

EN BUSCA DE LA INMERSIÓN —GENERACIÓN DE IMÁGENES TRIDIMENSIONALES EN SOPORTES PLANOS—

Paxti Serrano Domínguez*

RESUMEN

Este proyecto se ocupa de los medios, tanto tradicionales como actuales, para generar la tercera dimensión sobre un soporte plano. Se separan los que la representan por métodos codificados, como la perspectiva, de los que, de alguna manera, la restituyen por medio de prótesis o técnicas especiales. Entre ellas cabe citar la estereoscopia, la realidad virtual y la holografía. Sólo a partir de algunas de ellas puede producirse la sensación de inmersión.

PALABRAS CLAVES: Dimensiones, tridimensional, relieve, volumen, espacio, visión, binocularidad, estereoscopia, imagen, soporte plano, luz, fotografía, realidad virtual, holografía.

ABSTRACT

This project is concerned with both the traditional and current means used to generate the third dimension on a flat support. We separate the means which represent it by coded methods, such as perspective, from those which, in some way, make use of prostheses or special techniques, including stereoscopy, virtual reality and holography. Only some of them give rise to the sensation of immersion.

KEY WORDS: Dimensions, three-dimensional, relief, volume, space, vision, binocularity, stereoscopy, image, flat support, light, photography, virtual reality, holography

En nuestra vida cotidiana nos movemos en un mundo de tres dimensiones, —largo, ancho y alto—. Los objetos que nos rodean tienen por tanto largura, anchura y altura o profundidad.

No obstante, se puede decir que la cuarta es el tiempo, y más aún, se puede especular con un número ilimitado de dimensiones.

En esta ocasión, me referiré solamente a las imágenes estereoscópicas generadas por dispositivos analógicos o digitales a partir de soportes bidimensionales. Por consiguiente nos vamos a mover entre dos y tres dimensiones.

Si tomamos algo tan cotidiano como un folio que es un soporte plano carente en la práctica de tercera dimensión, podemos representar objetos en tres dimensiones utilizando distintos procedimientos: dibujo, pintura, fotografía, etc.



Las estrategias, artilugios, fórmulas, mecanismos, etc., diseñados para representar la tridimensionalidad en soportes bidimensionales no han estado, en muchos de los casos, exentas de limitaciones. Limitaciones que, en gran medida, nos dan la clave del éxito o el fracaso obtenido.

En la pintura, la fotografía, el cine y la televisión encontramos tres dimensiones, pero sólo dos de ellas son reales: el largo y el ancho del papel, lienzo o en su caso de la pantalla.

La pregunta, por tanto, es: ¿y la tercera dimensión? Si damos por válido que apreciamos el relieve mediante la perspectiva (un cuadro tiene una tercera dimensión gracias a la perspectiva), podríamos definir ésta como la técnica de representar en una superficie plana un objeto de tres dimensiones. Se trata por tanto de una artimaña técnica basada en leyes geométricas.

Desde la prehistoria, numerosos han sido los artilugios que el ser humano ha diseñado y que los artistas han utilizado profusamente al objeto de conseguir la ilusión de la tercera dimensión. Entre ellos tenemos la cámara oscura, descrita por Aristóteles y utilizada con gran profusión en el Renacimiento por Leonardo da Vinci y Giovanni Battista della Porta, que exploraron la posibilidad que ofrecía para obtener una imagen de los objetos, simplemente repasando con un útil de dibujo la proyección sobre la pared. Sin olvidar las aportaciones del jesuita Alemán Athanasius Kircher con su obra «Ars magna lucis» (1671), donde se describen los antecedentes de las linternas mágicas, que amenizarían incontables veladas durante el siglo XIX.

La imagen retiniana, entre otras cosas, es binocular, mientras que la perspectiva se enclava dentro de la monocularidad, al igual que la fotografía tradicional, las cámaras de cine y de vídeo o televisión son herederas de este sistema. La pintura, tras el Renacimiento, y el estudio de la perspectiva presentan modelos preceptuales del mundo en tres dimensiones, aplicadas a soportes bidimensionales. Pero ninguna de las formas de representación hasta aquí mencionadas produce la sensación de inmersión, ya que se trata de una percepción «ciclópea» de las imágenes comprimidas en los límites de un plano.

Por tanto han de ser las técnicas estereoscópicas, surgidas contemporáneamente a la fotografía, más tarde el cine estereoscópico y posteriormente la holografía las que nos facilitarán el intuir las imágenes con sus correspondientes volúmenes, posibilitando la búsqueda de la inmersión.

A ello se han sumado contemporáneamente las llamadas T.I.C. —Tecnologías de la Información y de la Comunicación—, en constante desarrollo. Los nuevos resultados que se están obteniendo de la estereoscopia aplicada a la realidad virtual son fruto de los conocimientos de las múltiples disciplinas que han estudiado hasta hoy la percepción y la obtención técnica de imágenes estereoscópicas.

* Estudiante de tercer ciclo y miembro del equipo investigador del proyecto «Visualización estereoscópica a partir de soportes bidimensionales (pintura, holografía, vídeo): Una experimentación plástica interdisciplinar desarrollada mediante dispositivos digitales y analógicos». Dirigido por el doctor Juan Crego Morán, profesor titular del Dpto. de Pintura de la Universidad del País Vasco.

VISIÓN ESTEREOSCÓPICA O BINOCULAR

Debido a que nuestros ojos están situados con una distancia de separación, cada uno de ellos no ve exactamente la misma «vista». Este hecho resulta sencillo de confirmar tan sólo poniendo nuestro dedo índice a una distancia de unos 15 cm. De nuestros ojos y cerrando alternativamente un ojo u otro, observamos que la posición de nuestro dedo con respecto a los objetos varía significativamente. Al mover el dedo lejos de la cara se reducirá el desplazamiento mientras que al acercarlo el desplazamiento aumenta. La imagen que percibe cada ojo es ligeramente diferente en función de la distancia a la que se encuentra situado cada ojo. La distancia interpupilar es de 65 mm normalmente, pero puede llegar a variar entre los 75 y los 45 mm. Este desplazamiento entre la imagen izquierda y la derecha se conoce como disparidad y está relacionado con la distancia entre el observador y el objeto que está siendo visto. De hecho, si el punto de fijación de las dos «vistas» está en el infinito, la disparidad es inversamente proporcional a la profundidad.

El principio de la estereoscopia es tener la «vista» del ojo izquierdo en y sólo en la imagen izquierda y tener al ojo derecho en la imagen o «vista» derecha. Al hacer esto se producirá una tercera imagen en el centro. Esta tercera será la imagen en tres dimensiones.

El sistema visual humano posee un sistema de ejes coordenados convergente, es decir, en el que los ojos se orientan a un punto específico. Para que exista la sensación de tridimensionalidad espacial no sólo son necesarios dos ojos, dos retinas. Sólo con eso veríamos doble. Y sin embargo no es así. Para que exista la tridimensionalidad también es necesario el cerebro, que es el que integra, totaliza y restituye la tridimensionalidad.

Esta convergencia binocular llega a producirse por la acción de los músculos que controlan el movimiento del ojo e indica la distancia relativa con respecto a ese objeto. Cuanto mayor sea la convergencia más cercano está el objeto que se mira.

El cerebro se apoya en la retroalimentación propioceptiva. La propiocepción es simplemente la percepción por el cerebro del estado del cuerpo, por ejemplo su postura u orientación, o en nuestro caso, la posición de los músculos del ojo cuando se produce la convergencia. La visión estereoscópica o binocular es únicamente una de las tantas maneras en las que vemos profundidad. La convergencia sólo funciona para objetos relativamente cercanos. Cuanto más alejado está el objeto, las imágenes se hacen tan pequeñas que son casi idénticas. En realidad, somos monoculares para distancias superiores a seis metros. A partir de esa distancia hacemos uso de otras señales monoculares que también proporcionan en la visión cercana una valiosa información complementaria. Por ello, el cerebro ha de recurrir también a la paralaje binocular, que es la información enviada por cada imagen producida en cada ojo. Estos dos factores, la convergencia y el paralaje, combinados, forman la base de la estereopsis o sensación binocular de la profundidad.

En resumen, el cerebro reconstruye la tridimensionalidad a partir de las dos imágenes, ligeramente diferentes, que le llegan.



TÉCNICAS DE FORMACIÓN DE IMÁGENES TRIDIMENSIONALES A PARTIR DE SOPORTES PLANOS

A) TÉCNICAS QUE REQUIEREN «PRÓTESIS» PARA SU VISUALIZACIÓN

1.- Fotografía estereoscópica. Los estereoscopios

Mientras Daguerre realizaba las últimas investigaciones sobre su método fotográfico, en 1838, Charles Wheatstone exponía ante la Royal Society de Londres una serie de pares de dibujos de formas geométricas. Los cuales eran observados mediante un aparato de su invención, que constaba de dos espejos situados en ángulo recto que permitían ver los dibujos desde dos ángulos diferentes. De esta manera se lograba una sensación de tridimensionalidad. A este aparato lo denominó «estereoscopio», refiriéndose a la capacidad de ver dichos dibujos en la perspectiva con que esas formas serían vistas por cada ojo.

El estereoscopio fue inventado como herramienta para el estudio de la visión, pero es evidente que la fotografía vendría a apoyar y facilitar dichos estudios. La fotografía supuso, entonces, un método de experimentación de extraordinaria importancia, ya que ofrecía la posibilidad de obtener los pares estereoscópicos con facilidad. Sin su aportación este aparato probablemente no hubiera obtenido la popularidad y desarrollo que alcanzó en su época. Dada la dificultad que entrañaba el realizar a mano los dibujos con la «vista» correspondiente a cada ojo.

Las dos figuras claramente asociadas con su invención son Charles Wheatstone y Sir David Brewster, ambos habían escrito profusamente sobre las ilusiones ópticas, la teoría del color, las imágenes y otros fenómenos visuales.

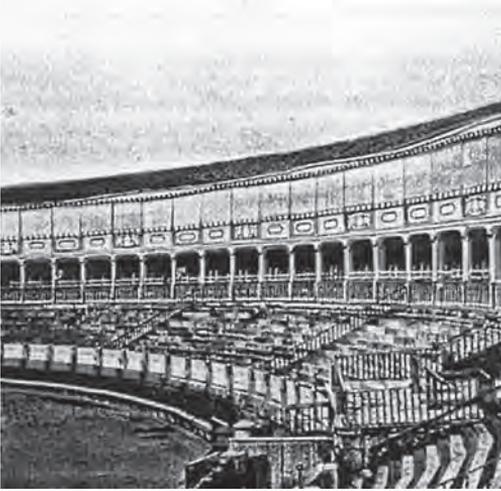
Fue a partir de 1850 cuando se produjo la gran difusión de estos aparatos y su éxito comercial en América y Europa. En 1849, David Brewster difundió el estereoscopio que lleva su nombre; con su aparato se podían ver las imágenes por transparencia o con la ayuda de una luz reflejada, la fotografía estereoscópica pasó en ese momento a ser uno de los divertimentos más populares de la alta burguesía.

Al principio, Brewster hacía sus fotografías con una cámara monocular cuyo objetivo se desplazaba horizontalmente sobre un soporte graduado. A partir de 1849 la sustituyó por una cámara binocular que, al obtener sincrónicamente las dos imágenes, le permitía realizar retratos estereoscópicos, pero, lógicamente, siempre de objetos o personas inmóviles, ya que la técnica fotográfica no permitía otra cosa en aquel momento.

Uno de estos aparatos se exhibió en el Crystal Palace de Londres, en el marco de la Exposición Universal de 1851. La propia reina Victoria, que presidía la inauguración, recibió y aceptó como regalo un modelo de lujo, lo cual supuso una excelente publicidad para el invento. A partir de entonces, tras los de Wheatstone y Brewster, vendrían a sumarse otros, como es el estereoscopio de Holmes.

J.B. Dancer, óptico inglés, patentaba en 1856 una cámara con la que se podían hacer fotografías «tridimensionales». Se trataba de un aparato con dos objetivos que guardaban entre sus centros ópticos una distancia igual a la separación media interocular. El instrumento hacía a la vez dos fotografías. Se construyeron



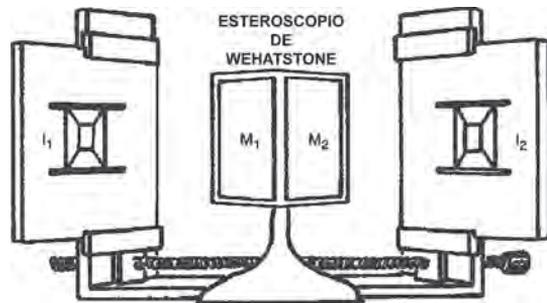


▷ Figura 1.

▷ Figura 2.



▷ Figura 3.



▷ Figura 4.

modelos especiales de lujo destinados a personajes importantes, y no faltaron los modelos plegables, como el desarrollado en Inglaterra por W.E. Kilburn en 1853.

2.- Estereoscopia por anaglifos

La estereoscopia mediante anaglifos consiste en la utilización de un par estereoscópico, normalmente en blanco y negro, aunque hay anaglifos en color, uno con coloración roja y el otro azul verdosa, que se superponen, ligeramente desplazadas, en su reproducción impresa o proyectada. A simple vista, un anaglifo puede recordar un trabajo de imprenta mal hecho. Para su correcta visualización, el espectador debe utilizar unas gafas con un filtro rojo (para el ojo izquierdo) y otro azul-verdoso (para el ojo derecho) respectivamente. El filtro verde-azul impide el paso de las radiaciones rojas, permitiendo únicamente el de la imagen coloreada en azul-verde. El filtro rojo actúa a la inversa, es decir, sólo deja pasar la imagen coloreada en rojo, produciéndose de este modo la deseada ilusión de relieve.

3.- Estereoscopia mediante luz polarizada

Esta técnica tiene como base el fenómeno físico llamado polarización de la luz. La luz se transmite por ondas, estas ondas pueden ser verticales u horizontales, por ejemplo, las de una lámpara común que emite ondas en todas direcciones.

Mediante el uso de filtros específicos que pueden eliminar las ondas en una dirección o polaridad, obteniendo así luz polarizada.

El par estereoscópico se proyecta a través de filtros polarizantes con dos orientaciones distintas, sobre o a través de una pantalla que mantenga la dirección de polarización. Para observar la imagen resultante, el espectador deberá ir provisto de unas gafas con filtros polarizantes que tienen la misma orientación que los utilizados en los proyectores, con lo cual se consigue que cada ojo perciba únicamente la imagen destinada a él.

4.- Estereoscopia por obturación

Este sistema se basa en la presentación en secuencia y alternativamente las imágenes izquierda y derecha, sincronizadamente con unas gafas dotadas con obturadores de cristal líquido, denominadas LCS (Liquid Crystal Shutter) o LCD (Liquid Crystal Display), de forma que cada ojo ve solamente su imagen correspondiente. A una frecuencia elevada, el parpadeo es imperceptible. Este sistema se utiliza en monitores de ordenador, TV y sistemas de cine 3D.

Otra variante del sistema es el conocido con las siglas H.M.D. (Head Mounted Display), que básicamente consiste en un casco que tiene incorporados dos pequeños monitores y los sistemas ópticos para cada ojo, de forma que la imagen se genera en el propio dispositivo.



5.- Realidad virtual

El ordenador también nos proporciona imágenes ilusorias, es decir, réplicas de la realidad. Con una marcada personalidad característica, debido a la tecnología empleada, tecnología con la que se pueden conseguir imágenes de una gran verosimilitud, en cuanto a textura, brillos, luces, reflejos, sombras, diferentes perspectivas, etc.

El sistema se complementa con la inclusión de percepciones que inciden sobre varios sentidos a la vez —la vista, el oído, el tacto—, generándose así un entorno virtual en el que se presentan imágenes con las que el usuario puede interactuar mediante el uso de interfaces adecuados, cascos, guantes, trajes, etc., provocando mediante todo esto una sensación inmersiva.

B) TÉCNICAS QUE NO REQUIEREN PRÓTESIS PARA SU VISUALIZACIÓN

1.- «Visión libre»

Sin utilizar el estereoscopio u otro artilugio o «prótesis», se puede conseguir la visión tridimensional a partir de pares estereoscópicos.

Las dos más sencillas son la visión «libre paralela» y la visión «libre cruzada». La primera consiste en que cada ojo observe la imagen del par que le corresponde, manteniendo sus ejes ópticos paralelos, es decir, como si mirásemos al infinito. Sólo puede usarse este método con imágenes no superiores a 65 milímetros entre sus centros.

En la visión libre cruzada los pares se observan cruzando los ejes ópticos de los ojos. El par se presenta invertido, es decir, la imagen derecha está situada a la izquierda y viceversa. Este método debe usarse con imágenes de dimensiones superiores a 65 milímetros entre sus centros, aunque la imagen virtual aparece más pequeña.

2.- Estereogramas («Ojo Mágico»)

El propio Brewster diseñó en 1884 el estereograma de «papel pintado», que consiste en repetir el mismo objeto a intervalos diferentes (entre 2 y 4 cm por lo general).

En el año 1959 Bela Jules lleva a cabo el primero de ellos, construido a partir de imágenes sin significado aparente. Finalmente Christopher Tyler, en el año 1970, crea los primeros estereogramas generados por ordenador.

Hoy en día este tipo de imágenes recibe el nombre de «RDS» (Random Dot Stereograms) o más comúnmente estereogramas.

Están constituidos por un patrón de puntos de aproximadamente cuatro centímetros de anchura situado en la parte izquierda de la imagen, que se va repitiendo, con unas ligeras variaciones, hacia la derecha. Las variaciones entre un patrón y el situado inmediatamente a su derecha son las que almacenan la informa-



ción de la imagen. Si miramos la imagen directamente, sólo veremos un conjunto de puntos y rayas sin sentido.

Para visualizarlos existen varios métodos, el más común consiste en concentrar la mirada detrás de la imagen real, hasta conseguir ver la imagen virtual oculta.

Este tipo de imágenes se popularizó hace algunos años mediante publicaciones, con nombres tan sugerentes como «Ojo Mágico». Estos libros suponían un reto, o un juego para el espectador que tenía que ver la imagen oculta en el laberinto de formas sinuosas repetidas.

En la actualidad podemos encontrar muchos ejemplos en numerosas páginas en Internet.

3.- Fotografía lenticular

La imagen estereoscópica lenticular consiste físicamente en una lámina de plástico estriada, si la giramos, o nos giramos, podremos bien sea una imagen estereoscópica, o una secuencia con movimiento, o una imagen cambiante o que se transforma.

La fotografía lenticular combina dos elementos principales: una lámina de plástico y una imagen entrelazada. La lámina de plástico incorpora por una cara una serie de lentes paralelas que dejan ver, en función del ángulo de visión del observador, porciones de la imagen entrelazada, impresa y adherida a su vez a la otra cara de dicha lámina. Esta imagen entrelazada no es más que la combinación de varias imágenes en bandas, según patrones alternos convenientemente alineados con las lentes.

Para lograr el efecto se realizan diversas imágenes o fotografías (generalmente 3 o hasta 5 imágenes, aunque pueden ser bastantes más) de un modelo desde distintos puntos de vista, cada una de ellas se entremezclan y se alinean detrás de la superficie lenticular.

Al observarlas a través de la lámina de plástico, cada uno de nuestros ojos percibe una imagen parecida pero distinta, creando la sensación de tres dimensiones.

Monitores auto-estéreos.

Se están desarrollando prototipos de monitores que no precisan gafas especiales para su visualización. Todos ellos emplean variantes del sistema lenticular.

4.- Holografía

Los principios de esta técnica fueron descubiertos en 1947 por el físico británico, de origen húngaro, Dennis Gabor, premio Nobel de Física en el año 1971. Este investigador ensayó básicamente la realización de algunos hologramas utilizando lámparas de vapor de mercurio, pero hubo que esperar hasta la invención del rayo láser, en 1960, para conseguir que la holografía fuera una auténtica realidad. El láser proporcionó la necesaria luz coherente, monocromática y direc-



cional, y que tiene además la característica de que sus ondas oscilan con la misma frecuencia y en idéntica fase.

Podemos decir que la holografía es una técnica de formación de imágenes tridimensionales a partir de un soporte plano, o bidimensional que, pueden ser vistas sin necesidad de ningún accesorio o «prótesis» para el observador, y donde éste puede moverse alrededor del soporte viendo al objeto, sin discontinuidades, dentro de un ángulo por donde se le ofrecen todas las perspectivas.

La holografía requiere emulsiones fotográficas de grano muy fino y de gran resolución, extendidas sobre placa de vidrio o celuloide, debido a la gran cantidad de información que deben almacenar. La emulsión de un holograma puede contener trescientas mil veces más información que una fotografía normal.

Otra característica es que cada porción del holograma contiene todos los puntos luminosos del objeto que eran visibles en el momento del registro. Por ello, si se rompe en varios pedazos, cada porción de un holograma puede reconstruir la imagen completa del objeto holografiado, si bien cuanto menor sea el fragmento, para ver el objeto entero se requiere una mayor aproximación del espectador. Esta permanencia de la imagen es posible porque cada porción de la placa se ha impresionado con luz procedente de todas las partes iluminadas del objeto.

El holograma se realiza mediante la iluminación con el haz luminoso de un láser, del objeto cuya imagen se quiere registrar. Se coloca después una placa fotográfica en una posición tal que a ella llegue la luz tanto directa del láser, o reflejada en espejos planos.

El proceso de exposición debe hacerse sobre una mesa estable. Es decir, aislada de las vibraciones del suelo. Cualquier pequeña vibración nos dará al traste con la realización del holograma. La frontera entre conseguir una placa y no conseguir absolutamente nada es prácticamente inexistente. En holografía no caben errores aunque éstos sean pequeños.

La imagen que se obtiene después de revelar la placa es un patrón de franjas de interferencia. Para reconstruir la imagen se coloca ésta frente al haz directo del láser en la posición original. También hay técnicas para obtener hologramas visibles con la luz generada por una lámpara normal.

(Este artículo forma parte de un proyecto de investigación subvencionado por la Universidad del País Vasco).