

ISSN electrónico: 2172-9077
DOI: <https://doi.org/10.14201/fjc.28303>

CINE DE REALIDAD AUMENTADA: REFORMULACIÓN DEL APARATO CINEMATOGRAFICO: ESTUDIO DE CASO DE A JESTER'S TALE

Augmented Reality Cinema. Reformulation of the Cinematographic Apparatus: a Jester's Tale Case Study

Dr. Francisco-Julián MARTÍNEZ-CANO

Profesor Ayudante Doctor, Universidad Miguel Hernández, España

E-mail: francisco.martinezc@umh.es

 <https://orcid.org/0000-0001-8551-3144>

Dr. José-Manuel LÓPEZ-AGULLÓ PÉREZ-CABALLERO

Profesor Universidad Privada, ESIC Business & Marketing School, España

E-mail: josemanuel.lopezagullo@esic.es

 <https://orcid.org/0000-0002-8791-5179>

Dda. Eva HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ

Personal Investigador en Formación, Universidad Complutense de Madrid, España

E-mail: evhern01@ucm.es

 <https://orcid.org/0000-0003-3852-1832>

Fecha de recepción del artículo: 29/01/2022

Fecha de aceptación definitiva: 11/03/2021

RESUMEN

La aparición de las tecnologías inmersivas y el registro de la imagen volumétrica están dando lugar a innovadoras producciones de ficción audiovisual de realidad aumentada (RA). Atendiendo a esta reformulación del dispositivo narrativo audiovisual y con el objetivo de examinar las derivas tecnológicas e ideológicas de estas prácticas cinematográficas inmersivas, resulta necesario profundizar en aquellas cuestiones clave sobre el aparato cinematográfico en evolución. Desde una perspectiva cualitativa, se realizó una primera fase de revisión bibliográfica a la que siguió un estudio de caso del filme volumétrico de realidad aumentada *A Jester's Tale* (Malik, 2019), estructurado en dos bloques. El primero de entrevistas semiestructuradas al autor y el segundo de análisis de la obra objeto de estudio a través de un modelo propio. Se demuestra la reconfiguración del aparato cinematográfico en el contexto de la RA. Además, es notoria la diferencia en cuanto a su producción y consumo respecto a los procedimientos del cine convencional, donde la capa de interactividad cobra especial relevancia. Se observa, también, una estrategia de fracturación de la focalización del relato, que genera dos tipos de espectador, el que es interpelado e interactúa y el espectador invisible. Finalmente, se identifica la narrativa como tecnología primera en tensión interna con las derivas tecnológicas del dispositivo audiovisual.

Palabras clave: aparato cinematográfico; cine volumétrico; espectador; realidad aumentada; narrativa.

ABSTRACT

The emergence of immersive technologies and the recording of volumetric images are giving rise to innovative augmented reality (AR) audiovisual fiction productions. In response to this reformulation of the audiovisual narrative device and with the aim of examining the technological and ideological drifts of these immersive cinematic practices, it is necessary to explore in depth the key aspects of the evolving cinematic apparatus. From a qualitative perspective, a first phase of literature review was followed by a case study of the volumetric augmented reality film *A Jester's Tale* (Malik, 2019), structured in two blocks. The first consists of semi-structured interviews with the author and the second of an analysis of the work through a proprietary model. The reconfiguration of the cinematic apparatus in the context of AR is demonstrated. Moreover, the difference in its production and consumption with respect to conventional cinema procedures, where the interactivity layer is particularly relevant, is significant. A strategy of fracturing the focalisation of the narrative is also observed, which generates two types of spectators, the ones who are questioned and interact and the invisible spectators. Finally, narrative is identified as a primary technology in internal tension with the technological drifts of the audiovisual device.

Keywords: cinematographic apparatus; volumetric cinema; spectator; augmented reality; storytelling.

1. Introducción

La creación y consumo de contenidos audiovisuales ha venido definida por los desarrollos tecnológicos que posibilitan el registro de la imagen en movimiento. Esta evolución atiende a la convergencia mediática y técnica sobre la que se sustenta la concepción del aparato cinematográfico. En este sentido, podemos pensar el cine como un dispositivo técnico en constante mutación. Partimos de la clasificación de *Las tres eras de la imagen* de José Luis Brea (2010), que distingue entre imagen materia, filme y e-imagen. En su catálogo, el «ojo técnico» de la imagen filme es observado como un aparato inconsciente de producción de imágenes en superficie (liberadas de toda profundidad, de toda superficie material).

Una primera transformación tiene que ver con la pérdida de profundidad de campo de la totalidad de lo visto: en lo que el ojo técnico captura y reproduce no hay otra cosa que la pura imagen, y ella asciende ahora a la superficie plana de la representación, abandonando cualquier invocación de profundidad, de interioridad, y entregada a un concienzudo asalto de la pura exterioridad. Hay una total planitud –una puesta en superficie radical, paralela al propio separarse físico de la materia misma– en las imágenes fílmicas, producidas por el trabajo combinado de los dispositivos ópticos propios del ojo técnico y las tecnologías de reproducción fotoquímicas. Quien aquí ve no es ya un sujeto capaz de reflexividad –capaz de ver lo que ve, digamos– sino un aparato ciego, un inconsciente óptico (Brea, 2010, p. 37).

Esta tecnificación de lo visual gira en torno a la intención de imitar al ojo humano por parte del registro de la imagen en movimiento. Imitación, por otro lado, sujeta a una serie de convenciones estilísticas y narrativas. Frente a la evolución del medio

audiovisual a través de las tecnologías inmersivas es necesario el desarrollo de convenciones específicas para el audiovisual de realidad aumentada (RA) y de realidad virtual (RV), que aplican en la actualidad los procedimientos del cine volumétrico capaces de generar un registro tridimensional de actrices y actores, situándolos en la puesta en escena virtual o aumentada.

Al igual que Brea, otros autores como Gervereau sitúan las etapas de la evolución de la imagen en relación al soporte («era del papel, de la proyección o de la pantalla») o Debray, que la distribuye en regímenes según la experiencia de consumo («del ídolo, del arte y de lo visual») (Villegas, 2015, p. 180). El siguiente paso en estos sistemas de clasificación de la imagen se erige desde la «condición fantasmal» (Brea, 2010, p. 67) del nuevo registro volumétrico, pues este prescinde del soporte pantalla para su mostración y además es capaz de sobreimprimirse al espacio real a través de los dispositivos inmersivos aumentados. Esta característica ayuda a la convergencia interdisciplinar de diferentes medios de expresión en la construcción de las narrativas de RA, como pueden ser la escultura, la instalación o la danza. Al mismo tiempo, convierte estas obras en experiencias estéticas efímeras sin capacidad de coleccionarse. Por tanto, estas creaciones de la imagen inmersiva aumentada aúnan los regímenes de Debray, fomentando un nuevo paradigma de creación y consumo de la ficción audiovisual, al tiempo que heredan la interdisciplinariedad de los orígenes del cine, partiendo de las fantasmagorías, técnicas para la creación de la ilusión de la imagen en movimiento (Gaspard *et al.*, 2021).

En cuanto a la aplicación de la RA a la técnica cinematográfica, podemos decir que la RA se encuentra en el marco de la realidad extendida (RX), «definida como conjunto de realidades generadas con medios digitales y combinadas con componentes del espacio real» (Rubio Tamayo, 2019, p. 399), junto con la RV y la realidad mixta (RM) (Akçayir *et al.*, 2016). La RA sobreimprime los contenidos audiovisuales virtuales sobre el entorno de percepción espacial del usuario, a través de un dispositivo HMD (*head mounted display*) que funciona como unas gafas convencionales, permitiendo ver el entorno físico e implementa las capas virtuales (imagen volumétrica a modo de holograma) sobre el contexto visual real que percibe y donde está situado el espectador. En su definición se incluyen tres características principales:

[...] augmented reality (AR) can be defined as «a real world context that is dynamically overlaid with coherent location or context sensitive virtual information» (Klopfer & Squire, 2008, p. 205). AR has three main characteristics: (a) a combination of virtual and real objects in a real setting, (b) people working interactively in real time, and (c) an alignment between real and virtual objects (Azuma *et al.*, 2001) (Akçayir *et al.*, 2016, p. 334).

Estas tecnologías inmersivas se usan en la actualidad de una manera más extensiva a través de dispositivos móviles como smartphones y tablets (Wu *et al.*, 2013), ya que incorporan hardware cada vez más potente a precios más asequibles, con lo que se facilita el uso y aplicación de esta tecnología sin necesidad de hardware electrónico de alta gama como pueden ser los visores HMD. Aunque las primeras aplicaciones han estado vinculadas a diferentes áreas como la educación o la salud, su uso como herramienta de creación cinematográfica se intensifica en la actualidad, posterior a la aparición y desarrollo, a partir de 2018, de las técnicas de captura volumétrica. La imagen volumétrica reproduce el volumen tridimensional del referente e incorpora la

textura fotográfica del mismo, por lo que este nuevo medio de producción y consumo podría servir a la industria del cine, los videojuegos o las artes escénicas para introducir un nuevo hito dentro de su evolución. Los hologramas sobreimpresos otorgan a la audiencia un control constante sobre el punto de vista del continuo-tiempo en el espacio diegético y a su vez la posibilidad de interactuar en el devenir de los acontecimientos de la ficción (MacIntyre *et al.*, 2001, p. 3).

Las convenciones filmicas de la RA, su práctica y las expectativas de la audiencia están evolucionando (MacIntyre *et al.*, 2001, p. 3), por lo que es necesario continuar con su estudio y experimentación. Esto puede dar como resultado nuevas formas y convenciones tanto desde la perspectiva experiencial como de la simbólica (Manovich, 2005). Estas cuestiones conectan directamente con los tipos de realismo cinematográfico, estructurados por Bazin (1966) en tres categorías: el realismo ontológico, el realismo dramático y el realismo psicológico. El primero versa sobre la densidad existencial y la presencia efectiva de los elementos que componen la escena. El realismo dramático es el resultado de la coordinación de los elementos en profundidad de campo con los elementos ubicados en el primer plano. Por último, las condiciones de percepción del espectador marcarán el realismo psicológico. Estas, al depender del propio usuario, resultan en experiencias personales diferentes en cada caso.

En esta línea, Steven Heath (1981) añade una cuarta categoría a las propuestas por Bazin (Ma y Choi, 2007, p. 35), la impresión de realidad, que conecta directamente con la idea de suspensión de la incredulidad (Bates, 1992), acuñada por el poeta Samuel Taylor Coleridge a principios del siglo XIX. Esta se incorpora como base para el *efecto presencia* (Heeter, 1992; Mateer, 2017) junto a la consecución de la inmersión por parte del espectador en el relato audiovisual. Del mismo modo, Bucher establece una continuidad en la combinación de las técnicas cinematográficas y los principios inmersivos de estos medios, resultando en experiencias audiovisuales de gran impacto en la audiencia (2017, p. 6). Los medios inmersivos son capaces de potenciar el *engagement* a través del punto de vista del usuario: «the dramatic tension of whether the viewer will be acknowledged as being present is a main driving force for the drama experienced in the scene» (Cho *et al.*, 2016), lo que incorpora el desafío relacionado con la dificultad de dirigir la mirada del espectador, factor clave para la comprensión narrativa (Syrett, Calvi y Van Gisbergen, 2017). Estas cuestiones aplican de igual modo tanto a las convenciones del cine tradicional como a las del cine de RA, por lo que sirven de punto de partida para establecer las variables que conformarán el modelo de análisis para producciones audiovisuales de ficción con RA.

2. Objetivos e hipótesis

La llegada de la RA pone a examen el dispositivo audiovisual con una serie de cambios técnicos en cascada –por ejemplo, con el uso de dispositivos HMD que construyen un nuevo modo de espectador inmerso en el relato filmico al mismo tiempo que habita la realidad y que alteran, en consecuencia, su tradicional posición «al otro lado» de la imagen en movimiento– que inevitablemente condicionan el modo de contar historias. ¿De qué modo evoluciona la práctica cinematográfica a través de la RA? ¿Cómo se ve alterado el aparato cinematográfico tanto desde el punto de vista de la producción como del consumo de las narrativas audiovisuales inmersivas de RA?

El objetivo de la presente investigación es examinar las derivas tecnológicas e ideológicas que acompañan al dispositivo audiovisual en evolución a partir del estudio de caso de la obra *A Jesters's Tale* (Malik, 2019). Nuestra misión es hacer hablar al cine desde su tecnología, pero no solo como el conjunto de avances encaminados a la perfección del espectáculo cinematográfico, sino como el lugar en que conviven una serie de contradicciones internas propias de una tecnología heteróclita como es la audiovisual. Por ello, se hace necesario repensar el hecho cinematográfico tradicional y su aplicación a los medios inmersivos emergentes, tratando de identificar las características diferenciales de estas primeras producciones de ficción inmersivas de RA, con las que se inicia la construcción de las convenciones de su lenguaje.

3. Metodología

El presente análisis se fundamenta en una metodología cualitativa que incorpora el estudio de caso de *A Jester's Tale* (Malik, 2019), llevado a cabo en dos bloques. El primero incluye una serie de entrevistas semiestructuradas al autor sobre la obra objeto de estudio, Assad J. Malik, realizadas durante el mes de agosto y la primera semana de septiembre de 2020. En el segundo, se ha desarrollado una herramienta de análisis (tabla 1), utilizada para el estudio de esta obra audiovisual. Este modelo de análisis fue diseñado y empleado previamente para el estudio de *Terminal 3* (Malik, 2018), del mismo autor, pionero de la aplicación de RA para la creación de narrativas audiovisuales inmersivas, considerado el primer documental de realidad aumentada e interactivo, cuyo análisis se recoge en el texto *Volumetric filmmaking, new mediums and formats for digital audiovisual storytelling* (Martínez-Cano, 2020)¹. La selección del objeto de estudio se justifica en la continuación de la investigación de la producción de este autor, única en el ámbito de la práctica cinematográfica y en su complejidad, tanto de su diseño como de su fruición, debido entre otras cuestiones a la interdisciplinariedad de la que se nutre en su construcción.

Este modelo se compone principalmente de tres bloques contenedores de las variables que consideramos relevantes para este tipo de producción. En el primero se incluyen las cuestiones relativas al aparato fílmico: aspectos relacionados con la cámara, el punto de vista, movimientos, dirección de la atención, producción de sonido, edición y montaje. El segundo versa sobre el concepto de presencia (Mateer, 2017), en el que se evalúa si la presencia de la obra objeto de estudio puede considerarse como presencia social, presencia ambiental o presencia personal (Heeter, 1992: 263-264). En este mismo bloque se evalúan también las reglas de interacción; si existe o no navegación, así como el tipo de movimientos dentro del entorno virtual, según consideran Slater y Wilbur en relación con la consecución de presencia efectiva (1997). En el tercer bloque se tratan las cuestiones relativas a la narrativa, en cuanto a estructura y punto de vista, desde la focalización, ocularización y auricularización (Jost y Gaudreault, 1995).

1. Este trabajo de investigación obtuvo la mención de honor del Premio Ing. Fernando Gonçalves Lavrador de la 11.ª edición de la Conferencia Internacional de Cine - Arte, Tecnología, Comunicación AVANCA CINEMA 2020.

Tabla 1. Herramienta de análisis para producciones audiovisuales de RA.

1.- Aspectos relacionados con el aparato filmico	Cámara	Movimientos	Dispositivo / espectador	
		Dirección de la mirada	Dispositivo / espectador	
		Encuadre	Dispositivo / espectador	
	Producción sonora			
Edición y montaje				
2.- Consecución del efecto presencia (Mateer, 2017)	Heeter (1992) - Tipos de presencia efectiva	Presencia social	Las entidades diegéticas reaccionan ante el espectador e interactúan con él	
		Presencia ambiental	El entorno conoce de la existencia del espectador y reacciona ante él	
		Presencia personal	Las imágenes y sonidos responden como en el mundo real - percepción física	
	Slater y Wilbur (1997) - Reglas para maximizar el efecto presencia y la transportación del espectador	Reglas de interacción claras	El espectador sabe cómo puede moverse e interactuar	
		Navegación simple e intuitiva	Permitir el movimiento del espectador sin distraerlo de los elementos que fomentan la transportación	
		Movimientos suaves dentro del entorno	No existencia de efectos antinaturales de la imagen y audio	
3.- Aspectos sobre la narrativa	Estructura	Continuidad	Lineal	
			Ramificada	
	Punto de vista	Focalización	Focalización cero	
			Focalización interna	Fija
				Variable
				Múltiple
		Focalización externa		
		Focalización espectral		
	Punto de vista	Ocularización	Ocularización interna	Primaria
				Secundaria
		Ocularización cero		
Auricularización		Auricularización interna	Primaria	
	Secundaria			
Auricularización cero				

Fuente: elaboración propia.

4. Resultados

Desde la perspectiva del autor, estamos ante una experiencia visceral cercana a la materialización de un sueño a través de la RA, una pieza próxima al videoarte, que construye una narrativa abstracta en conexión directa con la obra experimental de Maya Deren *Meshes of the Afternoon* (1943), en la que la disrupción temporal, las transgresiones de la experiencia del tiempo y el espacio y el recurso del sueño son elementos clave.

4.1 Descripción de la obra

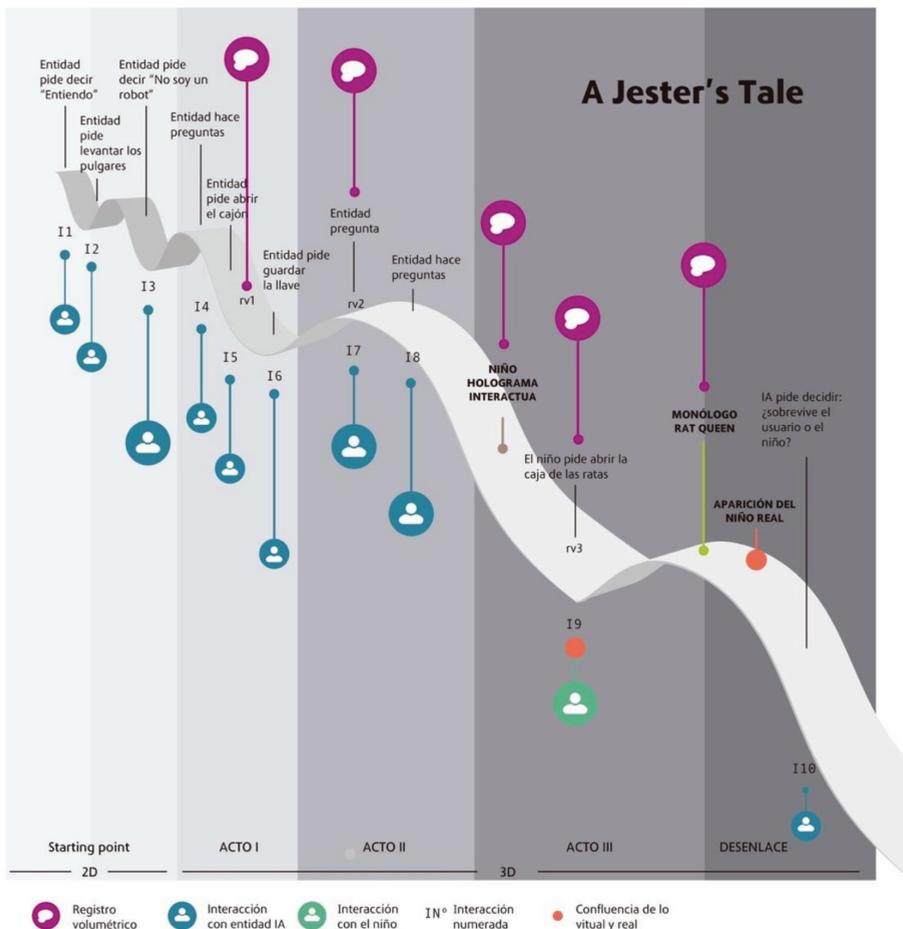
Esta pieza audiovisual, a caballo entre el test de Turing y una obra propia del teatro del absurdo, tiene una fuerte carga existencialista y cuestiona la naturaleza propia del ser humano y su reflejo ante la inteligencia artificial. Producida por 1Ric (<https://1ric.com/>), un estudio que desarrolla exclusivamente piezas de RA, fue estrenada en el Festival de Cine de Sundance 2019 e introduce al espectador durante 12 minutos en el dormitorio de un niño de nueve años. Los mecanismos narrativos de *Terminal 3*, primera de las obras de este autor, y *A Jester's tale* son similares: el espectador es un personaje más, forma parte de los personajes de la obra e interviene con una entidad conversacional (IA) con la que dialoga, pero divergen en cuanto a la posición que ocupa. La pieza está estructurada con escenas donde el agente o entidad hace preguntas y pide al espectador determinadas acciones, en un escenario poblado por un niño, una madre, la Reina Rata y sus ratas (Figura 1).

Starting Point: La experiencia comienza en la habitación de un niño con una cama, una mesa y deberes sin terminar. Cuando el usuario se pone el dispositivo de visión se le pide (I1) que diga que entiende que se utilizará su voz para realizar la experiencia. Después del reconocimiento de voz, la primera cosa que ve el usuario es un *captcha recognition* que le pide una vez más que levante los pulgares confirmando que no es un robot (I2). A continuación del reconocimiento de la mano, aparece un icono que parece estar cargando y gira enfrente del usuario, y le pide que diga a viva voz: «no soy un robot» (I3). Cuando esto sucede, el icono transita de 2D a 3D.

Acto I: Este icono se aleja y empieza a girar, dando lugar a una nube de partículas que hablará y acompañará al usuario durante el resto de la experiencia. Esta entidad anuncia al usuario que es del departamento de integridad digital, y le propone que a lo largo de la experiencia se dedicará a averiguar si es humano o no. La entidad hace unas preguntas (I4) que el usuario debe responder de forma rápida. Cuando este llega a responder con la palabra *llave-clave* (*key*), la entidad le pide que se levante y abra un cajón (I5). Allí encuentra una llave que se le pide que guarde para más adelante (I6). Tras esto, la entidad comienza a girar y transiciona a la siguiente escena.

Acto II: Aparece un niño sentado en la cama que gira la cabeza para mirar al usuario allí donde esté; el holograma mira sorprendido a este, y le dice estar esperando a su madre. El niño habla al espectador hasta que su voz se empieza a transformar en la voz de la entidad y se transiciona de nuevo hacia esta, desapareciendo el niño de la escena. La entidad pregunta al usuario: ¿crees que el niño es tu amigo? Tras responder (I7), el usuario vuelve a la escena que había abandonado. Se oyen pasos, la madre del niño parece haber llegado. El niño está enfadado porque su madre trabaja demasiado –llega tarde–, pero esta comienza a contarle un cuento y el

Figura 1. Representación gráfica de la estructura narrativa² de *A Jester's Tale* (Malik, 2019).



Fuente: elaboración propia.

niño atiende a la historia. En este punto el espectador-usuario escucha junto al niño el cuento materno cuyo protagonista es un bufón. Ella se da cuenta que el niño se ha quedado dormido y cuando se levanta para irse da un grito. Ha visto en el suelo algo que pronto se disuelve en la nube de partículas emergiendo la inteligencia artificial otra vez.

2. Esta imagen muestra una banda oscilante que comienza con la primera acción del espectador y termina de forma inexacta—saliéndose del cuadro— dado el final abierto de la experiencia. En el fondo unas franjas verticales grises de distinta tonalidad advierten en qué parte de la narración nos encontramos: *starting point*, acto I, acto II, acto III o desenlace. Se ha escogido que esta banda esté en tres dimensiones porque de forma similar a lo que plantea el autor en su experiencia —haciendo que la entidad pase de 2D a 3D— la narración ante la que nos encontramos incorpora a un espectador-usuario que aporta un eje más al x-y habitual (tiempo-espacio); uno que podríamos llamar z, de interacción. Por encima de la banda hemos querido resaltar aquellas cuestiones que quedan del lado de la inteligencia artificial y por debajo cada una de las intervenciones del usuario.

Acto III: La entidad vuelve a hacer más preguntas al usuario (I8). De nuevo, en la habitación del niño, este se levanta y mira al usuario, «todavía estás aquí, te voy a enseñar algo chulo», le dice. El niño coge la jaula con ratas y la pone encima de su cama; hay tres roedores dentro, haciendo ruido y mordiendo los barrotes. El niño explica al usuario que las ratas son sus amigas; hay una cuarta rata fuera de la jaula y el niño propone reunir las a todas. Invita así al usuario a abrir la caja para lo cual cuenta con una llave (que había encontrado previamente en el cajón) que encaja perfectamente en la cerradura de la jaula. Cuando el usuario introduce esta llave real en la jaula virtual (I9) esta última cae al suelo, liberando a las ratas que salen y atacan a la que estaba fuera, matándola de forma sangrienta. El niño parece estar tranquilo, pero tras el escándalo la madre entra de nuevo enfadada por la situación. Se sienta con el niño y cogiendo la rata muerta en la mano le dice: «te estabas encariñando mucho de ellas y es bueno que esto haya pasado». La escena se disuelve.

Monólogo: Este inserto dentro de la experiencia incluye un monólogo en el que el holograma de la Reina Rata da un discurso a sus ratas. En este las anima a hacer pagar a los humanos por sus malos tratos y por el encierro al que les han sometido.

Desenlace: La entidad vuelve y anuncia al usuario que las ratas no están contentas y quieren cobrarse una vida humana en compensación, por lo que tiene que decidir quién será la víctima de las ratas, él mismo o el niño. En ese momento una portezuela se abre mostrando en su interior al niño real –ya no holograma– que se ha visto previamente como holograma. El usuario tiene que tomar una decisión (I10). El fin de la experiencia siempre será el mismo, independientemente de la respuesta del usuario: la experiencia ha sido fallida. No hay créditos.

4.2 Aplicación del modelo de análisis

Entremezcladas con estos segmentos narrativos, las apariciones de la entidad de IA son recurrentes, formulando preguntas al espectador que irán encaminadas a conseguir una respuesta posterior en él: «de alguna forma la secuencia de preguntas lógicas funciona como lo hacen las preguntas de los mentalistas» (comunicación personal, Asad J. Malik, 19 de agosto de 2020). El simple hecho de mencionar determinados elementos clave hará que el espectador tenga en mente ciertas respuestas que desencadenan determinadas acciones en la experiencia.

Malik parece distinguir entre la escena, donde habitan los personajes de la acción, el escenario del cuento de hadas que relata la madre y el espacio en el que la entidad hace las preguntas.

En estos distintos escenarios el espectador puede hacer distintas acciones:

- Se mueve y navega la escena por el espacio físico
- Interactúa con la entidad y con los personajes mediante preguntas y respuestas, a través de un sistema de interacción de voz
- Mira la escena como un espectador «clásico»: observa sin ser observado.
- Realiza acciones físicas que producen cambios en el mundo virtual (abre un cajón y coge una llave, abre la cerradura de la jaula que encierra a las ratas, ...).

Nos encontramos ante el inicio de la investigación y exploración de la RA cinematográfica, tanto desde el punto de vista tecnológico como narrativo, «[...] estos formatos en el cine tienen camino por andar» (Jurado-Martin, 2020, p. 142). La literatura científica a

este respecto es limitada, mientras que la relacionada a la RV cinemática se encuentra más desarrollada, por lo que resulta apropiado partir de esta, pues a pesar de sus diferencias con la RA, ambas comparten aspectos técnicos y experimentales.

Desde el plano técnico, identificamos ciertos paralelismos en el proceso de producción de la obra objeto de estudio con los modos tradicionales de hacer cine. Estos aspectos comunes se encuentran en la fase de preproducción. Aunque el desarrollo narrativo interactivo establece ciertas cuestiones que complejizan el proceso de escritura del guion, en *A Jester's Tale* no se observa una estructura ramificada al uso, pues las ramificaciones están pensadas según indica el autor como una serie de puntos ciegos que tratan de conducir al espectador hacia un único resultado. Esto genera cierta presión en el espectador, que es interpelado directamente por tres de las cuatro instancias que componen la diégesis. Este se erige como personaje central, pues todo parece girar en torno a su mirada y sus decisiones; es entrevistado por la entidad de IA, así como por el niño que le sigue con su mirada (a través de un sistema de *eye tracking*).

En este sentido, la obra parte de una ruptura de la cuarta pared, una inserción total del espectador como figura diegética, pero ¿cómo cambia esto la función del director y del propio aparato? La dirección y fase de producción de la obra objeto de estudio se separa de los paradigmas de la industria cinematográfica, desde su carácter experimental que reside en el uso de la RA para construir una diégesis narrativa. En palabras del autor:

[...] Not only the way you consume it, the way you interact with it, the kind of memory you have is very different, but also the way we structured it is a lot more visceral, more dreamlike. Things not always need to follow the previous thing, [...] for me, it was always the same war, we don't need reasoning for things at the same way we do in film. [...] at the end of the day it's not really structured as a film, there is so much weird stuff happening, even the conversion of animated things and real time game engine elements with volumetrics, just the way all that combines with the real actor present, presence of the real actor being a character in the universe of the whole narrative that runs from being an hologram to a real actor, that leads to a medium switch. In terms of production is quite interesting as well, there were a lot of moments where you have to come over with new techniques to make things work (Malik, communication personal, 19 de Agosto de 2020).

Los avances tecnológicos y el progreso que implican son por tanto abordados en las producciones de 1Ric con cautela. Advertimos una intención, respecto a la configuración del aparato fílmico de la obra, de retar a la técnica y al dispositivo para construir narrativas que desafíen a la audiencia. Testar las posibilidades de un nuevo aparato de la imagen en movimiento considerando a la vez qué puede hacerse con él y cuál puede ser su impacto son algunas de las cuestiones que aborda el autor en la obra objeto de estudio.

Uno de los aspectos que se ven alterados es el de la parte humana. La actuación del elenco diverge de los modos de la dirección e interpretación tradicional. Según el autor, es difícil obtener una actuación convincente cuando el actor se encuentra en un set sin atrezo más allá de su ubicación en el espacio, dentro de un domo *chroma* rodeado de cámaras y sensores de profundidad, y que debe producir un *acting* capaz de ser usado en unidades discretas para construir la estructura narrativa interactiva de

su actuación a través de un motor de videojuegos. Para resolver esta cuestión pusieron a otro actor en set, que ocupa el lugar del espectador que interactúa con el actor, en el caso del niño, por ejemplo, con lo que se consiguió una mejora del *acting* y su posible fragmentación. Otro objetivo de esta estrategia era crear intimidad entre el actor-espectador y el actor del personaje del infante, con lo que obtener una actuación capaz de involucrar más al futuro espectador y amplificar su sensación de presencia.

4.2.1 Aspectos relacionados con el aparato fílmico

En cuanto a la cámara, su presencia se duplica en su registro y en su consumo; por un lado, el sistema de cámaras del registro volumétrico, y por otro lado la visión del espectador a través del HMD. Su movimiento en la fase de registro no existe y queda relegado a su implementación por parte del usuario mientras navega el espacio-tiempo ficcional durante el visionado de la obra. El registro volumétrico, desde su naturaleza 360° es mostrado a través del dispositivo en base a la posición y movimiento de la mirada del espectador que se halla monitorizado por el propio visor. Los rodajes han sido realizados en el set de Metastage, formado por un conjunto circular de 106 cámaras, 53 RGB y 53 infrarrojas en ubicación fija. El movimiento de cámara durante la diégesis lo implementa el espectador, que decide el encuadre dependiendo de su navegación en el espacio y la escala de plano a partir del principio de *energía* (Brillhart, citada en Bucher, 2017, p. 16). Esta cuestión implica que, a pesar de que la obra posee un eje común para todos los espectadores, se convierte en una experiencia individual y diferente para cada usuario. Tampoco se identifica un plano subjetivo a pesar de construir el discurso audiovisual a partir de la mirada del espectador, más bien se observa como un «*you person view*» (Kelly, 2016), en este sentido el espectador no suplanta la identidad de ningún personaje, sino que es él quien experimenta la obra desde su propia existencia, participando del relato como sí mismo, desde su propia perspectiva personal. Esto facilita el tratamiento de dilemas morales o éticos como los que propone la obra objeto de estudio.

La producción sonora de la obra parte del dispositivo de registro de Metastage compuesto por 8 micrófonos de cañón repartidos en la estructura circular del estudio, capaces de capturar el sonido desde todos los ángulos del espacio, resultando en un sonido espacial, que Magic Leap, al igual que con la imagen, es capaz de superponer a los sonidos del espacio real. Además, permite construir atmósferas y paisajes sonoros e integrarlos a la combinación de imagen de registro volumétrico sobre la percepción del entorno por parte del usuario. Estas cuestiones técnicas del dispositivo de registro y del dispositivo de fruición potencian la inmersión del espectador en el relato, y al mismo tiempo dificultan el proceso de edición y posproducción.

La edición y posproducción de los discursos audiovisuales en el medio aumentado demanda unas soluciones distintas a las necesarias en las producciones tradicionales. El desarrollo narrativo con unidades discretas, los sistemas de interacción del usuario, así como la implementación de los registros volumétricos sobre el entorno físico se han de concretar en esta fase a partir de motores de videojuegos, en una suerte de diseño de mecánicas de juego. En *A Jester's Tale* se identifica un montaje por corte, sin aferrarse a las leyes de continuidad. Pasamos de una escena a otra a través de intermedios en los que la entidad de IA vuelve a escena para continuar con el interrogatorio al que nos somete el metraje. Por otra parte, es esta una fragmentación justificada por la necesidad de crear unidades diegéticas discretas, capaces de ser colocadas según el desarrollo de la experiencia a partir de la interacción del usuario.

4.2.2 Consecución del efecto presencia en el espectador

El concepto de presencia es definido por Mateer (2017) como el nivel de transportación del usuario dentro de la realidad virtual. Tras aplicar el modelo de análisis, se identifican los tres tipos de presencia expuestos por Heeter (1992) y retomados por Mateer. La presencia social se observa de manera directa en la interacción del espectador con el personaje del niño y con la entidad de IA. Los personajes reaccionan ante la presencia del usuario e interactúan con él a través del sistema conversacional que estructura la obra. La presencia ambiental se confirma en el momento en el que el entorno holográfico, y en concreto la jaula que contiene las ratas reacciona ante la acción del espectador tras colocar la llave sobre la cerradura, abriéndose y liberando a los animales. Además, el entorno holográfico reacciona durante el desarrollo de la estructura narrativa dando paso al agente de IA, que ostenta una de las identidades focalizadoras del relato. Por último, la presencia personal es creada de manera efectiva, pues el entorno holográfico genera un universo diegético y espacial que se perciben como una simulación del mundo real.

En esta línea, se identifica la consecución de presencia en el espectador a través de las tres reglas de Slater y Wilbur (1997). En primer lugar, las reglas de navegación e interacción son claras, entendidas por el espectador desde el comienzo del metraje aumentado. La navegación es simple e intuitiva, el participante tiene libertad de movimiento dentro del espacio físico y su percepción de la capa de imagen holográfica está estrictamente sincronizada a este y a su perspectiva. Al mismo tiempo, esta sincronía de imagen holográfica sobreimpresa a la imagen percibida del espacio real no presenta ningún tipo de efecto antinatural de la imagen o el audio, más allá de la formación del agente de IA, representado a través de un sistema de partículas. Finalmente, observamos una nueva modalidad de presencia, que podría definirse como mixta. El espectador se siente presente en la acción y este efecto se potencia a través de la yuxtaposición de presencia real y presencia virtual, en este sentido hay dos climas concretos, el momento en el que el espectador abre la jaula (holograma) con la llave (objeto real) y el momento final de la trama, en el que el holograma infantil es presentado como un niño real en el set, el registro volumétrico pasa a ser real, «*a medium switch*» como lo define Malik. Fundir lo real y lo virtual de la imagen en movimiento podría entenderse, en relación con el aparato cinematográfico tradicional, como la capacidad del espectador de atravesar la pantalla, de entrar en el espacio-tiempo ficcional e interactuar con las actrices y actores o elementos de la puesta en escena.

El desarrollo de las conversaciones con la representación de la IA y los registros volumétricos de los actores también participan de la consecución del efecto presencia en el espectador, pues, aunque estas conversaciones están limitadas –no se puede preguntar cualquier cosa– el usuario es guiado a través de la contextualización que ofrece la construcción del set físico donde transcurre la obra. Esta «ilusión de elección» potencia el efecto presencia y da soporte al arco dramático de la obra.

4.2.3 Aspectos sobre la narrativa

El diseño narrativo se formula como una tecnología más, promovido por los avances técnicos que incorpora la RA, como pueden ser el registro de imagen en movimiento volumétrico, los sistemas y mecánicas de interacción y el uso de sensores de monitorización del espectador. A pesar del diseño ramificado del sistema conversacional de

la obra, la estructura narrativa atiende a un esquema aristotélico en tres actos y desenlace, con un arco dramático *in crescendo*. Se observa una linealidad en su estructura (Figura 1), lo que diferencia esta obra de otros metrajes de RV y RA cuyo desarrollo diegético se ve realmente alterado por la interacción del usuario. La intervención del espectador, por tanto, no resulta en un cambio en el devenir de los acontecimientos de la narración, pues el diseño está pensado para que esta voluntad del espectador sea guiada hacia el resultado que el autor desea en cada uno de los actos. Similar, por tanto, a un espectáculo de magia en el que el ilusionista embauca y conduce a su espectador hacia lo que desea que piense, haciéndole creer que realmente es agente del desarrollo diegético de la obra, generando «*illusion of choice*» (Malik, comunicación personal, 19 de agosto de 2020). Esta cuestión conecta la obra con el cine espectáculo, pues de forma similar al desarrollo del cine primitivo, la realidad aumentada se encuentra en los albores de su historia.

Las primeras obras de principios del siglo XX apostaron por la espectacularización de su puesta en escena, por su ubicación en contextos ligados a la feria y la ciencia; lo que devuelve, sin duda, un retrato de los primeros pasos de la RA, que, de forma similar al cine primitivo, se proyecta en festivales –de forma no comercial– y tiende a relacionarse con su propio desarrollo científico. Es más, «como es lo propio en la feria, ni norma ni convención alguna determina el modo de estar ahí de sus espectadores» (González Requena, 2014), como tampoco está aún construido un lenguaje final –si es que se puede dar alguna vez por concluido–. En este sentido, el desarrollo del cinematógrafo y de la misma realidad aumentada pueden entenderse como una respuesta a las nuevas demandas sensoriales, capaces de generar «un nuevo modo de excitación» (González Requena, 2014), del público.

La gramática convencional de continuidad es aplicada en esta producción de RA de manera parcial, pues no es necesario establecer un récord en el cambio de plano en imagen, ya que la simulación con la realidad prescinde de esta convención del lenguaje, que en *A Jester's Tale* queda totalmente desdibujada en los cambios de escena, usando la intervención de la entidad de IA como elemento de transición.

En cuanto al punto de vista, la focalización durante la diégesis evoluciona, desde una focalización interna variable fracturada en los tres personajes que interpelan al espectador (el niño, la Reina Rata y la entidad de IA). Esta se ve alterada en la escena en la que el niño nos pide que abramos la jaula para que las ratas encerradas se unan a la rata que está libre, engañando al espectador; pues el resultado final no es el esperado. En este sentido hablamos de una focalización externa, pues no se da acceso a los pensamientos del personaje del niño y atiende al punto de vista del espectador como un personaje más, en el contexto claro de una obra interactiva y de su sentimiento o reacción ante el resultado final de su acción. Finalmente, esta focalización externa continúa en el discurso de la Reina Rata, como efecto ante la causa de la muerte de la rata libre, y se transforma en focalización espectral en el clímax final, cuando se le pide al espectador que decida quién ha de morir, si él mismo (de nuevo se introduce al espectador como parte de la diégesis) o el niño, que en este punto de inflexión dramático hace el cambio de holograma a actor real en el set. En esta escena, se ofrece al espectador el privilegio de crear su propio final, elevándole al nivel de autor, dándole el poder de decisión final sobre la narración. Sin embargo, esta estrategia vuelve a emplearse para embaucar al espectador, pues decida lo que decida el desenlace será siempre el mismo, y la entidad de IA indicará: «el test ha sido fallido».

En cuanto a la ocularización, se identifica como interna primaria, sustentada en la idea misma de que el espectador se configura en ocasiones como un personaje más de la narración en aquellas escenas en las que es interpelado e interactúa con el resto de las instancias diegéticas. Esta ocularización se alterna con la ocularización cero, en la que el espectador es un testigo invisible de los acontecimientos. Por ejemplo, en la escena en la que la madre le cuenta el cuento del bufón al niño, donde se remite a un *nobody's shot*, tratando de eliminar el aparato de filmación de la experiencia del espectador. También se identifica la ocularización interna secundaria, pues la construcción de esta a través de los *racords* puede observarse en el seguimiento de mirada del niño hacia el espectador, lo que induce a la traducción del plano contraplano para la imagen en movimiento aumentada. La energía que desprende este recurso en el audiovisual de realidad aumentada sería análoga por tanto al plano contraplano tradicional entre dos personajes.

En relación con la auricularización, esta se encuentra como interna primaria en las escenas que incluyen interacción, pues escuchamos como la instancia no visible del personaje principal que encarnamos como espectadores. Esta, además, se combina con la interna secundaria de las escenas no interactivas, pues la representación visual en escena restringe lo que es escuchado y la capa sonora formula los indicios a señales visuales, como es el caso de la escena del cuento, en el que la escucha se filtra a través del oído del niño.

5. Discusión y conclusiones

Siguiendo las ideas de José Luis Brea, la imagen se libera progresivamente de su materialidad y por ende el espacio físico de fruición de las imágenes se ve alterado, dando lugar a la «emancipación de la butaca» que experimenta la audiencia dentro de una obra narrativa audiovisual de RA, en la que el espectador es capaz de habitar la puesta en escena, igualmente dominada por un realizador omnisciente.

En el aparato cinematográfico, nos encontramos ante un tipo de ficción audiovisual que comparte las interfaces culturales del cine, pero que se aleja de sus interfaces objetuales y del modo de consumo de este. Según Comolli (2009), el efecto de naturalización de los dispositivos fílmicos, capaces si cabe más hoy en día de invertir el orden y superponer lo virtual a lo real, alcanza su meta y evidencia las contradicciones que el propio aparato audiovisual presenta en su evolución. Entre estas se identifican alteraciones de la situación espectral en el espacio fílmico virtual; la innovación narrativa propiciada por la irrupción de una tecnología, y con ella la evolución de los géneros y temáticas; el cambio de paradigma en cuanto al aparato de exhibición en el que se muestran estas creaciones y el impacto que generan dentro de un frenético e incipiente contexto de creación.

En cuanto al estado evolutivo de la RA como tecnología para la creación de obras narrativas audiovisuales, se encuentra en su etapa germinal, por lo que la estandarización de las convenciones y el desvanecimiento de sus estrategias llegará con la consolidación y madurez del medio y su audiencia. Por este motivo, es posible conectar el cine de RA con el cine primitivo, ya que en ambos se produce una mutación del estatuto de la imagen fija. El cambio propiciado por la incorporación del movimiento a principios del XX se considera pues análogo a la inmersión del sujeto en el espacio fílmico a principios del XXI.

Existen métodos y procedimientos comunes de creación de las narrativas audiovisuales convencionales tanto en las producciones cinematográficas como en las ficciones de RA, pero también se aprecian divergencias significativas. En el caso de la obra objeto de estudio, esta se enmarca en el *storytelling* o arte narrativo, pero altera el tipo de estructura convencional y el modelo de producción y consumo, reconfigurando el aparato tecnológico y narrativo de la imagen cinematográfica que se descompone en cinco capas:

1. El diseño escenográfico en el entorno real donde se desarrolla la diégesis.
2. La imagen de realidad aumentada.
3. El dispositivo tecnológico e interfaz objetual (visor), a través del que se accede a la interfaz cultural (narrativa ramificada).
4. El registro volumétrico del elenco.
5. El sistema de interacción por voz.

Del mismo modo, la figura del espectador sufre una serie de alteraciones, pues en el caso de *A Jester's Tale* es evaluado por la propia obra y ubicado como un personaje más en la historia. La estrategia de fracturar la focalización genera dos tipos de espectador, el que es interpelado e interacciona, otorgándole la ilusión de poder influir en el devenir de los acontecimientos y el espectador invisible, que accede a la narración desde el punto de vista del testigo. En este segundo caso, Malik nos ofrece un tipo de espectador convencional al modo del construido por el Sistema de continuidad clásico de Hollywood (Bordwell y Thompson, 1997).

La consecuencia de esta fractura es una narrativa displacentera; pues, como explica el realizador, el resultado del test de Turing es siempre fallido. Esto provoca un ambivalente efecto en el espectador que, por un lado, se sabe monitorizado por la entidad del departamento de integridad digital y que, por otro, debe defender su presencia dentro del relato como la de un «verdadero humano». En sentido estricto, dentro de este texto fílmico, no hay espacio para el espectador. El único lugar que puede habitar es el «fuera de» la ficción audiovisual a la que ha sido convocado; pues dentro, no es más que un operario disciplinado, un robot.

Se concluye que *A Jester's Tale* es una obra metanarrativa, pues parte desde cero en la generación de los recursos y estrategias narrativas para la RA. Establece un metalenguaje a partir del cual crea los códigos necesarios para construir su *storytelling* con RA. La narrativa es entendida como tecnología previa a la parafernalia técnica y dispositivos. Como primera tecnología, es empleada para desafiar la evolución del propio aparato fílmico, cuestionando y reflexionando acerca del verdadero progreso de los avances tecnológicos. Al mismo tiempo, la obra objeto de estudio se enfrenta a una no estandarización de la RA, que comienza a pensarse con fines de entretenimiento audiovisual, desligándose de su concepción como medio exclusivo para la computación y otras áreas de conocimiento.

La cuestión de la posibilidad de monitorizar no solo la mirada del espectador, sino también su posición y la del espacio que le circunda, facilita que la puesta en escena y los personajes se adapten a su ubicación. Junto a las técnicas de registro volumétrico, la arquitectura narrativa e interactiva propia de los motores de videojuegos y los dispositivos de visionado de RA nos permiten predecir una evolución del aparato que da lugar a obras en las que el usuario, sentado en su sofá con un *head mounted display*, se introduzca en la ficción y que esta se adapte a él, posibilitando que el intérprete que encarna al personaje se siente a su lado, materializado en un holograma, para dirigirse directamente a su consumidor en su interpretación, en una suerte de telepresencia ficcional.

Los sistemas de sensores de seguimiento y el escaneado y rastreo del espacio donde se desee incorporar la ficción aumentada, permitirían que esta se ajuste a las condiciones ambientales y espaciales en las que el usuario se encuentre, con sistemas capaces de monitorizar el pulso, la temperatura y la respiración del que visualiza la obra, dando lugar a que estos datos influyan en el devenir del discurso narrativo, de su estructura ramificada, configurando lo que podríamos llamar un modo de interacción inconsciente, que se sumaría a la interacción del usuario con los sistemas de IA, que podrían incorporarse al *acting* del elenco, así como a la entidad focalizadora del discurso. Esta nueva construcción filmica responde a un aparato cinematográfico aumentado, cuya viabilidad requiere de un complejo entramado de técnicas y dispositivos todavía por explorar.

6. Bibliografía

- Akçayir, M., Akçayir, G., Pektas, H. M. y Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories, *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
- Bates, J. (1992). Virtual reality, art, and entertainment. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(1), 133-138.
- Bordwell, D. y Thompson, K. (1997). *Arte cinematográfico: una introducción*. Paidós.
- Brea, J. L. (2010). *Las tres eras de la imagen: imagen-materia, film, e-image* (Vol. 6). Ediciones Akal.
- Bucher, J. (2017). *Storytelling for virtual reality: methods and principles for crafting immersive narratives*. Routledge.
- Cho, Jaehee, Lee, T.H., Ogden, J., Stewart, A., Tsai, T.Y., Chen, J. y Vituccio, R. (2016). Imago: presence and emotion in virtual reality. En *ACM SIGGRAPH 2016 VR Village (SIGGRAPH '16)*. Association for Computing Machinery, Artículo 6, 1-2. <https://doi.org/10.1145/2929490.2931000>
- Comolli, J.L. (2009). *Cine contra espectáculo. Técnica e ideología*. Manantial.
- Gaspard, R. E., Roch, E. y Herrero Herrero, M. (2021). *Obras completas de Robertson*. Editorial Cinestesia.
- Gaudreault, A. y Jost, F. (1995). *El relato cinematográfico*. Paidós.
- González Requena, J. G. R. (2014). *El ser de las imágenes. De la Teoría al Análisis de la Imagen*. Recuperado de <http://gonzalezrequena.com/textos-en-linea-0-2/libros-en-linea/el-ser-de-las-imagenes/>
- Heath, S. (1981) *Questions of cinema*. Bloomington. Indiana University Press.
- Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(2), 262-271. <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.2.262>
- Jurado-Martín, M. (2020). Aproximación a los certámenes cinematográficos de realidad virtual, aumentada e inmersiva en América Latina. *Comunicación y medios*, 29(42), 134-145. <https://doi.org/10.5354/0719-1529.2020.56993>
- Kelly, K. (mayo de 2016). The Untold Story of Magic Leap, the World's Most Secretive Startup. Recuperado de <https://www.wired.com/2016/04/magic-leap-vr/>
- Ma, J. Y., y Choi, J. S. (2007). The Virtuality and Reality of Augmented Reality. *Journal of multimedia*, 2(1), 32-37.
- MacIntyre, B., Bolter, J. D., Moreno, E. y Hannigan, B. (2001, October). Augmented reality as a new media experience. *Proceedings IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality*, 197-206. <https://doi.org/10.1109/ISAR.2001.970538>
- Manovich, L. (2005). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*. Paidós.

- Martínez-Cano, F. J. (2020). Volumetric filmmaking, new mediums and formats for digital audio-visual storytelling. *Avanca Cinema Journal*, 606-614. <https://doi.org/10.37390/avancacinema.2020.a168>
- Mateer, J. (2017). Directing for Cinematic Virtual Reality: how the traditional film director's craft applies to immersive environments and notions of presence. *Journal of Media Practice*, 18(1), 14-25. <https://doi.org/10.1080/14682753.2017.1305838>
- Tamayo, J. L. R. (2019). Realidad extendida, interactividad y entornos inmersivos 3d: Revisión de la literatura y proyecciones. *Actas Icono 14*, 1(1), 396-415. <https://icono14.net/ojs/index.php/actas/article/view/1330>
- Slater, M. & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603-616.
- Syrett H., Calvi L. y Van Gisbergen, M. (2017). The oculus rift film experience: a case study on understanding films in a head mounted display. En: Poppe R., Meyer JJ., Veltkamp R., Dastani M. (Eds.), *International Conference on Intelligent Technologies for Interactive Entertainment. INTETAIN 2016. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, vol 178 (pp. 197-208). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49616-0_19
- Villegas, Á. (2015). De la crisis del aura a la liberación del aparato cinematográfico: Walter Benjamin y Dziga Vertov. *Aisthesis*, (57), 179-202. <https://doi.org/10.4067/s0718-71812015000100010>
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. y Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>