

# Digital innovations in cinematographic practice at the early 21st century: the case of *The Mandalorian*

## Innovaciones digitales en la práctica cinematográfica de principios del siglo XXI: el caso de *The Mandalorian*

Francisco-Julián Martínez-Cano  
Universidad Miguel Hernández, España

### Abstract

*During the history of filmmaking, film industry has been innovating to overcome the challenges demanded by the stories wanted to be told. These technical innovations always came from the hand of new discoveries, technological developments and above all, from the craftsmanship and creative work of the pioneers of cinema, who with their hands created new procedures to achieve the right cinematic image to convey the sensations and feelings that the film diegesis required. From the evolution of silent to sound films, going through the use of chroma key backgrounds and their historical development to the application of background systems with big scale circular screens that reproduce synthetic moving image rendered in real time, built and reproduced by video game engines such as Unreal Engine, this paper proposes a historical journey through these technical evolutions, as well as delving into the new procedures and innovations with which film industry starts working currently, through the case study of *The Mandalorian* (Favreau, 2019-2020), the latest production of the *Star Wars* transmedia franchise (Lucas, 1977-present).*

**Keywords:** Cinematographic Practice, Digital, Innovation, Film Techniques, Science Fiction.

### 1. Introducción

La evolución de las técnicas de registro de la imagen en movimiento ha ido de la mano de los desarrollos tecnológicos, y estos a su vez han evolucionado a partir de la inventiva y creatividad de los autores y pioneros del medio audiovisual. Las técnicas complejas derivadas de estos inventos han posibilitado una práctica cinematográfica más completa, así como la oportunidad a los autores de crear historias más complejas, a través de secuencias de imágenes en movimiento cuyos efectos, primero analógicos y posteriormente digitales, potencian el discurso diegético y el impacto de la narrativa sobre la audiencia. Las técnicas para la consecución de efectos permiten al autor, según Martínez-Cano e Ivars-Nicolás:

[...] imaginar el modo de expresar en imágenes algunas cuestiones como pueden ser las puertas hacia otra dimensión, los viajes en el tiempo o la construcción de efectos, sin los cuales la potencia y el éxito visual de estas narraciones se hubiera visto mermada (2018: 91).

Estos avances “han dirigido el desarrollo de diferentes estilos, movimientos y métodos que hubieran sido imposibles sin un avance progresivo del ‘apparatus’” (Piccirillo, 2011: 1). Uno de estos primeros desarrollos fue el cinematógrafo de los hermanos Lumière, que permitió a los cineastas salir del set en el estudio y grabar en los espacios y localizaciones exteriores (Thompson y Bordwell, 2010: 8-9), debido a su ligereza y mejora en cuanto a posibilidad de transporte y operatividad de cámara. Desde el origen del cine primitivo aparecen de un modo paulatino diferentes movimientos cinematográficos, siendo en los orígenes narrativos del medio el momento en el que los pioneros de la evolución técnica realizan las primeras manipulaciones. Ejemplos de este inicio del desarrollo evolutivo son los orígenes del *stop motion* en los metrajes de Méliès, considerado el “precursor del cine de ciencia ficción” (de Simone, 2012: 31; Fairservice, 2019), como *Viaje a la luna* (1902), junto a otras técnicas que el autor también inició y probó para la realización de efectos como las exposiciones fotográficas múltiples, el uso de maquetas o apariciones y desapariciones de elementos y personajes por corte de la película (*stop trick*). En la actualidad, los efectos especiales o VFX parten de la definición propuesta por Armenteros: “son los diferentes procesos por los cuales las imágenes se crean o se manipulan lejos del contexto de una sesión de acción en vivo” (2011). A diferencia de los procedimientos y técnicas precursoras que se ejecutaban durante el rodaje o registro de las imágenes, pues estaban sujetos a los procesos fotoquímicos involucrados en su creación, su traducción y evolución digital los separan de la fase de rodaje, situándolos en las fases de posproducción.

Las primeras experimentaciones técnicas fueron inventadas en el ámbito analógico del medio. Durante la primera mitad del siglo XX, posterior a los primeros cineastas y sus experiencias, de manera paralela a la aparición de movimientos artísticos como el Cubismo y el Surrealismo surge el cine abstracto, impulsado por artistas y creadores de las artes tradicionales que atraídos por el nuevo medio tecnificado comienzan a experimentar. En este sentido, autores como Maya Deren y Kenneth Anger promueven una práctica cinematográfica libre de todo corsé formalista y experimentan con las digresiones temporales y el montaje, cuestionando y desafiando los códigos y fronteras del cine. Estos autores se enmarcan dentro del denominado Avant-garde Film, definido por Al Rees (1999) como: “[...] Films and videos made by single artists, small production groups that are mostly self-founded or small budget compared to art cinema or industrial cinema, which explore cinema to the

extreme without limits" (citado en da Costa Ferreira, 2013: 15).

Posteriormente, y con la llegada de las técnicas digitales, los procedimientos analógicos se tradujeron y amplificaron. Técnicas como el pintado sobre película, el rascado e intervención sobre el celuloide, los fundidos, la manipulación de ópticas como el formato anamórfico y los enfoques en las composiciones de movimiento se traducen en procesos digitales a través de software especializado y procesado computacional avanzado. Las primeras evoluciones tecnológicas se evidencian ya en el siglo XIX, y de ellas heredan las siguientes, según La Ferla:

La fusión entre lo fotoquímico y lo electrónico produciría obras y conceptos de gran nivel. Sin embargo, al estudiar los medios en una perspectiva histórica comparada, en los últimos dos siglos verificamos contactos -materiales y conceptuales- que vinculan la imagen fotoquímica al procesamiento matemático de datos. Los múltiples contactos del cine con el computador tienen una prehistoria, si vale el incordio, que antecede incluso las efemérides de la invención del cine de fines del siglo XIX. Esta es una historia que nos remitirá a principios del siglo XIX, considerando la aparición de inventos significativos, como el primer telar automático, la primera máquina mecánica de cálculo y los inicios de la fotografía. Todo ello constituye un tema de estudio crucial para llegar a la actual situación de la digitalización de la producción audiovisual con la consiguiente desaparición del soporte fotoquímico electromecánico, que definía la especificidad del dispositivo fílmico (La Ferla, 2009:12).

En este sentido, resulta vital recalcar la importancia de la creatividad y el trabajo analógico y su convergencia digital, pues estas técnicas van en ambos sentidos. De entre los autores que habitan en la evolución de estos paradigmas de creación y se adelantan a la predominancia del ordenador y el medio digital como máquinas audiovisuales se encuentran Eisenstein, Larry Cuba, Nam June Paik, o los hermanos Whitney con John Whitney (La Ferla, 2009: 23), precursor entre otras de la técnica *Slit-Scan Photography*, que fue aplicada por Douglas Trumbull para la creación de los efectos especiales de la secuencia del túnel espacial de *2001: A Space Odyssey* (Kubrick, 1968).

## 2. Aproximación histórica a la evolución de las técnicas de manipulación de fondos en el cine

Durante la evolución del cine mudo al sonoro, las técnicas de alteración de fondos han ido apareciendo y perfeccionándose desde los procedimientos analógicos a los digitales. La pintura de fondos, conocida actualmente como *mattepainting* en las técnicas de fotocomposición aparece de manera paralela a la alteración de fondos sobre negativo. En 1905 el fotógrafo Norman Dawn pintó unos árboles sobre un cristal para ubicarlos en el fondo y conseguir eliminar unos postes de telégrafos que afeaba la

instantánea que deseaba tomar (Sánchez Cogolludo, 2010: 94). En esta técnica ya se atisba el procedimiento de alteración de fondos por sustitución de color. Según apunta Sánchez Cogolludo, existen dos variantes de este procedimiento de pintura sobre cristal, la primera es pintar los elementos en el cristal y situarlos delante de la cámara, en profundidad de campo, la segunda opción es pintar el cristal con un recorte o área negra y colocarlo delante de la parte de la composición que se desea eliminar y, más adelante en el estudio pintar la escena y refilmarla. Otros autores sitúan el origen de esta técnica en Méliès, en su metraje *Un homme de tête* (1989) ya se observa el germen del *matte painting* cuando el cineasta pintaba sobre una lámina de cristal el lugar del encuadre donde se ubicaba un elemento concreto, y oscurecía el resto de la superficie transparente para evitar su exposición en el negativo. Posteriormente volvía a exponer la película, la zona oscurecida, combinando los dos registros en un único plano.

Este procedimiento dio paso a la técnica de pantalla negra (fondo negro), con lo que se solventaba la imposibilidad de emplear movimientos de cámara que presentaba el sistema de fondo transparente pintado. Los actores eran filmados delante de un fondo negro. Se usaba una película de alto contraste para conseguir una silueta, a modo de canal alfa en el contexto digital, con la que posteriormente se insertaba a los actores en el fondo deseado. Ambas tomas eran filmadas de manera asíncrona. Esta técnica se empleó en algunas partes del metraje *Amanecer* (Murnau, 1927). El uso de fondos blancos también se exploró, como en el caso de *Alice's in Wonderland* (Disney, 1923). La técnica Dunning de fotografía compuesta, creada por C. Dodge Dunning para blanco y negro (Konigsberg, 2004: 444), se reformuló posteriormente a mediados del XX en la técnica de fondo azul para color, creada por Lawrence Butler y empleada en *El ladrón de Bagdad* (Berger, Powell, Whelan y Menzies, 1940). Este método de fotocomposición a partir de dos imágenes filmadas por separado se perfeccionó con el uso de una impresora óptica, con la que se podían combinar los diferentes registros de película, eliminando el fondo azul de la primera con los actores y superponiéndolos sobre la escenografía, segundo registro de imagen para el fondo, generando la composición de ambas. Este desarrollo permitió a Lawrence Butler alzarse con el Oscar a los efectos especiales de 1940.

Para resolver los defectos que presentaba esta primera versión tecnicada del fondo azul, como los contornos de elementos con pelo y humo o los contornos azulados sobre los actores, Petro Vlahos, a las órdenes de Disney, diseñó un nuevo procedimiento a partir de lámparas de vapor de sodio proyectadas sobre fondo blanco, denominado *sodium vapor process* (*yellowscreen*), con lo que la cámara en formato Technicolor y usando una lente especial era capaz de registrar las ondas emitidas por las lámparas y registraba en blanco y negro una silueta más perfeccionada de los intérpretes para su posterior extracción. Este registro se llevaba a cabo de manera simultánea con otra cámara a la que no le afectaba la

proyección de las lámparas de sodio. Esto le granjeó un Oscar a Vlahos en 1964 por su técnica de chroma junto al resto de compañeros que trabajaron en los efectos especiales de *Mary Poppins* (Stevenson, 1964). Esta es la primera ocasión en la que de manera científica se separó el color en rojo, verde y azul, para recombinarlos posteriormente, creando nuevos horizontes para la magia del cine y al mismo tiempo abaratando costes de producción.

La separación de las señales de color se basa en la idea de la extracción de un color para hacerlo invisible mediante procedimientos fotoquímicos, electrónicos y finalmente computacionales, en el contexto de la imagen digital. La aplicación del azul parte inicialmente, al igual que posteriormente con el verde, de su no existencia en los colores del sujeto registrado, lo más alejado posible al color de la piel de los actores, para que el registro de estos no se vea afectado. El azul facilita su extracción en los procesos fotoquímicos, mientras que el verde lo hace más fácil en los procesos electrónicos de separación RGB de la señal de video y procedimientos digitales.

Con los nuevos dispositivos digitales de la imagen en movimiento el fondo verde es el que mejor funciona, debido a que los sensores de estas cámaras son más sensibles a este color ya que emplean un único receptor para registrar el RGB a partir de una estructura de píxeles de Bayer (1979). No obstante, con las técnicas digitales las cuestiones relativas a la desnaturalización de la imagen compuesta continúan, debido a que la luz del fondo no interactúa con la acción de los personajes en el set chroma. La falta de refracción lumínica desde el contexto del fondo a los elementos del set en la escena y los actores resulta en una clara desconexión visual entre figura y fondo. Otro de los problemas de la aplicación del chroma key es el desenfoque de movimiento, que deja una especie de estela alrededor de los elementos que se mueven, por lo que se requiere grabar con una velocidad de obturación alta.

Estos procesos se llevan empleando desde hace más de cuatro décadas y su éxito se ve marcado por la expansión de las imágenes CGI, que ocupan el lugar de la representación pictórica en las composiciones de imagen mediante manipulación de fondos. Su evolución se encuentra en la actualidad en un punto de inflexión, donde comienzan a intervenir nuevos sistemas que combinan dispositivos tecnológicos como pantallas de grandes dimensiones y el uso de motores de videojuegos que renderizan los fondos en tiempo real, lo que incorpora ciertas ventajas y resuelve algunas de las problemáticas del chroma key con fondos físicos verdes o azules, aunque también añaden nuevos desafíos técnicos.

### 3. Metodología

La propuesta de este estudio es abordar la evolución de las técnicas de manipulación de fondos en el cine y la creación audiovisual con el fin de establecer el estado del arte de estas técnicas, que parten de lo analógico a lo digital, en el contexto de

las producciones de ciencia ficción. El método se ha estructurado en dos fases. Una primera de revisión bibliográfica para la elaboración de una aproximación a la historia de estos desarrollos técnicos, tras la que se ha llevado a cabo el estudio de caso de la serie *The Mandalorian* en sus dos primeras temporadas (Favreau, 2019 - 2020), cuyo análisis se centra en las cuestiones y variables técnicas de los efectos visuales y la composición de imágenes a través de la evolución del chroma key y sus procesos, con el fin de establecer el estado actual de su evolución. La elección de la obra objeto de estudio se justifica en los nuevos dispositivos que se ponen en práctica para su producción, en concreto el sistema Stagecraft, desarrollado por Industrial Light and Magic, fundada por George Lucas en 1975 y que forma parte de la matriz de Lucas Film Ltd., propiedad actualmente de The Walt Disney Company.

### 4. Análisis

Las dos primeras temporadas de *The Mandalorian* (Favreau, 2019 - 2020) dan forma a la primera serie *live action* de la franquicia *Star Wars* (Lucas, 1977-presente), que se sitúa en el lapso temporal posterior a los acontecimientos de *Star Wars: Episodio VI. El retorno del Jedi* (Marquand, 1983), distribuida a través de la plataforma Disney+. El guión y la producción ejecutiva las firma Jon Favreau, y la dirección ha estado al cargo de diversos directores entre los que se incluyen Dave Filoni, Rick Famuyiwa, Deborah Chow, Taika Waititi o Bryce Dallas Howard. Su producción ha sido diseñada con la intención de recuperar las estéticas visuales de las primeras películas de la saga *Star Wars*, en palabras de Jon Favreau en su entrevista para The Hollywood Reporter:

I'm trying to evoke the aesthetics of not just the original trilogy but the first film. Not just the first film but the first act of the first film. What was it like on Tatooine? What was going on in that cantina? That has fascinated me since I was a child, and I love the idea of the darker, freakier side of *Star Wars*, the Mad Max aspect of *Star Wars* (Belloni, 2019).

Con este objetivo se tomaron una serie de decisiones en cuanto a la producción de la serie, entre los que se incluye el uso del sistema Stagecraft para la manipulación de los fondos y la creación de los diferentes sets de rodaje. Esta decisión, además de aportar una serie de ventajas respecto al uso de fondos chroma tradicionales, marca el eje de las necesidades y desafíos que imponía trabajar con pantallas de gran formato circular que rodean la acción, cuyo techo también es una superficie LED que proyecta la continuación de la imagen de fondo. Esta innovadora técnica de rodaje hereda del cine clásico los procedimientos de las retroproyecciones de los años 30 y cuarenta empleadas en metrajés como *Just Imagine* (Butler, 1930), *Liliom* (Lang, 1934) o *King Kong* (Cooper y Schoedsack, 1933), y que se encuentran también en metrajés posteriores como *The Birds* (Hitchcock, 1963), *2001: A Space Odyssey*

(Kubrick, 1968) o ya a finales del siglo XX en filmes como *Pulp Fiction* (Tarantino, 1994), perfeccionando esta técnica a través de los medios digitales.

El plató del Stagecraft es denominado con el término *The Volume*, y es un círculo de 23 metros de radio con techo compuesto por pantallas LED, en el que el suelo se construye como continuación de los espacios proyectados en las pantallas. Esto en primer lugar permite que los espacios virtuales interactúen con la acción, para lo que las cámaras están sincronizadas con los ejes centrales de cada una de las proyecciones en los paneles circundantes. La técnica se perfecciona con el renderizado en tiempo real de los entornos virtuales proyectados a través del motor de videojuegos Unreal Engine. Los primeros planteamientos de este sistema se encuentran en desarrollos con proyecciones de pantallas de gran formato como los empleados para el largometraje *Oblivion* (Kosinski, 2013).

Entre otras ventajas, se encuentra la naturalización de la luz del set virtual en relación a la acción en el espacio físico de rodaje. Las pantallas LED del Stagecraft funcionan como fuentes de luz natural, afectando a los actores y elementos durante la acción a filmar, resolviendo la problemática de los fondos chroma en los que la no existencia de incidencia de la luz del fondo artificial compuesto sobre los actores y *assets*, así como la ausencia de los rebotes cromáticos de la luz, la imagen resultante queda desnaturalizada. La interacción de la luz de las pantallas de este sistema aporta un mayor verismo a la puesta en escena, al contrario que con el uso de fondos verdes o azules adquiere cierta impronta visual de falsedad de la imagen. El renderizado en tiempo real de los entornos virtuales proyectados se lleva a cabo con la técnica de *raytracing*, propia de la industria del videojuego y la animación 3D, un procedimiento costoso en términos computacionales que hasta hace poco no era viable su implementación en tiempo real.

Otra de sus aportaciones es la posibilidad de usar visores de realidad virtual como OCULUS o HTC VIVE, lo que permite a los cineastas y directores de arte entrar en los espacios virtuales proyectados para poder modificarlos, facilitando un ajuste minucioso de la puesta en escena y de la combinación del *atrezzo* físico real con los *props* proyectados virtualmente, planificando en base a una escenografía cuyos ajustes pueden realizarse desde el propio espacio virtual en el que se construye. Además, este sistema permite una mejor contextualización de los actores en el set que los fondos chroma, ya que el elenco puede visualizar y sentirse dentro del espacio-tiempo ficcional, por lo que las actuaciones tienden a mejorar no solo desde el punto de vista del acting, sino también contribuye a la eliminación de fallos de sincronización entre la acción y el fondo en la imagen compuesta, o la pérdida de algunos ejes de mirada. Finalmente, aunque supone una inversión inicial, el Stagecraft reduce los tiempos de producción y con estos los costes, que también se ven reducidos en términos de efectos especiales.

En relación a los desafíos técnicos que presenta el sistema Stagecraft, en primer lugar, resulta

vital solventar el efecto *moiré* que producen los registros de imagen en movimiento de las pantallas LED. Para solucionarlo es necesario reducir la profundidad de campo y tener siempre los fondos desenfocados, empleando aperturas de diafragma  $f2.8$ . Este desenfoque necesario puede ser potenciado empleando ópticas anamórficas (cinemascope), sistema de grabación desarrollado por Henri Chrétien en 1926, con el nombre original de anamorphoscope. Este método consiste en emplear toda la superficie sensible del negativo, o del sensor en las producciones digitales, condensando la imagen a través de la óptica, para conseguir aprovechar al máximo la superficie de la película fotosensible y aumentando así la resolución de la imagen registrada, comprimiéndola horizontalmente para después desanamorfirmarla y obtener una imagen en formato panorámico con una mejor definición. Algunas de las huellas que deja esta aplicación son los reflejos horizontales o el efecto *bokeh* en forma de óvalos y no de círculos. También produce un desenfoque o falta de nitidez en la parte superior e inferior de la imagen registrada. Sin embargo, el anamórfico además de resolver con su suavizado el efecto *moiré*, este formato conecta la impronta visual de *The Mandalorian* con las películas de *Star Wars*, ya que estas fueron rodadas con cinemascope.

El siguiente obstáculo es la implementación de fondos nítidos, necesarios en cualquier producción. En este sentido el Stagecraft no puede emplearse como tal, por lo que se incorpora la opción de incrustar fragmentos de fondo verde chroma en la propia pantalla, con la escala exacta de lo que se va a ubicar después como fondo nítido en posproducción. Estos chromas virtuales se generan en tiempo real con el motor de videojuegos Unreal Engine. Esto conecta con el siguiente desafío que establece este sistema, que requiere que los entornos virtuales proyectados en el total de la pantalla circular se deben renderizar con calidad suficiente en tiempo real de manera sincrónica a la acción y a los movimientos de cámara. Además, la pantalla circular proyecta una imagen renderizada a una resolución de  $12.288 \times 2.160$  y la del techo a  $4.096 \times 2.160$ , lo que supone la necesidad de un potente procesamiento computacional que no es capaz de alcanzarse con los 11 equipos informáticos de altas prestaciones conectados en esta versión del sistema. Esta cuestión se solventó renderizando solo el fragmento del entorno virtual proyectado en el fondo que capta la cámara en cada momento, manteniendo la interactividad de la luz sobre el espacio total físico donde se desarrolla la acción. Esto se puede visualizar en algunos fragmentos del fondo que marcan el límite entre el espacio renderizado (nítido) con el que no lo está momentáneamente.

Por último, se daba la problemática de la sincronización entre el renderizado del área parcial de la imagen de fondo y los movimientos de la cámara, ya que la generación de la imagen virtual presenta un retraso de medio segundo en relación al movimiento de la cámara, lo que obliga a establecer una realización basada en movimientos lentos del dispositivo de registro, y esto se observa en algunas escenas donde

el movimiento del fondo renderizado presenta ligeros desajustes de perspectiva en relación a la posición y acción de los personajes.

## 5. Conclusiones

Desde las primeras experiencias de la creación de efectos con dispositivos de registro de imagen en movimiento hasta las innovaciones de finales de siglo XX, se desprende la traslación de estos métodos desde la fase de rodaje y posproducción en los modos analógicos (sobreexposición, manipulación y tratamiento de película de celuloide) a la de posproducción en los paradigmas digitales de VFX, pero la puesta en marcha de nuevos sistemas como el Stagecraft vuelven a situar la implementación de las técnicas para la creación de efectos visuales principalmente en la fase de producción, a través de la convergencia de cine y videojuegos en conjunción con diferentes dispositivos tecnológicos, retomando y llevando un paso más allá técnicas ya estandarizadas en la industria cinematográfica como los sistemas de retroproyección y fondos chroma key.

El sistema Stagecraft redefine el concepto de fondo chroma y lo traduce en fondo chroma virtual, que pasa de constituir parte del entorno físico del set para CGI a formar parte de la propia imagen CGI renderizada en tiempo real, creando mundos virtuales en set que son capaces de reaccionar a los movimientos de la cámara. Este sistema vincula los procesos de la producción audiovisual a las técnicas de desarrollo y creación de videojuegos. Se incorporan los procedimientos del medio videolúdico para la producción cinematográfica, lo que implica un nuevo punto de inflexión en la evolución del audiovisual a través de la convergencia de ambos medios.

La evolución de los sistemas de producción audiovisual parte de la reformulación de procesos ya estandarizados, por lo que resulta esencial la herencia técnica de la industria para solventar nuevos desafíos de la combinación de imagen registrada in situ e imagen preproducida o CGI, lo que supone el resurgir de sistemas de grabación como el anamórfico, cada vez más empleado desde la dirección de fotografía en grabaciones digitales como estrategia de eliminación del exceso de pulcritud del registro digital.

Finalmente, podemos afirmar que *The Mandalorian* marca un hito en la evolución del aparato cinematográfico de producción, desarrollando y aplicando nuevos métodos de composición de la imagen en movimiento.

## Bibliografía

Armenteros Gallardo, Manuel. 2011. Efectos visuales y animación, Madrid: Earchivos Universidad Carlos III de Madrid.

Bayer, Bryce. "Color imaging array," U.S. Patent 3 971 065, Jul. 20, 197

Belloni, Matthew. 2019. "Jon Favreau Unveils 'Star Wars' Series 'The Mandalorian,' Marvel Plans and a New Venture" en The Hollywood Reporter. <https://www.hollywoodreporter.com/news/jon-favreau-unveils->

[star-wars-series-mandalorian-marvel-plans-a-new-venture-1233239](https://www.hollywoodreporter.com/news/jon-favreau-unveils-star-wars-series-mandalorian-marvel-plans-a-new-venture-1233239). Accedido el 15 de marzo de 2021.

da Costa Ferreira, Pedro Daniel. 2013. Avant-garde and experimental cinema: From film to digital Workshop for painting students. Tesis de Máster, Universidad de Oporto.

de Simone, Rosario. 2012. "Méliès, el precursor del cine de ciencia ficción" en Creación y Producción en Diseño y Comunicación, 31.

Fairservice, Don. 2019. Film editing: history, theory and practice: looking at the invisible. Manchester University Press.

Konigsberg, Ira. 2004. Diccionario técnico Akal de cine (Vol. 3), Madrid: Ediciones Akal.

La Ferla, Jorge. 2009. Cine (y) digital: aproximaciones a posibles convergencias entre el cinematógrafo y la computadora (Vol. 3). Ediciones Manantial.

Martínez-Cano, Francisco Julian & Begoña Ivars-Nicolás. (2018). "Avant-garde Films y Digital Arts. Pioneros de las artes digitales y su influencia en la práctica cinematográfica", in Martínez, Mario-Paul y Herrero Herrero, Miguel (Eds.) (2018). Arte y Cine. Movimientos artísticos y cinematográficos tras 1945, Sax, Alicante: Cinestesia.

Piccirillo, Ryan A. 2011. "The Technological Evolution of Filmmaking and its Relation to Quality in Cinema" in Inquiries Journal, 3(08).

Sánchez Cogolludo, Miguel Ángel. 2010. "Efectos visuales de cine" en Pasaje a la Ciencia, 13, 93.

Thompson, Kristin & David Bordwell. 2010. Film History: An Introduction, New York, NY: McGraw-Hill.

## Filmografía

*2001: A Space Odyssey*. 1968. De Stanley Kubrick. UK, USA: Metro-Goldwyn-Mayer. DVD.

*Alice's in Wonderland*. 1923. De Walt Disney. USA: Laugh-O-Gram Studio.

*Amanecer (Sunrise: A Song of Two Humans)*. 1927. De Friedrich Wilhelm Murnau. USA: William Fox Studio. DVD.

*El ladrón de Bagdad*. 1940. De Michael Powell, Ludwig Berger, Tim Whelan y William Cameron Menzies. UK: London Films. DVD.

*Just Imagine*. 1930. De David Butler. USA: Fox Film Corporation. DVD.

*King Kong*. 1933. De Merian C. Cooper y Ernest B. Schoedsack. USA: Radio Pictures. DVD.

*Liliom*. 1934. De Fritz Lang. Francia: Fox Film Corporation. DVD.

*Mary Poppins*. 1964. De Robert Stevenson. USA: Walt Disney Productions. DVD.

*Oblivion*. 2013. De Joseph Kosinski. USA: Universal Pictures. DVD.

*Pulp Fiction*. 1994. De Quentin Tarantino. USA: A Band Apart, Jersey Films. DVD.

*Star Wars*. 1977-presente. De George Lucas. USA: Lucasfilm.

*Star Wars: Episode VI - Return of the Jedi*. De Richard Marquand. USA: Lucasfilm.

*The Birds*. 1963. De Alfred Hitchcock. USA: Universal Pictures. DVD.

*The Mandalorian*. 2019-2020. De Jon Favreau. USA: Lucasfilm. Disney +.

*Un homme de têtes*. 1989. De Georges Méliès. Francia: Star Film Company.

*Viaje a la luna (Le Voyage dans la Lune)*. 1902. George Méliès. Francia: Star Film Company.