (Kadner, 2019)

[...] it was surprising to realize that it's common for critical departments on a traditional visual effects-heavy production to be decentralized. Weeks or months can pass between the on-set work of key creatives and the post-production work to fully realize the vision. This seemed like an opportunity where real-time game engine technology could make a real difference. (Farris, 2020)¹⁶

Mientras que el proceso tradicional es muy lineal, el virtual production ayuda a que el trabajo sea mucho más colaborativo e iterativo desde producción haciendo que el equipo este más presente y no sea algo que se deje para último momento en postproducción. (Kadner, 2019) Figura (30).

¹⁵ ...el equipo de Weta Digital, "La producción virtual es el punto de encuentro entre el mundo físico y el digital". Moving Picture Company (MPC) añade a esta definición más detalles técnicos: "La VP combina la realidad virtual y aumentada con el CGI y las tecnologías de motores de juego para permitir a los equipos de producción ver cómo se desarrollan sus escenas mientras se componen y capturan en el plató...".

¹⁶ ...me sorprendió darme cuenta de que es frecuente que los departamentos fundamentales de una producción tradicional con muchos efectos visuales estén descentralizados. Pueden pasar semanas o meses entre el trabajo en el plató de los creativos principales y el trabajo de postproducción para hacer realidad la visión. Esto parecía una oportunidad en la que la tecnología de los motores de juego en tiempo real podría marcar una verdadera diferencia

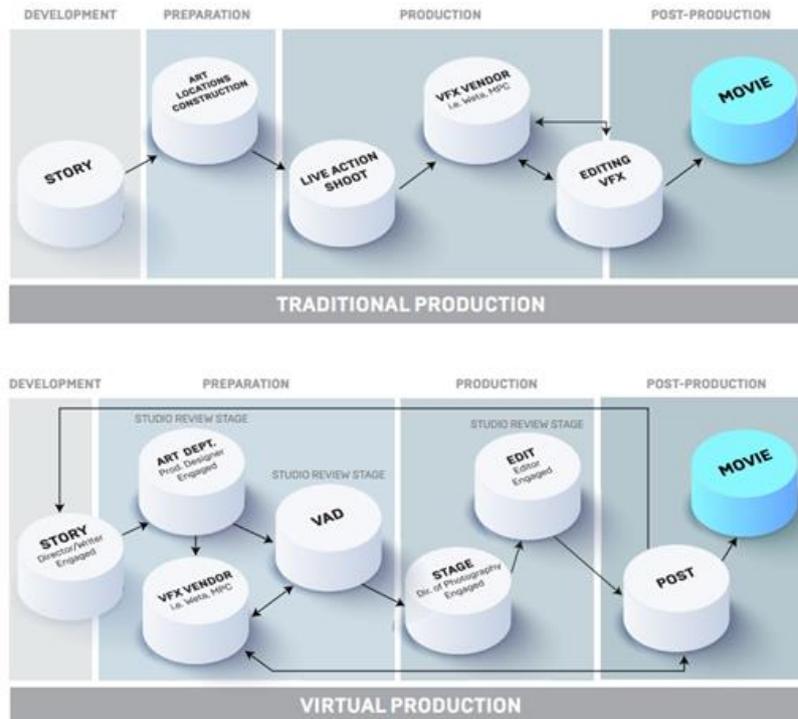


Figura 30 Comparación de procesos de producción. *THE VIRTUAL PRODUCTION FIELD GUIDE* by Noah Kadner and presented by Epic Games.

5.1.1 Tipos de Virtual Production

Dentro de la producción virtual nos podemos encontrar distintos métodos de esta, que tienen en común el uso de Unreal un motor de tiempo real.

Visualización

Este tipo de virtual production se podría definir como un prototipo en el que se transmite la idea o la propuesta de una secuencia o cualquier plano de un película, serie o anuncio entre otros. Dentro de este hay tres modalidades:

- **Pitchvis:**

Se trata de secuencias específicas del proyecto que permite transmitir la idea de este y poder obtener luz verde o ganar algunos posibles inversores (Virtual Visualization Series – Pitchvis & Previs, s. f.).

- **Previs:**

Es la más utilizada y es la que más se información o ejemplos se puede encontrar como videos de comparativa de previs o también llamado previsualización (Okun & Zwerman, 2014), con la secuencia final de la película. Permite poder hacer cambios y experimentar distintas opciones como por ejemplo cambiar la colocación de algún objeto, iluminación del entorno o movimiento de la cámara entre otros sin tener tantos costes como una producción tradicional. (Kadner, 2019)

Lucas' visual effects company Industrial Light & Magic (ILM) pioneered the use of 3D animation software to previs effects shots on Jurassic Park. Today, it's rare to find a major motion picture which doesn't deploy previs in some capacity. (Kadner, 2019, p. 12)¹⁷

¹⁷ La empresa de efectos visuales de Lucas, Industrial Light & Magic (ILM), fue pionera en el uso de software de animación 3D para la previsualización de planos de efectos en Parque Jurásico. Hoy en día, es raro encontrar una película importante que no utilice la previsión de alguna manera.

Whatever new developments arrive, anything that previs techniques can do to facilitate the creative process of imaginative people and then transmit their visions to an engaged audience is likely to be a hit with everyone on both sides of the screen— whether a screen is involved or not. (Okun & Zwerman, 2014, p. 76)¹⁸



Figura 31 Previs de la película Avengers: Era de Ultrón (2015)



Figura 32 Captura extraída de la película Avengers: Era de Ultrón (2015)

- **Virtual scouting:**

Se trata de una herramienta para explorar por una versión completamente digital de una localización, este permite ayudarle a tomar mejores decisiones creativas, componer las tomas, filtrar por áreas de importancia pudiendo así evitar la creación de elementos que no se utilizarán a futuro. A parte permite a los artistas y escenógrafos trabajar en este mundo virtual, haciendo modificaciones e interactuando con el escenario para poder medir o ver las distancias si es necesario. (Virtual Scouting, s. f.)

Se puede hacer a través de RV o simplemente con la propia pantalla del ordenador, se utiliza como parte del proceso de preproducción en muchas películas. (Figura 33)

¹⁸ Independientemente de las novedades que se produzcan, todo lo que las técnicas de previsión puedan hacer para facilitar el proceso creativo de las personas con imaginación y transmitir luego sus visiones a una audiencia comprometida será probablemente un éxito para todos los que están a ambos lados de la pantalla, sea ésta o no.



Figura 33 Virtual Scouting a través de RV.

- **Techvis:**

Todos los recursos que se han aprobado en la previsualización contienen mucha información de elementos virtuales con material real que planifican los recursos de las tomas.

Este se presenta de varias formas, pueden ser desde videos de simulación con información en ella de cómo se realiza los planos y esquemas figura (34). Suele tener información de datos específicos de la cámara para los artistas que realizan los efectos especiales y datos específicos de las físicas figura (35). (*Virtual Visualization Series – Techvis*, s. f.)

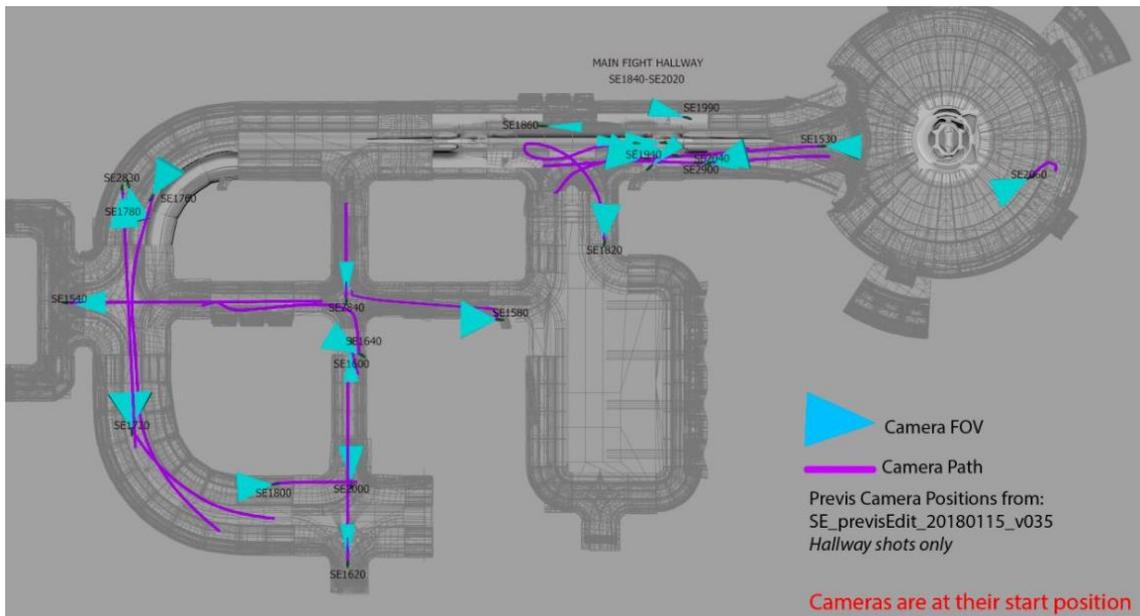


Figura 34 Plano con la información del movimiento de cámara

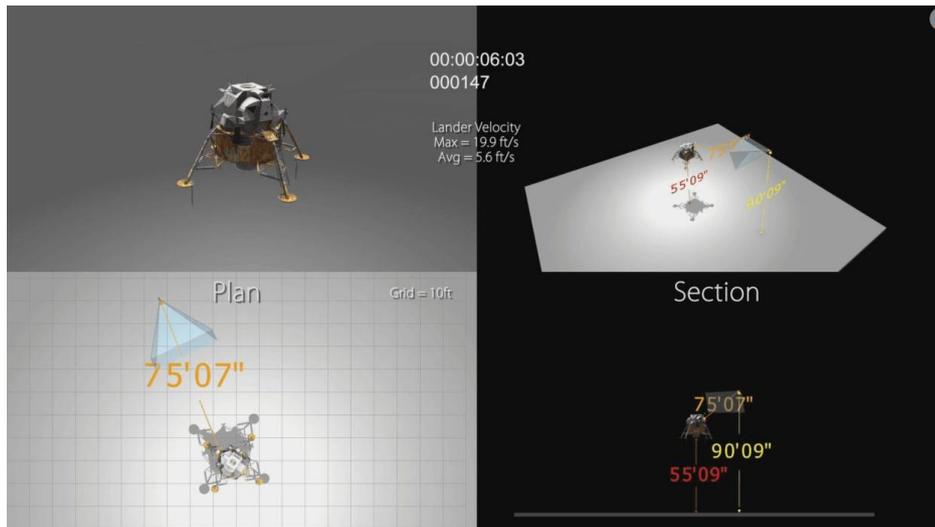


Figura 35 Esquema con información de las físicas de la nave

- **Stunvis:**

Se trata de otro tipo de techvis pero adaptado específicamente para el trabajo de stunt o especialista. En este se incluye todo el desarrollo de la escena con la información necesaria para los stunts como puede ser el blocking de la escena y el decorado de esta, el concepto de las armas entre otros.

“Stuntvis has multiple purposes,” says Chris Clements, [..]. “It’s used to sell the director and producers on the vision, to work out certain beats before a shoot to make sure they play correctly to camera and, most importantly, to act as a soupedup storyboard that can be referenced by multiple departments.”(Kadner, 2019)¹⁹

- **Postvis:**

Mientras que el techvis y stunvis sirven para planificar los rodajes, el postvis sirve para tomar decisiones después del rodaje ya que se combinan la acción real que se ha grabado con otros elementos como el CGI o efectos visuales temporales. (Figura 36).

Este proceso ayuda a una optimización de la producción, ayuda a que se pueda comunicar mejor la idea del director al equipo de los efectos visuales.

[...] the postvis process encourages collaborative experimentation, optimizing the production before anyone has to commit to the final cut.

With an approved postvis sequence, the bidding process for final VFX becomes much more accurate and straight forward. Postvis allows VFX teams to focus their most detailed efforts on elements that are going to be featured closest to camera.(Virtual Visualization Series – Postvis, s. f.)²⁰

¹⁹ El Stuntvis tiene múltiples propósitos", dice Chris Clements, [..]. Se utiliza para convencer al director y a los productores de la idea, para elaborar ciertos ritmos antes de un rodaje y asegurarse de que se reproducen correctamente en la cámara y, lo que es más importante, para actuar como un guión gráfico mejorado que puede ser consultado por varios departamentos.

²⁰ ...el proceso de postvis fomenta la colaboración en la experimentación, optimizando la producción antes de que nadie tenga que comprometerse con el corte final.

Con una secuencia de postvis aprobada, el proceso de presentación de propuestas para los efectos visuales finales es mucho más preciso y directo. Postvis permite a los equipos de VFX centrar sus esfuerzos más detallados en los elementos que van a aparecer más cerca de la cámara.



Figura 36 Postvis de la película El desafío (2015)

Captura de movimiento / Performance Capture

- Motion capture:

Se trata de una técnica que codifica el movimiento que el actor realice en el mundo real y este se traslada al medio digital, animando así a los modelos 3D como personaje, criatura o hasta objetos inanimados (Okun & Zwerman, 2014, p. 335).

"[...] is accomplished by the actor wearing a suit covered in markers that are tracked by special cameras or a suit with built-in sensors." (Kadner, 2019)²¹

- Performance capture:

Se utiliza para superponer los personajes y los escenarios virtuales a la vez sobre la acción real, facilitando la sincronización y los encuadres al equipo. Esta técnica se puede utilizar en un plato tradicional en el que vemos esos personajes virtuales interactuando con el entorno real.

Esta técnica tiene sus raíces de la rotoscopia 2D pero este se empezó a usar con la película Avatar (Cameron, 2009b) con renders de baja calidad.

The interesting thing about simulcam is that integrated our fusion camera system with was for shooting 3D with our virtual camera system. What simulcam did was it put the two together, it overlaid a virtual capture environment on a live action set. It allows us to treat that fusion 3D camera as if it's a virtual camera.

We would actually track these 3D cameras in space and we can feed into it the images of computer generated environments and computer generated character at the same time (Cameron, 2009).²²

²¹ ...se logra mediante el uso por parte del actor de un traje cubierto de marcadores que son registrados por medio de cámaras especiales o de un traje con sensores incorporado.

²² Lo interesante de simulcam es que integraba nuestro sistema de cámaras de fusión, que era para rodar en 3D, con nuestro sistema de cámaras virtuales. Lo que hizo Simulcam fue juntar las dos cosas, superponer un entorno de captura virtual en un set de acción en vivo. Nos permite tratar esa cámara 3D de fusión como si fuera una cámara virtual.

Podemos seguir estas cámaras 3D en el espacio y alimentarlas con imágenes de entornos generados por ordenador y personajes generados por ordenador al mismo tiempo.

- **Facial capture:**

Mientras el motion capture codifica el movimiento del actor y anima el esqueleto del modelo 3D, el facial capture se ocupa de la captura de movimiento facial, es decir, este requiere transmitir la emoción del actor al modelo 3D con las deformaciones del tejido facial del actor. (Okun & Zwerman, 2014, p. 335)

- **Full-body animation:**

Todo el movimiento del actor pasa a un personaje 3D, si este tiene una estructura corporal distinta a la del actor se tiene que escalar, por ejemplo, nos podemos encontrar esta técnica en el personaje Gollum de la película de El Señor de los Anillos (Jackson, 2002).

Virtual production híbrido

- **Producción virtual híbrida en tiempo real:**

La primera vez que aparece fue con los programas de informativos meteorológicos. Utilizaban un green screen en donde al presentador se le incrustaba en directo un mapa sobre la previsión meteorológica. La calidad de este al principio era pasable, pero tenía el requisito de que la cámara estuviese fija, ahora con la mejora de las GPUs y Unreal Engine entre otros, la calidad ha mejorado figura(37).(Kadner, 2019)



Figura 37

- **Post-produced hybrid virtual production:**

Se obtiene los datos del tracking de la cámara consiguiendo así que la imagen este compuesta cuando se está haciendo una grabación sobre pantalla verde. Se utiliza para tener una mejor visión espacial de los elementos virtuales tales como el escenario o personajes CG o también llamado 3D y así consiguiendo que los efectos visuales en postproducción se integren mejor.(Kadner, 2019)

Full Live LED Wall

A partir de las pantallas LED se sacan las imágenes del motor a tiempo real, este también como las otras técnicas se combina con el tracking de la cámara para producir estas imágenes en la pantalla. (Kadner, 2019)

Esta técnica se presentó por primera vez en la conferencia de SIGGRAPH de 2019 con una demo en este hablan sobre los beneficios y cambios que suponen, uno de ellos es que al

representar la escena en la pantalla LED los operadores de cámara puede encuadrar como se haría en la realidad un objeto y sentir que están en el lugar de la localización (Unreal Engine, 2019).

La propia iluminación de la pantalla aporta realismo a la escena comparado con los green screen, ya que la pantalla verde solía añadir contaminación al sujeto o reflejos no deseados. En el caso de la demo que se presentó en el SIGGRAPH de 2019 se puede ver como en los metales de la moto se refleja lo que se ve por pantalla dando así mucho más realismo. (Figura 38).



Figura 38 Captura extraída del video de presentación SIGGRAPH 2019

La idea de proyectar una imagen mediante un proyector ya se empezó a utilizar en los años 30 (Rickitt, 2007), como se ha visto en el apartado de efectos especiales se llama rear projection y se empleaba sobre todo para películas con una secuencia de conducción, pero también se utilizó en otros tipos de tomas como en la película de King Kong (Cooper & Schoedsack, 1933).

5.2 Análisis de casos

Considerando los elementos de investigación en el cuerpo teórico del trabajo de fin de grado se procede al análisis de distintas escenas de películas y series del universo de Star Wars, para comprobar la evolución de la técnica y la mejora de la misma a lo largo del tiempo, llegando a suponer un ahorro de costes, una mayor calidad, un proceso mucho más iterativo y menos lineal que permite la paralelización de tareas.

El análisis se centrará en la intervención de los elementos en distintas fases para la creación de un plano, estas serían (Goulekas, 2001) :

- **Técnicas utilizadas:** Se desarrollará que técnicas o efectos visuales más importantes se han utilizado para la elaboración del plano que se analice.
- **Preproducción:** Elementos necesarios que necesitan un trabajo previo antes del desarrollo de la escena.
- **Grabación en el set:** Para este apartado se necesita ver que técnicas se han creado para generar los planos del escenario que han utilizado. Serían el fondo, el plano de la acción y el foreground.
- **Postproducción:** Se trata de los elementos que se desarrollan y se añaden después de una grabación.

- **Esquema del desarrollo de la técnica:** Se realizará un esquema para poder ver las distintas relaciones que podemos encontrar entre los elementos.
- **Ventajas y defectos:** Dentro de este apartado se hablará sobre las ventajas e inconvenientes que se puede encontrar al utilizar esas técnicas.

5.2.1 Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (1977)

Técnicas utilizadas.

Las técnicas utilizadas en este plano son la del bi-pack matte painting, decorados de la escenografía real y postproducción

Preproducción

1. **Storyboard:** El storyboard es uno de los pasos más importantes para la grabación del plano, ya que en este sale representado la idea que tiene el director. (Figura 39)

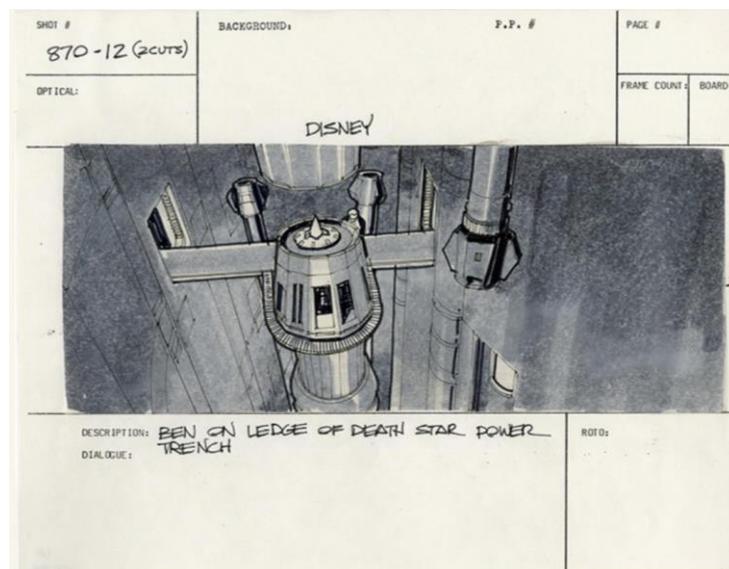


Figura 39 Storyboard Star Wars: Episodio IV – Una nueva esperanza (1977)

2. **Construcción de escenografía real:** Lo más importante de la técnica del bi-pack matte painting es que la secuencia que tiene que llevar el matte painting se graba antes de poder dibujarlo, es por eso que lo primero que se realiza es la construcción de la escenografía real para luego realizar la grabación con el tiro de cámara que se ha planificado.
3. **Construcción de los practicables:** El puente y los elementos con los que interactúa el actor.
4. **Creación del matte painting:** Una vez que se ha grabado el plano necesario esta imagen se proyectada al cristal y es aquí donde el artista puede ir dibujando el matte painting. En este caso George Lucas, quería crear un efecto de abismo, por lo que el artista Harrison Ellenshaw hizo la continuación del escenario hacía un punto de fuga, así puede crear este efecto óptico de profundidad. (Figura 40)



Figura 40 Matte Painting de la película 5.2.1 Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (1977)

Grabación en el set

1. **Background:** En este caso el background sería el decorado real que luego más tarde se unificaría con el matte painting. (Figura 41)

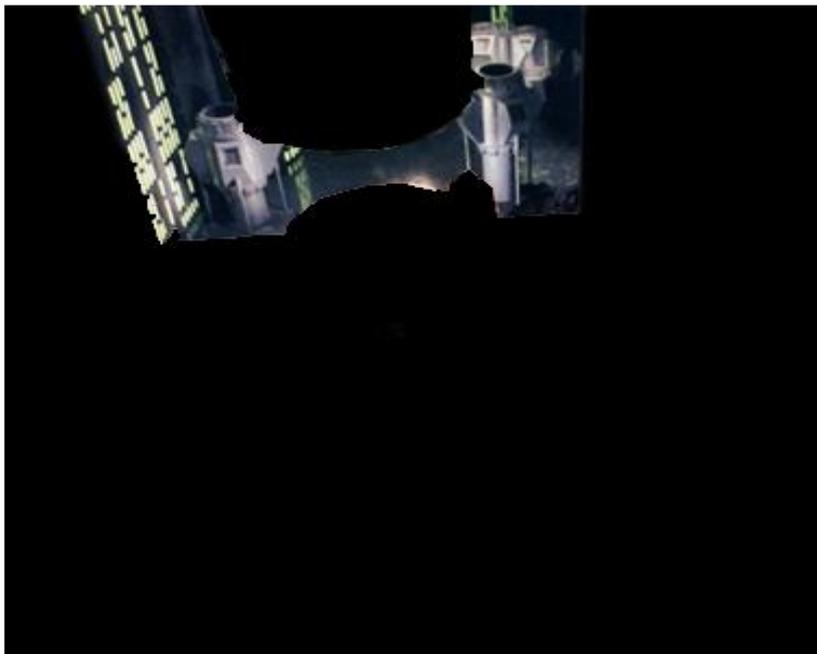


Figura 41 Background

2. **Plano de acción:** Se sitúan los elementos escenográficos que entre en contacto con el personaje, practicables y props.

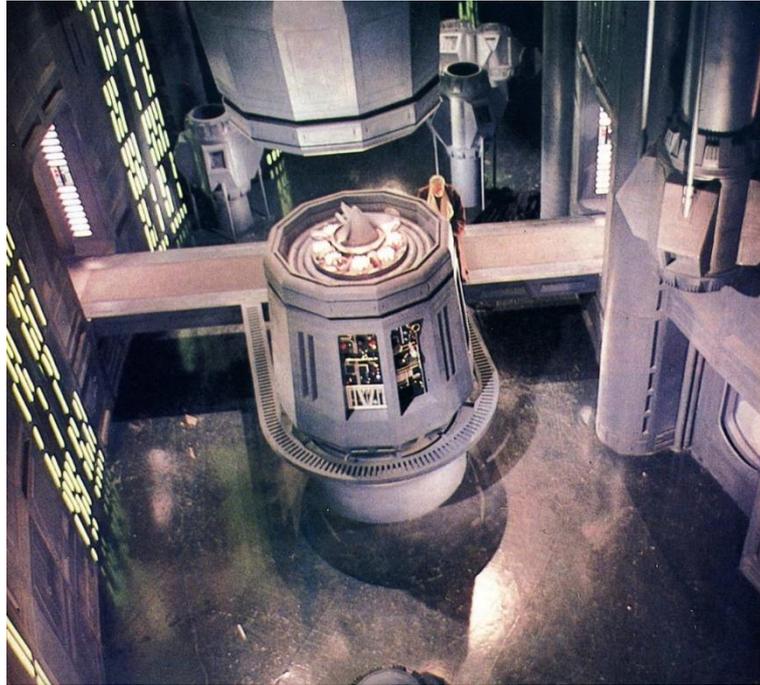


Figura 42 Set de rodaje de la película Star Wars: Episodio IV - Una nueva esperanza (1977)

- 3. Foreground:** Delante de la cámara se sitúa el matte painting, como se vio para la técnica bi-pack contact matte painting, una vez grabada la escena sobre el fondo blanco en las zonas delimitadas por este se tiene que cambiar a uno negro iluminando. El matte painting para que la luz no pase por las áreas y finalmente combinar todas las imágenes obtenidas se consigue la composición final. (Figura 43)



Figura 43 Captura extraída del libro The Making of Star Wars

Postproducción

Para que el matte painting y la grabación cuadrasen se realizan unos retoques de color para que la iluminación cuadre de los distintos planos.

Para la luz azul de la energía del reactor se realizó en otro cristal en este caso ondulado, más adelante este se le añadía una gran exposición para que diera la sensación de que se encendiese y apagase. (Figura 44)



Figura 44 Captura extraída del libro *The Making of Star Wars*

Esquema del desarrollo de la técnica

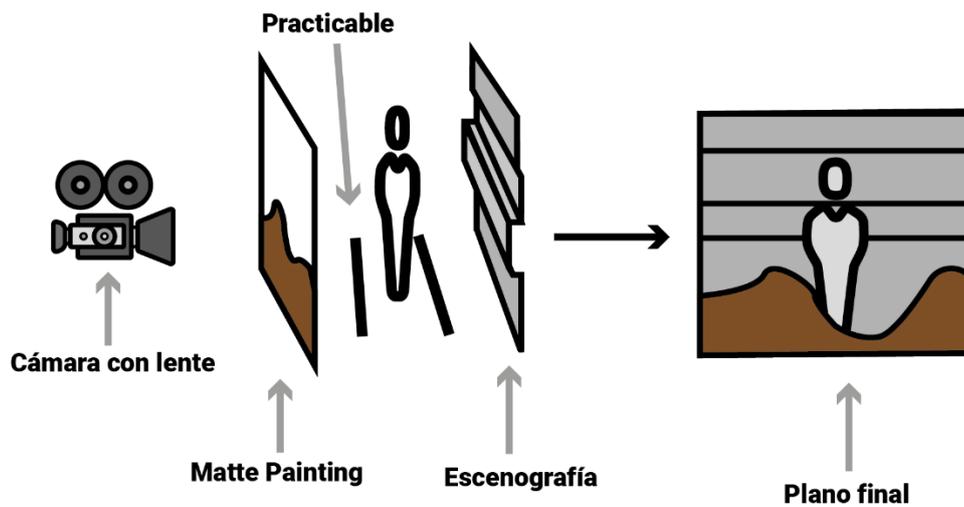


Figura 45 Esquema del desarrollo

	Preproducción	Grabación	Postproducción
Background	Crear la escenografía		Corrección de color
Plano de acción	Crear practicable y props	Escenografía	Corrección de color
Foreground	Crear Matte Painting	Matte Painting	Corrección de color

Ventajas e inconvenientes

- **Ventajas:**
 - Permite crear grandes planos generales pudiendo así enriquecer el discurso.
 - No era necesario crear una escenografía real al completa por lo que podía abaratar costes.
- **Inconvenientes:**
 - Los personajes estaban muy limitados por el matte por lo que no se podían utilizar sobre todo en secuencias de acción.
 - La cámara no podía realizar movimientos, tenía que estar estática.
 - Los actores no podían saber al completo donde están o prevenir la acción que podía ocurrir.

5.2.2 Star Wars: Episodio I - La amenaza fantasma (1999)

Técnicas utilizadas.

En la escena se utiliza las técnicas de blue screen, motion capture, escenografía 3D y rotoscopia.

Preproducción

1. Storyboard

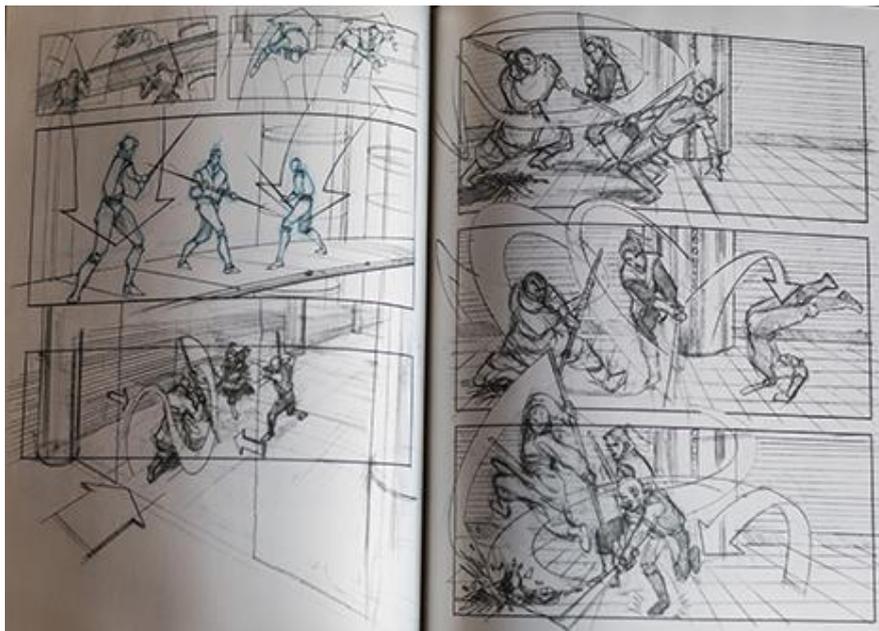


Figura 46 Storyboard de la película Star Wars: Episodio I - La amenaza fantasma (1999)

2. **Construcción de escenografía real:** La secuencia que se grabe con el blue screen necesita de la escenografía necesaria que no vaya a ser hecha en 3D, en este plano no encontramos ningún elemento que se trate de escenografía y son más bien practicables.
3. **Construcción de los practicables:** En este caso el practicable sería el puente donde están encima los actores.

Grabación en el set

- **Background:** En este caso se trataría del blue screen que más adelante será remplazado por elementos CG, como se puede ver en la figura (47)



Figura 47 Background

- **Plano de acción:** En este plano nos encontraríamos con la escenografía real que sería el puente y los props que están utilizando, las espadas láser. (Figura 48)



Figura 48 Plano de acción

Postproducción

En postproducción se utiliza la técnica de rotoscopia para que las espadas láser brillasen, el primer paso es hacer la máscara con sólidos blancos (figura 49) y luego añadirle el color necesario a este. (Figura 50)



Figura 49 Máscara con solidos blancos de las espadas láser



Figura 50 Color añadido a las espadas láser

Se reemplaza el blue screen por los elementos 3D que se crearon para esta escena, gracias al motion capture que se realizaba con los marcadores del blue screen, podían reproducir el movimiento de la cámara real a la virtual así los elementos 3D también tenían la misma perspectiva. (J P, 2015)

Por último, se realiza una corrección de color para que la iluminación de los actores y elementos reales estuvieran más acordes que los de CG. (Figura 51)



Figura 51 Captura extraída de la película Star Wars: Episodio I - La amenaza fantasma (1999)

Esquema del desarrollo de la técnica

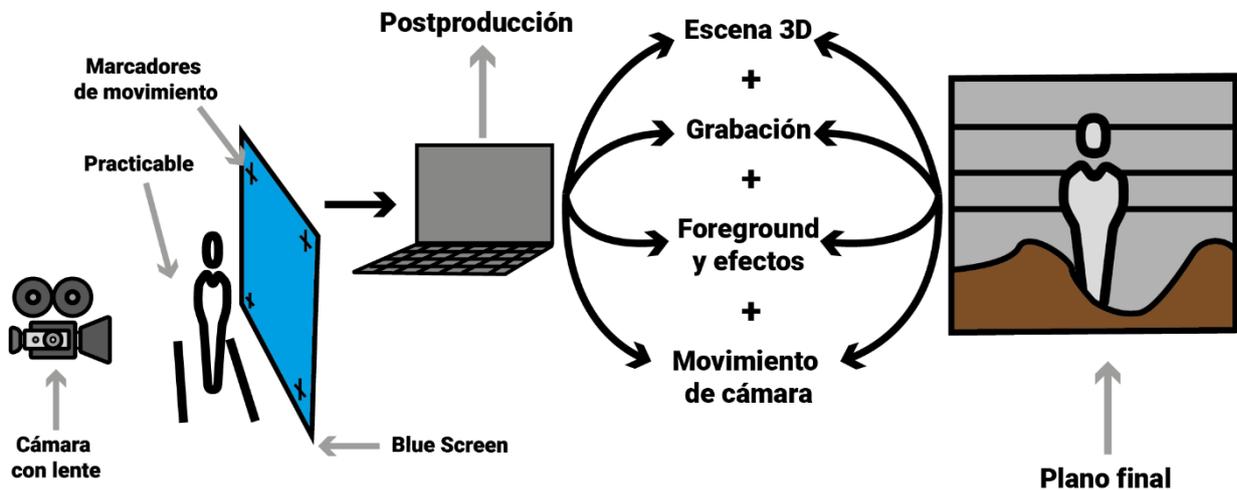


Figura 52 Esquema del desarrollo

	Preproducción	Grabación	Postproducción
Background	Crear la escenografía 3D	Blue Screen	Corrección de color
Plano de acción	Crear practicable y props		Corrección de color
Foreground	Matte painting digital		Añadir efectos y matte painting digital

Ventajas e inconvenientes:

- **Ventajas:**
 - Permite añadir en postproducción elementos 3D o matte painting digital.
 - No era necesario crear una escenografía real al completa por lo que podía abaratar costes.
 - Con la técnica anterior los personajes estaban limitados al matte, pero en este caso no ocurre y tienen más libertad.
- **Inconvenientes:**
 - Los actores no podían saber al completo donde estaban y como eran los personajes CG con los que interactuaban (Iwerks, 2010).

5.2.3 The Mandalorian (2019)

Técnicas utilizadas:

En la escena se utiliza las técnicas reales time motion capture, green screen, Full LED video wall en la que se aprovechara por la iluminación y la reproducción de la escenografía 3D en las pantallas.

Preproducción:

1. **Storyboard:** Como en los otros casos el storyboard es la parte más importante y en todas las obras audiovisuales, se pasa por este proceso.
2. **Construcción de escenografía real:** Se realiza solo la escenografía que no se vaya a ver en las pantallas LEDs, en este caso son algunos elementos que se encuentran encima del puente.
3. **Construcción de los practicables:** El elemento que se sitúa en contacto con personaje sería el puente por el que anda.
4. **Creación de la escenografía 3D:** Al tener que utilizar las pantallas LEDs para representar la escena de Unreal este debe tener los modelos 3D necesarios para conseguir el ambiente que se quiere. En este caso se necesita la continuación del puente y elementos que se encuentran por la escena.

Grabación en el set

- **Background:** El background sería lo que se esté viendo a través de las pantallas LEDs como se puede ver en la figura (53).



Figura 53 Background The Mandalorian (2019)

- **Plano de acción:** Se instalan los elementos escenográficos reales que se comenta anteriormente y son los que entran en contacto con el personaje, en este caso el puente y los elementos que hay encima. (Figura 54)



Figura 54 Plano de acción The Mandalorian (2019)

Postproducción

En este caso en la postproducción se le añade el elemento CG que no se han podido realizar con escenografía real que sería el hielo que se encuentra debajo del puente, como se puede ver en la figura (55) esta no tiene tantos azules como en la anterior por lo que se le ha hecho una corrección de color.



Figura 55 Extracción de la serie The Mandalorian (2019)

Esquema del desarrollo de la técnica

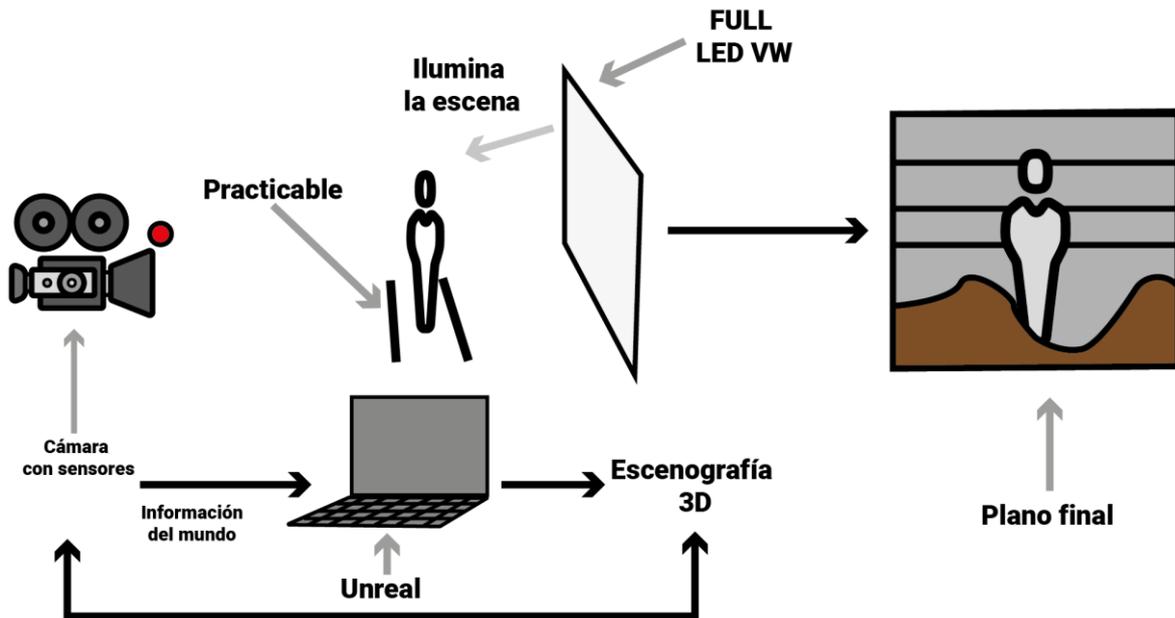


Figura 56 Esquema del desarrollo

	Preproducción	Grabación	Postproducción
Background	Crear la escenografía 3D	Pantallas LEDs	Corrección de color
Plano de acción	Crear practicable y props		Corrección de color
Foreground			Efectos visuales

Ventajas e inconvenientes:

- **Ventajas:**

- La iluminación de las pantallas LEDs ayuda a que el personaje y el entorno tenga la iluminación mucho más acorde.
- Se puede reflejar en los objetos metálicos el escenario de las pantallas LEDs.
- Se puede hacer modificaciones de la escenografía virtual en el mismo día de la grabación.
- Los actores pueden tener una referencia de lo que están viendo y pueden reaccionar a ello con mucha más facilidad. (*Disney Gallery, 2020*)

- **Inconvenientes:**

- Tener un estudio con pantallas LEDs es costoso.

5.3 Caso práctico

5.3.1 Objetivo del caso práctico

El objetivo de este caso práctico es comparar el proceso de dos producciones y valorar diferentes aspectos de ambas para proporcionar una conclusión basada en datos reales, como es este caso práctico.

Se han tenido en cuenta parte de la entrevista realizada a la CEO de Miss Motion Laura Garzon Olmedo, una empresa especializada en realidad aumentada especialmente enfocada en el sector televisivo. Actualmente, ejecutan el trabajo de RA para TVE. Esta entrevista se podrá ver en el apartado de anexo A.

5.3.2 Contexto

A continuación, se expone que se ha usado para la ejecución del caso práctico, para poder realizar la correcta valoración de los resultados obtenidos.

En primer lugar, se ha utilizado como material:

- Una green screen
- Una figura de Batman que representaría a los actores
- Dos focos de 1000 lúmenes

Por el lado del hardware se ha utilizado:

- Un ordenador con especificaciones medias (RAM: 32 GB y tarjeta gráfica: GeForce RTX 2080 SUPER)
- Cámara Réflex Canon EOS 50D (Producción tradicional)
- Cámara web (Producción virtual híbrida)
- Un objetivo de medio y corto alcance para la cámara réflex 50mm

Finalmente, por la parte del software se han usado los siguientes programas:

- Autodesk Maya
- Adobe After Effects
- Unreal Engine
- Adobe Bridge

Todos los procesos se han realizado en un espacio amplio como es un salón para la correcta ejecución de estos. La única iluminación ha sido la natural y los focos usados.

5.3.3 Explicación de procesos y tiempos

Se han elegido dos procesos para realizar el caso práctico, el primero sería el sistema de producción clásico mientras que el segundo es la producción virtual híbrida, se describe a continuación, paso a paso cada uno de los procesos y los tiempos de ejecución.

Según Laura Garzón Olmedo los problemas que suelen aparecer a menudo en la producción son:

- El exceso de peso debido al número de polígonos de la geometría y texturas de los objetos 3D.
- Además, los cambios de última hora suelen ser un gran problema en la producción, ya que implican cambios rápidos y poco eficientes.

5.3.4 Explicación del problema

En este caso se preparará la creación de una escena 3D y se propondrá un problema como explica Laura Garzón, en este caso concreto simularemos un cambio de última hora basado en la iluminación, en el cambio de día a noche.

Set inicial previo a las producciones:

Se prepara el set para ambas producciones, se sitúa la figura (equivalente a los actores) en el escenario centrada respecto a la cámara, posteriormente se sitúa el green screen de fondo, esta estará iluminada por la luz ambiente y dos focos de 1000 lúmenes, evitando de esta manera la generación de sombras duras y consiguiendo hacer correctamente la máscara del green screen. (Figura 57)

En la producción tradicional se ha utilizado una cámara réflex mientras que en la producción virtual híbrida se ha utilizado una cámara web es por ello que la calidad de la imagen haya disminuido para la producción virtual híbrida, algo que no afecta ya que lo que se quiere ver es la comparativa de los procesos.



Figura 57

Producción digital clásica:

Se han obtenido los modelos 3D del programa Bridge de Quixel Megascans permitiendo que el proceso sea más simple, ya que los modelos se importan directamente al proyecto de Maya en el que se está trabajando.

Una vez importados estos modelos se prepara la escenografía, los modelos 3D se colocan en el lugar deseado. Posteriormente, se asegura que el tiro de la cámara real sea el mismo tiro que el de la cámara virtual, al no tener las herramientas necesarias para utilizar técnicas avanzadas que permitan que ambas cámaras estén alineadas, se ha realizado este proceso de forma manual.

Tras terminar la escena se procede con la iluminación, una vez terminada la iluminación se renderiza. El siguiente paso, es la postproducción ya que es la combinación de los elementos escenográficos 3D con el plano de la cámara real. Se ha tenido que realizar una máscara del green screen y la escenografía 3D, ya que se tiene que introducir el fondo.

Finalmente, el proceso termina con una corrección de color para que el renderizado se encuentre más cohesionado con la parte real. (Figura 58)

Preparación	Renderizado	Máscaras y Mattes	Corrección de color
45 minutos	3 minutos	6 minutos	2 minutos



Figura 58 Primer resultado

Una vez terminado, se realiza un cambio de última hora, como se menciona en la entrevista, el productor o cliente decide que la pieza debe de transcurrir durante la noche. Esto implica un cambio en la iluminación teniendo que repetir el renderizado. (Figura 59)

Preparación	Renderizado	Máscaras y Mattes	Corrección de color
14 minutos	3 minutos	6 minutos	2 minutos



Figura 59 Segundo resultado

Virtual production híbrido

Se han obtenido los modelos 3D del programa Bridge de Quixel Megascans permitiendo que el proceso sea más simple, ya que los modelos se importan directamente al proyecto de Maya en el que se está trabajando.

Una vez importados estos modelos se prepara la escenografía, los modelos 3D se colocan en el lugar deseado. Posteriormente, se procede con la iluminación, una vez terminada la iluminación se compila. En siguiente paso, se coloca la cámara virtual en el punto deseado, una vez terminado, se vincula la cámara virtual con la real y dentro de Unreal se realiza el enmascarado pudiendo ver resultado final desde el programa.

Finalmente, el proceso termina con una corrección de color para que el renderizado se encuentre más cohesionado con la parte real. (Figura 60)

Preparación	Renderizado	Máscaras y Mattes	Corrección de color
30 minutos	Tiempo real	0 minutos	1 minuto



Figura 60 Primer resultado

Una vez terminado, se realiza un cambio de última hora, como se menciona en la entrevista, el productor o cliente decide que la pieza debe de transcurrir durante la noche. En este caso implica que se puede realizar el cambio en tiempo real con el cliente observando, para asegurarse de su cambio de opinión. (Figura 61)

Preparación	Renderizado	Máscaras y Mattes	Corrección de color
2 minutos	Tiempo real	0 minutos	1 minuto



Figura 61 Segundo resultado

6 Conclusiones

Tras estudiar el contexto histórico de la escenografía hemos podido analizar como esta evoluciona y se aplica posteriormente en diferentes tipos de producciones, llegando a ver varios ejemplos dentro del objeto de nuestro estudio la producción virtual.

Al estudiar los tipos de producciones virtuales podemos apreciar técnicas innovadoras que tienen como base modificaciones de técnicas antiguas, que prometen una mejora en los tiempos y la manera de trabajar respecto a las producciones tradicionales.

Teniendo esto en mente se han descubierto los aspectos más significativos de la producción virtual y se ha propuesto un caso práctico con una problemática basada en la entrevista realizada a Laura Garzón Olmedo con el objetivo de realizar un caso práctico lo más real posible.

Los resultados obtenidos del caso práctico son los siguientes:

- Existe con los mismos medios, un cambio significativo en las fases de preparación y máscaras; y cambios menos significativos en el resto de las fases, ahorrando en tiempo con la metodología de trabajo de virtual production.
- No se necesitan hacer máscaras o alinear con técnicas avanzadas las cámaras por lo que simplifica el proceso de postproducción.
- El cliente puede ver los cambios deseados a tiempo real en la virtual production ofreciendo así un mejor servicio.

Por lo tanto, nuestra hipótesis inicial, El uso de Virtual Production dentro del mundo audiovisual transforma la manera de trabajar y mejora diversos aspectos de la producción, se comprueba de manera afirmativa.

En resumen, la virtual production es un tipo de producción que está para quedarse ya que ahorra en tiempo y esfuerzo a los equipos, simplificando el proceso y siendo más abierto a cambios.

7 Bibliografía

- Bushkin, T. (2005, noviembre 1). *Within a Minute: The Making of «Episode III»* [Documental]. Lucasfilm.
- Cameron, J. (1989, noviembre 8). *The Abyss* [Aventura, Drama, Misterio]. Twentieth Century Fox, Pacific Western, Lightstorm Entertainment.
- Cameron, J. (1991, diciembre 5). *Terminator 2: Judgment Day* [Acción, Ciencia ficción]. Carolco Pictures, Pacific Western, Lightstorm Entertainment.
- Cameron, J. (2009a). *Avatar «All Behind the Scenes»*.
https://www.youtube.com/watch?v=7RpUZ0mb_Kc
- Cameron, J. (2009b, diciembre 18). *Avatar* [Action, Adventure, Fantasy]. Twentieth Century Fox, Dune Entertainment, Lightstorm Entertainment.
- Carlson, W. E. (2017). *Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview*. The Ohio State University. <https://ohiostate.pressbooks.pub/graphicshistory/>
- Catmull, E., & Parke, F. (1972, julio 31). *A Computer Animated Hand* [Animation, Short]. Halftone Animation.
- Cooper, M. C., & Schoedsack, E. B. (1933, abril 7). *King Kong* [Adventure, Horror, Sci-Fi]. RKO Radio Pictures.
- Dinur, E. (2017). *The Filmmaker's Guide to Visual Effects*. Routledge.
- Disney Gallery: Star Wars: The Mandalorian*. (2020, mayo 4). [Documentary]. Fairview Entertainment, Lucasfilm, M3 Creative.
- Favreau, J. (2019, noviembre 12). *The Mandalorian* [Action, Adventure, Fantasy]. Fairview Entertainment, Golem Creations, Lucasfilm.
- Fielding, R. (1985). *The Techniques of Special Effects of Cinematography*.
- Ford, J. (1935, mayo 24). *The Informer* [Crimen, Drama]. RKO Radio Pictures.
- Ford, J. (1939, marzo 3). *Stagecoach* [Aventura, Drama, Del oeste]. Walter Wanger Productions.

- Freyermuth, G. S. (2015). *Games / Game Design / Game Studies: An Introduction: 20. From «Star Wars» to «Jedi»: The Making of a Saga*. (1983, diciembre 3). [Documental]. Lucasfilm.
- Gentile, M., Díaz, R., & Ferrari, P. (2007). *Escenografía cinematográfica*. https://espectaculosymedios.files.wordpress.com/2018/09/gentile_diaz_ferrari_escenografia-cinematografica.pdf
- Goulekas, K. (2001). *Visual Effects in a Digital World: A Comprehensive Glossary of over 7000 Visual Effects Terms*.
- Howard, P. (2017). *¿Qué es la escenografía?* ALBA Editorial.
- Hudson, D. G., & Marsh, E. W. (1991, septiembre 9). *The Making of «Terminator 2: Judgment»* [Documental]. Carolco Pictures.
- Industrial Light & Magic. (2020, febrero 20). *The Virtual Production of The Mandalorian Season One*. <https://www.youtube.com/watch?v=gUnxzVOs3rk>
- Industrial Light & Magic. (2021, abril 1). *The Virtual Production of The Mandalorian Season Two*. <https://www.youtube.com/watch?v=-gX4N5rDYeQ>
- Insider. (2020, junio 11). *Why «The Mandalorian» Uses Virtual Sets Over Green Screen | Movies Insider*. <https://www.youtube.com/watch?v=Ufp8weYYDE8>
- Iwerks, L. (2010, noviembre 12). *Industrial Light & Magic: Creating the Impossible* [Documentary]. Leslie Iwerks Productions.
- J P. (2015, febrero 17). *Star Wars: Lightsaber Rotoscoping*. <https://www.youtube.com/watch?v=cEziVtidYw0>
- Jackson, P. (2002, diciembre 18). *The Lord of the Rings: The Two Towers* [Action, Adventure, Drama]. New Line Cinema, WingNut Films, The Saul Zaentz Company.

- Kadner, N. (2019). *THE VIRTUAL PRODUCTION FIELD GUIDE*.
<https://cdn2.unrealengine.com/Unreal+Engine%2Fvpfieldguide%2FVP-Field-Guide-V1.2.02-5d28ccec9909ff626e42c619bcbe8ed2bf83138d.pdf>
- Levinson, B. (1985, diciembre 4). *Young Sherlock Holmes* [Aventura, Fantasía, Misterio]. Amblin Entertainment, Industrial Light & Magic (ILM), Paramount Pictures.
- Lisberger, S. (1983, marzo 24). *TRON* [Acción, Aventura, Ciencia ficción]. Walt Disney Productions, Lisberger/Kushner.
- Lucas, G. (1977, noviembre 7). *Star Wars: Episode IV - A New Hope* [Acción, Aventura, Fantasía]. Lucasfilm, Twentieth Century Fox.
- Lucas, G. (1999, agosto 20). *Star Wars: Episode I - The Phantom Menace* [Acción, Aventura, Fantasía]. Lucasfilm.
- Marquand, R. (1983, noviembre 21). *Star Wars: Episode VI - Return of the Jedi* [Acción, Aventura, Fantasía]. Lucasfilm.
- Méliès, G. (s. f.). *L'homme à la tête en caoutchouc* [Corto, Comedia, Fantasía]. Star-Film.
- Meyer, N. (1982, diciembre 19). *Star Trek II: The Wrath of Khan* [Acción, Aventura, Ciencia ficción]. Paramount Pictures.
- Netzley, P. D. (2000). *Encyclopedia of Movie Special Effects*. Oryx Press.
- Nieva, F. (2000). *Tratado de escenografía*. Editorial Fundamentos Colección Arte.
- Okun, J. A., & Zwerman, S. (2014). *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*.
- Rickitt, R. (2007). *Special Effects. The History and Technique*. Billboard Books.
- Rinzler, J. W., & Jackson, P. (2007). *The Making of Star Wars: The Definitive Story Behind the Original Film*.
- Smith, A. R. (1991, noviembre 22). *André and Wally B.* [Animación, Corto, Familiar]. Pixar Animation Studios, Lucasfilm.

Spielberg, S. (1993, septiembre 30). *Jurassic Park* [Acción, Aventura, Ciencia ficción]. Universal Pictures, Amblin Entertainment.

Star Wars. (2014, abril 10). *Star Wars Featurette: The Birth of the Lightsaber*.
<https://www.youtube.com/watch?v=RIefj6dOhnM>

T. Heffron, R. (1976). *Mundo futuro*. <https://www.imdb.com/title/tt0074559/>

The Making of «The Abyss». (2000, marzo 17). [Documental, Corto].

The Mandalorian (Serie de TV) (2019). (s. f.). Recuperado 6 de diciembre de 2021, de
<https://www.filmaffinity.com/es/film544948.html>

Unreal Engine. (2019a, julio 31). *Unreal Engine User Group at SIGGRAPH 2019*.
<https://www.youtube.com/watch?v=apLzZBqfqeU>

Unreal Engine. (2019b, agosto 1). *Real-Time In-Camera VFX for Next-Gen Filmmaking | Project Spotlight | Unreal Engine*. <https://www.youtube.com/watch?v=bErPsq5kPzE>

Unreal Engine. (2019c, agosto 19). *In-Camera VFX with UE4 | SIGGRAPH 2019 | Unreal Engine*.
<https://www.youtube.com/watch?v=vyYXLEz0k1Y>

Virtual Visualization Series – Pitchvis & Previs. (s. f.). THE THIRD FLOOR. Recuperado 24 de junio de 2022, de <https://thethirdfloorinc.com/3863/virtual-visualization-series-pitchvis-previs/>

Virtual Visualization Series – Postvis. (s. f.). THE THIRD FLOOR. Recuperado 25 de junio de 2022, de <https://thethirdfloorinc.com/3979/virtual-visualization-series-postvis/>

Virtual Visualization Series – Techvis. (s. f.). THE THIRD FLOOR. Recuperado 24 de junio de 2022, de <https://thethirdfloorinc.com/3879/virtual-visualization-series-techvis/>

Anexo A

Entrevista:

Entrevista realizada a Laura Garzon Olmedo, jefa del departamento de realidad aumentada de la empresa Miss Motion que actualmente trabajan para TVE.

¿Con que programa trabajáis actualmente para realizar realidad aumentada?

Actualmente para hacer realidad aumentada trabajamos con maya, con substance, también con cinema y todo queda integrado en la plataforma Viz de Viz Artist

¿Cuáles son los problemas a los que os enfrentáis al hacer un escenario virtual con la metodología que utilizáis ahora? (Puede ser desde cambios de cliente, el propio programa que utilizáis, etc....)

El problema fundamental creemos que son el tema de ajustes y calibración de lente, además del funcionamiento del sistema "Mo-Sys", que es un sistema que sensoriza las cámaras y nos envía los paquetes de datos a nuestra cámara virtual.

A parte, nuestro cliente es la televisión, por lo que hay un problema constante de tiempo. Finalmente tenemos un problema de iluminación ya que no todo es realidad aumentada, el virtual se hace a través de una pantalla, esa pantalla LED tiene opciones de configuración muy limitadas.

¿Cuáles son las iteraciones más comunes y que partes del proceso hay que repetir por dichas iteraciones? (Ajustar las luces, backear texturas, reimportar, etc....)

Las partes del proceso que más se repiten, habitualmente es por el peso, numero de polígonos y texturas de los objetos 3D. Normalmente, aunque el equipo tiene claro las pautas que deben de seguir para que pese lo mínimo posible, muchas veces ponemos el sistema al límite metiéndole más geometría que de verdad puede mover en tiempo real.

Por otro lado, hay ajustes constantes por parte del cliente que provoca este tipo de repeticiones. En resumen, temas técnicos de ajuste de la geometría que puede realmente mover el motor de realidad virtual que tiene Viz Artist.

¿Tenéis pensado cambiar a Unreal?

Queremos cambiar a Unreal y de hecho estamos haciendo un proyecto para realizar este cambio.

Si es así ¿Cuáles con las razones para cambiar a Unreal? (Puede ser por razones de metodología, ahorro de costes, facilidad de hacer cambios si lo pide el cliente, etc....)

Las razones del cambio sobre todo son porque hay un salto muy importante de calidad y del realismo, además de la comunidad y de las librerías que tienen. Hay otra parte que es fundamental de Unreal que es de diseño y demás, que vemos actualmente un poco limitado. Creemos en Unreal y es la tecnología adecuada para hacerlo, el futuro va hacia Unreal.

Finalmente, el cliente ve una gran ventaja en las capacidades de Unreal ya que mejorarán su contenido.