



**EXPLORACIÓN DE AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN
AUDIOVISUAL: NUEVAS TÉCNICAS Y FORMATOS DESDE EL ESTRENO
DE *AVATAR* (2009) HASTA LA ACTUALIDAD**

*EXPLORATION OF TECHNOLOGICAL ADVANCES IN AUDIOVISUAL PRODUCTION:
NEW TECHNIQUES AND FORMATS FROM THE LAUNCH OF AVATAR (2009) TO THE
PRESENT*

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**GRADO EN COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL
2019-2023**

AUTOR: RODRIGO GALLEGO NOGALES

TUTOR: ALBERTO HERMIDA CONGOSTO

JUNIO 2023

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado realiza una exploración de algunas nuevas técnicas y formatos que funcionan como herramientas dentro del sistema productivo audiovisual. El desarrollo de la tecnología en este sector propicia un escenario ideal para desarrollar contenidos más inmersivos de cara al consumo del espectador.

En esta investigación se han recogido algunas de las tecnologías presentes en la actualidad. Para su análisis se realiza una revisión eminentemente teórica de la funcionalidad de los distintos avances. Además, el uso de estas herramientas se ejemplifica con producciones audiovisuales ilustrativas escogidas mediante un muestreo por conveniencia, dentro de un marco temporal que comprende el estreno de *Avatar* en 2009 hasta la actualidad.

Palabras clave: tecnología; formatos; técnicas; inmersión; audiovisual; espectador.

ABSTRACT

This Final Degree Project explores some new techniques and formats that function as tools within the audiovisual production system. The development of technology in this sector provides an ideal scenario to develop more immersive content for viewer consumption.

*In this research, some of the technologies present today have been collected. For its analysis, an eminently theoretical review of the functionality of the different advances is carried out. In addition, the use of these tools is exemplified with illustrative audiovisual productions chosen by convenience sampling, within a time frame that includes the premiere of *Avatar* in 2009 to the present.*

Keywords: *technology; formats; techniques; immersion; audiovisual; viewer.*

*A los cuatro pilares fundamentales de mi vida que
construyeron mi pasado, me acompañan en el presente,
y ojalá formen parte de mi futuro. Os quiero.*

Agradecimientos

A mi madre. Gracias por el esfuerzo, por la compañía, la sensatez y la experiencia de vida. Gracias por dejar que aprenda y que me vea reflejado en tu camino. Gracias. Te quiero.

A mi padre. Gracias por el esfuerzo, por escucharme siempre con interés y atención. Por apasionarte por todo lo que hago y por todo lo que quiero hacer. Gracias. Te quiero.

A ti. Gracias por acompañarme siempre y estar sin estar. Te quiero.

A Isabella. Gracias por ser mi compañera en el camino. Gracias por compartir objetivos, sueños, y unir nuestras metas. “Gracias por dejarme aprender de ti y por enseñarme más sobre mí”. Gracias. Te quiero.

A mi familia. Gracias por el inagotable apoyo que siempre me brindáis. Gracias por dejarme compartir todo con vosotros.

A mis amigos y compañeros. Gracias por estos cuatro años de carrera. Gracias por una amistad incondicional y por hacer sentir especial a cualquier miembro de este grupo. Gracias por compartir ilusiones y ser familia en todo. Seguiremos sumando.

A mis amigos de siempre. Gracias por ser refugio y por sacar siempre mi “niño interior”. Gracias por celebrar cada paso mío como si fuera el de cada uno de vosotros.

A los profesores que durante esta etapa académica se han preocupado por nuestro proceso de formación. En especial a Alberto Hermida por su implicación y compromiso en este trabajo de fin de grado.

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. <i>Fases evolutivas de la presencia de la computerización en el sector audiovisual.....</i>	<i>8</i>
2.2. <i>Cine digital y Cine estereoscópico 3D.....</i>	<i>10</i>
2.3. <i>Cine expandido.....</i>	<i>14</i>
2.4. <i>Conceptos clave: Inmersión, Gamificación e Interactividad.....</i>	<i>15</i>
3. OBJETO DE ESTUDIO, OBJETIVOS Y DISEÑO METODOLÓGICO.....	20
3.1. <i>Objeto de estudio.....</i>	<i>20</i>
3.2. <i>Objetivos.....</i>	<i>20</i>
3.2. <i>Metodología.....</i>	<i>21</i>
3.3. <i>Limitaciones.....</i>	<i>22</i>
4. NUEVAS TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	22
4.1. <i>Personajes, ambientes y recreaciones en 3D.....</i>	<i>22</i>
4.2. <i>Motion Capture.....</i>	<i>29</i>
4.3. <i>Matchmoving.....</i>	<i>35</i>
4.4. <i>HFR.....</i>	<i>40</i>
4.5. <i>Producción Virtual: pantallas LED y motor Unreal Engine.....</i>	<i>44</i>
4.6. <i>Acercamiento a las IAs en el proceso productivo audiovisual: Deepfakes.....</i>	<i>49</i>
5. NUEVOS FORMATOS, ESTÉTICAS Y DISPOSITIVOS.....	53
5.1. <i>Estética de los nuevos dispositivos: ScreenLife.....</i>	<i>53</i>
5.2. <i>Vídeo Volumétrico: producciones 360°, VR y AR.....</i>	<i>60</i>
5.3. <i>Interactividad como nueva forma de consumo audiovisual: formato “elige tu propia aventura”.....</i>	<i>65</i>
6. CONCLUSIÓN.....	68

1. INTRODUCCIÓN

Las producciones audiovisuales actuales han incorporado la imagen digital “como un medio que domina ya casi la totalidad de sus creaciones” (García-Ergüín, 2014). Independientemente del género que trate, muchas producciones, cuya narrativa no necesita de forma aparente el uso de imágenes híbridas, recurren a ellas como recurso para mejorar la creación de elementos, proceso de edición e incluso el rodaje. En este proceso de producción, “las oportunidades son infinitas” (Arenas Beltrán, 2014). Gracias a estos recursos tecnológicos, podemos tener secuencias construidas en su totalidad mediante cualquier técnica digital presente, integrándose a la perfección con la imagen real y generando nuevas estéticas. En estas producciones, el metraje rodado ya no es el resultado final, sino que se ha convertido en la primera etapa del proceso de postproducción. El material grabado, ahora es una materia prima que tiene que manipularse virtualmente antes de mostrar su aspecto o resultado final (Manovich, 2005). Cuando Manovich escribe esto, considera que se estaba viviendo una revolución digital con la computadora como protagonista que afectaba a todas las etapas de la comunicación.

Es cierto que las primeras producciones que empezaron a usar estas imágenes podrían llegar a abusar de las mismas. Como Darley citó en el 2003, las producciones pueden llegar a convertirse en un soporte destinado a “la exhibición de efectos especiales, el elemento narrativo ha ido perdiendo importancia en ellas, en favor de la estimulación, del impacto y del asombro que puede producirse mediante técnicas nuevas o mejoradas de captura y construcción de imágenes” .

Sin embargo, una vez que estas tecnologías digitales han ido evolucionando con el tiempo, han ido adquiriendo mayor presencia e importancia en las producciones audiovisuales. Esta destreza visual provoca un efecto de “espectacularización”. En las primeras producciones se abusaba de estas imágenes hasta el punto de ser más importantes que la narrativa. No obstante, con el tiempo se ha visto que la espectacularización también puede llegar a ser una parte fundamental del aspecto narrativo de la producción audiovisual. Esto puede favorecer a la misma en el sentido de sumar acciones visualmente más impactantes al guion. De esta forma, los efectos visuales pasan de un concepto “barroquista” hacia uno más funcional. También es cierto que el abuso de esta espectacularización digital puede provocar que las producciones tengan una mala y rápida “vejez”. Cada vez la calidad de los efectos visuales

evoluciona con más rapidez, y esto puede provocar que los más longevos dejen de ser naturales para la percepción del espectador (García-Ergüín, 2014).

Independientemente del género y de las necesidades narrativas, la presencia de imágenes híbridas construidas mediante técnicas por ordenador se va a dar en la gran mayoría de producciones. Esto pasa a ser un proceso necesario que puede buscar la espectacularización, o puede buscar simplemente una manera alternativa de crear. Aquí los métodos tradicionales son sustituidos por avances digitales modernos. Así mismo, se puede obtener un desenlace más óptimo, tanto en resultado final de la imagen como en cuestiones presupuestarias, dependiendo del caso en concreto. Pero sin dejar de lado la estética y apariencia realista y natural (García-Ergüín, 2014).

Además, el propio carácter sinérgico que estas imágenes mantienen entre sí, conduce a un crecimiento de las mismas en el que se modifican los procesos productivos y comunicacionales (Jódar, 2010). De manera que, el ambiente propicia la realización de producciones audiovisuales enmarcadas en un contexto en el que los espectadores prefieren la pequeña pantalla de un smartphone o de su propio ordenador a las de las salas de cine. Producciones basadas en la síntesis, que termina reduciendo la duración de las películas y priorizando el primer plano para provocar más estímulos en el espectador; y tecnologías que hacen posible una predominancia de una espectacularización, desplazando el cine de autor o reflexivo, pero de acuerdo con los gustos de los espectadores (Riambau, 2014).

El espectador se puede considerar el centro de interés de la aplicación de nuevas técnicas y formatos en el proceso productivo audiovisual. Ambas herramientas, de una forma u otra, buscan la inmersión del mismo en el contenido que está consumiendo. Bien mediante técnicas que proporcionen efectos visuales más verosímiles o integrados, o bien mediante el desarrollo de nuevos formatos interactivos o gamificados con los que el espectador pueda vivir una experiencia única y personalizada.

2. Marco Teórico

2.1. Fases evolutivas de la presencia de la computerización en la producción audiovisual

Desde la década de los años setenta, y de forma paralela al desarrollo del ordenador moderno, comienzan a nacer las primeras tecnologías y técnicas digitales que desembocan en las formas actuales de cultura visual digital. En un principio, la labor de estas tecnologías era únicamente funcional y con fines investigadores. Sin embargo, los mismos científicos comenzaron a ver un gran potencial artístico y estético en las mismas. Los profesionales que trabajaban en la generación de imágenes por ordenador “empezaron a contemplar sus gráficos en términos estéticos”, y los artistas del momento también se sumaron a esta nueva práctica. Ellos empezaron a ver en el ordenador “un nuevo medio y potencialmente estimulante de experimentación estética”. Fue este impulso artístico el que, entre otras cosas, terminó dando origen al cine digital, “íntimamente ligado al desarrollo de la producción de imágenes por ordenador” (Darley, 2002, pp. 31-37).

En la década de los ochenta, la manipulación digital de la imagen gana una presencia muy relevante. El ordenador empieza a emplearse para modificar imágenes que no ha producido, pero también comienza a realizar combinaciones o composiciones digitales. Esta composición puede emplearse, junto con alguna técnica de procesamiento digital de imágenes, para superponer imágenes de distintas fuentes. Si son imágenes en movimiento, mediante estas técnicas de composición y procesamiento, la combinación de las mismas dentro del plano serán imperceptibles. Estos procedimientos plantaron las bases de la postproducción. Ya a mediados de esta época, distintas empresas comenzaron a especializarse en este aspecto. La síntesis digital de la imagen busca como objetivo unos resultados realistas de imágenes generadas por ordenador, lo que comúnmente se conoce por CGI. Mediante datos matemáticos, se modela una imagen, para mejorar su apariencia, se le añade una determinada textura e iluminación. El modelo puede manipularse y modificarse de diversas maneras. Una vez queda listo, se renderiza para obtener el resultado final y se convierte en una imagen. Los investigadores comenzaron a desarrollar modos de producir efectos y texturas más realistas para estas imágenes que se generaban mediante CGI. Gracias a estas investigaciones, aparecieron las imágenes tridimensionales, con un aspecto más sólido y realista (Darley, 2002, pp. 41-42).

Lev Manovich en *El software toma el control* (2012, p.213), distingue varias etapas en el desarrollo de los medios computacionales en la producción audiovisual. Para él, el proceso entre la década de los setenta y los ochenta constituye la primera etapa de desarrollo, caracterizada por simular medios físicos en el ordenador. Es en esta época donde situamos la empresa ILM (*Industrial Light and Magic*), fundada por George Lucas y pionera en las técnicas de efectos visuales. Convirtieron a *La guerra de las galaxias* (Star Wars, George Lucas, 1977), su primera producción, en toda una referente en su género, gracias a la complejidad y verosimilitud de sus efectos. ILM se encargaba de elaborar las técnicas de efectos visuales en todos los sentidos. Para llevar a cabo esta tarea, el procesamiento de imágenes mediante el ordenador resultó esencial. Estas técnicas se emplearon por primera vez en *La guerra de las galaxias*, el grado de complejidad y verosimilitud en sus efectos visuales, eclipsaron por completo cualquier otra producción anterior a ella. Este resultado se consiguió en gran parte gracias a técnicas que se desarrollaron en esta época, como el *motion control*. Mediante esta tecnología, se podía programar de manera digital los movimientos de la cámara de manera precisa. Además, existía la opción de repetir ese movimiento en infinitas repeticiones, por lo tanto, la cámara podía aparentar moverse libremente sobre la composición final, compuesta por un gran número de capas de imágenes imperceptiblemente superpuestas (Darley, 2002, p.44). A partir del [0:40] de este video¹, se observa el proceso de esta técnica. Las cámaras y las maquetas se colocaban sobre unas estructuras motorizadas sobre raíles a las que se le programaba el movimiento deseado. De manera que, para grabar distintas tomas que en composición final formarían el mismo plano, la cámara no supondría ningún problema, siempre realizaba el movimiento.

La segunda etapa que Manovich distingue es la hibridación. Comenzando en los años noventa, se caracteriza por una fusión de medios físicos para producir imágenes reales, medios computacionales para producir imágenes en 3D y técnicas de composición y combinación. Con todas estas técnicas y tecnologías recogidas en un mismo *software*, surge como resultado “una nueva estética híbrida que rápidamente se volvió la norma”, siendo la premisa “sobreponer diferentes lenguajes visuales de diferentes medios en una misma imagen”. Es decir, imágenes producidas mediante distintos medios y técnicas, se fusionan en un mismo *software* para obtener como resultado un producto híbrido y compuesto de todas las imágenes anteriores. *After Effects* es uno de esos *softwares* cruciales en esta etapa (2012,

¹ *Making of* del empleo de la técnica motion control para elaborar los efectos visuales en *La guerra de las galaxias* https://youtu.be/DEH13b8_cFw.

p.213-215). Adobe *After Effects* es un programa desarrollado por la *Company of Science and Art*. Está destinado a la creación o aplicación de composiciones. Además, puede añadir a las mismas gráficos profesionales en movimiento o efectos visuales. Desde sus inicios en enero de 1993, su funcionamiento se basa en la superposición de capas y su interfaz intuitiva ha hecho que sea uno de los *software* de efectos visuales con línea del tiempo más potente del mercado (Adobe *After Effects*, 2022). Para Manovich, “*After Effects* fue el primer *software* diseñado para hacer animación, composición y efectos especiales”. Este programa hizo posible el lenguaje de la hibridación, mediante resultados de “efecto invisible”, es decir, una integración perfecta de las imágenes generadas por CGI en la acción real. Sin embargo, a finales de la década de los noventa, aparece una novedosa estética visual que no existía previamente. El resultado es una imagen que no se limita ni a la acción en vivo ni a la composición de imágenes 3D por ordenador. Son producciones que se caracterizan por grabar una gran parte del material en *chroma* para después incrustar la escena en un fondo digital generado virtualmente. Aquí no se busca una integración perfecta del CGI tal y como se hacía en la década de los noventa, estas películas “exploran el espacio que se encuentra a la mitad, entre superposición e integración total” (Manovich, 2012, pp. 226-228). Encontramos películas como *Matrix* (Hermanas Wachowski, 1999), *Sin City* (Robert Rodríguez, 2005), o *Avatar* (James Cameron, 2009). El resultado del cambio a un ambiente de producción basado en *software* por parte de la creación de la imagen en movimiento, es un nuevo lenguaje visual. Así como las técnicas individuales de *software* que lo hacen posible, este lenguaje, como un todo, hereda los rasgos de medios precedentes de imagen: cine, animación de acetato y modelos, animación por computadora, fotografía, pintura, diseño gráfico y tipografía. Sin embargo, no se reduce a ninguno de estos medios. Más bien, es un verdadero híbrido (Manovich, 2012, p.229).

2.2. Cine digital y Cine estereoscópico 3D

Tal y como se ha comentado anteriormente, fue durante esta primera etapa de desarrollo computacional cuando aparecen las primeras producciones digitales. Fue la consecuencia directa de todo este desarrollo visto anteriormente. En palabras de Andrew Darley, “la aparición del cine digital destinado al gran público [...] se encuentra íntimamente ligada al desarrollo de la producción de imágenes por ordenador” (2002, p.37). Manovich defiende que el cine digital es una suma del material de acción real, junto a procesamiento de imagen,

composición y animación 2D y 3D por ordenador. Para él, el metraje real rodado no es el verdadero objetivo final. Este material es una materia prima que posteriormente se tiene que manipular en el ordenador, y es ahí donde aparece el producto final real, “la producción sólo es la primera etapa de la postproducción” (2005, p.377). La relación entre material real y máquina tiene que ser muy estrecha. El resultado óptimo que tratan de alcanzar son imágenes reales manipuladas virtualmente. Para conseguirlo, se le otorga una gran importancia al “desarrollo de técnicas digitales para la producción de un supuesto realismo” (Darley, 2002, p.37). El proceso de capturar acciones del mundo físico se convierte en la obtención de materia prima. Una vez se consiguen estas imágenes, las mismas se componen, alteran y reconfiguran para fusionarse con otras producidas mediante una técnica virtual o en 3D. Esta imagen que hemos tratado en un proceso de postproducción deja de ser una reproducción del mundo para convertirse en una representación real del mismo (Quintana, 2011).

Manovich (2005) afirma que el cine digital es una forma de volver al cine primitivo, a las prácticas manuales de espectacularización. Darley (2002), también considera que este cine, al igual que el primitivo, trata de atraer la atención sobre la imagen prevaleciendo a la narrativa. Este autor, con los musicales de Busby Berkeley, realiza una comparativa de cómo las producciones digitales, al igual que el cine primitivo, atraen al espectador con la espectacularización de la imagen. Pertenecientes a la década de los años 30, estas producciones cuentan con un gran virtuosismo técnico que eclipsa cualquier otro elemento presente, en *42nd Street* (Busby Berkeley, 1933), los juegos de luces, movimientos de cámara imposible y la puesta en escena del escenario y de los intérpretes atrapan toda la atención del espectador. Trata de llamar la atención sobre la imagen y sobre el virtuosismo técnico. Extrapolando esta premisa al cine digital, estas técnicas de procesamiento de imágenes por ordenador han traído con el cine digital cierta “emoción tecnológica”, espectáculo ilusorio en el cine.

La ilusión siempre ha estado presente. El cine es imagen en movimiento y ya eso mismo es un efecto ilusorio. Sin embargo, en el contexto del comienzo del cine digital, las imágenes generadas por ordenador pecaban de saturación. Abusaban de su presencia en los proyectos, sin significado o contenido alguno, por el simple hecho de demostrar el gran virtuosismo tecnológico y estético (García-Ergüín, 2014). En relación a esta premisa, Andrew Darley (2002), afirmaba que el cine digital constituía “vehículos para la exhibición de efectos especiales”. El elemento narrativo perdía protagonismo e importancia y era sustituido por una

mayor estimulación, impacto y asombro que podría producir el tratamiento de la imagen en esta época. Este autor no quería decir que la narración quedase completamente de lado, sino que se encontraba en una competición con el desarrollo tecnológico. Además, afirmaba que esas producciones seguían siendo “formalmente narrativas”, no obstante, este aspecto ya no era la razón principal para que el espectador fuera a verlas.

Actualmente, se siguen consumiendo producciones que emplean estas imágenes. De hecho, las producciones con mayor presupuesto, como las de Hollywood, han incorporado esta tendencia como un medio que está presente en todas sus creaciones, independientemente del género. No es tanto la calidad del resultado final lo que importa en este sentido, ya que se suele priorizar la intención del recurso digital empleado. El hecho de que sean recursos que presenten múltiples posibilidades, provocó sobre todo en sus inicios que existiera un uso desbordado, exagerado y sin sentido de las imágenes generadas por ordenador. Simplemente para demostrar las capacidades tecnológicas y estéticas. Aunque el uso de los recursos de esta forma no aporte significados, este dominio debe tener un sentido narrativo y artístico dentro de la producción. Es decir, debe tener una función más allá de ser un reclamo para las salas, como ocurre con la tecnología estereoscópica 3D (García-Ergüín Maza, 2014).

En el caso del cine 3D, o cine estereoscópico, la ilusión digital “consiste en simular la experiencia perceptiva de la visión binocular a partir de dos imágenes fusionadas en una pantalla plana” (Fajnzylber e Iturriaga, 2014). Se puede pensar que se trata de un avance moderno de hace relativamente poco tiempo. Sin embargo, de una forma u otra, existe desde 1830. “That stereoscopic media have existed in some form or another since the 1830s” (Jones, 2020). Su origen lo encontramos en una técnica anterior a la fotografía, la estereoscopia. El primer dispositivo de observación binocular aparece en 1830. Para Jonathan Crary, investigador en historia de la óptica (2008), las imágenes estereoscópicas proponen la creación de un nuevo paradigma en el que la interacción con la imagen trasciende a la contemplación y prima la inmersión. Aunque el estereoscopio podría haber tenido mucho éxito, terminó desapareciendo de la vida privada y del público, siendo completamente sustituido por la fotografía. Sin embargo, es en la década de 1950 cuando el cine 3D gana popularidad esporádicamente. Se mantiene hasta la actualidad pero no es constante, sino que tiene períodos de predominancia concretos. Aunque anterior a la década de 1950 hubo acercamientos al cine estereoscópico, fue en esta fecha cuando podemos asentar el punto de inicio. En esta época la popularización de la televisión comienza a repercutir en la asistencia

al cine, por lo que los estudios comenzaron a buscar nuevas tecnologías que actúen como reclamo para volver a llenar las salas (Jones, 2020). Por lo tanto, al igual que ocurría con el cine digital, su principal intención es la de ser un reclamo para las salas.

Es cierto que a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, el cine 3D nunca llegó a desaparecer por completo de las salas de cine. Sin embargo, es desde el estreno de *Avatar* en 2009 cuando comienza a presentar más protagonismo que nunca. Las grandes producciones, sobre todo aquellas que cuentan con una gran cantidad de imágenes generadas por ordenador, cuentan con una copia 3D para distribuir. Puede que el formato no haya tenido mucho éxito, pero sí es muy importante para el cine digital, proporcionando novedad estética y comercial (Jones, 2020). De hecho, tal fue la importancia a nivel comercial que en los primeros cuarenta y siete días después del estreno de *Avatar*, la mayoría de los ingresos en taquilla procedían de proyecciones en 3D, por lo que durante unos años, esta tecnología se convirtió en una estrategia para obtener beneficios comerciales. No obstante, no tardó en decaer:

En 2012, el entusiasmo y los resultados de taquilla iniciales del 3D se habían atenuado de manera significativa. Los ingresos de proyecciones en 3D decayeron, y la marca de distinción se diluyó como consecuencia de las reconversiones de mala calidad de películas rodadas en 2D. Sin embargo, la política del 3D rindió excelentes frutos como cuña para forzar la conversión de los multicines que habían sido reticentes. Fue el caballo de Troya de la proyección digital (Bordwell, 2013, pp. 20-21).

El cine 3D se caracteriza por tener dos etapas, en la primera domina el paralaje negativo (*negative parallax*). En esta etapa, el efecto óptico que se produce es como si un objeto o una persona traspasara la pantalla (Paul, 1993). La segunda etapa es de paralaje positivo (*positive parallax*). Con este efecto el espectador percibe la sensación de presencia dentro de la producción mediante la profundidad que genera la imagen tridimensional. Mediante este efecto visual el espectador experimenta la sensación de inmersión, otro de los objetivos de las tecnologías estereoscópicas (Cortés-Selva, 2015). La mezcla de mejoras en la resolución y el gigantismo de la pantalla, además de la propia tecnología 3D, son los elementos que suman a la experiencia inmersiva. Es esta sensación en el espectador la que ha cambiado la percepción del 3D (Letelier, 2013).

Se comentaba anteriormente que el cine digital 3D ha tenido períodos de predominancia intermitentes, esto es debido a que es una tecnología que, aunque emplea técnicas muy sofisticadas, aún no tiene un nivel de compatibilidad con la percepción del espectador. El uso del 3D puede generar problemas que impiden una visualización cómoda de la producción por parte del espectador. Molestias como la fatiga visual, que acentúa los efectos visuales masivos, son un ejemplo de ellas. Otro de los problemas que deriva esta técnica es el desaprovechamiento del 3D cuando se emplea en un proyecto con un guion con poca acción visual y mucho peso narrativo. La tecnología estereoscópica puede provocar diferencias perceptivo-cognitivas a la hora de ver y de comprender la narración de la producción. Si presenta una lectura compleja, el 3D la terminará dificultando. Estos problemas han sido fruto de haber ignorado la diferencia estructural que presenta el cine digital 3D con el cine digital 2D. El cine 3D se ha asimilado de forma forzosa al mundo visual 2D, como si funcionasen bajo la misma concepción de imagen cinematográfica bidimensional (Fajnzyblber e Iturriaga, 2014).

2.3. Cine expandido

El concepto “cine expandido” fue acuñado por Gene Youngblood en *Expanded Cinema* (1970). En este libro, se señalan aquellos cambios que la expansión tecnológica ha producido en el cine, la percepción y la conciencia. El autor en este libro, aplica este concepto a un nuevo cine que se aleja de cualquier forma clásica y se extiende más allá de los límites convencionales. Dejando atrás la sala de cine, con el objetivo de involucrar al espectador de una manera activa y participativa. Le hace pensar, reflexionar y buscarle un sentido a las imágenes (Sabeckis & Vallazza, 2020).

El cine en su historia, desde sus comienzos, ha estado muy relacionado con el auge de la tecnología para perfeccionarse y alcanzar más realismo y verosimilitud. Este planteamiento de cine expandido encuentra su origen en los años sesenta. Fue el cineasta Stan Van Der Beek quien empleó este término por primera vez para referirse a las producciones en las que la pantalla se multiplicaba. Estas producciones modificaban “el lugar de exposición”. También, el lenguaje cinematográfico era distinto al tradicional, en este caso se buscaba una “experiencia sensorial” en la que el espectador no tuviera un solo foco de atención. El objetivo era que se moviera por las distintas imágenes que se proyectaban. Tras esto, Gene

Youngblood en 1970 escribiría por primera vez sobre el concepto. Para él, el auge tecnológico “produciría una revolución cultural permitiendo un acceso más democrático a los medios de comunicación y la liberación del espectador de los medios masivos”. La clave de entender el cine expandido para Gene Youngblood pasaba por relacionar el concepto como la manera de la expansión de conciencia a través de la expansión tecnológica. Entonces, el cine expandido incluiría las producciones que no se encuentran dentro de un canon comercial ni convencional, huye de todo esto y busca una experiencia enriquecedora. Desde esta década comienzan a surgir propuestas artísticas que se pueden considerar cine expandido. Sin embargo, a medida que evolucionan y se desarrollan los avances tecnológicos, el cine expandido encuentra más oportunidades de producción. En el siglo XXI, los avances tecnológicos continúan presentes, cada vez tienen más importancia y amenazan con “la continuidad de la industria cinematográfica tal y como fue concebida por los pioneros hace ya un siglo”. Los avances tecnológicos desde comienzos del siglo XXI han sido muy notables. Han realizado modificaciones tanto en la vida cotidiana como en las formas de producir contenidos audiovisuales. Además, los nuevos dispositivos “modifican los hábitos de los espectadores”. Pueden consumir cualquier contenido dónde y cuando deseen con su dispositivo particular, sin necesidad de ir a una sala de cine. Es en este contexto de mayor avance tecnológico en el que gana fuerza el concepto de expansión. “La idea de un cine que va más allá de la pantalla, que expanda sus posibilidades de proyección” y que modifique la manera en la que el espectador lo percibe, gana fuerza con mayor intensidad. También busca la combinación con otras artes, proporcionando una experiencia estética en la que el espectador tenga un rol participativo y de interacción con la obra (Massara et al., 2018).

Se puede considerar el cine expandido casi como una modalidad artística. Aunque surge como una manifestación marginal en la década de los sesenta. En la actualidad, gracias al desarrollo tecnológico, está muy normalizado y presente, sobre todo en exposiciones, exhibiciones artísticas y museos (Sabeckis & Vallazza, 2020).

2.4. Conceptos clave: Inmersión, Gamificación e Interactividad

Como se ha puntualizado anteriormente, la inmersión es una sensación a la que toda tecnología pretende llegar para afianzar al espectador en la producción en cuestión.

Pero, ¿qué quiere decir el término inmersión? Según la segunda acepción de la RAE, inmersión significa “acción de introducir o introducirse plenamente en un ambiente determinado”. Algunos investigadores como Turkle (1997) afirman que es aquello que se produce cuando una persona deja de percibir de forma nítida su medio natural al concentrar toda su atención en un objeto, narración, imagen o idea que lo integra en un nuevo medio artificial. Este proceso es completamente consciente, en todo momento un espectador tiene conocimiento de que la situación artificial en la que se ha sumergido no es real y en cualquier instante se puede pausar o puede salir de la misma (Ryan, 2004). Estos ideales inmersivos han estado presentes desde los orígenes del cine. Además, tras la presencia en este medio, otros dispositivos tecnológicos se han terminado lanzando a este proceso inmersivo (Holmberg, 2003).

El cine es un medio inmersivo ya que tiene la capacidad de reubicar al espectador en determinadas narrativas y acciones. A pesar de ello, se puede establecer una distinción en cuanto a diferentes formas de desarrollar esa inmersión. Algunas formas son físicas o corpóreas, en la que se implica el movimiento del espectador por la imagen. Mientras que otras, son incorpóreas o estáticas. En estas, el cuerpo se encuentra en un estado de descanso físico, el movimiento está en la pantalla y en las otras múltiples tecnologías que favorecen la inmersión (Luri, 2023). La inmersión física se produce por la vista, el oído, y muchas veces por el tacto. El espectador de forma virtual y mediante un avatar está presente en un espacio sintético creado mediante captura de movimiento o cámaras 3D. En este tipo de inmersión, la implicación del espectador es fundamental para que funcione. Por otro lado, la inmersión estática, incorpórea o cognoscitiva funciona con una ilusión de presencia, una “ilusión de participación, de sentirse parte de un universo diegético, gracias al conjunto de una serie de estrategias narrativas, estilísticas y tecnológicas características del formato” (Belton, 1992). A medida que el cine ha ido evolucionando, se han ido desarrollando nuevas técnicas y tecnologías que favorecen e incrementan el desarrollo de la sensación de inmersión cognoscitiva en el espectador, tanto a nivel de grabación con movimientos de cámara y aspectos de iluminación, como en relación al formato de pantalla y las condiciones de visualización. En ambas formas el cuerpo está inserto en la imagen y es la misma la que mediante sus sentidos guía al cuerpo. Por lo tanto, no debemos buscar diferencias entre estos distintos sistemas de inmersión, “hay que partir de que en todo tipo de experiencia cinematográfica el cuerpo viaja virtualmente” (Luri, 2023).

El origen de todo se remonta al nacimiento de la exhibición cinematográfica, con ella aparece la pantalla, el formato e incluso la audiencia. Todo de manera bastante primitiva pero que asienta las bases del triángulo inmersivo. Desde los comienzos del cinematógrafo, el espectador se vuelve testigo de cómo los elementos que configuran el triángulo inmersivo evolucionan, por ejemplo:

El espectador, que en 1894, visionaba un cortometraje en bucle a través de un orificio, en una sala de Kinetoscopios, tendría una percepción muy distinta, doce años después, convertido en parte de la audiencia de un Nickelodeon visionando cortometrajes proyectados en una pantalla plana colocada en una pared. (Cortés-Selva, 2015, pg. 356).

De hecho, fueron en estas primitivas salas de proyección dónde los espectadores encontraron la sensación de inmersión, la manera de “viajar virtualmente a través de la imagen” (Luri, 2023, pg. 97). Al igual que ocurrió con el origen del cine 3D, la década de los años cincuenta fue determinante para el desarrollo de nuevas tecnologías que perfeccionaron el formato. Debido a la popularización de la televisión se había perdido mucha audiencia. Esta serie de mejoras técnicas y tecnológicas que se realizaron en torno a esta década no sólo se limitaron al cine 3D cómo se comentó en el epígrafe anterior, sino que también hicieron especial hincapié en formatos, pantallas y cualquier otro elemento dentro del triángulo inmersivo. Uno de los avances en cuanto a formato que aparece en esta etapa es el Cinerama, un formato de pantalla panorámica que emplea tres proyectores para ofrecer una imagen de dimensiones mucho mayores. La pantalla sobre la que se realiza la proyección es cóncava y permite una visión periférica del espectador. Este formato junto a la perspectiva, profundidad de campo y movimientos de cámara, ayuda a mejorar la inmersión del espectador. Realmente, el Cinerama es una manera de espectacularizar la experiencia mediante una manera de tridimensionalizar una película que es plana. Otro avance que aparece en esta década es la experiencia IMAX, cuenta con formatos de pantalla mucho mayores que las convencionales, las imágenes resultantes presentan gran calidad y espectacularidad. (Cortés-Selva, 2015).

Estos formatos inmersivos que aparecen en la década de los cincuenta, continúan siendo de tipo estático, el espectador sigue sin integrarse en la acción de la película de manera física. En esta última década también han surgido formatos para incentivar la asistencia a salas mediante la sensación de inmersión, por ejemplo, el cine 4D. Sí que es cierto que el cine 4D complementa esta inmersión en sala implicando al espectador de forma física. Ante la gran

pantalla, la butaca se mueve y vibra dependiendo de la acción narrativa. Además, el espectador puede entrar en contacto con elementos relacionados con la producción que se expulsan a la sala, como agua, niebla o burbujas. Esta experiencia comenzó en los parques de atracciones hasta que se ha incluido en salas de cine específicas como reclamo inmersivo a una experiencia cinematográfica. Sin embargo, no es necesario recurrir al cine 4D, “la movilidad del espectador está sufriendo recientes transformaciones con el apoyo de la interactividad y la navegabilidad de nuevos dispositivos y entornos virtuales, narrativas que ofrecen al usuario la autonomía de movimiento” (Luri, 2023). El cine 3D puede ser un ejemplo, tiene la capacidad de provocar interacción física, el espectador aunque sigue sentado se mueve en su butaca al reaccionar e intentar interactuar con los objetos tridimensionales que aparecen en la pantalla, completamente sumergido en el universo de la película. Además, este cine no necesita modificar ni el formato ni el tamaño de la pantalla para ser funcional, la inmersión es producida mediante los efectos ópticos del sistema junto con el uso de gafas especiales que hacen que el espectador pueda diferenciar el relieve que se produce (Cortés-Selva, 2015). Además de estas tecnologías capaces de desarrollar formatos inmersivos, se analizan otros formatos que van un paso más allá, no solo tienen la capacidad de sumergir al espectador en el mundo ficcional en cuestión, si no que el mismo puede interactuar y tomar cualquier decisión sobre la trama narrativa.

El concepto gamificación es bastante reciente. En 2008 fue cuando se usó por primera vez. Brett Terrill en un blog propio lo acuñó como “el hecho de tomar la mecánica de un juego y aplicarla a otras propiedades para aumentar el compromiso” (Suárez, 2020). Este término evoluciona años más tarde señalando qué:

La gamificación es una técnica, un método y una estrategia a la vez. Parte del conocimiento de los elementos que hacen atractivos a los juegos e identifica, dentro de una actividad, tarea o mensaje determinado, en un entorno de no juego, aquellos aspectos susceptibles de ser convertidos en juego o dinámicas lúdicas. Todo ello para conseguir una vinculación especial con los usuarios, incentivar un cambio de comportamiento o transmitir un mensaje o contenido. Es decir, crear una experiencia significativa y motivadora” (Marín y Hierro, 2013).

En relación a esto, “el cine [...] no podía ser ajeno a un elemento fundamental en las relaciones humanas como es el juego” (Suárez, 2020). En muchas producciones aparece como recurso narrativo o cinematográfico, sin embargo, desde el nacimiento del cine y, en

búsqueda de una nueva experiencia cinematográfica e inmersiva y envolvente, se ha ido desarrollando un formato de audiovisual interactivo en el que el espectador tiene toda posibilidad de elección sobre la trama (Herrero, 2016). Para estos formatos interactivos, la narración tradicional debe cambiar de forma, hacia una narración interactiva:

En la narrativa tradicional, las historias están clausuradas, son de estructura estable y están organizadas por un narrador, quien dispone el modo de acceso a la obra. En la narrativa interactiva, por el contrario, los contenidos permanecen abiertos y, en gran medida, dependen de las propias elecciones del usuario, las estructuras no están predeterminadas, sino que las genera el propio usuario con su navegación que, a la vez, es el nuevo modo de enunciación. (Orihuela, 1997).

El término cine interactivo, al igual que ocurre con el término “gamificación” se acuñó en 2008. Su función se define como “estructuras hiper narrativas, interacción y diseño audiovisual que deben gestionar los problemas de atención en dividida multitarea que estos constructos engendran y, lo que es más importante, utilizar esta multitarea para mejorar en lugar de reducir el compromiso” (Shaul, 2008). Es decir, busca conseguir un mayor compromiso con el espectador mediante una serie de tareas dentro de la propia narración.

La primera película que podemos considerar cine interactivo fue *Kimoautomat*. Se realizó en 1967 como atracción en el pabellón de Checoslovaquia de la Expo'67 en Montreal. En esta película, cuando la acción se detenía, un moderador aparecía en el escenario y le pedía a la audiencia que hiciera una elección entre dos escenas mediante un sistema de votaciones. Este sistema fue perfeccionándose con el tiempo, incluyendo botones de distinto color en las butacas o mediante joysticks. Las experiencias de cine interactivo en gran pantalla no obtenían buen resultado, en 1995 se estrenó *Mr. Payback: An interactive Movie*, de ella el público quedó bastante descontento, decepcionado y fue considerada la peor película del año. El formato fue evolucionando, cada vez era un producto mucho más híbrido entre cine interactivo y videojuego. Paralelamente al desarrollo y evolución del formato, aparecen otros productos interactivos para consumir en otro tipo de dispositivos cotidianos como los documentales interactivos o los webdocs (Herrero, 2016).

Es innegable que la forma de consumo de las audiencias ha cambiado a lo largo de la historia del cine, por lo que también se han alterado los modos de producción, principalmente con la competitividad de las plataformas de *streaming*. (Lopera et al., 2023).

En el contexto del cine interactivo actual, que se desarrollará más adelante, y de acuerdo con la anterior cita, la experiencia y la interacción varía en función del formato de la producción, depende de si es una película destinada para ver en conjunto en sala o para ver de forma individual, si es una experiencia colectiva o aislada. Aunque no existe aún una forma estandarizada de cine interactivo, se ha creado una interactividad específica para cada producción, en parte gracias a las posibilidades que han ido dando las nuevas tecnologías. (Herrero, 2016).

Al fin y al cabo, gracias a las nuevas tecnologías, técnicas, formatos y dispositivos, el cine interactivo tiene la capacidad de manifestarse de muchas formas distintas y de ofrecer experiencias similares pero enormemente diferenciadas, “el abanico de posibilidades es muy amplio e inimaginable, el cine interactivo está ligado a las nuevas tecnologías, por lo que cualquier nuevo dispositivo, programa o aplicación puede dar nuevas formas de expresión y nuevas formas de cine” (Herrero, 2016).

3. OBJETO DE ESTUDIO, OBJETIVOS Y DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Objeto de estudio

El objeto de estudio de esta investigación son algunas de las nuevas técnicas y nuevos formatos presentes en la producción de contenido audiovisual.

3.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es, mediante una exploración eminentemente teórica, realizar una revisión bibliográfica sobre algunas de las principales tecnologías, técnicas y formatos que han participado en el proceso productivo audiovisual desde el estreno de *Avatar* (James Cameron, 2009), hasta la actualidad. Esta película ha sido seleccionada como inicio

del marco temporal debido a la repercusión que tuvo a nivel de innovación tecnológica su estreno.

El objetivo secundario consiste en aplicar esa base teórica que se ha expuesto en cada avance tecnológico en una producción audiovisual, elegida mediante muestreo por conveniencia dentro de un marco temporal establecido entre el 2009 y la actualidad. También, debe ser una producción en la que la innovación en cuestión tenga un protagonismo importante y destacable.

3.3. Metodología

Se ha realizado una revisión bibliográfica en la que se han seleccionado una serie de avances tecnológicos, que forman parte del sistema productivo audiovisual. Las distintas tecnologías han sido estructuradas en dos apartados, cada uno compuesto por determinados epígrafes. En el desarrollo de cada epígrafe, se realiza una contextualización o presentación bibliográfica de la técnica o formato que se esté analizando. Una vez quede suficientemente elaborada, se ejemplifica cada caso con alguna producción audiovisual en la que el avance tenga una notable importancia. El muestreo para la elección de ejemplos ilustrativos se ha realizado por conveniencia, escogiendo aquellos casos que permitieran realizar un análisis en profundidad del avance analizado en concreto. En algunos casos se recurrirá a *Avatar: el sentido del agua* (*Avatar: The way of water*, James Cameron, 2022) para realizar un recorrido cíclico entre *Avatar* (James Cameron, 2009) y su secuela. Se realizará una investigación de carácter cualitativo en la que, en primer lugar, se analizarán los datos bibliográficos de cada avance tecnológico. Posteriormente se realiza una ejemplificación con producciones audiovisuales en las que dicho avance ha sido llevado a cabo. Dentro de los dos apartados en los que se divide este trabajo, en primer lugar, se encuentran las nuevas técnicas de producción que han aparecido a raíz de la expansión tecnológica en el sector audiovisual. Este apartado, está ordenado por orden cronológico, por orden de aparición del avance. Además, la mayoría de los casos guardan relación con su antecesor y sucesor. En segunda instancia, se encuentran los nuevos formatos y estéticas que han aparecido derivados también de un desarrollo tecnológico. Este apartado no mantiene un orden cronológico como en el caso contrario, el orden se ha realizado partiendo desde la base, que es la presentación de la estética de los nuevos formatos audiovisuales por influencias de nuevos dispositivos. Después, se desarrollan otros aspectos derivados de la influencia de los nuevos dispositivos tecnológicos

en las producciones audiovisuales. De manera que, estos epígrafes también guardan relación entre ellos.

3.4. Limitaciones

Debido a cuestiones de tiempo, extensión y carácter del propio trabajo, esta exploración no presenta todos los avances tecnológicos presentes en la actualidad. Se ha limitado a realizar una revisión de aquellos cuyo uso está más expandido y presente en producciones audiovisuales. Igual ocurre con los distintos métodos de realizar un mismo avance o formato, muchos se han nombrado o se ha aportado una leve definición, pero es el central en el que se ha hecho especial hincapié. Dejando atrás información muy valiosa con vistas a ser retomada en una investigación posterior.

Una de las complejidades que presenta este trabajo, es la dificultad a la hora de establecer los límites entre tecnología, técnica y formato. Los cuales de por sí, suelen ser en ocasiones difusos o confusos. En muchos casos si se tiene una visión clara del epígrafe, pero en otros es más complejo etiquetarlo. De hecho, hay epígrafes en los que los avances a analizar pueden ser ambas cuestiones, o incluso las tres. También, muchos aspectos de distintos avances están interrelacionados en el proceso productivo. De manera que, su análisis mantiene sinergias con otros epígrafes anteriores o posteriores. No obstante, el orden del trabajo ha sido diseñado teniendo en cuenta este último aspecto y todo lo que se necesita saber para comprender el desarrollo de un avance se ha visto antes, o es el siguiente punto a desarrollar.

4. NUEVAS TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

4.1. Personajes, ambientes y recreaciones en 3D

El estreno de *Avatar* (James Cameron) en 2009, significó “la primera película en la que los paisajes no han sido fotografiados, sino creados digitalmente en su totalidad, es un paraíso cibernético”. El material filmado se trata mediante distintos procesos, en los que pasa de ser

una potente materia prima, a una imagen híbrida compuesta por imágenes reales y otras imágenes cuyo origen ha sido generado de forma sintética por ordenador (Quintana, 2011). Estas imágenes generadas por *software* se pueden integrar tanto en forma de efectos, como ambientes o personajes. Además, presenta un verdadero y amplio abanico de posibilidades y de representaciones (Trucco, 2020).

Shilo McClean (2007), en *Digital storytelling. The narrative power of visual effects in film*, realiza una reflexión sobre las *computer generated images* y las clasifica dependiendo de su función práctica. Habla en primer lugar de las “imágenes invisibles”, cuya presencia es indetectable ante los ojos del espectador. Los espectadores no pueden sospechar de su presencia en ningún momento, la imagen producida debe pasar desapercibida, pero para ello, tiene que representar algo real; en segundo lugar, distingue las “imágenes fluidas o sin costuras”. Al igual que ocurría en el caso anterior, son imágenes que deben pasar desapercibidas, sin embargo, pueden llegar a representar cualquier motivo físicamente imposible, por lo que se terminan detectando; el siguiente tipo de imagen que clasifica recibe el nombre de “imagen documental”. Son efectos digitales que se integran de forma directa en la película con el fin de realizar un apoyo gráfico e informativo sobre una cuestión en concreto; define como “imágenes exageradas” aquellas que, como su propio nombre indica, exageran el resultado hasta tal punto de encontrarse a medio camino entre una imagen real o una imagen fantástica; en este caso, las “imágenes fantásticas” son aquellas que nos muestran seres y ambientes que no son reales pero que aún así tienen sentido dentro del mundo diegético donde están enmarcadas y, por lo tanto, verosímiles; y por último, las “imágenes surrealistas” se emplean como refuerzo narrativo para enfatizar momentos metafóricos o en relación a un sentimiento o percepción del personaje.

Como apoyo o como complemento a esta clasificación de Shilo McClean, Samuel Viñolo Locuviche y Jaume Duran Castells (2013) en “Entre lo siniestro y lo subversivo. Categorías estéticas del cine de animación híbrido”, realizan una nueva clasificación en la que conceptualizan las distintas relaciones entre imágenes reales e imágenes generadas por ordenador. La primera relación que establecen recibe el nombre de “disgregación”. En este caso, las imágenes reales conviven con las imágenes digitales pero no interactúan entre ellas, son independientes; la primera relación en la que sí hay interacción ha sido acuñada como “colaboración irrealista”. La imagen que se obtiene como resultado está formada por capas diferenciadas de imágenes reales y digitales que no terminan de fusionarse, por lo que el

resultado no termina de ser lo suficientemente realista; no es el caso de la “colaboración fotorrealista” en la que las distintas capas sí que presentan unión entre ellas y además hay interacción física; por último, distinguen la “colaboración ambiental” que es idéntica a la anterior, salvo que la unión pasa completamente desapercibida por el espectador, produciendo un efecto más ambiental que de puro protagonismo.

Para la creación de personajes CGI. Una vez se ha realizado de manera previa trabajos de concepto visual, distintos bocetos y pruebas de diseño, se modelan los personajes empleando algún *software* dedicado para ello, como puede ser *Maya*, *Blender*, o *Zbrush*. El desarrollo de los personajes se lleva a cabo mediante una composición formada por la unión y transformación de polígonos 3D y una maya que ayuda a conseguir la forma que se desea (Hudson, 2014). El *rigging* es el paso más importante para la creación de personajes. Es la técnica mediante la que se animan a los mismos, una manera de “crear huesos” que permiten el movimiento de los objetos 3D. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no solo se tienen que mover las articulaciones, para generar un mayor grado de realismo, hay que colocar estos “huesos” en cualquier parte que se quiera animar, como por ejemplo pelo, o los ojos. Una vez que los personajes están modelados y animados continúan estando incompletos, en forma de polígono 3D animado. Para completar el proceso de creación, debemos añadir una textura, una capa que actúe como piel, que se asemeje a la real, u otra con el fin de aplicar una estética que pretendamos darle. Esto es lo que le aporta verosimilitud al personaje o criatura (Morales Izquierdo, 2018).

Un buen ejemplo de análisis es *Alicia en el país de las maravillas* (*Alice in Wonderland*, Tim Burton, 2010). Esta producción presenta tanto ambientación como personajes realizados en CGI, de hecho, “cada plano de la película está completamente transformado en el ordenador” (Quintana, 2011). Lev Manovich en *El software toma el mando* (2013), también señala esta película como un ejemplo de práctica de grabar grandes partes del material con vistas a usar elementos digitales como el entorno y los personajes.

Alicia en el país de las maravillas empieza situando la acción y al personaje principal en el mundo real. Estas secuencias realmente emplean poco tratamiento digital, a excepción de la aparición del conejo en los jardines del palacio. Sin embargo, en el momento que Alicia cae por la madriguera y llega al país de las maravillas, también lo hace “al país de las imágenes generadas por ordenador”. Las primeras criaturas con las que Alicia tiene contacto son

creaciones completamente digitales. Animales como el conejo blanco, el gato Cheshire o el lirón, han sido desarrollados en su totalidad por tecnología digital. A la hora de situarlos en el set de rodaje, en algunos casos, se empleaban siluetas verdes para tener una referencia exacta de los mismos; para tener en cuenta la ley de la mirada de los actores, se usaba una cabeza simulando la del personaje que un operario sujetaba. Cuando estos personajes sintéticos interactúan con un personaje real hasta el punto de tener contacto físico, era un intérprete especializado quien realizaba esta acción, empleando un mono verde para que después mediante *chroma* pudiera ser eliminado y la acción fuera integrada en la animación del personaje virtual. El ejemplo más claro en esta película lo situamos en la escena en la que el gato le anuda una venda al brazo a Alicia, como se puede ver entre el minuto [1:00 - 1:05] del vídeo adjuntado². En el mismo vídeo, se ve cómo la producción emplea el mismo recurso, en este caso con una interacción entre la reina blanca y el perro [1:34 - 1:36] , utilizando en lugar de un actor especialista, una estructura cubierta por una tela verde *chroma* simulando el cuerpo del perro.

Así mismo, emplea esta técnica a la hora de representar los personajes de pequeño tamaño, o aquellos mayores que son animales o no presentan rasgos humanos. No obstante, por regla general y para representar personajes de mayor tamaño, sí que utiliza actores reales para su interpretación. Este es el caso de los gemelos Tweedledum y Tweedledee, aunque la mayor parte de estos personajes ha sido desarrollada en CGI, las expresiones faciales y los rostros pertenecen al actor que los interpretó. En el vídeo citado en la página anterior, se puede ver cómo en el rodaje del material, el actor Matt Lucas estaba presente. Llevaba un traje verde *chroma* simulando el cuerpo del personaje, en postproducción se integraba su rostro en el personaje realizado en CGI. De manera que, el resultado final presentaba más naturalidad.

En el tercer grupo, encontramos a los personajes cuya existencia no necesita emplear CGI. Es el caso de Alicia y de aquellos otros personajes que tienen apariencia humana. A pesar de esto, la producción termina recurriendo al CGI para determinadas escenas o detalles de los mismos. Por ejemplo, el sombrerero loco aunque es interpretado en su totalidad por Jhonny Deep, experimenta un proceso de digitalización que modifica el tamaño de sus ojos y el color de sus pupilas en función de su estado anímico. Por otro lado, la reina de corazones, también presenta modificaciones en el tamaño de su cabeza, siendo mucho más grande de lo normal.

² *Making of CGI Alicia en el país de las maravillas*: <https://youtu.be/0K7FELnVpZw>

Concretamente en el caso de Alicia, las manipulaciones por CGI están presentes en las escenas en las que cambia de tamaño. Alicia, al tomar la bebida reduce su tamaño, al tomar el pastel, crece. Para producir este efecto visual, además de un movimiento de cámara y jugar con las perspectivas entre personaje y espacio, el elemento que termina de aportar verosimilitud es que el vestido continúa con su tamaño natural. Para ello, el material rodado en el que Mia Wasikowska (Alicia) realiza la acción con un traje verde *chroma*, se integra en una composición 3D del vestido que realiza el movimiento natural del mismo. Para integrar a la actriz, se emplea la misma técnica que se usaba con los gemelos, el rostro queda integrado en un personaje 3D que se reduce simulando el movimiento del cuerpo. Uno de los aspectos más destacables y llamativos de esta película es precisamente esto, los juegos de tamaños y perspectivas entre distintos personajes. En el anterior vídeo referenciado, se observa como aún emplea técnicas muy manuales, como la construcción de elementos motorizados u otras estructuras con las que los actores interactúan y después quedan integrados en la composición final digitalizada. Entre el minuto [1:12 - 1:16] del anterior vídeo citado, se pueden analizar dos casos concretos. En el primero de ellos, Alicia se integra mediante CGI. Mientras que en el segundo, ha sido incrustada mediante *chroma* directamente al plano grabado del sombrerero. La actriz interactúa con una estructura mecánica que imita la forma y los movimientos del propio sombrero, de manera que la integración se hace en base a esa estructura como referencia.

Doce años después, en *Avatar: el sentido del agua* (*Avatar: The way of water*, James Cameron, 2022), se puede observar cómo muchas técnicas de creación de personajes son similares a las vistas en el caso de *Alicia en el país de las maravillas*, pero han pasado por un gran proceso de evolución. En primer lugar, y realizando una comparativa con el análisis de la película anterior, se observa cómo todos los personajes y criaturas han sido elaboradas mediante alguna técnica de modelado por CGI. Todos los personajes han sido realizados mediante esta técnica, incluso cuando eran actores reales quienes los interpretaban. En cuanto a los protagonistas, y al igual que ocurre con los gemelos de *Alicia en el país de las maravillas*, empleaban un traje especial para después incrustarse en su personaje creado por polígonos, en este caso un traje de captura de movimiento. Al igual que en *Alicia en el país de las maravillas*, también se empleaban estructuras mecanizadas para que la captura de movimiento fuera más orgánica. También, los objetos con los que interactúan los personajes tienen sensores de movimiento para ser sustituidos por uno desarrollado en CGI. Otra coincidencia que encontramos en ambas películas es el juego de tamaños y perspectivas. En

relación a esto, contamos con la presencia de Miles Quaritch Jr., personaje de apariencia humana que está en contacto permanente con criaturas de Pandora mucho más grandes que él. En el siguiente vídeo de referencia³, entre el minuto [5:50 - 5:53] se puede ver como para la grabación de su material se empleó una forma de rodaje mucho más similar a las de *Alicia en el país de las maravillas*, el actor caracterizado interactuando con actores especialistas cubiertos con un traje de *chroma*, y en *sets* de rodaje compuestos por cicloramas verdes o azules, para posteriormente incrustar sobre ellos cualquier ambiente o personaje necesario. Este personaje es la excepción, de hecho, cuando tiene que interactuar con otros actores que interpretan a *Na'vis* se utiliza la misma técnica.

En relación a los ambientes y recreaciones generados mediante CGI. Esta tecnología permite, en el sentido de los espacios, contar con múltiples posibilidades para todas las producciones; es decir, cualquier universo que se quiera representar va a ser posible, incluso aquellos que se idearon para ser representados en otros formatos como los videojuegos o las novelas gráficas. De esta manera, e integrando estos ambientes CGI junto con las tomas reales, es también cómo se generan nuevas estéticas fruto de esta mezcla (Arenas Beltrán, 2014).

El proceso de trabajo es bastante similar al de la creación de un personaje. El mismo desarrollo se lleva a cabo cuando estamos elaborando un escenario para una película o serie. En primer lugar, se realiza el diseño artístico desde el que se parte como base. Después, para la elaboración del escenario, mediante las mismas técnicas e incluso programas que en el caso de los personajes, se modelan los objetos y cualquier elemento que compone el entorno. Es la misma técnica, modelado mediante la elaboración de polígonos. Una vez estos elementos están hechos, le añadimos la textura, la iluminación general y finalmente, el encuadre de plano de la cámara virtual que nos dará el resultado final que se insertará en la producción final.

Alicia en el país de las maravillas empleó esta tecnología para construir los ambientes en los que ocurre prácticamente toda la acción de la película. La gran mayoría de las tomas se grabaron con un *chroma* verde de fondo, para posteriormente introducir el escenario deseado. En el vídeo referenciado al pie de página ⁴, se puede ver entre el [0:00 - 0:15] de forma casi completa la elaboración de una de las escenas más icónicas de la película. Se trata

³ *Making of CGI Avatar: el sentido del agua* <https://youtu.be/Ar-czrHrIEg>

⁴ *Making of CGI Alicia en el país de las maravillas* <https://youtu.be/0K7FELnVpZw>

de la caída de Alicia por la madriguera de conejo que da paso al país de las maravillas. En primer lugar, aparece el resultado final, posteriormente da paso al proceso de grabación del material del plano, en el que la actriz interactúa con un escenario compuesto completamente por objetos forrados de *chroma* verde para integrar el *render 3D*; el siguiente plano que aparece en el vídeo es una versión cruda del resultado final de la escena, en la que empieza a ganar forma la composición. En esta composición aparecen todos los elementos presentes en el resultado final, a falta del texturizado y de la integración de la actriz, ya que para realizar el movimiento de cámara virtual o *matchmoving*, se empleó una réplica 3D del personaje simulando la acción. Sin embargo, no siempre todo es completamente digital, como se puede ver en el mismo vídeo, entre el segundo [0:23 - 0:26] vemos mediante pantalla partida cómo la actriz baja por unas escaleras que se encuentran en el set de rodaje y que pertenece a la ambientación de la imagen final. En este caso, la dificultad reside en que los elementos ambientales físicos construidos concuerden estética y estilísticamente con los producidos mediante CGI. En el caso de tener que representar una ambientación o recreación mucho más maximalista, emplea una composición en distintas capas. En esta película se puede analizar un gran plano general del palacio de la reina de corazones. Las distintas partes del escenario se incrustan por separado, en el vídeo referenciado encontramos un ejemplo de lo mismo entre el [1:46 - 1:51], la composición final se construye mediante distintas capas, de manera que las distintas estructuras del palacio, el paisaje de fondo y todos los personajes animados o incrustados en *chroma*, en su conjunto forman el resultado final del plano, pero han sido producidos por separado.

Avatar: el sentido del agua, presentaba una mayor libertad a la hora de realizar los escenarios en CGI. Para esta producción no se empleaba el uso del *chroma* para integrar los escenarios virtuales. El movimiento de los actores se capturaba en *mocap*, de manera que el escenario no estaba limitado en ese sentido. Esto permite tener mucha más libertad creativa en cuanto al CGI. El hecho de no depender de una imagen real para integrar con el escenario, sino de un personaje animado mediante movimiento real, provoca que los escenarios no estén a expensas de las limitaciones de un *set* de rodaje. De hecho, en comparación con los escenarios de *Alicia en el país de las maravillas*, los de *Avatar: el sentido del agua* son colosales. Además, para esta producción, mediante CGI han tenido que desarrollar un ecosistema marino completo. El resultado presenta una total diversidad de criaturas y de vegetación que consiguen una estética bastante realista. Independientemente de todo esto, para conseguir una apariencia lo más verosímil posible, para la producción de esta película se

desarrolló un nuevo *software* para “cubrir las necesidades de esta producción”. Como se comenta y se puede ver entre los minutos [8:20 - 11:20] de este vídeo⁵, desarrollaron un motor de físicas para simular el contacto del agua con cualquier superficie, tanto a gran escala como a pequeña. En el plano que se ve en ese fragmento, las partículas de agua entran en contacto con el personaje CGI, salpica y muestra una textura hiperrealista. No sólo el agua, cualquier física de movimiento se realizó mediante ese *software*. De manera que, el ambiente queda mucho más integrado en el espacio y con los personajes. La gran mayoría de planos de esta producción son completos en CGI. En la película hay movimientos de cámara completamente aéreos o submarinos, a grandes velocidades e imposibles de realizar mediante *mocap*. Entre los minutos [18:25 - 20:00] se analiza uno de estos planos que aunque mantenían algo grabado, el 95% era digital. En este caso, incluso sustituyeron los brazos y las piernas del actor real por una composición CGI para conseguir el resultado deseado. Igualmente, la estética del CGI es hiperrealista. Por lo tanto, no extraña al espectador ver este tipo de planos completamente digitales.

4.2. Motion Capture

La técnica del *motion capture* (*mocap*) puede ser una de las más curiosas dentro de las tecnologías digitales presentes en las nuevas producciones audiovisuales. Esta técnica, mediante una captura del movimiento de actores reales, aporta realismo y naturalidad a los personajes y criaturas que han sido creados en CGI. Su objetivo, es buscar un “movimiento biológico reconocible por los espectadores”. Este escenario propicia una integración de los rasgos físicos humanos en un entorno completamente virtual. De manera que, elimina “la línea que separa el espacio sintético del espacio real” (Dimitriadis, 2020). Ángel Quintana, también comentaba sobre esta práctica en “*Después del cine, imagen y realidad en la era digital*”. En este libro, comenta que el cuerpo digital o artificial tiene tanto poder que es capaz de usurpar la presencia del cuerpo real. Piensa que los “actores del futuro serán las criaturas generadas mediante el uso del ordenador, seres virtuales que irán sumando atributos humanos de forma progresiva” (2011). A pesar de mostrar una opinión un tan negativa o contraria, consideraba que en esta práctica reside gran parte del éxito de estas nuevas producciones:

⁵ Vídeo explicativo sobre el CGI de simulación de físicas empleado en *Avatar: el sentido del agua*
<https://youtu.be/c4Gd0bR2kb4>

La unión entre la épica de las masas cibernéticas y la simulación de los gestos humanos dentro de un entorno artificial se ha convertido en la clave de una propuesta que ha propiciado algunos de los principales modelos de la épica visual del cine de espectáculo. (Quintana, 2011).

Aunque el origen de la técnica del motion capture se encuentra en aplicaciones científicas relacionadas con la fotografía. En el sector audiovisual, consideramos como su predecesor a la rotoscopia. Es una tecnología similar al actual mocap, pero en este caso, la animación no es digital, sino física. La rotoscopia empleaba imágenes grabadas que se proyectaban sobre un tablero de dibujo. Cambiaba fotograma a fotograma y los dibujantes usaban la actuación de los actores como guía sobre la que dibujar el personaje animado. Aunque la rotoscopia parece un proceso desfasado y de baja capacidad tecnológica, la intención es la misma que la del mocap. En ambos casos, se intenta capturar el movimiento, la postura y la fisionomía de un actor o actriz, para transferirlo a una pantalla. La idea de la que se parte es la misma en ambos casos, “el movimiento de un personaje suele ser más suave y realista si se traza a partir de un modelo vivo” (Dimitriadis, 2020).

Partiendo de la rotoscopia como punto de inicio, esta técnica se ha ido perfeccionando y ha evolucionado a lo largo de los años. De hecho, presenta distintas tecnologías para la realización de esta técnica. En primer lugar, comentar la menos conocida, los sistemas acústicos. Esta tecnología funciona mediante el uso de transmisores de sonido y sus respectivos receptores. En las articulaciones del intérprete, se coloca un transmisor de sonido, los receptores se colocan en un punto de recepción. Para empezar con el rastreo de movimiento, se activan los emisores de sonido secuencialmente. En este momento, comienzan a emitirse unas frecuencias determinadas que captan los receptores en el punto que se encuentran. De esta manera, los receptores calculan la posición de cada transmisor. Para ello, tienen en cuenta el intervalo de tiempo entre la emisión y la recepción del sonido, la velocidad del viaje del sonido en el ambiente, y la distancia que recorre el ruido. La posición 3D de cada uno se calcula mediante las distancias entre los transmisores y el receptor. Realizar la técnica de esta manera ocasiona muchos problemas, como no obtener una descripción correcta de determinados datos, reducir la libertad de movimiento de los intérpretes, debido al sistema de cables que conectan los transmisores; y finalmente, el hecho de que cuenten con una cantidad reducida de transmisores, puede provocar que cualquier ruido ambiente ocasione una interferencia que haga fracasar el rastreo de movimiento.

Debido a esto, esta técnica es una opción de último recurso (Gabai & Primo, 2008). En segundo lugar, los sistemas mecánicos. Este proceso, en lugar de colocar transmisores de sonido en las articulaciones, coloca potenciómetros y *sliders*, que conectados a un equipo permiten ver su posición. Aunque es un sistema bastante arcaico y simple, presenta ventajas sobre el anterior. Por ejemplo, su interfaz es tan similar a los sistemas de stop motion que no ocasiona problemas en su uso, ya que los profesionales de la industria lo conocen. Además, no se puede producir ninguna interferencia durante su uso y tampoco necesita mucha preparación previa. Este sistema, aunque resulta un tanto simple, presenta un uso fácil y productivo (Nogueira, 2012). En tercer lugar, se encuentra el sistema magnético. Para realizar este proceso, en las articulaciones se colocan receptores que miden el posicionamiento y la orientación de las mismas con una antena. Después esos datos se trasladan y se interpretan en una estación de trabajo. Es un sistema bastante económico y sencillo, otorga buenos resultados en movimientos simples. Si que es cierto que sus primeras versiones presentaban el inconveniente de la aparición de interferencias durante el proceso de muestreo, también los cables reducían el libre movimiento de los actores (Yabukami et al., 2000). No obstante, actualmente, existen versiones nuevas que combaten estos inconvenientes. Permiten un mayor movimiento y una leve reducción de las interferencias, aunque el problema no ha sido erradicado del todo, este proceso consigue mejores resultados (Dickholtz, 2009). Por último, se desarrolla el sistema óptico. Aunque existen más tecnologías capaces de realizar la técnica del mocap, es este sistema el más usado y el más conocido (Menache, 2011). El actor se viste con un traje especial cubierto con reflectores y sensores, estos se colocan en las articulaciones principalmente. Hay trajes que tienen sensores en más zonas musculares, no existe número limitado para ellos, mientras más sensores, mayor calidad en el resultado, aunque deben presentar cierta separación entre ellos. Se colocan cámaras de alta definición de manera estratégica por el *set* de rodaje para rastrear los reflectores y sensores durante el movimiento del actor. Estas cámaras, obtienen las coordenadas 2D de cada reflector, después, un *software* se encarga de analizar los datos capturados por todas las cámaras para desarrollar las coordenadas 3D de los mismos. Este sistema es el más caro, pero también el más ventajoso. La velocidad de captura de las cámaras es bastante alta, por lo que se pueden capturar movimientos bastante rápidos. También hay libertad total de movimiento, no emplean cables ni espacios de trabajo, y los sensores tampoco incomodan el movimiento natural del intérprete, para ellos es mucho más inmersivo (Dickholtz, 2009). Como resultado final a este sistema, obtenemos una especie de marioneta digital, que los animadores utilizan como un esqueleto virtual que es aplicado finalmente al personaje creado en CGI (Cubitt, 2007). La

principal desventaja de este sistema, es la posibilidad de la oclusión de sensores en zonas pequeñas, como manos y objetos. Puede provocar un fallo generalizado del proceso al no poder recuperarse esos datos. Otro problema es el abuso de sensores, pueden unir su movimiento al estar tan cerca y provocar una “confusión de seguimiento”. También, en las primeras versiones, este sistema se caracterizaba por no realizar ningún tipo de *feedback* con el equipo técnico. Empleaban este método a ciegas, sin poder ver el resultado final, puesto que el procesamiento era bastante tedioso (Dickholtz, 2009). Sin embargo, actualmente, existen sistemas de previsualización en directo que permiten monitorizar esta técnica en tiempo real. Como se ve entre los minutos [6:10 - 6:20] de este vídeo⁶. En *Avatar: el sentido del agua* (2022), James Cameron dirige a los actores en función de una primitiva versión de sus movimientos en los personajes sintéticos que interpretan.

Mediante este sistema, se captura el movimiento del cuerpo de los intérpretes. Para rastrear los movimientos faciales, se utilizan los marcadores pasivos. Son, como su propio nombre indica, unas marcas que se colocan en los principales grupos musculares de la cara. Las marcas tienen propiedades reflectantes, de manera que, en cámara sólo se identificarán estas marcas. (Nogueira, 2012). Existen interpretaciones de personajes CGI en las que la captura del movimiento facial es lo más importante del proceso. Para este caso, analizamos la interpretación de Benedict Cumberbatch en *El Hobbit: La desolación de Smaug* (The Hobbit: The Desolation of Smaug, Peter Jackson, 2013). En esta producción, el actor interpreta a Smaug, un dragón milenario que custodiaba el tesoro del “Reino bajo la montaña”. Si que es cierto que se capturó el movimiento corporal para dotar al esqueleto del dragón CGI de movimientos. Sin embargo, la fuerza de su interpretación reside en la expresividad facial. Para ello, el actor tenía que exagerar muchísimo las expresiones y actuar como si fuera un dragón colosal, [5:20 - 5:33] del vídeo a pie de página⁷. Para realizar esta captura, la labor de interpretación tenía que ser bastante potente, además, en cuestiones de inmersión, el *set* en el que se encontraba el actor carecía de cualquier elemento que facilitase la actuación. Esto, sin duda, es una gran dificultad para el proceso. Por lo que de forma previa, el actor realizaría un estudio sobre las características de su personaje y el escenario virtual donde se iba a encontrar el mismo, para realizar sus movimientos en función de este margen. Aunque en el momento de realizarlos, todo tenía que estar en su cabeza.

⁶ Vídeo *making of* de *Avatar: el sentido del agua* <https://youtu.be/E0HFazH29nk>.

⁷ Vídeo *behind the scenes* de la interpretación de Benedict Cumberbatch como *Smaug* <https://youtu.be/Wu9XPEdBely>.

El objetivo principal de emplear esta técnica en producciones audiovisuales, es tener lo mejor de ambas alternativas. Por un lado, se puede contar con un elenco de actores reales. Esto no sólo funciona como estrategia de marketing, el nivel de interpretación que puede alcanzar en cuestiones de veracidad y naturalidad es inalcanzable con una actuación artificial. Por otro lado, cuenta con la libertad creativa de desarrollar cualquier personaje en CGI, en este caso, como piel de la interpretación. El hecho de que haya actuaciones reales dentro de imágenes generadas por CGI, también lleva adjunto que los actores que se estaban moviendo en un espacio físico, ahora estén presentes en uno virtual. De modo que el mocap “invita a una redefinición del espacio narrativo virtual y su relación con el mundo real”. La presencia de los actores es realmente ambigua, detrás de un personaje CGI, el espectador es consciente de quién es el intérprete, de hecho escucha su voz, pero observa sus movimientos en un entorno completamente virtual. “La actuación física de los actores queda permanentemente encerrada en un espacio intermedio, atrapado entre lo real y lo virtual”. Para realizar la captura del movimiento, necesitamos la interacción de la persona real con un entorno o espacio que no existe realmente. Por regla general, la puesta en escena no se realiza de manera clásica. Los actores que van a realizar el mocap, se encuentran en un set con objetos con los que tienen que interactuar, además cuentan con estructuras similares a las que presenta el escenario virtual final. Evidentemente deben tener pautas y alguna referencia de dónde se sitúa su personaje, para que la integración de sus movimientos en la composición final cumpla con su objetivo (Dimitriadis, 2020).

En *Avatar: el sentido del agua*, este sistema fue el empleado para capturar el movimiento de los actores. Las interpretaciones se realizaban en un set neutral en el que los actores interactuaban con estructuras que simulaban elementos presentes en la ambientación final. También empleaban objetos, que a su vez, tenían sensores, para capturar el movimiento de los mismos y después animar un objeto 3D. En el vídeo⁸ a pie de página, se puede ver cómo era la dinámica de grabación de esta producción. Sin embargo la mayor complejidad residía en la gran cantidad de escenas acuáticas que hay en la película. Tenían que parecer lo más realistas posibles, teniendo en cuenta las condiciones físicas distintas que hay dentro del agua, por lo que James Cameron decidió que las escenas que sucedieran dentro del agua se rodasen en un *set* completamente acuático. Para capturar el movimiento de interacción entre

⁸ Vídeo *making of* de *Avatar: el sentido del agua* <https://youtu.be/E0HFazH29nk>.

los personajes y las criaturas marinas del universo de la película, se utilizaban estructuras mecanizadas con las que los actores interactuaban debajo del agua. En estas grabaciones acuáticas, los actores no usaban bombona de oxígeno, las burbujas que emiten podían ser similares a un sensor, de modo que el entrenamiento previo que tuvo que realizar el elenco fue intenso, pero también sumó a la inmersión. Dentro del agua, a las cámaras les afectaba bastante el reflejo de la luz. Dificultaba la captura de movimiento, de manera que sobre la superficie de la misma había una capa de esferas translúcidas que funcionaban como difusores. De esta manera, no había problema para capturar los movimientos de los intérpretes dentro del agua, para así conseguir un resultado mucho más verosímil.

No obstante, existen casos que son una excepción. Para instar una mayor inmersión del intérprete, y siempre que las peculiaridades de la producción lo permitan, los actores se sitúan en el *set* del decorado final. Aunque sea un ejemplo que no queda dentro del marco temporal establecido para esta investigación, se tiene que recuperar debido a la revolución que supuso desvincular el *mocap* del estudio de captura por primera vez en su producción. Es el caso de *Piratas del caribe: el cofre del hombre muerto* (*Pirates of the Caribbean: Dead Man 's Chest*, Gore Verbinsky, 2006). Esta película fue la primera que integró a los actores que realizaban captura de movimiento en el decorado final. Posteriormente se procesaría la imagen en postproducción para añadir la apariencia deseada de los personajes. Esta técnica se empleó con Davy Jones y toda la tripulación del “holandés errante”. En el primer minuto de este fragmento de documental⁹, se ve como el actor fue grabado con un traje de sensores y, una vez se capturó su movimiento, se añadieron los elementos del personaje digital por capas a la simulación grabada directamente sobre el decorado final. De manera que la postproducción se realizaba sobre el material final. En 2014 se estrena *El amanecer del planeta de los simios* (*Dawn of the Planet of the Apes*, Matt Reeves). En esta producción, la captura de movimiento de todo el elenco que interpretaba a algún simio se realizó de la misma forma que en el caso de Davy Jones, sobre el decorado que aparece en la composición final. De esta manera, la interacción entre personajes caracterizados y personajes con traje de mocap se llevaba a cabo en el mismo lugar, por lo que para el trabajo de los actores resultaba mucho más cómodo e inmersivo. Como se puede observar¹⁰, entre los minutos [1:40 - 1:53], para simular el movimiento de un simio, los actores tenían unas extensiones en los brazos que utilizaban para caminar como ellos, lo que también aportaba verosimilitud a la actuación. A nivel técnico, los

⁹ *Making of* del desarrollo del *mocap* en el caso Davy Jones <https://youtu.be/pqyhAnNfAz0>

¹⁰ Análisis de *mocap* en *El amanecer del planeta de los simios* <https://youtu.be/4NU9ikijqC0>.

sets de rodaje contaban con varias cámaras para capturar el movimiento del traje, además de otra que solo capturaba la gesticulación facial. Este mayor despliegue tecnológico y personal, era necesario para abordar escenas que habían sido escritas para realizarse sobre un set real.

El hecho de que el mocap tenga tanta importancia en un contexto en el que las producciones completamente realizadas en CGI son muy factibles, hace que la producción tradicional no se “marchite” ni caiga en el desuso. Al final es una relación de dependencia mutua, se necesita al CGI para la construcción de personajes y escenarios sin limitaciones creativas, y se necesita, en este caso, una interpretación real para que el CGI ofrezca su mejor versión. De modo que, en estas producciones el papel de la presencia humana y las imágenes generadas en CGI no sólo coexisten, se fusionan (Dimitriadis, 2020).

4.3. Matchmoving

El *matchmoving* es una técnica necesaria para la integración de escenarios y personajes realizados mediante CGI en planos que han sido grabados en 2D. Es una técnica muy difícil de ejemplificar ya que cuando está bien realizado no se nota. De hecho, es ese su objetivo principal, ser invisible para el ojo del espectador. La técnica consiste en trasladar un objeto 3D a un plano que es 2D. Para que esta técnica funcione con total éxito, antes es necesario realizar el *tracking* de la cámara, proceso mediante el que se recrea el movimiento de la cámara real con el objetivo de realizar una cámara virtual generada por ordenador (Hornung, 2010).

Cuando estamos trabajando en un espacio 3D, necesitamos una cuadrícula de coordenadas repartidas en tres ejes distintos, X, Z e Y. Estos tres ejes determinan el tamaño y la distancia del objeto en relación al cuadro; mediante estas coordenadas se permite la realización del seguimiento 3D o *tracking*. En pocas palabras, esta técnica se emplea para “mapear” o recrear y reproducir movimientos de cámara virtuales simulando a los reales, construyendo un espacio 3D que coincide con el movimiento del vídeo. De esta manera, se puede colocar dentro de ese espacio cualquier objeto 3D. Lo más importante para que el *tracking* funcione de forma correcta es la selección de los puntos de seguimiento que se establecen en distintos puntos del vídeo. Estos puntos deben seleccionarse tanto al fondo como en la parte más superficial. La profundidad de la escena 3D se determina al dividir la velocidad de los puntos

seleccionados en primer plano entre la velocidad de aquellos puntos en segundo plano o al fondo. Hay que tener en cuenta que cuantos más puntos, más preciso será el rastreo del movimiento (Godomin, 2018).

Es de crucial importancia tener en cuenta las especificaciones de la cámara con la que se ha grabado el plano en 2D, también las proporciones de los objetos que aparecen en cualquier punto. Así, la cámara virtualmente creada será completamente fiel a la real, y todo aquello que se integre no parecerá empastado o artificial (Hornung, 2010). A la hora de realizar el *tracking* debemos tener cuidado con determinados factores que pueden hacer que el proceso fracase. Por ejemplo, hay que seleccionar de forma bastante consensuada los puntos de “*trackeo*”, ya que si algún elemento que haya sido grabado en el plano 2D pasa sobre alguno de ellos desaparecerá y el proceso de tracking quedará detenido. Lo mismo ocurre si sale de plano el punto, el *tracking* no estará bien hecho (Dobbert, 2013). Otro de los factores que pueden intervenir es el conocido como *motion blur*, se produce un efecto de desenfoque de movimiento que dificulta mucho el rastreo de movimiento de los puntos de tracking. La causa principal de la aparición de este efecto visual es cuando se produce un movimiento rápido durante el tiempo de exposición de la cámara. Puede ocurrir con una cámara estática y movimiento de objetos, de forma contraria con cámara en movimiento y escena estática, o con movimiento de forma simultánea entre cámara y objetos. Otra de las causas se produce con el movimiento del obturador de la propia cámara, cambios en la velocidad del mismo pueden producir y modificar esta apariencia de movimiento de imagen desenfocada (Potmesil & Chakravarty, 1983). Por lo tanto, antes de realizar el proceso del *tracking*, incluso en el momento de grabar el material, se debe tener en cuenta la presencia de estos factores para evitarlos a tiempo.

El siguiente paso es el *setup* o configuración, como su propio nombre indica, consiste en configurar relaciones entre los distintos puntos rastreados y elementos en el espacio virtual 3D. Es decir, crea una correspondencia entre uno de los puntos de la secuencia de vídeo 2D que han sido seleccionados en el *tracking* y otro punto que esté en la capa 3D que se ha desarrollado virtualmente. Es en esta etapa de proceso cuando de forma manual, se ingresan aquellos datos que ayudan al programa a determinar la trayectoria, escala y orientación de la cámara en el siguiente y último paso. Es en este último paso cuando se realiza el movimiento de cámara virtual, el programa calcula las ubicaciones entre los dos puntos relacionados en el

paso anterior, una vez tiene la ubicación de ambos, realiza la trayectoria de la cámara virtual, y el proceso quedaría finalizado (Mindubaev, 2021).

Por tanto, el *matchmoving* es una técnica que se emplea mediante un determinado *software* para integrar elementos 3D sobre un plano grabado en 2D. En primer lugar, para llevarlo a cabo, sobre el plano grabado en 2D se realiza una selección de distintos puntos, debe ser lo más amplia posible y teniendo en cuenta la profundidad de campo del plano, las zonas más o menos contrastadas y otros factores como el hecho de que alguien se interponga sobre un punto, que el mismo salga de plano o que el movimiento de los objetos presente desenfoque, lo que dificultará el proceso. Este proceso conocido como *tracking* rastrea el movimiento de la cámara y crea un espacio 3D para integrar cualquier elemento de forma natural. Para la correcta integración, se configura una relación entre el movimiento de los puntos del plano 2D junto con otros puntos seleccionados en el elemento 3D. De esta manera, ambos estarían en sintonía de movimiento, escala y orientación. Por último, una vez el *software* conoce la situación de los puntos de las distintas capas, es capaz de crear una cámara virtual 3D que, dentro del movimiento de cámara que ya tenemos en el plano 2D, puede moverse tal y como el usuario deseé.

Resulta bastante complejo localizar en cualquier producción esta técnica, de hecho, esto es su objetivo, pasar completamente desapercibido para el ojo del espectador y que su presencia pase por ser un movimiento de cámara natural y que se haya realizado en la realidad.

En *Stranger Things* (Netflix, 2016 - 2022) parece que la tecnología evoluciona al igual que lo hace la trama. Cada vez narrativamente, los protagonistas tienen que enfrentarse a criaturas y circunstancias mayores que provienen del *Upside Down*, por lo tanto, tecnológicamente la labor de reproducir todo esto también supone un reto mayor. El *matchmoving* es un recurso muy difícil de ver que se emplea constantemente. Sin embargo, hay ejemplos en los que el uso de este recurso resulta evidente. En esta serie, en el episodio seis de la tercera temporada “E Pluribus Unum”, se ve a los protagonistas enfrentarse por primera vez al “azotamientos”, la criatura del *Upside Down* que está acechando Hawkins. Entre los segundos [0:47 - 0:50] de este vídeo¹¹ se puede ver como la incrustación de este personaje CGI se hizo sobre el cuerpo de un actor especialista hacia el que la cámara hace un *travelling in*. No obstante, el

¹¹ *Making of CGI Stranger Things* temporada 3 <https://youtu.be/By0zKAd9Sx8>

movimiento de cámara real no llega a ser tan profundo como aparece en el resultado final, ya que prácticamente la cámara entra en el interior de la boca de la criatura, por lo que mediante esta técnica, se creó una cámara virtual que funcionase como una extensión artificial del movimiento de la cámara real. De esta forma se obtuvo como resultado una imagen mucho más potente.

Otro ejemplo de la misma serie, pero ahora buscando la integración de una ambientación CGI con personajes reales, lo encontramos en el episodio seis de la segunda temporada “The Spy”. En los primeros minutos de este episodio, Steve y Dustin están explorando un sótano, en él terminan encontrando un túnel que se trata realmente de una de las entradas al *Upside Down* que están apareciendo por todo Hawkins. Para este plano, la cámara real grabó a los dos intérpretes en el set de rodaje desde un orificio real, de manera que ambos quedaron enmarcados en composición dentro del mismo. No obstante, sólo el principio del orificio era real, por lo que realmente ejercía una función de marco que se colocaba delante de la lente. El resto del túnel fue construido mediante CGI. Aquí, la técnica de matchmoving se emplea de la misma manera que en el caso anterior, como prolongación artificial del movimiento de cámara real. En cambio, en esta ocasión es mucho más notable, ya que el recorrido del túnel es bastante largo. Incluso dentro del mismo movimiento de cámara, mediante CGI, se realiza un corte pasando a otro escenario. Se pasa del recorrido del túnel, al exterior del bosque; la cámara virtual lo que hace es continuar con el mismo movimiento permitiendo y haciendo natural esta transición, entre los segundos [0:05- 0:19] del vídeo al pie de página se puede ver la transición analizada¹².

Como último ejemplo de esta serie, se analiza un caso en el que una de las protagonistas se integra en un espacio digital. Se encuentra en el episodio cuatro de la cuarta y última temporada “Dear Billy”. En esta escena, Max ha sido secuestrada por Vecna y se encuentra dentro de su mente, en el *Mind Lair*. Entre los segundos [3:14-3:21] del siguiente vídeo¹³, se observa que para grabar la escena en la que Max es atrapada, la cámara no se mueve de la misma forma que como parece en el resultado final, que se puede ver en el vídeo entre el [3:05-3:09]. Ese movimiento es añadido posteriormente mediante matchmoving. Además, parte de la ambientación es producida en CGI, tanto el fondo como los tentáculos que la atrapan, de manera que este movimiento de cámara virtual se realiza con la intención de

¹² *Making of CGI Stranger Things* temporada 2 <https://youtu.be/-NGuYehrOrQ>

¹³ *Making of CGI Stranger Things* temporada 4 <https://youtu.be/OCHqhZEOMRw>

integrar el material CGI, y de esta forma, aportar verosimilitud a la composición final. Realizar ese movimiento con la cámara real y sin ninguna referencia de seguimiento dificultaría mucho la integración de los distintos elementos, entre los segundos [3:39-3:43].

En producciones con un género narrativo completamente terrenal, también están presentes estos recursos. Al fin y al cabo se emplean con el mismo motivo, integrar un elemento 3D en un plano 2D, bien para mostrar destreza tecnológica, o como recurso para solucionar un problema o simplificar el proceso de grabación. Un ejemplo de ello se puede ver en *Parásitos* (Parasites, Bong Joon-ho, 2019). Muchos escenarios de esta película fueron construidos en CGI. Tal fue la importancia de esta tecnología que, para la construcción física de la casa, se basaron en una maqueta realizada en 3D que permitió mediante una previsualización en realidad virtual analizarla de forma previa a la construcción de la misma. En esta reconstrucción se podían probar los planos usando diferente lente, incluso cambiando de personaje. No obstante, para algunas escenas, sí que fue necesaria la integración en plano 2D de esta reconstrucción 3D. En este vídeo referencia¹⁴, entre los minutos [1:00- 1:12] se observa como una de las escenas de descenso al sótano fue grabada en plano secuencia, pero el pasillo del sótano no fue construido de forma completa. Este escenario estaba dividido en dos sets distintos. De manera que para realizar el plano secuencia, se construyó en 3D la parte del pasillo que no existía y mediante la técnica del matchmoving se creó una cámara virtual que prolongaba y continuaba el movimiento de la cámara real. Así, el cambio entre ambas cámaras 3D y 2D pasa completamente desapercibido y como resultado queda un plano secuencia que pasa por grabado en una toma.

En *Avatar, el sentido del agua* (James Cameron, 2022). Esta película, al presentar personajes completamente construidos en CGI y escenarios completamente virtuales, la técnica del matchmoving prácticamente se emplea en todo momento. Las cámaras en el set de rodaje capturaban la actuación de los actores con un traje especial de mocap. De manera que, ese movimiento capturado mediante sensores, era el que posteriormente en un software, se integraba al personaje desarrollado en CGI. Por lo tanto, la creación de cámaras virtuales se empleaban para realizar movimientos de cámara naturales una vez espacios y personajes estuvieran presentes en la misma composición. Si que es cierto que, como se ve en este vídeo¹⁵, muchos planos coinciden en el resultado final con la angulación, escala y

¹⁴ VFX Breakdown *Parásitos* <https://youtu.be/J3tfIem4ckE>

¹⁵ *Acting en Avatar: el sentido del agua* <https://youtu.be/uGerlOJjuqg>

movimiento que la cámara había capturado en set, a pesar de ello, hay otros movimientos de cámaras que son imposibles de realizar de forma manual como las escenas de batalla aérea o acuática, y es aquí donde esta técnica presenta una mayor importancia para esta producción.

4.4. HFR

El *High Frame-Rate* [HFR], es el término empleado para la técnica de captura y proyección a una velocidad de fotogramas superior a la tradicional de 24 fotogramas por segundo [fps]. Mediante esta técnica, se incrementa la calidad del movimiento en las producciones y la calidad de imagen. No sólo presenta utilidad con fines estéticos. Esta técnica reduce posibles vibraciones en la imagen y la aparición de parpadeos producidos por la luz, también es una solución a la aparición del *motion blur*, por lo que para la realización del tracking, es una técnica bastante interesante y útil. Esta técnica se empleaba anteriormente para producir el efecto de las películas *slow motion*. Se realizaba la grabación a un número mayor de fps en comparación con la velocidad a la que se proyectaba, que solía ser de 24 fps, por lo que el efecto que se obtenía era de una especie de cámara lenta. El uso del HFR presenta un gran debate entre críticos y audiencia, opiniones contrarias debido a que cada vez la audiencia joven, está más acostumbrada a imágenes de alta definición y con una velocidad de al menos 60 fps aplicada en videojuegos y otros formatos similares (Wilcox et al., 2015). La película *Géminis* (Gemini Man, Ang Lee, 2019), fue grabada y proyectada en una de sus versiones a 60 fps. Una de las escenas de esta película es una persecución en moto¹⁶, a pesar de la acción tan acelerada, con movimientos de actores y de cámara rápidos, no presenta ningún desenfoque de movimiento. Esta producción cuenta con una imagen tan nítida y definida que resulta extraña en ojos del espectador, ya que proyectada a 24 fps visualmente no sería nada parecida. De hecho, la estética de la imagen, se encuentra más próxima a pertenecer a una cinemática de un videojuego de acción que a una película como tal. Realmente, se puede afirmar que el HFR como técnica de grabación, y sobre todo de proyección, al igual que los experimentos sobre el IMAX y el cine en 3D, aparece en un momento clave para “desatascar” la experiencia en sala de la industria cinematográfica, actuando como una estrategia de marketing para competir contra las pantallas pequeñas. Bajo esa premisa de utilizar la técnica

¹⁶ Escena de la persecución en moto de la película *Géminis* <https://youtu.be/VsvOGfeyJ8Y>.

del HFR como una mejora cinematográfica, se estrena *El Hobbit: un viaje inesperado* (*The Hobbit: An Unexpected Journey*, Peter Jackson, 2012).

Estudiando el *high frame rate* como una técnica de efectos visuales, hay que remontarse a la antigua filmación de miniaturas, ya que era un recurso bastante utilizado para la grabación de las mismas (Turnock, 2013). Mediante el empleo de esta técnica, se suavizaba el efecto de movimiento y daba una ilusión de tener el tamaño completo a partir de la inexistencia del desenfoque de movimiento esperado (Jahraus, 1931). No obstante, precisamente la complejidad de esta técnica residía en la falta de desenfoque de movimiento. El proceso de grabación de las miniaturas resultaba bastante complejo ya que había que conseguir un efecto de movimiento natural de la miniatura, y aumentando los fotogramas por segundo se obtenía una imagen estilizada con una calidad muy nítida cuyo aspecto no terminaba siendo el adecuado, ni siquiera cuando se proyectaba a 24 fps. Por lo tanto, las escenas que empleaban esta técnica no coincidían con el resto de la película, llamando así más la atención estas escenas, por lo que terminaban rompiendo la verosimilitud de la película (Burch, 1973).

La experiencia que muchos especialistas adquirieron mediante la grabación de miniaturas, provocó que propusieran aplicar esta técnica para mejorar el proceso de grabación de una producción y la proyección tradicional. Destacamos en este contexto a Douglas Trumbull, supervisor de efectos especiales de películas como *2001: una odisea en el espacio* (*2001: a space odyssey*, Stanley Kubrick, 1968) y *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982). Propuso grabar a mayores fotogramas por segundo para obtener una imagen más brillante, nítida y mucho más realista (Stevenson, 1987). De hecho, Trumbull llegó a respaldar la mejora de realismos al grabar y proyectar a 60 fps mediante pruebas biológicas (Turnock, 2013):

The frame rate was chosen after a series of physiological tests showed that brain waves, pulse and skin responses rose as the frame rate rose. Responses leveled off at 60 fps. “We think the 60 fps rate approximates the same speed at which the eye normally senses reality itself,” Trumbull explains. (Palmer, 1984)

La implantación de esta técnica, además de estas reacciones en el espectador, originaba en la producción una notable mejora en el color, nitidez, calidad de imagen, sensación de tridimensionalidad, inmersión, participación e ilusión de realidad (Turnock, 2013). Se puede

decir que de esta manera el HFR encuentra cierta estabilización, hasta que con la llegada del cine digital, se vuelve mucho más práctica y rentable.

Tras el gran éxito de *Avatar* (James Cameron, 2009), en gran parte debido a haber grabado y proyectado en 3D, muchos estudios intentaron llevar esta tecnología a sus películas. A pesar de ello, la mayoría no lo terminó consiguiendo y fueron muy golpeadas por la crítica. Es en este contexto en el que Peter Jackson encuentra en la técnica del HFR un posible avance capaz de igualar al 3D en cuanto novedad como reclamo para que el público fuera a sala (Turnock, 2013). Peter Jackson consideraba que mediante esta técnica se conseguiría “a more lifelike image and a truer illusion of continuous movement” (Giardina, 2012).

El Hobbit (The Hobbit, Peter Jackson, 2012), fue grabada y proyectada empleando la técnica del high frame rate. Como el propio Peter Jackson comentó de forma previa al estreno de *El hobbit*, grabar y proyectar a 48 fps, no solo reduce problemas derivados de movimientos de cámara, como la aparición del *motion blur* o de la vibración de la misma. La imagen alcanza un alto grado de realismo y es mucho más fácil de ver, sobre todo en 3D¹⁷. De hecho, el HFR elimina los problemas derivados del 3D, como dolor de cabeza o pesadez de ojos, haciendo del conjunto de estas dos técnicas una buena experiencia. Con el uso de este avance, *El Hobbit* presenta una nueva estética que no termina de convencer entre los espectadores. El aspecto que el HFR proporciona se asemeja a la televisión de alta definición, a una producción barata, o a un videojuego; es un tanto contradictorio que esta estética produjera rechazo en su recepción, ya que cada vez se va buscando un mayor realismo en las producciones cinematográficas, sobre todo en aquellas que emplean tecnologías CGI. Los espectadores sienten que de esta manera la producción pierde gran parte de su valor cinematográfico, además, el hecho de que guarde una relación tan directa con los videojuegos o televisión, no deja brillar el potente proceso de producción que tiene *El Hobbit* (Turnock, 2013).

Por ejemplificar de alguna manera lo que se ha explicado en el párrafo anterior. En la película *El Hobbit*, entre los minutos [02:29:00 - 02:34:00] tiene lugar una de las únicas escenas de

¹⁷ Peter Jackson comentó en su perfil de Facebook de forma previa al estreno de *The Hobbit* que: the result looks like normal speed, but the image has hugely enhanced clarity and smoothness. Looking at 24 frames every second may seem ok—and we’ve all seen thousands of films like this over the last 90 years—but there is often quite a lot of blur in each frame, during fast movements, and if the camera is moving around quickly, the image can judder or «strobe.» Shooting and projecting at 48 fps does a lot to get rid of these issues. It looks much more lifelike, and it is much easier to watch, especially in 3-D. We’ve been watching HOBBIT tests and dailies at 48 fps now for several months, and we often sit through two hours worth of footage without getting any eye strain from the 3-D. It looks great, and we’ve actually become used to it now, to the point that other film experiences look a little primitive. I saw a new movie in the cinema on Sunday and I kept getting distracted by the juddery panning and blurring. We’re getting spoilt. Facebook. Recuperado 11 de mayo de 2023, de <https://www.facebook.com/notes/10158840784366558/>

batalla que hay en la película. En ella, Thorin, uno de los enanos, se enfrenta solo a un líder “*troll*”, recibiendo una brutal paliza. Aunque toda la película está grabada y proyectada empleando la técnica del HFR, en esta escena en la que los movimientos son más bruscos y rápidos, la presencia de este avance es mucho más notable. Principalmente destaca porque al verla se siente la falta de algo, en este caso, el desenfoque tras un movimiento rápido que capta la cámara cuando graba y proyecta a 24 fps. De manera que, se produce un efecto contrario en los espectadores, una técnica que es empleada para aportar realismo e inmersión, lo que está transmitiendo es una apariencia de imagen artificial, y no porque se vea mal, de hecho ocurre justo al contrario, si no porque el espectador está acostumbrado al desenfoque clásico de una imagen a 24 fps, y en esta escena de acción trepidante, es inexistente.

High frame rate filmmaking, in which movie images are captured (in shooting) and projected (in exhibition) at rates higher than the traditional 24 frames per second, has recently received a great deal of attention not only due to *The Hobbit* and its sequels, but also its likely use in the upcoming *Avatar* (James Cameron, 2009) sequels (Giardina, 2012).

Diez años después de esta cita, *Avatar: el sentido del agua* (James Cameron, 2022), ha sido grabada y proyectada a 48 fps, tanto en su versión IMAX, como en su versión 3D. Sin embargo, presenta una anomalía en comparación con el uso de la técnica del HFR. Aunque toda la película fue grabada a 48 fps, no se proyectaba de forma íntegra de esta manera, si no que alternaba con planos a 24 fps. La elección de qué planos se proyectan a qué velocidad, a priori no guarda ninguna relación, no existe ninguna justificación premeditada para ello, más que con fines estéticos. Con esta práctica, James Cameron también trata de evitar que genere las mismas críticas negativas que en el caso de *El Hobbit* (Kenigsberg, 2023).

Por ejemplo, en las escenas acuáticas de esta película, este recurso de intercambiar la velocidad de fotogramas con una finalidad estética es bastante empleado. En la escena en la que los hijos de Jake Sully aprenden a nadar, se puede ver cómo en el momento que ellos se lanzan al agua, la velocidad de fotograma ha sido proyectada a 24 fps. No obstante, una vez que los hermanos *Lo'ak* y *Neteyam* caen dentro del agua, la velocidad de fotogramas aumenta a 48 fps. Igualmente ocurre con la secuencia inicial en la que Jake Sully está introduciendo al espectador a su nueva familia. Todos los planos son proyectados a 24 fotogramas por segundo, a excepción del último en el que todos se toman una fotografía¹⁸ desde el punto de

¹⁸ Introducción de la película *Avatar: el sentido del agua* <https://youtu.be/U3pzgOz36yM>

vista de la propia cámara. Estas decisiones han sido tomadas desde un punto de vista estético e incluso narrativo, permitiendo en muchas ocasiones que el movimiento de la escena ocasione el desenfoque que Peter Jackson quería evitar a toda costa en *El Hobbit*. En este sentido, James Cameron supo entender cómo los espectadores reaccionan ante imágenes proyectadas a una velocidad de fotogramas superior a la normal. Evitando a toda costa que la película tuviera un efecto televisivo, o de videojuego en primera persona y que ocurriera “la consecuencia paradójica de que una película de 600 millones de dólares se viera como una producción barata” (Kenigsberg, 2023).

4.5. Producción Virtual: pantallas LED y motor Unreal Engine

Se puede definir la producción virtual como “a broad term referring to a computer-aided production and visualization filmmaking methods” donde realidad física y mundo virtual se encuentran (Kadner, 2019). En este proceso, se integran tecnologías de realidad virtual y aumentada, desarrolladas en un motor de videojuegos. Se utilizan para que en el set de rodaje se graben las escenas con una ambientación CGI a tiempo real. Existen elementos que son necesarios para un set de producción virtual. Un motor de videojuegos, en este caso, el motor *unreal engine* de Epic Games; pantallas LED envolventes que reproduzcan los escenarios; y un sistema de *tracking* para la cámara y otro para el movimiento del escenario en las pantallas. Existen diferentes métodos y técnicas para integrar acción real con imágenes generadas en CGI. La forma más tradicional y conocida es mediante el empleo de *chroma* verde o azul como se ha apuntado con anterioridad. Mediante esta técnica, el resultado final se compone en pantalla. La acción se graba sobre un fondo verde o azul y después es sustituido por la imagen deseada mediante un proceso conocido como *blackot* virtual. En cambio, con el empleo de pantallas LED, la imagen final se compone directamente en la cámara. De manera que, mediante esta técnica, se puede obtener la composición final de forma directa y mucho más orgánica. También influye para la actuación. El hecho de que ellos estén inmersos en el ambiente final y sean conscientes de los efectos visuales que ocurren, hace una actuación mucho más natural que si estuvieran en un set rodeados de paredes verdes o azules. Aunque el *chroma* y el *blackot* virtual no han caído en desuso. Aún así, se estima que las pantallas LED terminarán situándose como la técnica estándar para la producción audiovisual (Kavakli & Cremona, 2022). De hecho, en las mismas pantallas se pueden proyectar determinadas partes de un color sólido verde o azul para emplear esta

técnica. Es decir, únicamente se emplearía en una parte determinada, el resto de las pantallas proyectan el escenario virtual. Mediante este método, se obtiene un resultado más fluido en postproducción, además, la iluminación no estará contaminada por un reflejo verde o azul, sino que presentará la estética de la ambientación deseada (Insider, 2020).

Para encontrar un origen conceptual de esta tecnología, se tienen que empezar a analizar métodos anteriores al cambio de siglo. Los primeros fondos se pintaban a mano, posteriormente, se emplearon los soportes de fotografías impresas. Presentaban acabados con brillo y mate para dar una mayor apariencia realista (Snyder, 2023). El surgimiento y el uso de la *optical printer* o impresora óptica permitía el ensamblaje mediante capas de todos los elementos del fotograma sobre la composición final directamente. Es un equipo que estaba diseñado para copiar fotogramas, para su funcionamiento se enfrentaban un proyector y una cámara. Se grababan los elementos por separado y, posteriormente, se proyectaban sobre el mismo celuloide. Capa a capa se iban colocando hasta obtener el resultado final. Era una técnica completamente manual y extremadamente delicada, cualquier descoordinación entre alguna de las capas hacía fracasar el proceso (Edwards, 2021). Otra técnica que se empleó mucho en la elaboración de efectos visuales era conocida como *matte painting*. Mediante el empleo de este recurso, se podían combinar varios elementos en una imagen final. Se integraba un espacio ficticio junto a uno real en el que los actores interpretan sus personajes. Posteriormente esta técnica evolucionó y se volvió más compleja, permitiendo mayor libertad en la composición al poder cambiar de un cuadro a otro y con movimiento. Esta técnica fue sustituida por el empleo del *chroma* verde o azul, permitiendo una mayor libertad de movimiento de cámara e intérprete. Sin embargo, el uso de ordenadores en la producción audiovisual, y sobre todo, su proliferación en el departamento de arte, ha traído el uso de las pantallas LED (Snyder, 2023).

El comienzo de esta tecnología se remonta a 2019. Epic Games exhibe por primera vez un set de producción virtual en la conferencia *Siggraph*¹⁹ que se celebró en Los Ángeles. Lo que Epic Games muestra es la primera pantalla LED integrada con el motor Unreal Engine. Para el funcionamiento o la configuración de un set de producción virtual, conocido coloquialmente como *The Volume*, las pantallas LED deben proyectar en tiempo real un escenario que ha sido realizado mediante este motor de videojuegos. Estas pantallas LED

¹⁹ “Siggraph es el grupo de interés en infografía y computación gráfica de la Association for Computing Machinery (ACM), y es también el nombre de la conferencia sobre el área que se organiza anualmente desde su fundación en diferentes ciudades del mundo” (ACM SIGGRAPH, s. f.) <https://www.siggraph.org/>

envolventes hacen posible tomas de cámara complejas que hubieran requerido una mayor postproducción para añadir elementos 3D y efectos visuales. Los actores pueden ser grabados directamente sobre el mismo, dándole mayor libertad al equipo técnico, que puede probar distintas angulaciones de cámara y enfoques (Cade, 2019). Esto posibilita poder ver entornos generados por CGI, representaciones de personajes y escenas como si estuvieran en el propio set de rodaje. La proyección de la pantalla LED, puede realizar un movimiento en directo, en combinación con el propio movimiento de la cámara. El *software* mediante el que se diseña el espacio permite la interacción y la navegación en tiempo real (Bina, 2021). El motor de juego hace coincidir las coordenadas de la cámara real con la de la cámara virtual dentro del entorno CGI. Esta sincronización recibe el nombre de “simulcam”. En las pantallas LED queda reflejada esta sincronización, de manera que la perspectiva del escenario se modifica al cambiar la orientación de la cámara. Esto es una buena solución para evitar problemas de *raccord* o continuidad. También, mediante un DMX²⁰, la iluminación del escenario virtual y la del set de rodaje están vinculadas y coordinadas. De modo que, cuando se realizan alteraciones en una, en la otra también se producen. Los fotogramas del escenario virtual se renderizan en tiempo real gracias al motor de juego, y esto es lo que hace posible esa coordinación con el set de rodaje a tiempo real (Kavakli & Cremona, 2022). Esto no sólo se emplea para la integración más orgánica del escenario, también para la labor de trabajo de los distintos departamentos. Por ejemplo, el director y el director de fotografía pueden monitorizar y probar distintas extensiones de escenario, también, permite a los actores una interacción más fluida y una mayor integración en el personaje. Esta nueva técnica también propicia un novedoso entorno de producción. Para poder llevarla a cabo, en el proceso de preproducción se inicia un importante trabajo digital. En esta etapa, se modelan, texturizan, e iluminan los escenarios virtuales, posteriormente, se cargan en el motor de juego, y de ahí a las pantallas LED. (Bina, 2021). Posterior a esto, es realmente importante dedicarle el tiempo necesario a perfeccionar la iluminación de las pantallas LED. Si está a un nivel óptimo, en el rodaje se evitarán muchos problemas en cuanto a orientación y movimiento de los actores. También, a la hora de planificar el tipo de planos, hay que tener en cuenta que los de mayor amplitud son aquellos que tienden a salir mal. El contenido de la pantalla puede no integrar al personaje como es debido, todo tiene que funcionar para que esto ocurra en un plano general. Por contra, son los planos más pequeños con los que se asegura una toma exitosa. Además, al enfocar sujetos en primer plano, el fondo aparece fuera de foco. De esta manera, se obtiene

²⁰ Estándar para redes de comunicación digital que se emplea para controlar la iluminación y los efectos de un escenario (Kavakli & Cremona, 2022).

un efecto *parallax*, mayor color y contraste del contenido virtual. También, la integración parece mucho más verosímil (Snyder, 2023) .

The Mandalorian (Disney+, 2019-2023), fue una de las primeras producciones en emplear el uso de esta tecnología. Como se ve en este vídeo²¹, el empleo de esta técnica en esta producción fue una decisión bastante inteligente en todos los sentidos. No solamente mejoraba la inmersión de los actores, o la interacción del equipo técnico con la ambientación. Uno de los sectores que más beneficiado se vio fue la iluminación. Richard Bluff, supervisor de efectos visuales de ILM para *The Mandalorian*, afirma que la luz que proviene de las pantallas LED tiene un resultado mucho más realista para la composición final. Sobre los actores y el atrezzo presenta unos reflejos y colores mucho más inmersivos; efecto que es imposible de conseguir mediante el uso de *chroma* verde o azul. La luz que se refleja mediante esta otra técnica tradicional es completamente distinta a la que se pretende obtener en el resultado final. Kim Libreri, creador del motor *unreal engine* en Epic Games, añade que mediante el empleo de esta técnica se combate uno de los problemas más usuales del *chroma*. En lugar de reflejar una iluminación óptima para el decorado, emite sobre los personajes y objetos reflejos verdes o azules, dependiendo del color del *chroma*. Este problema se conoce como *spill* o “derrape”. No obstante, si los elementos físicos que van a aparecer en la producción final se sitúan en una pared LED envolvente, los reflejos sobre los mismos provienen del entorno virtual en el que ocurre la acción. Por lo tanto, en cámara parece que los personajes y elementos de atrezzo están incrustados en sus entornos. El ejemplo que se comenta en el anterior vídeo citado, es el efecto de la iluminación sobre la armadura del propio Mandaloriano. En “The Sin” el episodio tres de la primera temporada de *The Mandalorian*, El Mandaloriano, encarga a “The Armorer” una nueva armadura. Para dar una apariencia nueva, la armadura debía reflejar mucho la luz. De manera que, los reflejos naturales que obtuvo al ser grabada en la mayoría de ocasiones en un set de producción virtual, le aportaron verosimilitud y una mayor integración en la composición final. Otro punto a favor de esta tecnología presente en la primera temporada de *The Mandalorian*, es el ahorro de presupuesto y tiempo en tener una gran variedad de localizaciones. El set de producción virtual tiene ese carácter camaleónico que permite convertirse en cualquier escenario, únicamente tendrían que cambiar los personajes y la utilería para parecer una localización completamente distinta. También, en lugar de construir y hacer recreaciones

²¹ Reportaje sobre el uso de las pantallas LED en la producción de *The Mandalorian*
<https://youtu.be/Ufp8weYYDE8>.

físicas, optan por virtualizarlas, lo que termina compensando los altos costes de un set de producción virtual con una gran pantalla LED. Además, en esta producción el equipo ideó un sistema para modificar el escenario a tiempo real, no sólo en términos de iluminación o exposición, también se podían modificar los elementos 3D que lo componían. De manera que, el director de fotografía podía modificar el encuadre en función de lo que él deseara (Insider, 2020). *The Mandalorian*, al ser una de las primeras producciones en emplear esta tecnología encontró determinados problemas en el flujo de trabajo, por lo que tuvo que adaptarse a esta nueva forma de producir. Vlad Bina, supervisor de la dirección de arte de esta producción, escribía para la revista ADG algunas soluciones a estos problemas. Comentaba que todos los departamentos debían tener una gran retroalimentación entre ellos, sobre todo el departamento de arte visual con los creadores 3D. Había que realizar revisiones periódicas y trabajar de manera coordinada. También el entorno virtual debía someterse a pruebas y revisiones por parte del equipo técnico. En esta producción, se probaron distintas posiciones, orientaciones, exposiciones, luz diurna o nocturna, para un mismo escenario virtual. De manera que a la hora de grabar la escena se conocía su aspecto más adecuado. Este nuevo flujo de trabajo interdepartamental aparece en las primeras etapas de la preproducción. Todos los departamentos son fundamentales para el óptimo desarrollo de esta tecnología, desde los creadores digitales, hasta los técnicos de las pantallas LED (2020).

Otra producción que empleó el uso de esta tecnología es *The Batman* (Matt Reeves, 2022). En este vídeo²², se observa cómo fue el proceso de construcción del set de rodaje. En esta producción, se decidió emplear el uso de un set de producción virtual para recrear la ciudad de Gotham. Desde el equipo técnico se tenía la intención de que fuera un personaje más, que estuviera reconstruida al completo, y la única manera de poder cumplir con este objetivo era reconstruirla en Unreal Engine. El hecho de tener unos ambientes exteriores tan controlables otorgaba muchas facilidades a esta producción. Por ejemplo, tenían toda la libertad creativa para controlar la iluminación, sombras e incluso hora del día en la que grabar una escena. De esta manera, tenían una gran herramienta para construir la estética y la ambientación pretendida. En este vídeo, los técnicos comentan que para grabar la escena en la que Batman y Catwoman tienen una conversación en lo alto de una de las torres de Gotham, ajustaron la apariencia del cielo hasta que adquirió los tonos naranjas propios de la hora dorada. Así mismo, consiguieron darle a la escena un respaldo estético y visual que acompañase a la

²² *Making of The Batman* <https://youtu.be/2kOzfg264w>.

narrativa. Como se puede ver entre los minutos [3:25 - 3:50], las dimensiones de este set eran tan grandes que incluso grabaron escenas en la que los personajes estaban montados en vehículos. En concreto, se muestra el *making of* de la persecución entre Batman y el pingüino. Para la grabación de la misma, el coche estaba sobre una estructura motorizada que le aportaba movimiento, además, se instaló un mecanismo de aspersores que realizaban el efecto de la lluvia. Alrededor, se disponía un “ciclorama” 360° de pantallas LED que integraban directamente la acción real en el espacio. Como resultados se obtuvo una iluminación más real, fotografía más verosímil y una interpretación más orgánica ya que los actores interactúan directamente con lo que está ocurriendo en el espacio y no lo tienen que imaginar.

Esta tecnología es una ventaja para obtener una composición final de forma directa y en cámara. Se reduce la espera y el desembolso presupuestario del proceso de postproducción. No obstante, es el proceso de preproducción el que necesita una mayor preparación. Especialmente los departamentos de arte y fotografía. Quienes junto al departamento de producción virtual encargado de instalar las pantallas LED y realizar la ambientación en Unreal Engine, deben trabajar juntos para garantizar un buen resultado en una “imagen final en cámara” (Snyder, 2023).

4.6. Acercamiento a las IAs en el proceso productivo audiovisual: Deepfakes

Actualmente, los sistemas de comunicación han sido invadidos por procesos en los que interviene la Inteligencia Artificial (IA). Su presencia desarrolla mecanismos que crean piezas únicas que no pertenecen a la realidad (Osorez, 2020). Las IAs se posicionan como una herramienta más al servicio del profesional audiovisual. El desarrollo que la Inteligencia Artificial ha experimentado en los últimos años, ha llevado al sector de la producción audiovisual un abanico de nuevas tecnologías. Entre ellas se pueden nombrar el *machine learning* o utilizar una película o un cortometraje como una fuente de *big data* (Brianza et al., 2020). La era contemporánea trajo avances tecnológicos inimaginables. Estas nuevas tecnologías evolucionaron debido al incremento de la inteligencia artificial en las máquinas. En gran parte fue provocado gracias a la creación de algoritmos más potentes. Además, cada vez estas máquinas son capaces de reproducir un lenguaje más cercano al que empleamos los seres humanos. En 2017, en relación a todo esto, aparece una herramienta llamada *deepfake*.

Desde sus comienzos fue destinado a producir contenidos falsos y ocasionó una sensación de inestabilidad y escepticismo en la sociedad (Robles-Lessa et al., 2020). No obstante, en 2018 adquirió otras funciones como la reconstrucción de la expresión facial, modificación de todo el cuerpo de una persona, del fondo y tratamiento de audio (Patrini et al, 2018).

El *deepfake* es una técnica cuyo objetivo es reemplazar un rostro por otro. La técnica funciona mediante una red de codificación automática. El codificador comprime los datos que se introducen, en este caso, es alimentado con imágenes de resolución 64 x 64 píxeles. Esas imágenes se codifican en 1024 variables. El decodificador emplea estas variables para producir una imagen aproximada a la entrada original, es decir, del mismo tamaño. El objetivo de este proceso es reconstruir la cara y expresión facial en una persona (A) la de otra persona (B). De manera que, en primer lugar, se codifican las imágenes de la primera persona (A). Para ello se entrena un primer codificador automático (C1). En él, se reconstruye la cara de esta persona (A) a partir de las imágenes que se han aportado de la misma. Obteniendo como resultado un decodificador (D1) capaz de reproducir la cara de este primer individuo. Se realiza el mismo proceso con la segunda persona (B). Se entrena un segundo codificador automático (C2). Como resultado se obtiene lo mismo, otro decodificador (D2), capaz de reconstruir a partir de los datos introducidos la expresión facial de la segunda persona (B). Una vez que ambos procesos se encuentren finalizados, cualquier imagen o vídeo de la primera persona (A), puede codificarse con un codificador neutro, pero compartido (C3), y decodificarse con el *dataset* del decodificador (D2) perteneciente a la segunda persona (B). La cuestión de este proceso se encuentra en tener, en primer lugar, un codificador que privilegia obtener información general de iluminación, posición y expresión del rostro de cada persona. En segundo lugar, un decodificador que pueda reconstruir formas y detalles del rostro de la persona. De esta manera, separa contexto de la imagen e información morfológica. El paso final del proceso consiste en extraer el rostro que se ha obtenido como resultado y alinearlo en el vídeo con el rostro que se desea reemplazar. Tras esto, el propio codificador automático genera otra cara con la misma iluminación y expresión que el vídeo en el que se va a insertar, de manera que ya estaría fusionada (Afchar et al., 2018)).

The Mandalorian (Disney+, 2019-2023) cuenta con el empleo de esta técnica en uno de sus episodios. Se trata del último episodio de la segunda temporada (S02E08). En él, aparece un joven Luke Skywalker que mantiene la misma apariencia que Mark Hamill tenía en la trilogía de los años setenta. En el (S02E02) de *Galería Disney/ Star Wars: The Mandalorian* (Disney

Gallery/ Star Wars: The Mandalorian, 2020, Disney+), la docuserie que aborda el proceso de creación de la producción. Jon Fraveau, *showrunner* de *The Mandalorian*, aborda todos los aspectos que llevaron a desarrollar esta personaje mediante *deepfake*. Se llegaron a plantear una reconstrucción realista CGI, como las que se llegaron a ver en otras producciones del universo *Star Wars* como en *Rogue One* (Gareth Edwards, 2016). En esta película, mediante CGI, realizaron una reconstrucción facial del general Moff Tarkin y de una joven princesa Leia. También, estudiaron la posibilidad de realizar un rejuvenecimiento facial sobre el propio Mark Hamill, empleando la técnica del *anti-aging*²³ que se realizó sobre Robert De Niro, Joe Pesci y Al Pacino en *El irlandés* (The Irishman, Martin Scorsese, 2019). No obstante, la base de esta tecnología es la misma, un modelo 3D del rostro de los actores rejuvenecidos. Para *The Mandalorian*, Jon Fraveau decidió confiar en esta inteligencia artificial. Entre los minutos [1:20 y 3:40] de este fragmento del documental²⁴, se analiza el proceso de creación del *deepfake*. Para ello, realizaron una selección de imágenes de Mark Hamill, tanto de las películas de la trilogía original de *Star Wars*, como de entrevistas de la época. Lo importante es que estuvieran bien iluminadas y fueran de buena calidad. Con los datos de esas imágenes crearon un *dataset* bastante extenso para realizar la técnica del *deepfake*. La persona donde aplicaron el rostro obtenido fue en la de un doble de acción que físicamente se parecía al Mark Hamill de la época. Al no estar la técnica del *deepfake* tan desarrollada, tuvieron que apoyarse en las otras técnicas. El propio Mark Hamill fue sometido a la técnica de rejuvenecimiento facial, la técnica *anti-aging*. Para obtener una mayor definición y calidad de imagen, emplearon un sistema de captura de movimiento facial, el mismo que en *El irlandés*. Este sistema funcionaba mediante una estructura en forma de huevo cuyo interior estaba lleno de focos LED. En esta plataforma de iluminación, se podían tener detalles y texturas exactas, además de dominar cualquier elemento importante para que el resultado final fuera óptimo. Una vez se realizase la captura, esas imágenes tras un rejuvenecimiento, pasaban al *dataset* que formaría la imagen final sobre el actor especialista.

En términos de producción audiovisual es una técnica bastante útil. No solo para rejuvenecer o sustituir personas, esta tecnología también puede “resucitar” actores que han fallecido. Sin embargo, este proceso conocido como “nigromancia digital”, presenta una dudosa ética. El hecho de contar con sus imágenes como reclamo al público para generar mayores ingresos no

²³ Explicación del proceso de realización del proceso de rejuvenecimiento facial en *El irlandés*.

<https://youtu.be/OF-1EIII2M0>

²⁴ *Behind the Scenes* de la segunda temporada de *The Mandalorian* que analiza el desarrollo del *deepfake* de Luke Skywalker. <https://youtu.be/-3GEmuKOILo>

deja de ser poco ético (Dotcsv, 2020). Igualmente, el *deepfake* es una técnica muy peligrosa, el poder de manipular rostros en vídeos es atroz. Es necesario desarrollar una solución a este problema, por ejemplo, con el desarrollo de métodos capaces de detectar cuando un vídeo ha sido realizado con esta técnica. Al menos hasta que en un futuro se desarrolle una mejor comprensión del *deepfake* para que sea más efectiva y eficiente (Afchar et al., 2018).

El uso de la tecnología *deepfake* no sólo se limita a intercambiar rostros de actores o suplir la falta de fallecidos debido a las exigencia de un guion. El uso de esta herramienta también puede ser bastante potente en la no ficción. Un buen ejemplo de esta cuestión se puede encontrar en el documental *Bienvenidos a Chechenia* (Welcome to Chechnya, David France, 2020). Es un documental que reivindica los derechos LGBTQ+ en esta región rusa. La producción sigue los pasos de un grupo activista que se enfrenta a un movimiento en contra del colectivo. En el documental se emplea la tecnología *deepfake* para proteger a los protagonistas. El objetivo consistía en proteger la identidad de los protagonistas, llevarlos al anonimato pero sin perder el humanismo tan potente de esta producción. El equipo técnico tenía que eliminar el rostro de estas personas de una manera suave y sin perder las expresiones faciales que acompañan el discurso. Además, la opción de desarrollar un avatar sintético podría generar rechazo al espectador ya que “cuando se carece de cara real, en la mayoría de los casos se induce una sensación de perturbación”. Por lo tanto, para la creación de esta “máscara suave” se empleó el rostro de actores para sustituir el de los protagonistas (Rothkopf, 2020). Durante todo el documental²⁵, se observa que el resultado en el efecto no es perfecto. Quizá que sea un efecto invisible como en una producción de ficción no es el objetivo principal de los creadores del documental. En este caso se busca potenciar aún más la denuncia que realiza el documental. Entre los minutos [01:20:00 - 01:23:00], uno de los protagonistas de este documental hace público su testimonio ante la prensa, en ese momento, el *deepfake* del actor se desvanece dejando ver por primera vez en toda la producción el rostro real de esta persona. En el instante en el que se produce el cambio, se puede observar cómo el sujeto ha estado en un anonimato completo, manteniendo su expresión facial en un rostro ajeno a su cuerpo.

De manera que, el empleo de esta técnica como herramienta tanto en género ficticio como documental presenta muchas prestaciones que aportan una libertad creativa sin limitaciones.

²⁵ Documental *Bienvenidos a Chechenia* subido en la plataforma YouTube https://www.youtube.com/watch?v=48cxo3qujMU&ab_channel=AndresSainz

Aunque esta misma cuestión es la principal causante de todos los problemas ético-morales y legales que se pueden realizar mediante un uso tóxico de la misma, como por ejemplo manipulación de discursos políticos o la integración de un determinado rostro en cine pornográfico (Robles-Lessa et al., 2020). Por lo tanto, a pesar de un amplio abanico de cuestiones positivas que puede ofrecer, el espectador puede mostrar cierto rechazo al tener en cuenta otras tantas nocivas que el uso de la tecnología *deepfake* puede realizar.

5. NUEVOS FORMATOS, ESTÉTICAS Y DISPOSITIVOS

5.1. *Estética de los nuevos dispositivos: ScreenLife*

Cada nueva tecnología suele desarrollar de forma paralela una nueva estética. Mediante la generación de nuevas estéticas, se remodela el lenguaje de los viejos medios de comunicación en base a los nuevos medios. Es decir, los medios tradicionales tienen que adaptar su lenguaje y su discurso a los nuevos espectadores, influenciados por la estética de las nuevas tecnologías. Scolari escribió en el año 2008 que la estética audiovisual era imposible de entender si no se vinculaba a pantallas interactivas. Este autor relaciona la estética de las nuevas tecnologías de la época con la hipertelevisión. Llega a la conclusión de que para poder disfrutar de esta nueva estética, los espectadores deben de estar formados en “la cultura de los videojuegos y la navegación hipertextual” propia de Internet y del trabajo *multitasking*²⁶ (p.326). Las nuevas tecnologías, además de revolucionar la apreciación estética, la colocan en un camino de constante evolución (Arenas Beltrán, 2014).

En cuanto a la presencia de estos cambios estéticos en las producciones audiovisuales, ya no se considera la historia de las mismas como un avance en línea recta hacia un único lenguaje posible. En toda su evolución se pueden diferenciar distintos lenguajes, cada uno con sus variables y valores estéticos que anulan a su antecesor (Manovich, 2005). El cambio de un ambiente en el modelo de producción, basado en el uso del software por parte de las producciones audiovisuales, desarrolló un nuevo lenguaje. No obstante, la imagen resultante adquirió tanto rasgos de la imagen cinematográfica como aspectos propios del software, por lo tanto era un híbrido. Lev Manovich (2013) considera que esta hibridación es una nueva etapa esencial en la historia de este medio. Según él, se puede entender este lenguaje híbrido

²⁶ Consumir distintas aplicaciones al mismo tiempo.

como un tipo de *remix*²⁷. Es decir, la estética que se producía era fruto de la mezcla de los lenguajes de los diferentes medios. Sin embargo, Manovich consideraba que no sólo esta mezcla se limita a los contenidos de los distintos medios. Se extiende a todos los aspectos de los mismos, como formas de producción, técnicas y formatos de reproducción. Esta “remezcla profunda” como acuñó Manovich, conformaba un metalenguaje que puede emplear cualquier técnica que antes era exclusiva de medios independientes. El término metalenguaje se emplea en el sentido de reunión, inclusión y colección, con el objetivo de reunir y unificar elementos que estaban separados. Empleando el mismo, la producción de imágenes en movimiento puede combinar cualquier estética y técnica que haya tenido durante su proceso de evolución.

Con el comienzo de la revolución digital que supuso el auge de los teléfonos móviles, comenzó un cambio radical en las estructuras de relación con los medios. Cualquier usuario con un dispositivo móvil puede adquirir el rol de narrador, y tiene posibilidades de influir en la sociedad. La relación que el ser humano adquiere con la interfaz de estos dispositivos, produce continuamente nuevas historias en las que quedan plasmadas nuevas formas identitarias de la humanidad. Mediante este contenido se establece una relación entre el que produce el contenido, el que lo disfruta en la pantalla de su móvil y su entorno. Sin embargo, no solo se crea contenido con estas nuevas herramientas digitales. Además, se re-mezclan, re-interpretan y re-escriben otras historias y otro contenido que ya existe. De manera que, para competir contra la industria por la conquista de la atención en la pequeña pantalla, el usuario cuenta con un proceso de apropiación y creación de material que tiene que encontrar a su público. No importa ni la calidad ni la procedencia de las imágenes, lo realmente importante es que genere emociones. En algunas ocasiones, la producción de un usuario no es interesante, pero la distribución y transmisión del producto sí. Puede ser manipulado y modificado por otros hasta obtener resultados sorprendentes. En relación al concepto anterior de metalenguaje, en los primeros intentos de producir contenido con los móviles, muchos creadores de forma inconsciente emplearon elementos propios del cine mudo de los hermanos Lumière mediante la reproducción de aspectos estéticos similares. Otros, emplean el mismo concepto narrativo que los que producía Méliés, trucajes de ilusión óptica (Tognazzi, 2012). Por ejemplo, en este vídeo²⁸, se pueden encontrar ciertos paralelismos característicos de la

²⁷ “Desde sus orígenes en la cultura musical de los 80’s, el remix ha surgido gradualmente como una estética dominante de la era de la globalización, afectando y reformando todo” (Manovich, 2012).

²⁸ Vídeo de ilusión óptica producido y subido por Zach King a YouTube
<https://youtube.com/shorts/Imc286vgWM8?feature=share>

autoría de Georges Méliès. Se trata de un *short* de YouTube publicado por el conocido creador de contenido Zach King el 9 de mayo de 2023. Sus vídeos se basan en ilusiones ópticas producidas mediante softwares de edición digital, pero que parte de una pequeña base narrativa, no deja de ser un microrrelato. Comparando el vídeo anterior con uno de los cortometrajes de Méliès, se pueden encontrar en ambos aspectos similares. En primer lugar, una base narrativa simple, en este caso el robo de un banco. Otros elementos propios de este modelo primitivo de representación presentes en el vídeo de Zach King son una composición grabada en plano único con escaso o poco movimiento, un pequeño *gag* cómico que acompaña un giro narrativo, y la ilusión óptica.

El teléfono prácticamente es una parte de nosotros, se convierte en una herramienta que nos permite documentar cualquier aspecto a nuestro alrededor. El propio dispositivo exige que se utilice de cierta manera. Y esto influye en su estética. Por ejemplo, un dispositivo móvil al estar diseñado para su uso en vertical, una orientación horizontal no es natural. Por lo tanto, la manera natural de grabar es en este formato y sosteniendo el teléfono con una mano. Al principio, plataformas como YouTube y Vimeo se situaron de forma negativa a esto. No obstante, en el momento que el móvil pasó de ser un dispositivo de sólo llamadas a un centro de mensajería y almacenaje multimedia, los servicios para compartir vídeos en línea y los usuarios se unieron para asentar esta nueva estética (Ryan, 2018). En relación a esta consideración de los últimos dispositivos móviles como centro de mensajería instantánea y espacios de chat en redes sociales, estas dinámicas también forman una estética determinada que se representa en discursos audiovisuales. La representación de esta estética se basa en “la superposición en pantalla” de las formas de comunicación y elementos de diseño característicos de esta vía de comunicación. Independientemente de que el teléfono móvil sea el centro de atención o no en el plano. Por lo tanto, estos recursos gráficos conviven de manera simultánea en el espacio y propician “a dialogue between both visual surfaces, thus interfering in the transparency of the visual composition” (Hermida, 2020). Un buen ejemplo de esto se puede ver en la serie *Skam España* (Zeppelin TV, Movistar+, 2018-2020). En este clip²⁹ perteneciente al episodio cuatro de la cuarta temporada (2020), Amira, la protagonista de esta temporada, mantiene una conversación mediante mensajería instantánea. La apariencia de los mensajes es idéntica a la que *WhatsApp* presenta en los dispositivos *Apple*. Además, aparece el nombre de las personas con quienes se está comunicando. El registro es

²⁹ Clip número 4 de S04E04 de la serie producida por Movistar+ *Skam España* (2020)
<https://youtu.be/0Sp9gobd-h0>

informal, propio de este tipo de conversaciones. En cuanto a la composición de los planos en los que se insertan grafismos de los mensajes. Se tiene en cuenta la ley de la mirada, el personaje mira en la misma dirección que aparece la conversación. Además, el móvil debe aparecer visible para que cuando la actriz escriba en él, aparezca un teclado que reproduzca la escritura y el envío del mensaje. De esta manera, ambas “superficies visuales” interactúan entre ellas.

Esta representación de interfaz es sutil a diferencia de la representación de otras, que se realiza de manera mucho más extrema. Por ejemplo, la representación en producciones audiovisuales del “entorno *Web 2.0*”. Mediante la representación de este medio, se integra mucho más la estética de su interfaz en la narrativa y queda representada de forma directa en su “contenido audiovisual” (Hermida, 2020). Este formato es conocido como *screenlife*. Es un formato narrativo cuyo hilo argumental se construye a partir de todo lo que ocurre en la pantalla de un ordenador. Se captura todo lo que está ocurriendo en la pantalla, la narrativa no sólo se limita al espacio del inicio o “escritorio”, va más allá. Muestra tanto la interacción del personaje con el dispositivo, como al mismo personaje grabado mediante una “cámara web”. Por lo tanto, el mismo siempre aparecerá sentado delante de la pantalla. Este formato suele estar producido mediante el *screencast*, una tecnología que graba mediante *software* todo lo que sucede en la pantalla de un dispositivo a tiempo real. El formato *screenlife* cuenta con una forma especial de producción. Por ejemplo, si el material ha sido capturado con *screencast*, prácticamente la producción carece de proceso de postproducción. Sin embargo, la primera etapa de preproducción o preparación es mucho más extensa que el proceso de grabación o captura. El lenguaje cinematográfico de este formato también presenta muchas diferencias. Recursos como diferentes tipos de planos, movimientos de cámaras, o angulaciones están muy limitados. En su sustitución se emplea el *zoom* o el recorte para modificar el tamaño del plano. Además, cuenta con el empleo de grafismos, mensajes, ventanas emergentes, y la apertura de nuevos cuadros de diálogo. La pantalla dividida también es un recurso muy usual. Para las transiciones, el *screenlife* utiliza la apertura o el cierre de distintas ventanas o cuadros de texto y *jump cuts* que hacen una leve modificación de la puesta en escena. Suele introducir este último recurso narrativamente como una caída de la conexión a Internet, crea una atmósfera de suspense. Las producciones en este formato no cuentan con correcciones de color. La colorimetría en este caso está dictada por el color de la interfaz. El sonido normalmente es diegético. Toda la acción se realiza en la pantalla, por lo tanto, el sonido está inserto en la narración. No obstante, también es posible reproducir

música abriendo archivos de audio o reproduciendo alguna canción en alguna aplicación destinada a ello. La banda sonora se completa con los sonidos de las notificaciones o del ratón. En este formato también se frecuenta la ausencia de actores, el protagonista suele ser el único personaje. De esta manera, la identificación del espectador con el personaje es mucho mayor. Es necesario dividir las producciones de este formato en dos categorías o subgrupos. En primer lugar, incluye aquellas producciones cuyo material ha sido capturado en *screencast*. Mediante este *software* que captura las “manipulaciones en la pantalla”, se muestra el “mundo interno del protagonista sin la participación de un actor”. El espacio en el que se desarrolla la acción es la interfaz de un dispositivo móvil o el escritorio de un ordenador. A través de una interfaz familiar, el espectador comprende y empatiza con el personaje. En este subgrupo dentro del *ScreenLife*, el espectador cuenta con una posición de ventaja en relación al personaje, a través de las acciones que se realizan en la pantalla, conecta con su “mundo interior” (Shimokhin, 2021)

Dentro de este primer grupo, se puede analizar como producción audiovisual la película *Missing* (Nicholas D. Johnson, y Will Merrick, 2023). La acción de esta película está enmarcada al completo en pantallas de distintos dispositivos. La madre de June Allen, la protagonista de esta historia, desaparece mientras está de viaje con su actual pareja. June, sin respuesta de organizaciones institucionales, decide comenzar una investigación desde su propia habitación. La película domina el lenguaje de los dispositivos a la perfección. En primer lugar, desde el punto de vista de desarrollo de personajes, cada dispositivo cuenta con una personalización ajustada al propietario del mismo. Como el espectador durante toda la película está observando la interfaz de un dispositivo, así diferencia de qué punto de vista la está viendo. No sólo vemos el escritorio del ordenador de June, la protagonista se mueve, tanto por la propia casa como por la ciudad. No obstante, en todo momento la imagen mantiene la estética de un dispositivo. Varía entre ordenador, teléfono móvil, cámara de seguridad, incluso desde la cámara de un *smartwatch*, lo que a nivel visual proporciona un estilo de planos nada convencional. La interfaz de la pantalla del ordenador de June es la que aporta más libertad narrativa a la producción. El escritorio es una especie de “horror vacui” constante en el que hay abiertas muchas ventanas y distintos cuadros de texto. Una de esas ventanas es la aplicación *FaceTime*. Este recurso es empleado para ver a June, mediante esta cámara el espectador ve en todo momento a la protagonista. Además, utiliza este medio para comunicarse. Por lo tanto, la mayoría de los diálogos entre varios personajes son realizados con este recurso, mediante videollamada. Cuando hay alguien de forma física con la

protagonista, la producción usa *zooms* para modificar el plano. De esta manera, las conversaciones no se hacen monótonas al tener una única angulación de cámara. Lo mismo ocurre cuando únicamente se ve la interfaz de su dispositivo. Prácticamente nunca el espectador ve la pantalla al completo, suele presentar un factor de recorte mediante un *zoom* y un movimiento de cámara digital por la pantalla. Volviendo a la imagen de la cámara real, la estética visual simula una *webcam*, presenta mucho ruido, baja calidad y en algunas ocasiones *jumpcuts* simulando cortes de conexión. Esta película emplea la mensajería instantánea para realizar diálogos. Además, en el historial de *chats* se pueden leer otros mensajes que están relacionados con la trama principal o con alguna secundaria. Con este recurso la producción gana mucha verosimilitud, el espectador es consciente de cómo pasa el tiempo por el relato y ninguna trama se pierde. El hecho de que la protagonista tenga el teléfono emparejado con el ordenador, permite al espectador ser consciente de las notificaciones que le llegan al teléfono. Hecho que permite que tenga una posición privilegiada y pueda ser consciente de todo lo que está pasando en la película. June apunta todo lo relacionado con la investigación en “notas adhesivas virtuales” en el escritorio del ordenador. Así, una vez que la investigación avanza, el espectador puede recopilar toda la información que se ha ido obteniendo a lo largo de la película, para que no caiga en el olvido ningún detalle. Las transiciones entre dispositivos suelen realizarse mediante la activación de las cámaras de los mismos, o con un cambio de formato. Este fragmento de la película³⁰, presenta transiciones entre todos los dispositivos. Por ejemplo, en el principio, se navega por la interfaz de distintas aplicaciones del teléfono móvil. Mediante las mismas, la película aporta información narrativa al espectador, primero mediante mensajería instantánea, y después, una fotografía compartida por *Snapchat*. Tras esto, con un barrido digital, se pasa a la interfaz del ordenador, donde empleando llamadas, notificaciones y distintas ventanas, el espectador es consciente de toda la información que está pasando en la película, manteniendo su perspectiva privilegiada. Entre los minutos [1:20 - 2:10] se realiza un “plano secuencia” en el que a través de movimientos de cámaras digitales y *match cuts* empleando la iconografía y recursos de los nuevos dispositivos, se realizan las transiciones entre planos y distintos dispositivos. Por ejemplo, se puede pasar desde la interfaz del *gps* de un coche a una fotografía en formato vertical que se sube a *Instagram*. Y así sucesivamente, intercalando y empleando diversos elementos y posibilidades que ofrece el lenguaje de estos dispositivos tecnológicos.

³⁰ Fragmento de *Missing* <https://youtu.be/7l4BORuPfrM>

En segundo lugar, se encuentran las producciones cuyos personajes son participantes de una “conferencia grupal” o algún evento parecido. En este caso, el espectador presenta una menor intimidad con los personajes. Además, los mismos tampoco se muestran de una forma tan natural como en el caso anterior. Son conscientes de que están siendo observados por otras personas dentro de su diégesis (Shimokhin, 2021). Para esta categoría, un ejemplo es este fragmento³¹ de la película *La ballena* (*The Whale*, Daren Aronofsky, 2023). Charlie, el protagonista de la película, es profesor de universidad a distancia debido a sus condiciones físicas. Él siempre daba clases con la *webcam* apagada, pero en este fragmento decide ponerla por primera vez. Entre los minutos [2:07 - 2:55] el espectador ve la interfaz del portal *web* de la universidad. En él aparecen todas las personas en pequeños cuadros de la pantalla. Pero únicamente se ve a los personajes y su nombre, el espectador no recibe más información de ellos. De hecho, en el momento que reaccionan a la apariencia física de Charlie, algunos empiezan a grabar o enviar mensajes con su teléfono. En contrariedad con el primer tipo de producciones, el espectador no recibe información de esos mensajes, por lo que no tiene ese privilegio de conocer todas las perspectivas de la trama. También emplea un *zoom* digital, pero en lugar de navegar por toda la interfaz, sólo se centra en la cámara de Charlie, hasta el punto de ser la única persona que aparece en plano dentro de la videollamada.

El *Screenlife* es una estética preparada para el espectador joven. Ellos pueden leer, analizar y comprender de manera rápida toda la información que contienen estas producciones mediante la percepción de signos poco perceptibles. En cambio, un público mayor que no está acostumbrado a estas interfaces, necesitará más tiempo para leer toda la información. Esta brecha digital está presente en esta nueva estética. A pesar de esto, el formato *ScreenLife* tiene su pervivencia garantizada y su desarrollo aún no ha llegado a su fin. Al fin y al cabo, ofrece una mayor oportunidad de acción para los autores, que pueden desarrollar producciones a partir de cualquier material digital, con un equipo a distancia y en cualquier soporte informático (Shimokhin, 2021).

³¹ Fragmento de *La ballena* <https://youtu.be/Y51sjXNPJ7I>

5.2. Vídeo volumétrico: Producciones 360°, VR y AR

La situación actual de expansión tecnológica en el sector de la producción audiovisual, ha provocado que las tecnologías de realidad virtual tengan mayores posibilidades para desarrollar productos y formatos que puedan seducir al espectador. De esta manera, cada vez está más cerca el “objetivo cinematográfico” de situar al espectador en el centro de la acción, ya que el incremento de calidad de estas tecnologías en los últimos años ha sido extraordinario (Quiles, 2019). Las producciones audiovisuales destinadas a realizar experiencias de realidad virtual, comenzaron a desarrollarse a partir de gráficos 3D, por aquel entonces eran más parecidas a un videojuego que a otra producción. Una vez que mejoró el *software*, se desarrolló la captura de imágenes 360°, tanto fotográficas como en movimiento. Posteriormente, mediante motores de videojuegos de Unity, se fusionaron ambas técnicas. De manera que, sobre el registro de imágenes 360° se podían implantar elementos virtuales (Martínez-Cano & Roselló, 2020). Sin embargo, Intel *Studios* ha desarrollado un sistema de captura volumétrica que puede suponer el futuro de la inmersión audiovisual (Prilusky & TED, 2020).

La base de estas producciones se encuentra en la realidad virtual. Esta tecnología propicia una experiencia en la que el espectador queda inmerso en un entorno virtual. Dentro del mismo, se ofrece una experiencia sensorial mediante el uso de determinados dispositivos, unos auriculares y unas gafas de realidad virtual. Las gafas cubren los ojos del espectador, ellos solamente ven lo que se está proyectando en la pantalla. Además, las gafas tienen unos sensores que reconocen el movimiento de la cabeza de la persona. De esta forma, la imagen realiza el mismo movimiento que el espectador. Los auriculares también suman en esta inmersión, hacen una experiencia más sensorial y real (Quiles, 2019).

Como ejemplo de realidad virtual, se puede analizar este cortometraje³² de carácter promocional que Warner Bros produjo para la película *Dunquerque* (Dunkirk, Christopher Nolan, 2019). Esta producción introduce al espectador en tres escenarios distintos. En primer lugar, sumergido en el mar junto a los soldados caídos. Después, de lleno en una batalla aérea de avionetas de combate. En última instancia, en la isla esperando un desembarco del flanco enemigo. Esta producción ha sido realizada al completo en CGI, el espectador puede explorar

³² Cortometraje promocional de la película *Dunquerque* en VR. https://youtu.be/-_nhjmLeGYw

el entorno 360°, mediante una perspectiva en primera persona. Para incentivar el movimiento de cabeza, presenta muchos estímulos visuales y sonoros, como explosiones y disparos que mantienen un ritmo frenético.

No se debe confundir la realidad virtual con la realidad aumentada. En esta última, se le ofrece al espectador una nueva perspectiva de un entorno determinado. Mediante un teléfono móvil o unas gafas especiales, el espectador recibe información extra de aquello que está viendo para enriquecer su experiencia. Los datos y objetos que aparecen son acompañados de mensajes y de animaciones, que se integra con el entorno mediante *tracking*. El desarrollo tecnológico de los últimos años ha provocado una mayor evolución de la tecnología de realidad virtual y una mayor popularización del medio. Esto ha impactado en la industria audiovisual actual y ofrece mayor inmersión al lenguaje cinematográfico. De forma paralela a estas tecnologías, se desarrolla la grabación 360°. Para ello, necesita una cámara que pueda captar “un entorno en su totalidad”. Grabar de esta manera altera el lenguaje audiovisual estipulado. De hecho, el mayor cambio es que no existe proceso de montaje. Es el espectador, empleando unas gafas especializadas, o interactuando con la interfaz de un dispositivo quién decide qué ver en cada momento. La forma de producción y de grabación también presenta muchas variaciones. La primera y más importante es que la cámara graba en 360°, es decir, todo lo que hay alrededor, de manera que desaparece la cuarta pared, no puede haber nadie monitorizando cerca de la cámara. Esta función se realiza a distancia mediante un monitor. El hecho de que no haya monitorización del proceso de grabación en directo, aporta problemas de calidad y técnicos que se acentúan con la naturaleza del formato, no se pueden camuflar de ninguna forma. Tampoco puede haber equipo de grabación como elementos de iluminación o grúas, por lo que se limita mucho la grabación. Otro reto para estas producciones es encontrar una manera de dirigir la mirada del espectador. Constantemente va a estar recibiendo estímulos y él mismo va a investigar en todas las direcciones, pero hay que saber llevarle al punto en concreto donde se va a realizar la acción principal. Algunas estrategias consisten en dirigir la mirada con el sonido estéreo, hacer que el espectador mire donde empieza a sonar algo. Además, el sonido debe tener un buen tratamiento ya que es un recurso que aporta mucho al resultado inmersivo. Para que la imagen sea lo más verosímil posible, la cámara se debe poner a una altura media de una persona. Si queda alta o baja, el espectador verá la producción desde esta perspectiva, lo que dificulta mucho la inmersión del mismo. Las producciones audiovisuales 360° suelen ocasionar muchos problemas de visionado a los espectadores, como mareos y dolores de cabeza. Sobre todo cuando usan unas gafas

especiales para consumir este contenido. Esto es debido a la gran cantidad de estímulos al que se somete el espectador en poco tiempo, también por la falta de costumbre a estas narrativas. Para evitar en la medida de lo posible estos inconvenientes, estas producciones presentan una duración bastante reducida y el uso de fundidos a negro o disoluciones en lugar de cortes, que pueden ser más bruscos y repentinos para el espectador. Para una correcta grabación, la cámara debe tener reducida la nitidez y contar con un perfil de color plano para que ofrezca buena calidad el material. Debe grabar entre 25 y 30 fps, nunca a más. Una vez las imágenes se han grabado estas deben unirse. Esta etapa es conocida como *stitching* o cosido. Se obtienen los vídeos por separado, para que las imágenes queden enlazadas a la perfección, y presenten la misma continuidad, se tiene que realizar un proceso en un *software*. El programa sincroniza y une los vídeos, tras esto, se pasa al proceso de edición, montaje, correcciones de color y grafismos. También pueden integrarse efectos visuales para que la experiencia del espectador sea más completa (Quiles, 2019).

Las producciones audiovisuales grabadas en el formato 360° suelen estar muy presentes en el género documental. Como se puede ver en *Lions 360°* (National Geographic, 2017), la grabación es simple. Se sitúa la cámara en una localización cercana a animales salvajes con el objetivo de que el espectador pueda disfrutar de la naturaleza a una distancia en la que físicamente no podría estar. Una voz en *off* contextualiza las distintas escenas que transcurren.

Tras un desarrollo del *software* que realiza el proceso del *stitching* o “cosido” en la producción de vídeos 360°, se posibilita la fusión de esta técnica junto a la de realidad virtual. Esta unión desarrolla la creación de un formato distinto, el vídeo volumétrico. La creación de estas producciones, al igual que los formatos anteriores, es un movimiento más en la dirección de crear producciones inmersivas e interactivas. En este caso, se escanean imágenes en 3D y mediante motores de juego se integran en escenarios realistas. Este formato genera un nuevo sistema de expresión audiovisual. A nivel técnico, la imagen se compone de un vídeo 360° de ambientación exterior como primera capa; una reconstrucción de elementos en 3D que se superpone; y un registro volumétrico de los actores en el set de rodaje. Para esto último se emplean motores de juego de Unity. También se necesita un sensor *Kinect*³³, un *software* llamado *Dephkit* y una cámara de vídeo. Estos tres elementos se sincronizan y

³³ Sensor que realiza una captura de movimiento.

capturan la imagen de los actores que han sido grabados en un *set* con *chroma*, se integra posteriormente en la composición final. El ejemplo más significativo de este formato es el cortometraje *Queerskins: a Love Story* (Illya Szilak, Cyril Tsiboulski, 2018). En esta muestra³⁴ de interacción con la producción, se ve como el espectador se integra en el espacio como un personaje más, en este caso, incluso va sentando en el mismo coche que los personajes. De esta manera no sólo empatiza con el protagonista, si no que el mismo adquiere su propio rol al ver la acción desde su punto de vista. La volumetría de los actores que interpretan a los padres no es 360°. No permite que el espectador explore más allá del coche, aunque no es relevante para la historia. El espectador orienta su mirada al lugar de donde proviene el sonido. Así es más fácil para el espectador continuar la conversación de los personajes. La iluminación está compuesta para fusionar las distintas capas que forman la composición final. Mediante un motor de videojuegos de Unity, se ha realizado el trayecto del vehículo, el interior del coche y todos los objetos con los que el espectador puede interactuar en su interior. A esta composición se le ha implementado la capa grabada en *set* de los actores. Fue producida en un plano secuencia, por lo que en la composición final no presenta ningún corte o transición. Mediante cambios de iluminación y atmósfera realiza un avance temporal la ficción. Todo esto en composición final, aporta a una experiencia inmersiva dedicada al espectador (Martínez-Cano & Roselló, 2020).

Empleando este método de vídeo volumétrico, el espectador puede tener una visión 360° del espacio virtual, pero no puede salir completamente de la escena. Además, mantiene un aspecto frontal, para nada tridimensional. Para realizar esto, se tiene que capturar la luz desde todas las direcciones posibles, rodeando la escena con múltiples sensores y cámaras. Se puede considerar que *Matrix* (Hermanas Wachowski, 1999) creó un precedente en esta estética. En esta película se empleó por primera vez la idea de realizar un desplazamiento volumétrico dentro de un espacio 360° de la acción. Además, en este caso, pudiendo controlar el tiempo de la acción llegando a detenerlo. Este efecto visual es conocido como “bullet time”. Para su realización³⁵, se creó un *set* de rodaje compuesto por 120 cámaras y 2 sensores de *mocap* dispuestos en un *rig* configurado para capturar las imágenes desde múltiples perspectivas. En este caso, el *rig* tenía una disposición 360° y los actores realizaban su interpretación en el centro. Posteriormente, se unían las imágenes capturadas por cada cámara y mediante *chroma* se integraba la acción en un espacio virtual. Actualmente existe

³⁴ Espectador interactuando con el cortometraje *Queerskins: a Love Story* https://youtu.be/01l_2mN6x7U

³⁵ Making of efecto “bullet time” en *Matrix* <https://youtu.be/11ZbUs1xwes>

otra manera para poder asumir esta producción, mediante la construcción de “una cabina para la cámara volumétrica”. Este particular *set* de rodaje ha sido realizado por Intel, mide aproximadamente unos 3000 metros cuadrados con cientos de cámaras que capturan el movimiento desde cualquier punto y lo almacenan en un ordenador muy potente. Este set recibe el nombre de Intel Studios y su objetivo es explorar “la próxima generación cinematográfica inmersiva”. Este nuevo método de creación inmersiva, realiza una grabación en directo de los actores y del escenario. Al capturar la luz y el movimiento desde cualquier perspectiva, permite reconstruir en 3D los elementos a la perfección. Los elementos no adquieren una apariencia plana una vez son grabados, son “como un volumen”. Todas las acciones de la escena son grabadas en tres dimensiones. Las imágenes producidas en lugar de tener *píxeles* están compuestas por lo que se conoce como “*voxel*”. Un *voxel* es un *píxel* que en lugar de ser plano, es un cubo tridimensional. Es precisamente esto “lo que permite crear una captura completa de la escena desde cualquier perspectiva”. La primera producción que Intel realizó con esta técnica³⁶, fue un *western* en el que ambientaron el *set* para que físicamente pareciera una aldea del oeste. En cuanto al equipo artístico, introdujeron varios actores y uno de ellos subido a un caballo. Los actores tenían que realizar una actuación sin ningún tipo de fallos, ya que desde cualquier perspectiva esto podría ser visible. Supuso un verdadero reto para ellos. El resultado que se obtenía era una captura en 3D de toda la acción que ocurría en la escena. La cámara virtual puede moverse por la escena de la forma que quiera, puede dar cualquier perspectiva, desde cualquier punto e incluso controlar la velocidad de fotogramas a la que se reproduce la acción. De manera que, a nivel narrativo es una herramienta muy potente para los creadores (Prilusky & TED, 2020).

Queerskins Ark (Cyrill Tsiboulski, Illya Szilak, 2020) es un cortometraje³⁷ de los creadores de *Queerskins: a Love Story* que ha sido producido mediante esta forma de captura. La importancia de este cortometraje reside en la grabación de una danza íntima entre una pareja. El proceso de dirección y producción de este cortometraje muestra el desafío técnico que es una creación de estas características. El primer problema con el que se encontró esta producción es que el *set* Intel Studios solamente puede grabar como máximo treinta segundos de material, para posteriormente estar dos minutos transfiriendo a las memorias y reseteando las cámaras y sensores para la siguiente grabación. Para la dirección de la secuencia de la danza, tuvieron que establecer unas pautas narrativas para evitar el *raccord* entre distintas

³⁶ Primera producción que se grabó en Intel Studios <https://youtu.be/9qd276AJg-o>

³⁷ Fragmento *teaser* de *Queerskins Ark* <https://youtu.be/7SGqe6wch4A>.

grabaciones. También los actores tenían una importante labor. Ellos tenían que exagerar la gesticulación para que su lenguaje corporal fuera legible y entendido por la audiencia. La inmersión es incorporada de una manera sutil. A compás con los movimientos de la danza de los actores, se mueve la cámara virtual que el espectador establece como su perspectiva. Una vez ese escenario real desaparece y los bailarines se transforman en partículas, la inmersión no cesa, al contrario, su presencia e intervención “dan lugar a una profunda presencia personal”. Esta producción demuestra que se puede llegar a la inmersión del espectador sin necesidad de tomar su propia perspectiva como hacen otros formatos. En este caso, donde reside la mayor importancia y fuerza es en la interpretación de los actores. Se puede concluir que este cortometraje crea un precedente para usar como recurso expresivo situaciones íntimas entre personajes que el espectador mediante esta inmersión puede sentir. Independientemente de esto y en general, en cualquier formato de realidad virtual, el espectador tiene una experiencia muy distinta a la que experimenta tras la pantalla. Está situado dentro de la producción, dentro de la propia historia que está consumiendo (Martínez-Cano & Roselló, 2021).

5.3. Interactividad como nueva forma de consumo audiovisual: formato “elige tu propia aventura”

La manera de consumo de las audiencias ha cambiado a lo largo de los años. La evolución tecnológica ha modificado los modos de producción y las formas narrativas. De modo que, el público desarrolla una necesidad de experimentar novedades audiovisuales (Lopera et al., 2023). Esta práctica ha estado presente desde el nacimiento del cine. Por aquel entonces, las vanguardias buscaban “nuevas experiencias cinematográficas envolventes” (p.361). Es en este contexto de innovación de producción, de consumo y de incremento de participación en el que se insertan las producciones audiovisuales interactivas. Realmente no es un producto novedoso, ya se comentó en el marco teórico que la primera película de este formato, *Kimoautomat*, data del 1967. Sin embargo, es en la actualidad cuando han aparecido dispositivos capaces de desarrollar este formato como “una nueva forma de cine” (p. 361). Los ordenadores, internet y los videojuegos han ido ofreciendo estas oportunidades productivas (Herrero, 2016).

“El género interactivo nace del formato literario elige tu propia aventura” (Lopera et al., 2023). La metodología con la que se realiza este tipo de libros se basa en “una estructura narrativa en forma de árbol” (p. 54). Se escriben todas las secuencias de la acción, posteriormente las mismas se organizan entre las ramas que el lector puede tomar. Mediante este formato, el consumidor tiene una sensación constante de impredecibilidad, también posibilita las lecturas repetidas. La sensación que tiene el lector “de poder dirigir su propio destino es enormemente poderosa”. Las producciones interactivas tienen el mismo objetivo que este género literario, darle al espectador un rol participativo e inmersivo. Esto es lo más importante para este formato, la identificación del espectador dando su punto de vista y aportando sus elecciones sobre la trama principal (Quiles, 2019). La fuerza del audiovisual interactivo se concentra en la posibilidad de libre elección que tiene el espectador sobre la trama. Estas producciones emplean el vídeo digital para funcionar. Muchas incluso se han estrenado en festivales y posteriormente han sido comercializadas por internet o en formato DVD. Desde los inicios del formato, han sido muchas las maneras mediante las que el espectador decidía el rumbo de la producción. Para el visionado en sala, comenzaron empleando *joysticks* integrados en las butacas. Estas primeras producciones fracasaron en audiencia y crítica. Posteriormente, estas proyecciones se han convertido “en un juego para el espectador” (p.365) utilizando el propio dispositivo móvil de cada uno para realizar las distintas elecciones. No obstante, para el visionado en un dispositivo particular, la elección se realiza mediante menús dentro de la propia producción y el mando a distancia, o el ratón del ordenador. El espectador, al tener el control durante toda la producción se ve tan integrado en ella como en un videojuego. Además, este formato da la posibilidad de compartir la experiencia con otros espectadores o con los propios creadores. Todo suma para aumentar el *engagement*, elemento clave. Otra peculiaridad que presenta este formato es la posibilidad de realizar varias veces un visionado, lo que permite experimentar caminos distintos, potenciando comercialmente la producción. Con cada visionado, en sala o en un dispositivo particular, el espectador se garantiza una experiencia completamente distinta a la anterior, puesto que es posible que realice otro camino al seleccionar caminos distintos. La duración de este formato es muy relativa, depende tanto de la producción, como del camino que selecciona cada espectador. Esta peculiaridad es fruto de la hibridación con los videojuegos. Aunque puede parecer que el coste de producción de este formato es bastante excesivo debido al incremento de horas de trabajo para el equipo. La gran mayoría de producciones que se han realizado han sido de bajo presupuesto. El encarecimiento de la producción depende del caso particular. Suelen ser producciones con una calidad narrativa y de guion

muy eficaces. También cuenta con complementos transmedia para disfrutar de la experiencia antes, durante y después de su visionado. Esto fomenta aún más la integración del espectador con el formato. Sin duda, las producciones interactivas presentan múltiples y variadas posibilidades. Además, al estar ligadas al desarrollo tecnológico, “cualquier nuevo dispositivo, programa o aplicación puede dar nuevas formas de expresión y nuevas formas de cine” (Herrero, 2016).

Como buen ejemplo de producción interactiva, se encuentra *Black Mirror: Bandersnatch* (David Slade, 2019). La producción cuenta con un total de 250 fragmentos y una duración de 312 minutos. Dependiendo de las elecciones del espectador, la película conduce al espectador, o jugador, por un camino más o menos extenso o complejo. No obstante, un camino que ya está trazado y simula la ilusión de libre elección (Lopera et al., 2023).

La producción empieza con elecciones simples, como elegir qué cereales desayuna el protagonista o qué música escucha en el autobús. Estas primeras decisiones tienen el objetivo de empezar a acostumar al espectador a las mecánicas de elegir qué vía escoger con el mando de la televisión o con el ratón del ordenador. Todas las elecciones tienen un tiempo para que selecciones alguna de las dos. El tiempo comienza cuando el formato de imagen pasa a 2:35:1, aparecen las barras negras del *letterboxing*. En la de abajo, ambas decisiones, una a izquierda y otras a derecha. Justo sobre ellas, un grafismo que se va reduciendo como señal de que el tiempo de pensar la elección se agota. Durante el tiempo de elección, la escena continúa, se realiza una breve sucesión de planos para hacer más verosímil el período de espera. Esta “pausa” ayuda a la inmersión y la empatía con el personaje principal. Esta película no presenta una libertad de decisión total, a diferencia del libro en el que se basa la ficción, cada decisión no está enmarcada en una vía con un final determinado, aquí es posible equivocarse. En el caso de escoger una respuesta errónea, la propia narración de la película lo avisa y dirige al espectador a una pantalla de “game over” que permite regresar al mismo punto para escoger la otra opción.

Esta producción híbrida no presenta tanta libertad como si únicamente fuera un videojuego. La narrativa depende de una base sólida independientemente de aquellas decisiones que tome cada individuo, es necesario para conectar al espectador con la historia. Las elecciones del espectador no permiten generar vías alternativas u otros finales. Este formato, y en concreto esta producción, también constituye un “nuevo modelo de negocio para la publicidad”. Las

elecciones que el espectador puede realizar, al no ser tan libres, recopilan datos de la audiencia que pasan a estadísticas. Posteriormente, estos resultados pueden llegar a comercializarse tanto dentro de la plataforma como en otras compañías. Este tipo de recopilación, aunque pueda parecer evidente, no significa un rechazo para las audiencias, que consideran estas elecciones como un juego. Mediante esta recolección de datos que *Netflix* obtiene de *Bandersnatch*, puede orientar proyectos futuros. El hecho de que tan solamente presenta dos opciones, es un escenario ideal para recopilar estos datos. De esta manera, mediante los formatos interactivos se abre “un campo futuro” para que mediante estos datos las plataformas de *streaming* realicen producciones más ajustadas a los gustos de los espectadores (Lopera et al., 2023).

El formato “elige tu propia aventura” sólo es una forma de otras posibles de interacción entre el espectador y la producción. En función de cómo se aplica esta tecnología, existen otras posibilidades. Por poner un ejemplo entre un abanico bastante amplio e inimaginable. Algunas plataformas como *Amazon Prime* está introduciendo en sus producciones contenido adicional. Esta funcionalidad es conocida como “X-Ray”. Al fin y al cabo la interacción entre el espectador y la plataforma es idéntica a como lo hace *Bandersnatch*, mediante el mando de la televisión. Solo que en lugar de decidir el desarrollo de la historia, se puede disfrutar de contenido adicional, ver repeticiones, compartir escenas o realizar compras relacionadas con la producción (Amazon Staff, 2023). Cualquier forma de comunicación directa entre la producción y el espectador se puede considerar interactividad. También está ligado a las nuevas tecnologías. De modo que, la evolución de la misma puede dar paso a nuevas formas de interacción (Herrero, 2016).

6. Conclusión

Tras la realización de esta investigación, se puede considerar que la tecnología y el sector audiovisual guardan una relación muy estrecha. La evolución tecnológica en el sector puede proporcionar nuevas herramientas en forma de técnicas que facilitan el desarrollo de exigencias narrativas de la producción. También, la evolución tecnológica en paralelo de otros medios y dispositivos, puede influir en la creación audiovisual incorporando elementos propios de un lenguaje característico de estos dispositivos. Aplicando esta conclusión, se podría afirmar que las nuevas técnicas y formatos presentes en la producción audiovisual

dependen del desarrollo y evolución de la tecnología en este sector. También se puede considerar que la presencia de esta tecnología propicia un escenario ideal para representar cualquier aspecto narrativo sin importar su complejidad. No obstante, esta cuestión presenta un eterno debate entre la tecnología y la ambición narrativa, para tratar de saber qué aspecto hace evolucionar al otro. Ya se comentó en la evolución de la computerización dentro del sistema productivo audiovisual, que la empresa ILM para el desarrollo de *La guerra de las galaxias* tuvo la necesidad de desarrollar determinadas técnicas y tecnologías para abordar un guion tan ambicioso. Aunque ya existían técnicas de efectos visuales, para poder conseguir resultados que superasen al de cualquier película anterior, desde ILM desarrollaron técnicas como el *motion control*. Es decir, la propia empresa encargada de producir los efectos visuales realiza una mejora de las técnicas para realizar su producción. Lo mismo ocurre en el caso de *Avatar: el sentido del agua* para realizar la captura de movimiento de los intérpretes debajo del agua. El equipo de James Cameron tuvo que adaptar las cámaras a una versión acuática de la misma. Con estos ejemplos se podría decir que son las exigencias narrativas aquellas que fomentan el desarrollo tecnológico. No obstante, este debate no se puede concluir así. En esta investigación se han visto otras tecnologías que han desarrollado nuevas posibilidades narrativas a raíz de sus prestaciones. Podría ser el caso del vídeo volumétrico. De manera que, no es un debate sencillo de resolver. Quizá la cuestión no pasa por intentar localizar un motivo mediante el que un aspecto desarrolle al otro, sino aceptar que la evolución tecnología y las exigencias narrativas en muchas ocasiones pueden ir de la mano retroalimentándose entre sí.

En cualquier caso, e independientemente de este conflicto, a partir de esta investigación se podría afirmar que tanto el desarrollo de nuevas técnicas como la aparición de nuevos formatos guardan el mismo objetivo común, aumentar la inmersión del espectador en las producciones audiovisuales. En el caso de las nuevas técnicas, la inmersión del espectador se puede desarrollar mediante el empleo de efectos visuales invisibles ante el ojo del espectador. Idea que ya adelantó Lev Manovich en 2012 al escribir sobre la revolución que generó Adobe *After Effects*. Por ejemplo, herramientas analizadas en esta investigación como el *matchmoving* o el *motion capture* buscan la integración de CGI sin dejar rastro de su presencia artificial. Por lo que el espectador al ver el resultado final, sin ver las costuras del efecto visual, quedará más inmerso en la producción. Justo el efecto contrario de esta cuestión producía la técnica del HFR. Por ejemplo, *El Hobbit: un viaje inesperado* recibió muchas críticas al presentar una imagen final que sacaba al espectador por completo de la

película. El hecho de que el ojo humano no esté acostumbrado a ver imágenes en movimiento con una elevada tasa de velocidad de fotogramas por segundo, producía el efecto contrario al inmersivo en el público general. En cuanto a los nuevos formatos y el uso de nuevos dispositivos reproductores de contenido audiovisual, la interacción del espectador con este medio podría resultar necesaria. De hecho, en estos casos la interacción va un paso más allá y da pie a la interacción. El espectador puede interactuar directamente con el contenido que está consumiendo. Un buen ejemplo es el vídeo volumétrico, o aquellas producciones 360° o en realidad virtual. El hecho de que el espectador al usar unas gafas especiales, o mediante la navegación en la interfaz de otro dispositivo pueda explorar la completo todo el escenario de estas producciones, lo sitúan completamente inmerso en la narrativa. Incluso se puede considerar que está dentro de ella. En muchas producciones, como la analizada en esta investigación *Queerskins: a love story*, incluso es un personaje dentro de la narrativa que puede interactuar con lo que hay a su alrededor, para hacer una experiencia única. Es en este momento en el que la inmersión e interacción pueden dar paso a la gamificación. El espectador es tan participativo en la narración de la producción que puede convertirse en un entorno de juego. Los nuevos formatos audiovisuales interactivos de “elige tu propia historia” son un claro ejemplo de esto. En *Bandersnatch*, el espectador decide qué decisiones toma el protagonista de la película en cada momento, como ya se vio, crea una ilusión de participación en la que las fronteras entre videojuegos y, en este caso cine, no están para nada definidas.

Los conceptos clave de esta investigación precisamente son estos, inmersión, interacción y gamificación. Son como una especie de *matrioska* en la que una capa puede conducir a la siguiente. Todo depende del nivel de inmersión y participación que la producción le otorgue al espectador. No obstante, las técnicas y formatos analizados en esta investigación propician el escenario ideal para que el espectador disfrute de estas experiencias. De cierta manera, se pueden considerar estos aspectos como una meta a la que el audiovisual ha intentado llegar siempre a lo largo de su historia. Ya sea para que el espectador volviera a las salas de cine, o para crear nuevas formas de consumo. La tecnología en el campo de la producción audiovisual está a expensas de una constante evolución. Las técnicas y los formatos analizados en esta investigación pueden sufrir cambios moderados o severos en un período relativamente escaso. Los profesionales del sector deben saber cómo adaptarse a las nuevas posibilidades y exprimir todas las funciones que el desarrollo tecnológico puede aportar, para desarrollar producciones sin limitación creativa y de buena calidad, que cautive y haga

participar al espectador hasta el punto de que quede inmerso en su narrativa, como principal objetivo de la aplicación de estas nuevas tecnologías en el sistema de productivo audiovisual actual.

Referencias:

- ACM SIGGRAPH. (s. f.). Recuperado 20 de mayo de 2023, de <https://www.siggraph.org/>
- Adobe After Effects*. (2022, 15 julio). Wikipedia. Recuperado 21 de mayo de 2023, de https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects
- Afchar, D., Nozick, V., Yamagishi, J., & Echizen, I. (2018). MesoNet: a Compact Facial Video Forgery Detection Network. *IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS)*, 1-7.
- Amazon Staff. (2023, 20 marzo). *¿Quién es ese actor? ¿Cuál es esa canción? La función de X-Ray interactivo de Prime Video tiene la respuesta*. Amazon. Recuperado 6 de junio de 2023, de <https://www.aboutamazon.com/news/entertainment/que-es-x-ray-en-prime-video>
- Arenas Beltrán, L. (2014). Estética de los nuevos medios y el cine digital. *Imaginario Visual*, 3 (6). pp. 6-17.
- Belton, J. (1992). *Widescreen Cinema*. Harvard University Press eBooks. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674335349>
- Bina, V. (2021, julio). Art Direction for Virtual Productions. *Perspective - Art Directors Guild*.
- Bordwell, D. (2013). El 3D como caballo de Troya. Liderazgos y tensiones en la digitalización de la exhibición estadounidense. *Archivos de la Filmoteca*, 72, pp. 13-21
- Brianza, A., Borchard, J., Álvarez Bognar, M., & Belvedere, D. (2020). Audiovisión e Inteligencia artificial poética y estética de las nuevas herramientas aplicadas al desarrollo de las artes audiovisuales. *Anuario de Investigación USAL*, 7.
- Burch, N. (1973). *The Theory of Film Practice*. Praeger.

Cade, D. (2019, 22 agosto). *Incredible Real-Time Visual Effects Tech Replaces Green Screens with LED Walls*. PetaPixel. Recuperado 23 de mayo de 2023, de <https://petapixel.com/2019/08/22/demo-of-incredible-real-time-visual-effects-using-massive-led-walls/>

Cortés-Selva, L. (2015). Viaje al centro de la inmersión cinematográfica. Del cine primitivo al VRCinema. *Opción*, 31(4).

Crary, J (2001) *Las técnicas del observador. Visión y modernidad en el siglo XIX*. Murcia: CENDEAC, 2008.

Cubitt, S (2007). "Special Effects." *Schirmer Encyclopedia of Film: Romantic Comedy - Yugoslavia*, 4. pp. 117- 127.

Darley, A. (2003). *Cultura visual digital: Espectáculo y nuevos géneros en los medios de comunicación*. Paidós.

Dickholtz, L. (2009). Magnetion Motion Capture Systems. *MetaMotion*.

Dickholtz, L. (2009). Optical Motion Capture Systems. *MetaMotion*.

Dimitriadis, G. (2020). Motion Capture as Crossover: The Human Body Colonizing the Space of Virtual Cinematic Worlds. *GRAMMA: Journal of Theory and Criticism.*, 27.

Dobbert, T. (2013), *Matchmoving. The invisible art of Camera Tracking*. Sybex, Wiley.

Edwards, G. (2021, 8 marzo). *The History of the Optical Printer*. The Illusion Almanac. Recuperado 5 de junio de 2023, de <https://illusion-almanac.com/2021/03/08/the-history-of-the-optical-printer/>

Fanjzylber, V., & Iturriaga, J. (2014). Problemáticas filmico-perceptivas del cine 3D. *Nuevos imaginarios-Cine 3D, vídeo juegos, música, series*.

Fraveau, J., Kennedy, K., Filoni, D., & Baruh, B. (Directores). (2020). *Cómo se hizo el final de la temporada 2* (Video saison 2, temporada 2) [Streaming]. Lucasfilm LTD.

Gabai, O., & Primo, H. (2008). *Motion Capture Acoustical System* (Patent N.o PCT/IL08/01578). United States Patent Application.

García-Ergüín, M. (2014). El síndrome de la espectacularización de la imagen digital en el cine actual: manierismo cinematográfico. *Revista Internacional de Cultura Visual*, 1(2).

Godomin I. (2018). Argunov School Course - VFX ARTIST: NUKE COMPOSITING Motion. Retrieved April 21, 2021, from: <https://argunov.school/courses/vfx-artist-nuke-compositing/>

Hermida, A. (2020). The Aesthetic of New Media and Communication Devices in Film and Television Language. *IGI Global*. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3119-8.ch001>

Hornung, E. (2010) The Art and Technique of Matchmoving. Solutions for the VFX Artist, *Focal Press*.

Herrero Herrero, M. (2016). Cine interactivo. *Miguel Herrero Communication Journal*, 7.

Hudson, K. (2014). "Digital Modeling" en The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures, de J. Okun y S. Zwerman, S. Hoboken: *Taylor and Francis*. pp. 591-601.

Insider. (2020, 11 junio). *Why "The Mandalorian" Uses Virtual Sets Over Green Screen | Movies Insider* [Video]. YouTube. Recuperado 23 de mayo de 2023, de <https://youtu.be/Ufp8weYYDE8>

Jahraus, D. (1931). "Making Miniatures". *American Cinematographer*. pp. 9- 10.

Jódar Marín, J. (2010). La era digital: Nuevos medios, nuevos usuarios y nuevos profesionales. *Razón y palabra*, 71.

Jones, N. (2020). *Spaces Mapped and Monstrous: Digital 3D Cinema and Visual Culture*. Columbia University Press.

Kadner, N. (2019). The Virtual Production Field Guide. *Epic Games, 1*.
<https://cdn2.unrealengine.com/Unreal+Engine%2Fvpfieldguide%2FVP-Field-Guide-V1.2.02-5d28ccec9909ff626e42c619bcbe8ed2bf83138d.pdf>.

Kavakli, M., & Cremona, C. (2022). The Virtual Production Studio Concept- An Emerging Game Change in Filmmaking. *En 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*.

Kenigsberg, B. (2023, 2 enero). “Avatar” and the Headache of High Frame Rate Filmmaking. *The New York Times*. Recuperado 12 de marzo de 2023, de <https://www.nytimes.com/2023/01/02/movies/avatar-the-way-of-water-high-frame-rate.html>

La Ferla, J. (2016). El cine después del cine. Montaje: *Revista de análisis cinematográfico, 4*.

Larrégola, G. (1998). *De la televisión analógica a la televisión digital*. Barcelona: Libros de comunicación global.

Letelier, J. (2013) “Una construcción del sistema nervioso: visión en profundidad basada en visión estereoscópica” en La imagen táctil, de la fotografía binocular al cine tridimensional de Fajnzylber. *Santiago: Fondo de Cultura Económica, 5*.

López-Mármol, M; Pintor, I; Jiménez-Morales, M. (2023). Escoge tu aventura: Audiencias inmersivas. El caso de estudio de Black Mirror: Bandersnatch. *L'Atalante. Revista de estudios cinematográficos, 35, 1-14*.

Luri Rodríguez, J. (2023). El asiento del espectador. Sobre movimiento y cuerpo en el cine inmersivo. *L'Atalante. Revista de estudios cinematográficos, 35, 95-108*.

Manovich, L. (2005). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación: la imagen en la nueva era digital*. Grupo Planeta (GBS).

Manovich, L. (2013). *El software toma el mando*. New York: Bloomsbury.

Marín, I. & Hierro, E. (2013) *Gamificación: el poder del juego en la gestión empresarial y la conexión con los clientes*. Barcelona: Empresa Activa.

Martínez-Cano, F., & Roselló, E. (2020). La dirección y realización audiovisual de realidad virtual. Análisis de *Queerskins: a love story*, una aproximación al cine volumétrico. *ASRI*, 18, 111-125. <https://www.eumed.net/rev/asri/>

Martínez-Cano, F., & Roselló, E. (2021). Estrategias del cine volumétrico para generar empatía en la audiencia. *El caso de Queerskins: Ark. Artnodes*, 28. <https://doi.org/10.7238/a.v0i28.38681>

Massara, G., Sabeckis, C., & Vallazza, E. (2018). Tendencias en el cine expandido contemporáneo. *Cuaderno 66 | Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 157-172.

McClean, Shilo (2007). *Digital storytelling. The narrative power of visual effects in film*. Cambridge: MIT Press.

Menache, A. (2011). Understanding Motion Capture for Computer Animation. *Morgan Kaufmann*, 2.

Mindubaev, M. (2021). *Embedding of 3D objects into a video to demonstrate engineering projects, using match moving technology* [Bachelor's thesis]. Häme University of Applied Sciences.

Morales Izquierdo, L. (2018). *Creación de criaturas en 3D y su inclusión en imagen real mediante matchmoving*. Máster de Cine y TV, UC3M.

Orihuela, J. L. (1997). Narraciones interactivas: el futuro no lineal de los relatos en la era digital | Orihuela | *Palabra Clave*. Recuperado el 10 marzo de 2019, de <http://palabraclave.unisabana.edu.co/index.php/palabraclave/article/view/338/480>

Nogueira, P. (2012, enero). Motion Capture Fundamentals. *Doctoral Symposium in Informatics Engineering*.

Palmer, R. (1984). Trumbull's «Showscan» is a hit-sort of: Showscan: What it is, and how it works. *Cinefantastique*, 14(4-5), 108.
https://archive.org/details/cinefantastique_1970-2002/Cinefantastique%20Vol%2014%20No%204-5%20%28Sept%201984%29/page/n106/mode/lup?view=theater

Patrini, G., Cavalli, F., & Adjer, H. (2018). The state of deepfakes: reality un ser attack. *Annual Report*, 2(3).
<https://s3.eu-west-2.amazonaws.com/rep2018/2018-the-state-of-deepfakes.pdf>

Paul, W. (1993). The aesthetics of emergente. *Film History*, 5, 321-355.

Potmesil, M., & Chakravarty, I. (1983). Modeling Motion Blur in Computer-Generated Images. *Computer Graphics*, 17(3).

Prilusky, D. & TED. (2020, 19 marzo). *How volumetric video brings a new dimension to filmmaking* | Diego Prilusky [Vídeo]. YouTube. Recuperado 29 de mayo de 2023, de https://youtu.be/iwUkbi4_wWo

Quiles, A. (2019). *Nuevos formatos de cine digital*. Redbook Ediciones, s.l.

Quintana, Á. (2011). *Después del cine: Imagen y Realidad en La Era Digital*. Acantilado.

Riambau, E. (2014). El cine en la era digital. BiD: *Textos universitaris de biblioteconomia i documentació*, 33.

Robles-Lessa, M., Tinoco, H., & Fachetti, G. (2020). Deepfake: inteligencia artificial y algoritmo que causa riesgos a la sociedad en el ciberespacio. *Derecho y cambio social*, 61.

Rothkopf, J. (2020). *Usan tecnología deepfake en un documental para proteger a los protagonistas*. The New York Times International Weekly. Recuperado 5 de junio de 2023, de https://www.clarin.com/new-york-times-international-weekly/usan-tecnologia-deepfake-documental-proteger-protagonistas_0_gG9cpr9Sa.html

Ryan, K. M. (2018). Vertical video: rupturing the aesthetic paradigm. *Visual Communication*, 17(2), 245-261.

Ryan, M. (2004). *La narración como realidad*. Paidós.

Sabeckis, C., & Vallazza, E. (2020). La integración del cine expandido al espacio museístico. *Cuaderno 79 | Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 211-224.

Shaul, N.B. (2008). *Hyper-Narrative Interactive Cinema: Problems and Solutions*. Amsterdam: Consciousness, Literature and the Arts.

Shimokhin, B. (2021). Screenlife vs. Classic Cinema. *Vestnik VGIK*, 13(1), 37-44.

Stevenson, R. (1987). Bringing the Movies to Life. *New York Times*

Suárez Bilbao, F. (2021). La gamificación en el cine: el juego es la vida. *Alea Jacta Est: Revista on-line de gamificación, ABJ y serious games*, 3, 79-121.

Snyder, D. (2023). Epic Games. *Perspective*, 76-81.

Tognazzi, A. (2012). Las transformaciones de los contenidos audiovisuales y la influencia de los dispositivos móviles en el nuevo escenario transmedia. *Análisi Monográfica*, 81-95.

Trucco, G. (2020). Tiempos Modernos: Análisis sobre el uso de imágenes generadas por computadora (CGI) en la producción de cine argentino 2005 - 2015. *IMAGOFAGIA: Revista de la Asociación Argentina de Estudios de Cine y Audiovisual*, 21.

Studlar, G. (1983). Trumbull, on Technology. *USC Spectator* 3(1).
<https://cinema.usc.edu/assets/100/16043.pdf>

Turkle, S. (1997). *La vida en la pantalla*. Paidós.

Turnock, J. (2013). Removing the Pane of Glass: “The Hobbit”, 3D High Frame Rate Filmmaking, and the Rhetoric of Digital Convergence. *Film Criticism*, 37(3), 30-59.
<https://www.jstor.org/stable/24777976>

Viñolo, S., & Duran, J. (2013). Entre lo siniestro y lo subversivo. Categorías estéticas del cine de animación híbrido. *Archivos de la filmoteca*, 72.

Wilcox, L., Allinson, R., Helliker, J., Dunk, B., & Anthony, R. (2015). Evidence that Viewers Prefer Higher Frame-Rate Film. *ACM Transactions on Applied Perceptions*, 12(4).
<http://dx.doi.org/10.1145/2810039>

Yabukami, S., Kikuchi, H., Yamaguchi, M., Arai, K. I., Takahashi, K., Itagaki, A., & Wako, N. (2000). Motion capture system of magnetic markers using three-axial magnetic field sensor. *IEEE Transactions on Magnetics*, 36(5), 3646-3648.