

El 3D estereoscópico ha vuelto para quedarse

POR MANUEL ARMENTEROS

Se analiza el resurgimiento de la tecnología 3D estereoscópica (3D-E), las aportaciones de esta técnica en la percepción espacial y sus repercusiones en el lenguaje audiovisual. Entre las conclusiones más importantes, se observa que esta técnica no solo ha vuelto para quedarse, sino que será un elemento expresivo de la imagen con unas capacidades de inmersión de la categoría del color.

El éxito de películas como *Avatar* (Cameron, 2009) o *Alicia en el país de las Maravillas* (Burton, 2010), así como la adaptación de éxitos de taquilla anteriores, la grabación del Mundial de Fútbol de Sudáfrica 2010 y el lanzamiento de tecnología 3D-E para el hogar, tanto de pantallas como de cámaras binoculares, nos hace presuponer que la tecnología 3D-E se implantará tanto en el ámbito profesional como doméstico, y tendrá repercusiones formales en el lenguaje audiovisual.

Sabemos que el cine es la única de las Bellas Artes que posee un carácter intrínsecamente tecnológico. Incluso la arquitectura y la pintura pueden sobrevivir, en sus formas más elementales, si son despojadas de los adelantos técnicos de los que hoy en día se benefician. No así el cine (Vallejo, 1995). Desde los inicios del cine, los experimentos con nuevas tecnologías que mejoraron la captura y representación de la realidad han generado un 'continuum' de patentes en todo el mundo.

Kher (2010), citando a Zone (2007), repasa la época dorada del cine 3D-E y señala los intentos de directores, productores e inventores por emular el sistema visual humano, tanto en películas de largometraje como en documentales y cortometrajes.

Ya en el año 1915, Porter presentó las primeras proyecciones públicas del sistema de proyección anaglífico (unas gafas con una lente roja y otra azul). «Las imágenes presentaban un claro adelanto con respecto a todas las de su género realizadas hasta ahora», escribió Lynde Dening (Zone, 2007) para el *Moving Picture World* (citado en Kher, 2010).

En la tabla 1 se recogen las principales películas con argumento realizadas hasta que el éxito de *La túnica sagrada* (1953), rodada en cinemascope, con un *aspect ratio* de 2,40:1, mucho más alargado que el 35 mm. (1,85:1) y con una técnica mucho más barata y simplificada que el 3D-E, supuso que los demás estudios guardasen en un cajón muchos de los proyectos 3D-E que tenían preparados (Kher, 2010).

Tabla 1. Principales películas con argumento realizadas entre 1922 y 1954

Año	Título	Director	Género
1922	<i>The Power of Love</i>	Harry K. Fairall	Drama
1952	<i>Bwana Devil (Bwana, diablo de la selva)</i>	Arch Oboler	Terror
1953	<i>House of Wax (Remix of Mystery of the Wax Museum)</i>	André de Toth	Terror
1953	<i>Wings of the Hawk</i>	Budd Boetticher	Western
1953	<i>Hondo</i>	John Farrow	Western
1953	<i>It Came from Outer Space</i>	Jack Arnold	Ciencia ficción
1953	<i>Perseguida</i>	Rudolph Maté	Melodrama
1953	<i>The French Line</i>	Lloyd Bacon	Musical
1953	<i>La bella del Pacífico</i>	Curtis Bernhardt	Melodrama
1953	<i>El jinete loco</i>	George Marshall	Comedia
1954	<i>The Mad Magician</i>	John Braham	Western
1954	<i>Creature from the Black Lagoon</i>	Jack Arnold	Ciencia ficción
1954	<i>Dial M for Murder, Crimen Perfecto/La llamada Fatal</i>	Alfred Hitchcock	Terror

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DE BROWN Y RAWLINSON (2010) Y KEHR (2010).

Tal como apunta Kehr, el cinemascope detuvo el esplendor del 3D-E. Pero hubo otras tecnologías que participaron en la caída de la producción con lentes estereoscópicas. La tecnología de visionado anaglífico se vio influida por otras tecnologías que ofrecían experiencias inmersivas similares. Me refiero al cinerama.

El cinerama

El cine experimentó también la búsqueda de mayor realismo con el cinerama. El cinerama llega en la década de 1950 y principios de la de 1960 como una tecnología que intentaba presentar una experiencia en el espectador más atractiva que la incipiente televisión y más próxima a la experiencia de visión del ser humano. Fred Waller sabía que el ángulo horizontal de visionado que ofrecía la película de 35 mm. era inferior al que utilizaba el ser humano y experimentó con un dispositivo de tres cámaras en paralelo que captaban un mismo encuadre y fijaban el foco sobre un mismo plano. Posteriormente, se proyectaban las tres imágenes sobre una pantalla curvada de grandes dimensiones, dando lugar a una experiencia inmersiva visual superior a la del cinemascope y por supuesto que la televisión, con un formato de *aspect ratio* casi cuadrado (1,33: 1).

Pero el cinerama exigía para su perfecto funcionamiento 26 técnicos calificados para su proyección, así como inmensos gastos de instalación en salas (Prieto, 2000). Como ocurrió en la filmación con lentes binoculares, la complejidad del rodaje del cinerama quedó sucumbida al cinemascope, con una tecnología mucho más sencilla para el rodaje y la proyección. Su aparición, no obstante, hizo de peldaño para situar a la industria del cine en la era de la pantalla ancha y del sonido estéreo (C.A. Productions, 2010). Durante muchos años, el formato superpanorámico del cinemascope fue la apuesta cinematográfica que hiciera frente al formato casi cuadrado de la televisión.

Después de que el 3D-E sucumbiera ante el cinemascope, todavía resurgieron algunas películas en 3D-E, como la película de terror *Flesh for Frankenstein* (1973), en un intento por reanimar el formato. A mediados de los años ochenta, la IMAX Corporation hace resurgir la tecnología 3D-E con proyectos de documentales que utilizaban tanto el sistema IMAX, basado en un negativo de 70 mm sin lentes binoculares, como el sistema IMAX-3D, que directores como Joe Alves utilizaron para obtener *El Gran Tiburón* (1983).

El director Jean-Jacques Annaud, con la película *Wings of Courage* (1995), sería el primer director en lanzarse a la producción de películas dramáticas con el sistema IMAX e IMAX-3D.

Durante casi tres décadas, el sistema IMAX-3D ha mantenido viva la tecnología de lentes binoculares, y es muy probable que haya permitido experimentar nuevas posibilidades visuales a directores como Zemeckis (*Polar Express*, 2003) y Cameron (*Aliens of the deep*, 2005), y que hemos visto reflejado en la película *Avatar* con las flores fosforescentes, que nos recuerdan las criaturas de las profundidades iluminadas por los focos del submarino.

La tecnología de visión estereoscópica y la representación del espacio

Por encontrar un análogo tecnológico, podríamos decir que la visión estereoscópica es similar al sonido estéreo. El sistema perceptivo visual utiliza la diferencia entre las imágenes que ofrece por cada ojo para calcular la profundidad de las cosas, algo parecido a lo que hacemos cuando percibimos el sonido a través de nuestros oídos. Pero ¿cómo representar la profundidad de la escena en una pantalla de dos dimensiones, alto y ancho?

Aunque la óptica de las cámaras actuales capta una escena que tiene tres dimensiones (ancho, alto y profundidad), la imagen registrada en el soporte, bien digital, bien electromagnético o fotoquímico, se forma en dos dimensiones (ancho y alto). Es también lo que ocurre en nuestro sistema visual con la imagen que se proyecta en nuestra retina tras pasar por el cristalino. La imagen retiniana se forma sobre una superficie plana. Pero entonces, si el proceso de registro es similar al que sigue el ser humano, ¿cuál es la diferencia?

La diferencia fundamental radica en las claves de profundidad binocular.

El sistema visual humano genera dos imágenes ligeramente diferentes por cada ojo debido a la separación entre ambos (disparidad binocular), mientras que la cámara convencional utiliza solo una lente y, por tanto, solo capta un punto de vista.

Por otro lado, los ojos se acomodan (acomodación), adaptan su forma dependiendo de la

distancia sobre los objetos que enfocamos y rotan hacia dentro o hacia afuera consiguiendo que las dos imágenes converjan en nuestra retina (convergencia) y nuestro cerebro pueda interpretar las distancias debido a la diferencia entre ambas imágenes.

No obstante, la binocularidad de nuestro sistema visual no es una garantía absoluta para poder reconocer la profundidad. Si nos introducimos en una habitación totalmente blanca, con una luz tan difusa que evite la aparición de sombras y colocamos un objeto blanco entre nosotros y la pared, nuestro sistema visual y perceptivo tendrá dificultades para calcular las distancias que existen entre la pared y el objeto y entre el objeto y nuestra retina.

¿Por qué, a pesar de tener una imagen diferente por cada ojo, no podemos apreciar esas diferencias? Existen otras claves para interpretar la profundidad que les proporciona la visión monocular y que utilizamos para interpretar la profundidad en un espacio tridimensional en una superficie de dos dimensiones, como ocurre en las claves pictóricas (Goldstein, 2001, citado en Goldstein, 2009):

- La interposición: cuando un objeto oculta total o parcialmente otro objeto, el objeto más cercano es percibido como interpuesto entre el más lejano y nosotros.
- Convergencia de la perspectiva: debido a que los objetos distantes producen una imagen retiniana más pequeña que los objetos que se encuentran más cercanos, las líneas paralelas convergen en un punto delante del observador.
- Tamaño relativo: juzgamos la distancia en función del tamaño de la imagen formada en la retina, de manera que asociaremos lejanía con los objetos pequeños. Esta clave depende del conocimiento de la persona sobre el objeto.
- Tamaño familiar: usamos la clave de tamaño familiar cuando juzgamos la distancia basados en nuestro conocimiento previo del tamaño de los objetos.
- Perspectiva atmosférica: cuanto más distantes están los objetos, menos definidos los percibimos. Al estar más lejos, interfieren partículas como la contaminación, gotas de humedad o polvo que hacen perder definición a los objetos.
- El sombreado: la superficie más próxima a la luz se ve más clara y más próxima; mientras que percibimos como más alejada la que se ve más oscura.
- Gradiente textura: cuanto más claras y detalladas vemos las cosas, más cerca nos parecen.
- La altura relativa: los objetos situados debajo del horizonte nos parecen más lejanos cuanto sus bases están más altas; cuando los objetos situados por encima de la línea del horizonte nos parecen más cercanos cuando están más cerca de la línea del horizonte, como ocurre con las nubes.

La pintura, el cine y la fotografía han utilizado desde sus inicios las claves de profundidad monocular, en especial la iluminación para crear la sensación de tridimensionalidad. Por ejemplo, una luz frontal al motivo generará una imagen más plana porque las sombras quedarán detrás del motivo. Asimismo, no podremos observar la textura y, por tanto, tendremos más dificultad para reconocer el volumen del objeto. Un punto de vista perpendicular al recorrido de un vehículo nos permitirá conocer cuál es su desplazamiento, mientras que si es frontal al observador es más difícil saber la distancia a la que se encuentra.

Un simple cambio de posición de la luz con respecto a la cámara puede suponer un cambio radical en la percepción espacial. Como puede observarse, la grabación y proyección con

óptica binocular supone una opción más de las muchas que utilizamos para crear e interpretar la percepción espacial.

Una revolución tecnológica

Una vez analizado el recorrido histórico de la tecnología 3D-E y entendida su aportación a la percepción espacial, habría que preguntarse si la grabación y visualización estereoscópica se trata de una revolución tecnológica. Dado que supone una transformación en la naturaleza de la experiencia visual del espectador (Belton, 2002), podemos afirmar que la tecnología 3D-E fue una revolución tecnológica. Un plano general de la caída del agua en las cataratas del Niágara, filmado con la cámara 3D, no genera la misma respuesta en el espectador que si se filma de forma convencional o con visión estereoscópica. El por qué una tecnología es una revolución o no depende de muchos factores y no todas las revoluciones tecnológicas siguen el mismo camino (Belton, 2002). La prueba la tenemos en la evolución que ha seguido desde sus inicios a principios del siglo XX.

La revolución 3D-E ha estado ligada a un factor decisivo: la revolución digital. A pesar de que la tecnología 3D-E se había estado utilizando desde hace años, esta tecnología no podría haber alcanzado su expansión de no haber sido por el tratamiento digital de la imagen. La convergencia de las dos imágenes que ofrece la óptica estereoscópica se simplifica con el uso del ordenador. El desarrollo de *software* para la edición de imágenes estereoscópicas simplifica las imperfecciones de la técnica actual y la facilidad para crear cámaras virtuales con el ordenador agiliza la elaboración de material estereoscópico.

Sin embargo, no hay que confundir grabación y proyección digital con grabación y proyección 3D-E. La proyección digital no implica por sí misma una experiencia visual diferente, dado que lo que se sustituye es el soporte sobre el que se registra la imagen (Belton, 2002). A diferencia de la proyección digital, la tecnología 3D-E permite una mayor similitud en términos de realismo entre lo que se proyecta y lo que vemos en nuestra vida cotidiana.

Morley, 1980, citado en Stam (2001), indica que uno de los cinco registros por los que el espectador puede configurar la experiencia cinematográfica más realista viene dado por los dispositivos técnicos como los usados en las proyecciones IMAX-3D. Los dispositivos técnicos pueden incrementar la sensación de profundidad como lo hacen los efectos especiales (Morley, 1980).

La revolución tecnológica en la grabación 3D nos recuerda el proceso de implantación que siguió la llegada de la película de color en el cine, que podemos resumir en estos seis puntos:

- Aparece como innovación tecnológica para incrementar la realidad captada por la cámara.
- Surge en paralelo a la pérdida de asistencia de espectadores a las salas cinematográficas.
- La industria cinematográfica vio la innovación tecnológica (el color) como una competencia a la televisión, se empezó a rodar en color y al final de 1960 la emulsión de color era un estándar en el cine.
- El éxito de la técnica del color arrastra a los productores a recuperar películas anteriores y remasterizarlas. El éxito de las proyecciones en color provoca no solo que empezasen a rodarse en color las nuevas películas, sino que otras clásicas como *Lo que el viento se llevó* se

colorearan. El B/N quedaría relegado a un uso estético asociado al pasado.

- Los otros medios emulan la nueva tecnología.
- La industria la hace accesible al gran público, cerrándose el ciclo de innovación tecnológica.

Asimismo, observamos paralelismos en la utilización de ambas tecnologías. Por ejemplo, la emulsión en color exigía procedimientos más complicados en la técnica de registro y el revelado, como ocurre en la toma con lentes binoculares. La poca latitud de la película de color a las diferencias de luz se oponía a la flexibilidad del negativo en B/N. Poco a poco se fue experimentando en el lenguaje audiovisual y avanzando en la psicología del color, hasta convertirse en un elemento expresivo de la imagen, básico para la comunicación visual.

Cambios en el lenguaje audiovisual

Ahora bien, ¿qué cambios formales nos puede traer la técnica de visión estereoscópica en el lenguaje audiovisual?

Sabemos que la implantación de una tecnología depende, sobre todo, del uso que de ella se hace. Hasta ahora, el acceso a este sistema de grabación está disponible para los grandes estudios y para experiencias minoritarias de proyectos para IMAX-3D.

La técnica de rodaje con ópticas binoculares exige una serie de requisitos derivados de la propia naturaleza de la técnica.

Jordi Llompart, director de *Viaje mágico a África* (2009) y *El misterio del Nilo* (IMAX) (2005), afirma que los movimientos de cámara son diferentes y que no se puede abusar de los barridos laterales porque resultan muy perjudiciales para el espectador. McNally, Supervisor 3D en *Monsters versus Aliens*, habla también de que la lente de 50 mm, que en el rodaje en dos dimensiones es habitual porque coincide con la visión humana, es muy agresiva en 3D, sobre todo cuando se introduce el fondo y el primer plano. Asimismo, los cortes entre planos se hacen más evidentes, dado que existe un elemento nuevo que involucra la atención del espectador: la profundidad espacial. Como solución, McNally indica que cada plano empieza respetando las claves de profundidad del anterior (donde tenemos el foco) para ir corrigiendo poco a poco el tránsito de profundidad al nuevo plano.

Asimismo, la incorporación del espacio como elemento de análisis requiere nuevas posibilidades de explorar. Bob Whitehill, supervisor 3D en *Toy Story* y *Toy Story II*, explica que la percepción de profundidad hay que trabajarla tanto en la forma lineal como en la espacial y señala algunas de las estrategias en la utilización de la profundidad espacial (Armstrong, 2009):

- La mayor profundidad espacial se ha asociado a la soledad de los juguetes cuando están en el mundo humano.
- También hay una utilización de la profundidad en función del riesgo: cuando hay riesgo se trabaja con mayor profundidad.
- Es imprescindible tener en cuenta, al idear los planos, la necesidad de introducir objetos a diferentes distancias para mejorar la sensación de profundidad.

Según Whitehill, llevará tiempo entender cómo utilizar el 3D-E, algo similar a lo que ocurrió con

el sonido y el color.

Mahesh Ramasubramanian, supervisor digital en *Monsters Vs. Aliens*, encuentra problemas comunes en el rodaje 3D virtual (Armstrong, 2009):

- Texturizado: una vez que se ilumina se detecta la profundidad que antes del texturizado no se apreciaba.
- Reflexiones incorrectas: cuando se renderiza sin tener en cuenta la desviación de la cámara, se producen falsas reflexiones que no corresponden con el punto de vista.
- Discrepancias de cámaras: al superponer capas, con variaciones de luz, estas no coinciden.
- Imágenes fantasmas: un poco de luz se filtra en el otro ojo. Es evidente cuando existe una combinación de alto contraste y una gran separación entre ojos.

No obstante, la posibilidad de explotar la tercera dimensión en el lenguaje audiovisual está aún en fase de desarrollo. La aplicación a determinados géneros, como hizo Hitchcock en *Crimen Perfecto* (*Dial M for Murder*, 1954), permitirá explotar nuevas sensaciones en el espectador.

La llegada a la televisión se hace también inminente. Sandy Climan, Chief Executive Officer de 3ality, empresa líder en soluciones 3D-E, afirma que este avance técnico cambiará todo en la edición y dirección de un proyecto. Es una nueva tecnología que requiere un nuevo arte (Grover, 2010).

Pero ¿cuánto puede cambiar el lenguaje? ¿Cómo explotar la profundidad del espacio?

Una falsa visión estereoscópica

La celeridad de los acontecimientos impide pensar en desarrollar proyectos concebidos íntegramente en 3D-E. La mayoría de las películas que se están ofreciendo están adaptadas a lo que Cameron llama 2.8 (Baig, 2010), pues se limitan a introducir unas secuencias donde vuelan objetos hacia el espectador, sin abusar del efecto para no poner en riesgo el rechazo del espectador o la 'expulsión' (Dave, 2010) del film.

Un caso más en este afán por etiquetar las películas con visualización 3D-E son los *remix* de películas que ni siquiera incluyen imágenes grabadas con lentes binoculares, sino que se limitan a duplicar la imagen obtenida por un solo objetivo, las cuales duplican posteriormente y se les aplica un filtraje rojo y azul. La corriente de la falsa visión estereoscópica no ha hecho más que empezar y las experiencias se están trasladando también al medio Internet, como ha hecho Google, que permite en su navegador de mapas la opción de visualizar con gafas anaglíficas las imágenes con un falso 3D-E.

Discusión

Nuestro objetivo es mostrar las variables que nos indiquen si la tecnología 3D-E ha vuelto para quedarse y cuáles pueden ser sus repercusiones formales en el lenguaje.

La explosión de películas que salen a cartelera para ser visualizadas también en 3D-E nos

indica que actualmente existe un amplio sector del público que asiste a las salas que está dispuesto a pagar más de lo que cuesta la entrada normal por experimentar la visión estereoscópica. Es probable que el público empiece a sopesar el incremento de precio por ver las películas con gafas, pero al mismo tiempo el incremento de salas con esta visualización puede provocar el reajuste de los precios de taquilla. Por tanto, es otra variable que puede afectar a la implantación del 3D-E.

No es objeto de este artículo discutir cuándo se producirá la implantación en los hogares de las pantallas con visión estereoscópica, aunque sí lo tenemos que considerar como una variable independiente que puede influir sobre el éxito e implantación definitiva de la tecnología de grabación y visualización 3D-E. Es evidente que todavía persiste la fatiga en los usuarios, que apenas han terminado de asimilar los cambios de la alta definición, cuando ahora se les habla de una nueva tecnología que hace obsoletos los dispositivos anteriores. Pero la premura por parte de los grandes fabricantes en ofrecer los primeros prototipos en el mercado hace pensar que puede existir un mercado potencial dispuesto a adquirir este tipo de pantallas.

Al mismo tiempo, la llegada de las pantallas 3D-E podría aprovecharse del hueco de mercado existente en aquellos hogares que aún no han renovado sus televisores para dar el salto a la pantalla 3D-E. Asimismo, es de presuponer que al igual que codificamos el sonido estéreo en el envío de la señal de televisión, podamos hacer lo propio con la imagen estereoscópica. Existe la posibilidad de detectar si la señal viene en 3D-E para que puedan desarrollarse contenidos que puedan visualizarse en aquellas pantallas preparadas para la proyección 3D-E y visualización normal para aquellos que no dispongan de la tecnología 3D-E. Y la convergencia de ambas imágenes podría realizarse sobre un cristal-suplemento que, bien a través de la polarización, bien a través de la obturación, podría hacer converger las dos imágenes sobre dicho cristal, eliminando las incómodas gafas.

Todo apunta a que la creación de contenidos 2.8-E o 3D-E seguirá su ritmo y la renovación de salas continuará para aprovecharse del desfase con respecto a la tecnología del cine en casa, su gran rival. La desconfianza de un amplio sector de propietarios de salas a invertir en este sistema de proyección determinará las salas que se mantendrán y las que desaparecerán.

Mientras tanto, los creadores y educadores estamos obligados también a experimentar, proponer, analizar y explicar nuevas formas de uso de la visión binocular para comunicar mejor, para crear sensaciones y transmitir, modificar o alterar la realidad como hemos venido haciendo hasta ahora con las posibilidades de la visión monocular.

Y no tardaremos en observar la llegada de este nuevo sistema al videojuego, medio digital por naturaleza que está preparado para presentar la visión estereoscópica más real que el cine, en cuanto a que los cambios de punto de vista no vienen fijados por el director, sino que los puede modificar el usuario y experimentar con mayor libertad la profundidad del espacio. Además, desde el punto de vista técnico, la obtención de imágenes dobles está resuelta con los rápidos procesadores que existen en el mercado, de manera que los programadores pueden emular una segunda cámara y renderizar en tiempo real una imagen para cada ojo, según los puntos de vista que elija el jugador.

Internet, como medio que también está fundamentado en el uso del ordenador, podrá explotar, como el videojuego, nuevas formas en el lenguaje visual. La creación de entornos virtuales 3D que ya habían empezado en la última década del siglo XX permitirá experimentar sensaciones inmersivas más agradables y reales. La navegación por *Second Life* o *There* cambiará notablemente y el estado de absorción en los mundos virtuales será mayor. Las grandes compañías como Google, que ya emula un falso 3D estereoscópico en sus planos, no tardarán (si no lo están haciendo ya) en capturar las imágenes con doble óptica, de manera que podamos percibir mejor la profundidad de los mapas y terrenos.

Durante la próxima década tendremos que adaptar nuestra percepción visual a las nuevas técnicas y sus efectos, como lo hicimos en su día a la imagen en movimiento con el nacimiento del cine y con el color. Los problemas derivados de la falta de hábito a esta forma de percibir la realidad audiovisual serán asimilados por nuestro sistema perceptivo visual. Los avances tecnológicos depurarán aquellos problemas de esta forma de visualización y el talento y la creatividad de los artistas nos permitirán descubrir las posibilidades del 3D-E en el lenguaje audiovisual.

Se extenderá al lenguaje televisivo y de los videojuegos, en paralelo con cambios en la forma de crear contenidos para Internet. La experiencia de ver la televisión se enriquecerá con la proyección estereoscópica. Pero donde realmente viviremos una explosión de posibilidades será en los videojuegos, como consecuencia de que los puntos de vista varían en función del jugador, explotando la sensación de profundidad. Asimismo ocurrirá con todos aquellos contenidos de Internet pensados para una navegación tridimensional. La percepción de la navegación será mucho más realista y aparecerán nuevos usos que hasta ahora no se habían experimentado.

Conclusiones

La tecnología 3D-E mejora la experiencia visual del espectador e incrementa su grado de inmersión. El tratamiento digital de la imagen abarata los costes de distribución de las películas y simplifica el rodaje con esta técnica.

Por otro lado, la gran aceptación de los espectadores en las últimas películas exhibidas con tecnología 3D-E presupone que las productoras de películas de animación, acción y ficción lancen sus nuevas películas en ambas versiones: convencional y 3D-E.

El rodaje en 3D-E impone algunos cambios con respecto al rodaje con un solo objetivo. Estas exigencias están condicionando el uso de algunos elementos expresivos, como el primer plano y algunos movimientos de cámara. No obstante, la depuración de la tecnología existente y la educación de nuestra mirada al nuevo entorno cinematográfico nos permitirán aceptar como normales determinadas sensaciones visuales que ahora nos perturban.

Si lo comparamos con el color, el reto de conseguir una respuesta cromática fiel a la escena tampoco fue fácil. Incorporar la gama cromática que percibe el ojo humano exigía también nuevas técnicas de iluminación y cambios en los decorados. Hoy día nadie se plantea rodar en B/N y existe una abundante galería de aplicaciones para modificar el color y manipular la imagen para obtener una estética o *look* determinado.

Bibliografía

Armstrong, M. (2009, agosto). Finding the Language of Stereo 3D. *Studio Daily*.

Baig, E. (2010). 'Avatar' director James Cameron: 3D promising, but caution needed. *USA Today* [en línea]. Disponible en: <http://content.usatoday.com/communities/technologylive/post/2010/03/james-cameron/1>

Belton, J. (2002, octubre). Digital Cinema: A False Revolution. *MIT Press Journals*, 98-114.

Brown, J. y Rawlinson, K. (2010, 23 de marzo). 3D: Cinematic revolution or just a trick of the light? *The Independent* [en línea]. Disponible en: <http://www.independent.co.uk/arts-entertainment/films/features/3d-cinematic-revolution-or-just-a-trick-of-the-light-1925400.html>

C. A. Productions (2010). *Cinerama Adventure: a feature documentary* [en línea]. Disponible en: <http://www.cineramaadventure.com/synopsis.htm> [Consulta: 2010, 14 de abril].

Eguía, S. (2009, 22 de febrero). El 'boom' del cine en 3D. *Ideal* [en línea]. Disponible en: <http://www.ideal.es/almeria/v/20100222/cultura/boom-cine-20100222.html>

Goldstein, E. B. (2009). *Sensation and Perception*. Belmont: Wadsworth Pub Co.

– (2001). Pictorial Perception and Art. En *Blackwell Handbook of Perception*, pp. 344-378. Oxford: Blackwell.

Grover, R. (2009, 28 de enero). Sandy Climan, Hollywood's 3D Man. *BussinesWeek*.

Kehr, D. (2010). Luces y sombras en 3Dimensiones. *Cahiers du Cinema España*, No. 32, 72-78. Madrid: Caimán ediciones.

McMahan, A. y Buckland, W. (2005). Cognitive Schemas and Virtual Reality [en línea]. *Intelligent Agent*, 5(1). Disponible en: http://www.intelligentagent.com/archive/IA5_1avemcmahanbuckland.pdf

Stam, R. (2001). *Teorías del cine*. Barcelona: Paidós comunicación.

Prieto, M. (2000, julio). El imperio de sensación. Grandeza y decadencia de la ingenuidad tecnológica que alborotó los años de la Guerra Fría [en línea]. *Página-30*, Revista mensual de *Página/12*, año 10, No. 120. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/2000/suple/pagina30/00-07/nota2.htm>

Vallejo, A. (1995). La incidencia de la tecnología en la realización. En *Historia General del Cine. El cine en la era del audiovisual*, vol. 12, p. 39. Madrid: Cátedra.

Zone, R. (2007). *Stereoscopic Cinema and the origins of 3D-Film, 1838-1952*. Kentucky: University Press.

