

**José María Castillo Pomedá**  
*Universidad Francisco de Vitoria*  
*Madrid (España)*

ohcastillo@gmail.com

RECIBIDO / RECEIVED  
 6 de enero de 2011

ACEPTADO / ACCEPTED  
 17 de enero de 2011

PÁGINAS / PAGES  
 De la 43 a la 60

ISSN: 1885-365X

# La televisión estereoscópica: ¿futuro perfecto o huida hacia adelante?

## 3D television: perfect future or a step forward?

La imagen estereoscópica, siendo anterior al propio cine, no termina de conseguir imponerse en este medio, apareciendo y desapareciendo cíclicamente. Hoy por hoy, hay demasiados problemas sin resolver para que consiga entrar en los hogares a través de la televisión pero, siempre que ha aparecido un medio nuevo, se ha pronosticado la desaparición de los existentes. ¿Seguirá sucediendo así? ¿Recordaremos dentro de unos años el 2010 como el comienzo de una nueva era en lo audiovisual o quedará como el año de “aquellos del 3D”? ¿Conseguirá la tecnología que esa emulación “antinatural” de la estereopsis de nuestro maravilloso sistema visual deje de darnos dolor de cabeza?

**PALABRAS CLAVE:** Estereoscopia, cine, televisión, problemas, futuro

The 3D image, before cinema, never managed to establish its place in the world of media, appearing and then disappearing periodically. Nowadays, there are still many unresolved problems that prevent 3D from being a common feature on our television sets at home. But everytime a new form of media appears it is followed by the usual predictions that it will bring about the extinction of the current forms. Will this continue to happen in the future? Will we remember 2010 as the dawning of a new age in media? Or will 3D be consigned to history as a passing fad. Will technology finally perfect this unnatural simulation of our wonderful three dimensional view of the world and stop giving us headaches?

**KEY WORDS:** 3D image, cinema, television, problems, future.

## 1. Introducción

Tras los éxitos de taquilla de varias superproducciones cinematográficas rodadas y exhibidas en lo que se ha dado en llamar “3D” y ante el irrenunciable reto de trasladar esa tecnología a la cada vez menos pequeña pantalla de la televisión doméstica, es necesario comenzar haciendo dos precisiones.

La primera distinguir entre el 3D y la estereoscopia. Cuando hablamos de 3D nos estamos refiriendo a los sistemas de ilustración realizados mediante programas informáticos que, gracias al uso de la perspectiva y otros indicadores de profundidad recrean la sensación visual de la tercera dimensión, pero cuya contemplación se realiza en una *pantalla bidimensional*.

Por el contrario, la estereoscopia utiliza la estereopsis, facultad de la visión humana

que (junto a otros indicadores de profundidad como a convergencia visual, la oclusión, el paralaje de movimiento o el gradiente de textura) consigue que percibamos la profundidad de la escena que contemplamos gracias a la separación de nuestros ojos.

Merced a esa separación, de unos 6 cm., nuestro cerebro recibe dos señales luminosas ligeramente desfasadas y es la interpretación de ese desfase por el cerebro lo que provoca que capturemos la profundidad de la realidad que tenemos ante nosotros.

Si tomamos o creamos dos imágenes con un ángulo ligeramente distinto y se las mostramos a cada ojo por separado, el cerebro podrá reconstruir la distancia y por lo tanto la sensación de profundidad. Es decir, esa variación horizontal hace que las imágenes tengan un ángulo ligeramente diferente entre si y puedan ser interpretadas por nuestro cerebro como una realidad con volumen.

Actualmente, y aunque no sea del todo exacto, los términos Estereoscopio, estereoscópico, imagen tridimensional, de 3-D, se refieren a cualquier técnica de grabación de la información tridimensional visual o a la creación de la ilusión de profundidad en una imagen.

## 2. Estereoscopía y percepción visual humana

En realidad, la estereoscopía no hace sino emular el modo en que el cerebro humano percibe la tridimensionalidad basándose en un par de imágenes planas proporcionadas por las dos retinas. La creación de pares de fotografías hace posible reproducir escenas en las que los objetos adquieren un excepcional realismo al ser observados "en relieve". Pero no es posible obtener un efecto estereoscópico mediante la observación de dos fotografías idénticas. Han de ser dos tomas con distintos puntos de vista, separados algunos centímetros horizontalmente.

Ahora bien, la sensación de profundidad que proporcionan las imágenes estereoscópicas no es siempre la misma, sino que depende de distintos factores:

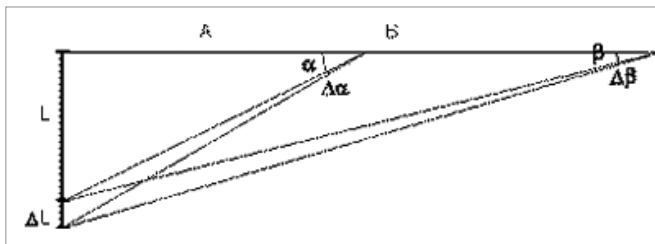
### 2.1. Distancia observador-imagen

La sensación de relieve aumenta con la distancia

Aunque esta afirmación pueda parecer falsa, dado que una misma diferencia de paralaje, medida sobre el papel, subtende ángulos menores al alejarnos de la imagen, con lo que el relieve del sujeto sería menor.

No obstante, al igual que desciende el ángulo subtendido por la diferencia de paralaje de la imagen, también desciende el ángulo subtendido por la propia imagen.

Si se analiza la relación existente entre ambos ángulos a diferentes distancias, se observa que conforme nos alejamos de la imagen la importancia relativa del ángulo de paralaje adquiere mayor importancia, con lo que el sujeto parece tener mayor espesor.



La importancia del ángulo de paralaje frente al ángulo subtendido por el objeto crece conforme nos alejamos del par estereoscópico. Si asignamos valores a los parámetros de la imagen, p. e.  $A = 20$  cm.,  $B = 40$  cm.,  $L = 3$  cm.,  $D L = 0,1$  cm., obtenemos las relaciones  $D a / a = 0,032$  y  $D b / b = 0,033$ .

## 2.2. Distancia entre las imágenes que componen el estereograma.

A mayor separación entre las imágenes, mayor volumen aparente de los objetos.

El esfuerzo de convergencia realizado para alinear los objetos con los ejes visuales de ambos ojos está integrado a nivel de la corteza cerebral en la sensación de profundidad.

Así, con una misma diferencia de paralaje, se interpretan como menos profundos los objetos que se sitúan más próximos (o bien, los que requieren mayor convergencia).

## 2.3. Distancia entre las tomas de las dos fotografías

Esta distancia es conocida como base estereoscópica (separación de los dos puntos de vista). A mayor separación, mayor sensación de volumen. Esto queda condicionado por la mayor entidad de las paralajes producidas en el desplazamiento del punto de vista.

## 2.4. Distancia focal del objetivo de la cámara

Cuanto mayor es, la sensación de relieve suele ser menor. No obstante mayores distancias focales permiten discernir planos más lejanos y apreciar menores espesores que empleando distancias focales más cortas.

El efecto estéreo, para un mismo objeto y a la misma distancia, es más pronunciado con longitudes focales largas. Esta aparente contradicción no es tal, y se explica por la diferente amplitud de campo que muestran unos y otros objetivos.

Aunque para un mismo motivo las diferencias de paralaje sean menores con objetivos de focal corta, el campo visual de los mismos es mucho más amplio. De esta forma, debido a la proyección cónica que realiza el objetivo, en el conjunto de la fotografía incluyen rangos de diferencias de paralaje mayores.

## 2.5. Distancia de la cámara a la escena reproducida

Cuanto mayor es esta distancia, menor es el efecto estéreo.

A igualdad del resto de condiciones en la toma del par, las diferencias de paralaje que muestran los objetos lejanos es menor que la que proporcionan los más cercanos.

A partir de determinada distancia, las diferencias de paralaje serán tan pequeñas, que el sistema visual será incapaz de detectarlas.

Es importante tener en consideración estos factores a la hora de obtener un determinado efecto estereoscópico, especialmente a la hora de tomar estereofotografías. No obstante, algunos de ellos no podemos controlarlos nunca, y otros estarán condicionados por las circunstancias que rodean los motivos a retratar. (*Marqués Calvo, 2010*)

Muchos de los espectadores del "Avatar" de Cameron o la "Alicia" de Tim Burton salen de la sala de proyección convencidos de haber asistido a una exhibición de la última tecnología de la imagen. Esto es cierto sólo en una parte, la de la tecnología aplicada. Lo que ignoran es que la estereoscopia es muy anterior a la aparición del cine y de la propia fotografía.

### 3. Antecedentes históricos

Giovanni Battista della Porta (1538-1615) ya realiza dibujos binoculares, mientras que en el mismo período Jacopo Chimenti da Empoli (1554-1640) presenta unos dibujos similares hechos uno al lado del otro, lo que indicaba claramente su comprensión de la visión binocular.

En 1613 el jesuita Francois d'Aguillion (1567-1617), en su tratado *Opticorum Libri Sex philosophis utiles juxta mathematicis ac* (Seis Libros de Óptica, útil para los filósofos y matemáticos por igual), publicado en Amberes en 1613 y que fue ilustrado por Rubens, acuñó la palabra "stéréoscopique".

El estereoscopio (aparato que creaba la ilusión de ver imágenes tridimensionales), fue inventado **Sir Charles Wheatstone** en 1833. Wheatstone científico e inventor británico, es más conocido por el aparato eléctrico que lleva su nombre: el *punte Wheatstone*, utilizado para medir la resistencia eléctrica. En Junio de 1838, en un discurso ante la Sociedad Real de Artes de Escocia sobre los fenómenos de la visión binocular describió el aparato diciendo: "...proponer que se llame estereoscopio, para indicar su propiedad de representar figuras sólidas...".

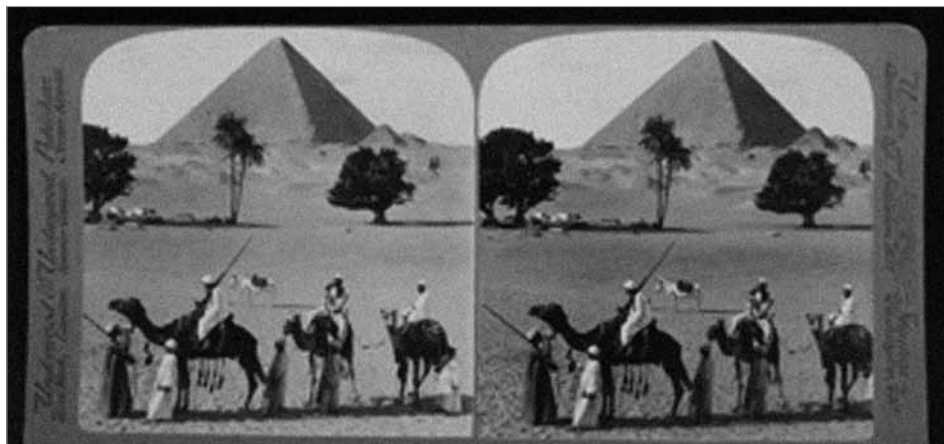


Sir Charles Wheatstone y su familia, por Antoine Claudet (Daguerrotipo). National Portrait Gallery de Londres.

Los primeros investigadores en este campo incluyen a Roger Fenton, que tomó fotografías en Rusia cuando la visitó en 1852 y Jules Duboscq, quien hizo daguerrotipos estereoscópicos. Duboscq a su vez provocó a Antoine Claudet a interesarse por la estereoscopia y de hecho, fue Claudet quien patentó el estereoscopio en 1853.

El estereoscopio despegó a lo grande cuando el príncipe Alberto observó uno realizado por Duboscq en la exposición en el Palacio de Cristal de Brewster y se lo regaló a la reina Victoria. Esto marcó el comienzo de un enorme comercio en estereoscopios e imágenes; se estima que a mediados de los años cincuenta del siglo diecinueve, más de un millón de familias inglesas poseían uno. Uno de los vendedores más exitosos de tarjetas estereoscópicas fue George Nottage, más tarde Lord Alcalde de Londres, cuyos catálogos tenían de más de cien mil imágenes que, en general, tienden a ser vistas, además de algunos retratos de escenas cómicas.

La Sociedad estereoscópica fue fundada en 1893, y es una de las dos sociedades que aún operan en Gran Bretaña promoviendo este tipo de fotografía.



"La Gran Pirámide de Giza, una tumba de hace 5.000 años". Stereograph. NY: Underwood y Underwood, 1908.

Entre los años 1840 y 1920, las imágenes estereoscópicas sirven como forma de entretenimiento, educación y viajes virtuales anticipándose a los medios contemporáneos como cine y televisión. Producidas en masa y relativamente barato, el sistema integrado de visualización mecánica y fotografías se puso de moda para la pedagogía del aula, recuerdos turísticos y viajes a lugares exóticos.



Feria en Jaipur. Underwood & Underwood. British Library.



CÁMARA ESTEREOSCÓPICA DE PLACAS, 1875-1900. Dimensiones: 20,6 × 22,5 × 16,5 cm. Procede del Instituto San Isidro de Madrid.



CÁMARA KODAK ESTEREO HAWK-EYE MODEL 6, 1900-1915. Dimensiones: 27 × 6 × 15 cm.

La gente veía estereoscopias en los hogares, escuelas e iglesias, contemplando imágenes que documentaban casi todos los temas, desde la astronomía hasta la zoología. Muchos en el siglo XIX abrazaron la fotografía como un medio que, a diferencia de otras artes como la pintura, presentaba la “verdad” a través de la representación exacta de una escena. Las imágenes estereoscópicas parecían aún más reales y más atractivas gracias a la simulación de las tres dimensiones.

En la década de 1920, las películas e impresiones de medio tono las suplantaron como líder en el medio fotográfico. Sin embargo, las imágenes en 3-D experimentaron un resurgimiento en la década de 1950, cuando se popularizó la ViewMaster, un dispositivo que utiliza un disco con siete imágenes estereoscópicas. Inicialmente, el ViewMaster se vendió como un recuerdo turístico, pero con el tiempo se convirtió en un juguete de niños: de hecho, fue nombrado uno de las 50 mejores juguetes del siglo XX.

En la última década del siglo vuelven a surgir, ya de la mano de las técnicas digitales, nuevas experiencias tridimensionales destinadas a las salas de cine pero que quedan restringidas a proyecciones en gran formato como el IMAX.

Así pues, vemos como la imagen estereoscópica, siendo anterior al propio cine, no termina de conseguir imponerse en este medio, apareciendo y desapareciendo cíclicamente.

## 5. La guerra de los formatos cinematográficos

El futuro inmediato es una incógnita, pero si miramos hacia atrás, seguramente obtendremos interesantes conclusiones.

La década de los años 50-60 vio desfilar por las salas cinematográficas una colección de “super formatos” (Cinemascope, Cinerama, Toddao, etc.) que lo único que pretendían era conseguir que el público no abandonara las salas, seducido por una pequeña pantalla que estaba surgiendo en los salones de los hogares europeos y norteamericanos.

La televisión, que se nutre del telecine desde los primeros momentos, adopta el formato 4/3 (*Academy Standard Flat 1:1,33*) para su pantalla, el cual ha permanecido hasta que, motivos meramente comerciales (aunque amparados en coartadas de “búsqueda de mayor calidad”), tienden a imponer formatos panorámicos de 16/9 con ratio de 1:1,77 (curiosamente se sigue ignorando el formato áureo de 1:1,618).

Cuando en 1953 comienzan en Estados Unidos las primeras emisiones de televisión en color, suena la alarma en los grandes estudios y comienza la carrera de los formatos panorámicos, en un intento de impedir la deserción de los espectadores hacia el nuevo medio.

La primera en reaccionar es la Twenty Century Fox con su **Cinemascope**, sistema inventado por el francés Henry Chrétien y basado en el empleo de lentes anamórficas, que comprimen la imagen lateralmente durante el rodaje en un 100%, filmando sobre película estándar de 35 mm. mediante el uso de lentes cilíndricas. En proyección se desanamorfiiza la imagen logrando un espectacular ratio de 1:2,66 (el doble del académico 1:1,33) que se completaba con sonido estereofónico. La primera película rodada con este sistema fue *La túnica sagrada*.



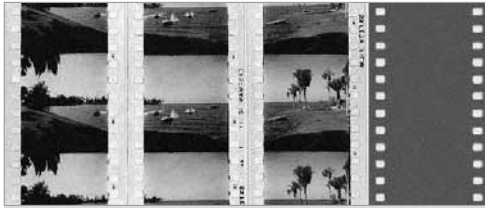
Fotograma de *La túnica sagrada*. A la izquierda vemos el original comprimido y a la derecha en proyección.

Para poder competir con el Cinemascope, se empezaron a proyectar películas rodadas con objetivo y cuadro tradicionales con objetivos angulares y sobre pantallas alargadas. Esto produjo modificaciones sobre el *Academy Standard Flat* para hacer de éste también un formato panorámico (que recibió el nombre de *wide screen*). Los directores de fotografía comenzaron a no usar la parte superior e inferior del cuadro (ocultándolas mediante un *cache* en la ventanilla), ya que ahora componían para un nuevo ratio (1:1.85), resultante de no proyectar esa parte inferior y superior y desaprovechando alrededor del 20% del fotograma, lo que perjudicaba claramente la calidad del film. A pesar de ello el “formato Academia” quedó, desde entonces, con el ratio de 1:1.85.

Ante el éxito de la Fox, el resto de los estudios se lanzan a una carrera de sistemas basados en las lentes anamórficas y en 1954, la Paramount lanza su formato rival del Cinemascope, el *Vistavision*. Si lo habitual hasta aquel momento era que el negativo pasase por la cámara en sentido vertical, en el Vistavision lo hacía de manera horizontal, de modo que el número de perforaciones por fotograma se incrementaba en 4, hasta un total de 8, por lo que el área de negativo empleado por cada fotograma también era del doble (37,7 X 25,1 mm.), aproximadamente el tamaño de un negativo fotográfico de paso universal. Se conseguía de esta forma un espectacular aumento de calidad y no se utilizaban lentes anamórficas que comprimesen la imagen en la película, que seguía siendo de 35 mm. Para la proyección se copiaba sobre una película vertical de 35 mm. con un ratio de 1:1,85 que permitía su proyección en cualquier sala, eliminado así los problemas de compatibilidad.

La primera película que se rodó en Vistavision fue el musical *Navidades blancas*, de Vincent Minelli. Hitchcock rodó en Vistavision *Vértigo*, *Con la muerte en los talones* o *Atrapa a un ladrón*, entre otras. Se usó por última vez en *El rostro impenetrable*, dirigida por Marlon Brando en 1961.

El *Cinerama* fue inventado para la Paramount, en la década de los treinta, por el ingeniero Fred Waller, el cual, después de una serie de experimentos con once y cinco cámaras, llegó a un sistema de tres cámaras de 35 mm que rodaban sincronizadas, dividiendo la imagen en tres partes. Las películas filmadas de esta forma eran proyectadas también por tres proyectores sobre una gigantesca pantalla de 140° X 55° de curvatura, produciendo un espectacular efecto envolvente sobre el público, que tenía que mover la cabeza para abarcar toda la pantalla (*ratio* aproximado de 1:2,59). El sistema, además, utilizaba dos fotogramas adicionales por segundo respecto al estándar, es decir, 26, y 6 perforaciones por fotograma (cuando lo habitual eran 4), por lo que conseguía una calidad visual extraordinaria.



Cinerama. Los tres negativos de imagen (con 6 perforaciones) y el de sonido.



Las tres películas unidas en proyección.

El problema del Cinerama radicaba en su gran complejidad técnica, tanto en el rodaje como en la exhibición, en la que los proyectores debían funcionar ininterrumpidamente, pues la precisión del ajuste de los ejes de proyección impedía el uso de proyectores de relevo y ello hacía necesario incluir “descansos” a mitad de la sesión. Además, los costes de producción y exhibición se multiplicaban y todo ello, unido a que la propia grandiosidad del formato le hacían adecuado solamente a ciertas temáticas espectaculares, hizo que sólo se rodaran nueve títulos en Cinerama, de los cuales, los dos últimos, *El maravilloso mundo de los hermanos Grimm* y *La conquista del*

*Oeste*, ambos de 1962, fueron los que lograron mayor éxito.

Pero seguía la lucha entre productoras y sistemas y de todos contra la televisión. Buscando un formato que consiguiese el impacto que el Cinerama pero sin sus costes, Michael Todd, que había participado en la empresa Cinerama, dio el siguiente paso.

Todd y la compañía American Optical desarrollaron un sistema que sería llamado **Todd-AO**. Utilizando un negativo de 65 mm. pero de 70 mm. al positivar (5 mm. de más por cada lado para añadir 6 pistas de sonido magnético estereofónico), 5 perforaciones por fotograma y 30 fotogramas por segundo, se conseguía una imagen impactante y de gran calidad, con un *ratio* de 1:2,21, sin el uso de lentes anamórficas. La proyección se realizaba sobre una pantalla curva de 120°.

Aunque de calidad inferior al Cinerama, era mucho más económico que éste y, sobre todo, era superior en imagen y sonido al Cinemascope y Vistavision. Por ello la Twenty Century Fox (impulsora del Cinemascope) lo adoptó para todas sus grandes producciones durante la década de los sesenta, en títulos como *Cleopatra* y *Aeropuerto*, de 1970, que fue la última en que se utilizó.

Se desarrollaron otros sistemas basados en película de 65 mm positivados sobre 70 mm. como el **Superpanavision** y el **Ultrapanavision 70**, ambos apadrinados por la Metro-Goldwyn-Mayer. El primero sin anamorfizar y el segundo con lentes anamórficas. Para este sistema se utilizó una relación de compresión 1,25 a 1, es decir, un 25%, que aplicada sobre el negativo de 65 mm. lograba el mayor ratio jamás visto en una pantalla, 1:2,76. Se usaban 5 perforaciones y 24 fotogramas por segundo, así como las 6 pistas de sonido. *Ben-Hur* fue la primera película que se rodó en este formato en 1959. *55 días en Pekín* y *La caída del imperio romano*, ambas rodadas por Samuel Bronston en España, fueron también realizadas en Superpanavision.

Technicolor, en 1957 lanzó el **Technirama**. Tomando la base del Vistavision desarrollado por el departamento de cámara de la Paramount (es decir, negativo horizontal, 8 perforaciones y 24 fotogramas por segundo) aplicaron sobre él una compresión anamórfica 1,5, o lo que es lo mismo, un 50%. De esta manera se conseguían copias de exhibición totalmente compatibles con las del Cinemascope, de gran calidad visual.

En 1961 surge el **Techniscope**, pensado para abaratar los costes pero sin renunciar a la pantalla ancha, en ese momento una moda a la que los cineastas que no contaban



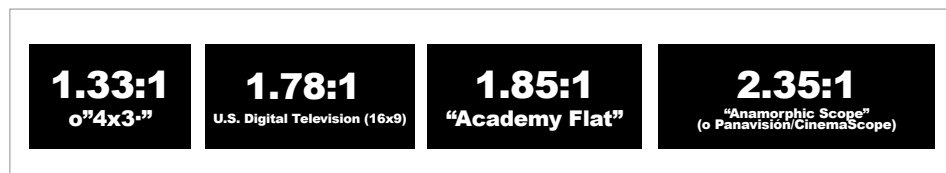
con grandes presupuestos no querían renunciar (se le llamó el “cinemascope de los pobres”). El negativo de 35 mm. se reducía exactamente a la mitad de altura, quedándose en 2 perforaciones, por lo que el *ratio*, tras la inclusión de la pista de sonido, era 2,35:1.

Este negativo se positivaba a través de una lente anamórfica, “estirándolo hacia arriba” y logrando cubrir un fotograma estándar de 35 mm. La imagen anamorfizada resultante recuperaba su aspecto original al ser proyectada, llenando una pantalla de Cinemascope y consiguiendo un ahorro considerable pero pagando el precio de una calidad muy crítica, pues la imagen había sufrido dos ampliaciones: en laboratorio y en proyección.

En 1983 se presentó el **Super Techniscope**, como se llamó en un principio, o **Super 35**, que es su nombre más conocido. Fue inventado por el director de fotografía inglés John Alcott, que lo usó por primera vez para la película *Greystoke, la leyenda de Tarzán*.

El formato aparece para conciliar el problema que se estaba planteando con los pases por televisión de los formatos panorámicos, que obligaban o bien a cortar los laterales del encuadre o a emitir con dos franjas horizontales negras por encima y por debajo de la imagen.

Presenta dos diferencias sustanciales respecto al Techniscope convencional. En primer lugar, emplea la totalidad del negativo de 35 mm. (de ahí su denominación “Super”), produciendo un *ratio* aproximado de 1:1,33. En segundo lugar, durante el rodaje se tienen en cuenta dos encuadres, el 1:1,33 para la televisión y el 1:2,35 para las salas de cine. Si la película se ve en 1:1,33, se pierde un poco de imagen a los lados que, por lo general, no suele ser importante porque ha sido compuesta para ese formato, y se ganará imagen arriba y abajo. En cambio, si se ve en 1:2,35, lo que se pierde por los lados en 1:1,33 sí se verá, pero faltará imagen, que también es importante, por arriba y por abajo del fotograma. Las copias para cine, al igual que ocurría en el Techniscope, son la extracción óptica de la composición 1:2,35, registrada anamórficamente en la copia, que es compatible con las de Cinemascope. Es el formato panorámico que se ha impuesto y actualmente cerca del 80% de las películas rodadas en 1:2,35 emplean este sistema.



La proporción de cuatro formatos característicos.

Y también hay que mencionar el Súper 16 mm., bastante utilizado en producciones de bajo presupuesto y en el género documental. Lo más interesante de este formato es, precisamente, su *ratio* de 1:1,66 muy cercano a la proporción áurea. En 35 mm. se consigue esta proporción “cacheando” la ventanilla 1,4 mm. horizontalmente por arriba y por abajo, con lo que se obtiene un fotograma de 22×13,2 mm. Steven Spielberg rodó su *E. T.* (1982) en este formato.

No podemos terminar este repaso a los formatos cinematográficos sin mencionar el **IMAX**, que tuvo su origen en la EXPO '67 de Montreal. Un grupo de cineastas canadienses, trabajando sobre un proyecto de proyección en pantalla gigante, idean un sistema basado en película de 70 mm. pero en desfile horizontal a la velocidad convencional de 24 fotogramas por segundo.



Comparativa del fotograma de 35 mm., 70 mm. paso vertical e IMAX de 70 mm. paso horizontal.

Esto permite el mayor tamaño de fotograma posible hasta el momento: unos  $70 \times 50$  mm. Con este sistema se consigue proyectar en pantallas de 27 metros de alto sin perder nitidez, con un fotograma casi diez veces superior a un fotograma convencional de 35 mm. y tres veces mayor que uno de 70 mm.

La filmación se realiza con película de 65 mm. ya que los sistemas de proyección en formato grande siempre se han diseñado para 70

mm, dado que se necesitaban 5 mm. adicionales para las pistas sonoras. Sin embargo, IMAX no sitúa las pistas sonoras en la película, sino en otra fuente de sonido separada. (Castillo. 2009, 5.16.)

## 6. El cine estereoscópico

La adaptación del invento de Wheatstone a las salas cinematográficas ha conocido muchos intentos fallidos porque, tal como lo concibió su autor, tiene una desventaja que impide utilizarlo para los sistemas de cine 3D: solo un observador, colocado a en una posición muy específica respecto de la tarjeta, puede disfrutar del efecto 3D. En una sala de cine, esto no es posible. Sin embargo, se han desarrollado varias formas de enviar a cada ojo de cada espectador imágenes diferentes. La única condición es que el público debe utilizar unas gafas especiales.



Gafas anaglíficas

Las primeras **películas estereoscópicas** hacían uso de una técnica basada en el color. El espectador utilizaba unas gafas especiales (anaglíficas) que cubría un ojo con un celofán semitransparente de color rojo y el otro con uno de color azul. La película consistía en dos imágenes superpuestas, con las porciones que deben ser vistas por uno u otro ojo del color opuesto al del celofán. El resultado es

que cada ojo solo ve la imagen que le corresponde. A pesar de lo simple del sistema, se percibe una relativamente buena "sensación 3D". Si mirásemos la película sin las gafas, sólo veríamos una imagen doble en color azul y rojo.

Pero, en la actualidad, ya en la era digital, se han reemplazado las gafas de celofán por otras que tienen un **filtro LCD**, que se sincroniza con el sistema de proyección para tapar uno u otro ojo según corresponda. Concretamente, se proyectan dos películas a la vez, una para cada ojo, con fotogramas intercalados. Cuando en la pantalla se proyecta la imagen correspondiente al ojo derecho, las gafas oscurecen el cristal frente al ojo izquierdo, y viceversa. Si la frecuencia de proyección es suficientemente elevada, el mecanismo ojo-cerebro no detecta parpadeos de ninguna clase y la sensación 3D es muy convincente.

Este sistema también se está utilizando en los hogares, ya que funciona perfectamente con todos los televisores basados en **CRT** y varios de los proyectores más comunes. Sin embargo, las pantallas planas de plasma no disponen de una frecuencia de refresco lo

suficientemente elevada para que las gafas **LCD** trabajen de forma correcta.



El equipo utilizado por LucasFilms. Un espejo semitransparente actúa como un divisor del haz

Como es obvio, para que todo esto funcione se necesitan *dos* cámaras que capturen las escenas a la vez. Una recogerá las imágenes que luego se proyectaran para el ojo izquierdo, y la otra hará lo propio con las correspondientes al ojo derecho. Pero a pesar de que, en teoría, utilizar dos cámaras sincronizadas para registrar un vídeo puede parecer sencillo, la realidad es mucho más compleja.

El sistema mas utilizado reproduce el modelo de la visión humana, con los dos ojos situados uno junto al otro y separados por unos 6 cm. Si situamos dos cámaras en esta misma disposición, obtenemos dos filmaciones cuyo punto de vista difiere en la misma angulación que nuestros ojos de forma que, al enviar en la proyección cada una de esas filmaciones por separado a cada ojo, nuestro cerebro recrea la tridimensionalidad. Este es el modelo utilizado, por ejemplo, en el sistema IMAX.

El otro sistema, utilizado por LucasFilms, se compone de dos cámaras que no se ubican una al lado de la otra horizontalmente, sino que una de las cámaras se encuentra apuntando hacia la escena mientras que la otra lo hace hacia el suelo, a 90° respecto de la primera. En el punto que la línea imaginaria que atraviesa a cada cámara se cruza, hay un espejo semitransparente colocado en un ángulo de 45°, que actúa como un divisor del haz y ayudar a crear el efecto 3D. Mientras que la cámara vertical permanece estacionaria, la otra se desliza horizontalmente de izquierda a derecha. De este modo, la intensidad del efecto 3D varía en función de posición relativa entre ambas cámaras y la escena a registrar. Una vez que las cámaras han hecho su trabajo, un equipo de postproducción se encarga de llevar a cabo el resto del proceso.

En cuanto al visionado, en las salas de cine actuales existen tres sistemas 3D. Dos de ellas usan un sistema de luz polarizada que debemos filtrar con ayuda de las gafas. El tercero es el XpanD, y es diferente a los anteriores por usar gafas activas. Tampoco debemos olvidar a los cines IMAX en sus versiones 3D.

**Dolby 3D** es uno de los dos sistemas en el que se utiliza un filtrado de la imagen. Este sistema se basa en una tecnología llamada división espectral. En ella, el ojo del espectador va a recibir los tres componentes rojo, verde y azul de la imagen pero en cada uno de ellos llegará con una longitud de onda diferente.

Al ojo izquierdo llega el color con una longitud de onda ligeramente inferior a la que percibiremos con el izquierdo. El resultado final apenas se aprecia, pero tiende a irse al verde en el caso del ojo derecho y hacia el rojo en el izquierdo. Esta separación hace que podamos inclinar la cabeza sin perder sensación de tres dimensiones.

Para este sistema se coloca una lente especial en el proyector que gira de manera sincronizada para filtrar los fotogramas correspondientes a cada ojo. Entonces entra en juego el sistema de gafas del espectador, que en el sistema Dolby-3D es estático.



Gafas 3D activas

Este sistema tiene los inconvenientes de que las gafas son caras por el sistema completo de 50 filtros que incorporan, además de poco flexibles a la hora de colocarse encima de unas de vista, por ejemplo. En la parte del proyector, es necesario emitir con el doble de potencia para lograr el mismo efecto que en una proyección de solo dos dimensiones. Pero para el cine, no tener que cambiar el tipo de pantalla es una clara ventaja, pudiendo ajustar de manera más sencilla los cines a la

tecnología 3D. En el caso siguiente, el RealD, es necesaria una nueva pantalla especial.

**RealD** es una tecnología de proyección digital 3D estereoscópica en la que los cines no tienen que tener dos proyectores que coloquen dos imágenes, una para el ojo derecho y otro para el izquierdo, en la pantalla. En este sistema se usa un solo proyector que de manera alterna proyecta una imagen para cada ojo. La polarización de las imágenes se realiza de forma circular, dejándonos la ventaja de que podemos mover la cabeza libremente sin miedo a perder la profundidad de la escena.

Las gafas que llevan los espectadores se encargan entonces de filtrar las imágenes que corresponden a cada ojo. Eso sí, la pantalla no puede ser de las convencionales y se necesita que además de que refleje la luz, se mantenga la polarización de la misma para cada ojo. Y el retorno de brillo debe ser alto para que el doble filtrado de la imagen, en las gafas y en el proyector, no atenúe el brillo de la película original.

Este sistema de cine 3D reproduce las imágenes a 144 frames por segundo, de manera que el ojo no perciba parpadeo y la sensación en cada uno de ellos (derecho e izquierdo) sea la misma que una película tradicional a 24fps.

En este sistema, aunque ya está casi solucionado, el peligro viene de la mano de las imágenes fantasma que aparecen al no filtrarse la luz de forma completa en el ojo adecuado.

El **sistema XpanD** es por antonomasia el de las gafas activas. Esto significa que en el proyector no tenemos filtro para separar las imágenes sino que es la propia gafa del espectador la que activa para cada ojo la señal que le corresponde actuando en sincronía con el proyector.

En este caso las gafas son bastante grandes ya que viene con electrónica por dentro y las consiguientes baterías. Son modelos por lo general caros y que hay que devolver al salir del cine.

Por último nos encontramos con el **sistema IMAX 3D**, en el que se usan cámaras especiales de dos lentes para grabar el contenido. Las lentes están separadas unos 65mm, más o menos la distancia entre ojos de la mayoría de personas. Ya en el cine, las dos películas se proyectan al tiempo para crear la sensación tridimensional y las gafas polarizadas se encargan del resto. (Penalva, 2010.)

## 7. La televisión estereoscópica

Una vez que los departamentos de marketing de las grandes majors de Hollywood han decidido apostar sin reservas por el "nuevo" 3D, llega el momento de introducirlo en los

hogares, Rubicón que está siendo cruzado en estos momentos por los fabricantes de electrónica. El desafío es enorme, porque se enfrentan con un problema difícil de resolver: *“¿Dónde están, quién tiene, donde habéis dejado...las gafas?...”*

Efectivamente, las gafas en el entorno domestico pueden ser no sólo un estorbo sino una fuente de polémica. O, simplemente, un accesorio incómodo por obligado además de que atenta contra esa “ceremonia colectiva” que en muchos casos es ver la televisión.

“Una reciente encuesta entre los espectadores del canal norteamericano **C-Span** revelaba que la mayoría de ellos disfrutaban de la experiencia del cine 3D en las salas comerciales, pero que **se sienten ridículos con las gafas en casa**. Hay que añadir que prácticamente **la mitad de la población mundial tiene algún tipo de defecto visual que se corrige con gafas**. El colmo de la incomodidad es llevar unas gafas encima de otras”. (Marcelo, 2010)

Me atrevo a pronosticar que, hasta que se resuelva el “problema gafas”, el 3D no entrará en los hogares de forma masiva, por mucho que la imaginación de los publicistas se vuelque en ello.

El estado de la cuestión es pura actualidad, cada día vemos en los foros especializados alguna nota sobre el último capítulo de esta historia, lo cual hace que el resultado final aún nos queda relativamente lejos. No es mi propósito hacer aquí pronósticos tecnológicos sobre que sistema, de los varios que hay actualmente en desarrollo, triunfará, si es que triunfa alguno, pero si es interesante ofrecer una breve panorámica de las líneas de investigación que parece se están imponiendo en estos momentos en la tecnología estereoscópica o 3D.

## 8. Sistemas basados en gafas

Son varios los fabricantes de sistemas 3D y de gafas 3D, por lo que encontraremos diferentes métodos de reproducción y tipos de gafas.

### 8.1. Gafas 3D Pasivas

Las gafas 3D pasivas utilizan un sistema basado en las lentes anaglíficas, que usan dos lentes de colores diferentes (generalmente rojo y azul) para filtrar las imágenes de una película 3D. Si miramos a una pantalla sin gafas con imágenes 3D, vemos dos imágenes superpuestas y ligeramente desincronizadas en posición. Una de ellas tendrá un tono azul mientras que la otra será roja. Las gafas 3D consiguen que las dos imágenes converjan para convertirse en una sola que recrea el efecto de profundidad.

En este sistema cada lente roja o azul absorbe la luz emitida por cada una de las imágenes lo que hace que cada ojo vea el contorno de la imagen opuesta en color y posición, haciendo que el cerebro interprete una sola imagen con profundidad.

Las gafas polarizadas emplean unas lentes que filtran las ondas de luz en ciertos ángulos. Cada lente solo permite pasar la luz que es polarizada de una forma compatible, es decir, cada ojo sólo verá una composición de imágenes en la pantalla, algo imprescindible para poder tener la sensación 3D.

Las gafas polarizadas se están imponiendo a las gafas anaglíficas por varios motivos, entre los que destacan una reproducción más fiel de los colores y una mejor sensación

de tridimensionalidad. Este modelo es el que actualmente, predomina en las salas cinematográficas.

## 8.2. Gafas 3D Activas

Para poder usar unas gafas 3D activas es necesario sincronizar las imágenes alternativas en la pantalla con las lentes LCD, es decir, conectar las gafas con la pantalla a través de un conector de señal sincronizado.

## 8.3. Gafas activas E-D y ELSA:

Existen dos tipos de gafas 3D activas: gafas E-D y gafas ELSA. Ambas tecnologías emplean el mismo sistema de transmisión de datos estereoscópicos, aunque para que funcionen correctamente, cada tipo de gafas debe de trabajar con su emisor compatible o se puede producir una desincronización en el filtrado de las lentes.

Actualmente existen cuatro sistemas de proyección 3D:

- **XpanD/Nuvision:** Este sistema utiliza gafas 3D activas y garantiza la misma visión tridimensional a cada espectador en la sala, independientemente de donde esté sentado.

- **IMAX 3D:** Para poder ver una película 3D en IMAX 3d es necesario utilizar unas gafas polarizadas o bien unas gafas de cristal líquido modelo E3D, las cuales captan la imagen mediante una señal infrarroja.

- **RealD:** Se utilizan gafas pasivas de polarización circular. Es un sistema sencillo y barato, ya que sólo es necesario un proyector que envíe imágenes distintas para cada ojo que se ven sobre una pantalla plateada.

- **Dolby 3D:** En este sistema se utilizan unas gafas pasivas con el sistema alemán Infitec. Estas gafas tienen filtros para los tres colores primarios (rojo, verde y azul) y su coste es más elevado, por lo que se suelen reutilizar.

## 9. Sistemas sin gafas

Los televisores 3D sin gafas utilizan una especie de lente o filtro especial en la parte superior de la pantalla para conseguir sincronizar las imágenes. Es decir, digamos que sería algo parecido a poner unas gafas gigantes a la pantalla para que varias personas puedan ver el contenido 3D al mismo tiempo, en vez de colocar unas gafas 3D a cada espectador de la sala.

Hasta hace poco, Philips lideraba la tecnología que más posibilidades de futuro tiene frente a las gafas. Se trata del 3D WOWvx. Las pantallas y sobre todo los monitores que lo incorporan, permiten el visionado de imágenes 3D sin necesidad de llevar gafas. Esto se consigue gracias a una capa especial de filtrado colocada en la parte frontal de la pantalla, que permite que cada ojo vea una imagen ligeramente diferente. La unión de ambas imágenes da la sensación de profundidad estereoscópica. Pero la marca holandesa ha dejado de lado la tecnología porque no ha sido capaz de resolver el principal problema, y es que hay que mantenerse muy quieto para no perder la percepción de profundidad.

En cualquier caso, hay empresas que han tomado el relevo. La norteamericana 3DFusion está trabajando a marchas forzadas en un televisor HD3D, basado en la tecnología

de Philips. La pantalla, que recibe el nombre de 3DFMAX es ya un prototipo operativo, que en realidad no se diferencia demasiado de los modelos en 52 y 56 pulgadas que Philips ha presentado en años anteriores, y que tenían una resolución de 3840 x 2160 píxeles, necesaria para mostrar imágenes FullHD a ambos ojos.

Hitachi ha lanzado un retroproyector de 10 pulgadas, que muestra imágenes en tres dimensiones, gracias a una tecnología llamada "Integral Photography with Overlaid Projection". Dentro de la caja hay 16 proyectores y un complejo sistema de lentes que sincroniza las imágenes. La visión es perfecta desde casi todos los ángulos, pero tiene únicamente una resolución de 640 x 480 puntos, a todas luces insuficiente en la era del FullHD.

Sony ha mostrado ya sus propuestas de televisores 3D con gafas, ya ha presentado un prototipo que no necesitaba gafas. El invento tenía una resolución de 96 x 128 píxeles, y no parecía destinado al mercado del cine doméstico. Los analistas opinan que más bien podría acabar poniendo imágenes tridimensionales en todo tipo de dispositivos de mano, sobre todo teléfonos. Un poco más avanzado es el prototipo de Intel, un monitor de reducido tamaño que muestra imágenes en tres dimensiones sin gafas, pero que sufría de "hot spot", dicho de otra manera, la imagen estereoscópica sólo se aprecia colocándose en ciertos lugares y en determinada posición.

Así pues, casi todas las ofertas de televisores 3D sin gafas exigen que los espectadores se coloquen en ciertos sitios, y que no se muevan demasiado si no quieren perder la sensación de profundidad. El Instituto Fraunhofer está trabajando en una tecnología que podría solucionar este problema, aunque de momento sólo se aplicará en monitores de ordenador. Su prototipo incluye unos sensores que miden la posición de los ojos, para servir en todo momento las imágenes necesarias para crear la sensación tridimensional. El espectador podrá colocarse dondequiera, sin perder el efecto profundidad. Claro que eso es perfecto cuando se trata de un solo espectador, pero ¿qué ocurre cuando hay dos, o más? Esta es una pregunta para la que los inventores del MP3 aún no tienen respuesta.

Y si todo el mundo apuesta por tecnologías basadas en pantallas, la japonesa Holoart apuesta por la proyección con su sistema 3D B-Vision. Es una pequeña caja en cuya parte superior hay una diminuta pantalla de cristal translúcido situada a 45° con respecto a los ojos del espectador. Los proyectores se encargan de enviar las imágenes correspondientes a cada uno de los dos ojos que se proyectan simultáneamente y desde atrás sobre la pantalla. El usuario recibe una imagen proyectada para cada ojo, y su cerebro lo interpreta como sensación de profundidad. (Marcelo, 20).

Toshiba Mobile Display (una filial de Toshiba especializada en pantalla para dispositivos móviles) acaba de presentar su apuesta para televisores 3D sin necesidad de gafas. Se trata de una pantalla LCD de 21 pulgadas, que gracias a un sistema que denominan "multi-parallax", es capaz de formar imágenes 3D sin necesidad de gafas. Por el momento sólo han logrado llegar a una resolución de 1280 x 800 píxeles, con un brillo de 480 cd/m<sup>2</sup>. Puede parecer poco, pero teniendo en cuenta que el panel tiene que generar de manera simultánea 9 imágenes para poder crear el efecto 3D, estos números están bastante bien pero sólo se dispone de un ángulo de 30° en horizontal, donde se puede apreciar el efecto 3D.

Así pues, el principal problema que tienen todos los sistemas es el escaso ángulo útil de visionado conseguido hasta ahora, a pesar de las promesas de los fabricantes. Pero aquí, nunca mejor dicho, "si no lo veo no lo creo". Y detrás de cada supuesto avance suele haber un pero:

"La empresa de Singapur Sunny Ocean Studios ha solucionado dos problemas de un plumazo. Sus monitores y pantallas compatibles con imagen estereoscópica no precisan de gafas para el visionado. Ni siquiera es necesario que la imagen corra a 60 Hz porque su

tecnología no muestra alternativamente imágenes a uno u otro ojo. La solución lenticular de Sunny Ocean Studios permite disponer de hasta 64 puntos calientes delante de la pantalla. Esto quiere decir que hay 64 posiciones desde las cuales se puede percibir sin problemas la imagen de tres dimensiones. A efectos prácticos, la imagen se puede ver desde cualquier lugar delante de la pantalla.” (Marcelo, 2010).

Pero... si investigamos un poco en la Web de dicho fabricante (*Web de la Cia. Sunny Ocean Studios. 2010*), nos encontramos con esto:

“Auto- pantallas estereoscópicas 3D hacen posible la visualización sin el uso de ayudas de visión ( gafas 3D ). Para mostrar el contenido en un monitor 3D, los datos existentes tienen que ser editados mediante el uso de conversión. Nuestro laboratorio se especializa en eso”.

Lo cual quiere decir que la emisión ha de ser hecha en un formato nativo de ese fabricante es decir, para ver video en tres dimensiones en uno de estos monitores, es preciso antes someter las películas a un procesado que depende del número de puntos calientes que se haya elegido. Los fabricantes defienden su oferta de imagen 3D afirmando que el proceso de visionado es mucho más natural, y exento de las molestias y dolores de cabeza que algunos espectadores han experimentado con las gafas actuales.

## 10. ¿Y la emisión?

Los máximos expertos en el campo de la televisión que se dieron cita en el IBC de Ámsterdam el pasado mes de septiembre, llegaron a través de diversos foros y debates a la conclusión, por otra parte fácil de anticipar, de que, sin entrar en otras valoraciones como la producción de contenidos 3-d para televisión y cifándose únicamente a los aspectos técnicos y de producción, la llegada a los hogares de la TV-3D esta aun lejos, por mucho que los fabricantes nos oferten ya sus aparatos en los escaparates.

El modulo técnico del DVB esta trabajando en unas especificaciones que unifiquen los requisitos técnicos de la TV-3D, con la introducción de un sistema que utilice el máximo ancho de banda para las señales de ambos ojos. La solución que parece mas factible para conseguir una resolución de 1080p, sería un sistema que utilizara ese ancho de banda para distribuir dos señales de 720p, una para cada ojo, evitando duplicar el ancho de banda.

Otro ámbito en el que se trabaja duramente es en el de la compresión de la señal, imprescindible para hacer viables estos anchos de banda. El grupo MPEG esta aún definiendo los formatos que serán necesarios para llegar a esos niveles de calidad superior mientras que, en el Instituto Fraunhofer de Berlín, se trabaja en el formato de compresión MVC, utilizado ya con éxito en los Blu-ray 3-D y que reduce en un 40% la cantidad de datos a procesar. Este formato permitiría en el futuro combinar ocho canales diferentes, con lo que varias personas disfrutarán en el salón de una casa del 3D, independientemente del ángulo de visión en relación al televisor y sin utilizar gafas...

Pero, al fin y al cabo, todas estas especificaciones técnicas dependen de variables que escapan a su ámbito, como la relación inter-axial de las lentes, la distancia focal, la post producción, el factor de magnificación entre el sensor y la trasposición a la pantalla y la distancia de visualización. Y es imprescindible realizar estudios serios sobre la incomodidad visual y la fatiga óptica, ya que el lugar común “el espectador se acostumbrará” a lo



peor pasa por crear colas en las consultas de los oftalmólogos.

## Conclusiones

En el título del presente trabajo me planteo una cuestión que, después de lo que hemos visto, ha de formularse desde una doble perspectiva: la tecnológica y la económica.

La primera parece clara, el camino pasa obligatoriamente por la supresión de las gafas, artefacto desalentador en el entorno doméstico, aunque en la oscuridad de una sala cinematográfica no lo sea tanto. Hoy por hoy, hay demasiados problemas sin resolver.

El tema económico se plantea en términos de supervivencia. Ante la doble amenaza de la televisión temática y de Internet la televisión generalista, tal como la conocemos hoy en día, se bate en retirada no sabemos por cuanto tiempo, hasta la derrota final.

Pero siempre que ha aparecido un medio nuevo, se ha pronosticado la desaparición de los existentes. Desde el "¡La pintura ha muerto!" de Baudelaire ante los primeros daguerrotipos, el cine, la radio y la televisión auguraron la desaparición de la prensa, el teatro, la radio o el propio cine. Hemos visto que los medios se adaptan y sobreviven pero, ¿Seguirá sucediendo así?

La respuesta puede estar, para la televisión, en esa huida hacia delante que representa la TV3D, aunque son muchas las dudas que todavía se plantean.

¿El todopoderoso y multifuncional Internet, que fagocita toda competencia posible, terminará con el cuadro que ahora contemplamos?

¿Estamos ante la maravilla del futuro o ante un intento más por parte de la industria de resucitar un zombi ya varias veces enterrado?

¿Recordaremos dentro de unos años el 2010 como el comienzo de una nueva era en lo audiovisual o quedará como el año de "aquellos del 3D"?

Y queda para el final la más importante: ¿Conseguirá la tecnología que esa emulación "antinatural" de la estereopsis de nuestro maravilloso sistema visual deje de darnos dolor de cabeza? ■

# *La televisión estereoscópica: ¿futuro perfecto o huida hacia adelante?*

José María Castillo Pomedá

## **Bibliografía / Bibliography**

---

- CASTILLO POMEDA, José María., *Televisión, realización y lenguaje audiovisual*, IORTV. Madrid. 2009.
- DARRAH, William. *El mundo de las estereoscópicas*. Gettysburg, PA: Darrah, 1977.
- HOELSCHER, Steven. "La construcción fotográfica del espacio turístico en América victoriana." *Geographical Review*. 88.4 (1998)
- HOLMES, Oliver Wendell. "El estereoscopio y fotografías estereoscópicas". *Nueva York y Londres: Underwood & Underwood*, 1906.
- MARCELO, Juan F. "Cine 3D y gafas 3D." (en línea). Consulta del 2 de julio de 2010: <http://www.tusequipos.com/autor/juanmarcelo/>
- MARCELO, Juan F. "Tv en 3D: las alternativas sin gafas." (en línea). Consulta del 5 de julio de 2010: <http://www.tusequipos.com/.../tv-en-3d-las-alternativas-sin-gafas/>
- MARCELO, Juan F. "Tv en 3D: ya es posible sin gafas." (en línea). Consulta del 7 de julio de 2010: <http://www.tusequipos.com/2010/.../tv-3d-ya-es-posible-sin-gafas/>
- MARQUÉS CALVO, Luis Ángel. "La técnica estereoscópica" Consulta del 15 de julio de 2010: <http://usuarios.arsystel.com/luismarques/index.htm>
- MARTÍNEZ, Ricard. "Arqueología del punto de vista. Breve historia de la fotografía estereoscópica" (en línea). Consulta del 3 de julio de 2010: <http://www.arqueologiadelpuntodevista.org/2010/05/breve-historia-de-la-fotografia.html>
- MARTINS, Joao. *¿3DTV? No, aún no*. IBC2010. Producción Profesional, dic. 2010, edición española N° 123.
- SUNNY OCEAN STUDIOS. *Web de la Cia*. (en línea). Consulta del 7 de julio de 2010: <http://www.sunny-ocean.com/content.html>