

# 3D y Visión estereoscópica. Técnicas.

Carlos Rossique Delmas. ([crossique@yahoo.es](mailto:crossique@yahoo.es))



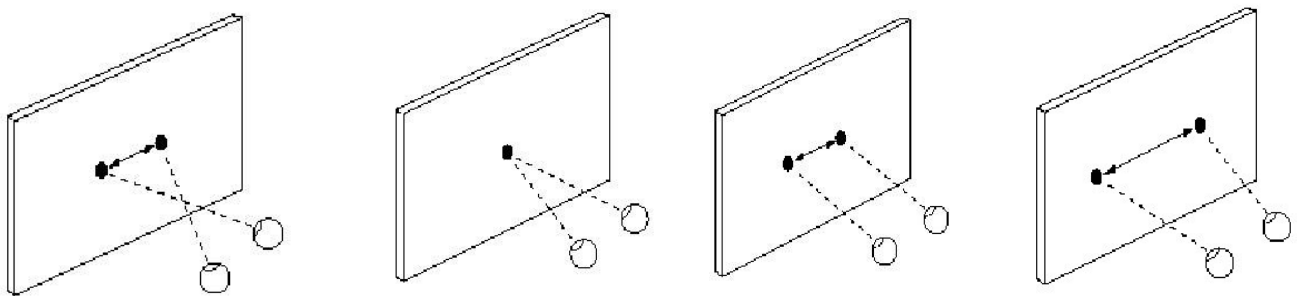
# BASE DE LA ESTEREOSCOPÍA

La **estereoscopia, estereografía, o 3D (tridimensional)** es cualquier técnica capaz de recoger información visual tridimensional o de crear la ilusión de profundidad en una imagen.

Dicha “ilusión” en una fotografía o película es creada presentando una imagen ligeramente diferente para cada ojo, dos perspectivas distintas del mismo objeto, como ocurre en nuestra forma habitual de percibir la realidad en la visión binocular.

Literalmente, estereoscopia es: ver con dos ojos. También llamada visión en tres dimensiones, o visión en relieve, resulta de la capacidad del sistema visual de dar aspecto tridimensional a los objetos a partir de las imágenes bidimensionales obtenidas en cada uno de los ojos. Estas imágenes son procesadas y comparadas por el cerebro, el cual acaba creando una sensación espacial. 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 y de volumen.

Todo se basa en lo que se llama disparidad retinal. Cada retina tiene su imagen y el cerebro percibe el “paralaje” de cada objeto (distancia en este caso horizontal entre las dos imágenes).



Para la observación de imágenes 3D, en la figura observamos los distintos casos de paralaje. Respectivamente: negativo, cero, positivo y divergente. En el primero los objetos se perciben más cerca que la pantalla, no conviene abusar de él ni hacerlo muy extremo. En el segundo los objetos se sitúan en el plano de la pantalla. En el tercer caso los objetos se perciben más lejanos, teniendo como límite la separación de los ojos (unos 65mm) en el cual los objetos estarían en el “infinito”. El último tiene que evitarse pues no hay razón para usarlo y producen gran molestia a los ojos. Conviene moverse casi siempre alrededor del paralaje cero, para evitar uno de los inconvenientes de las técnicas 3D y que es uno de los causantes de cierto cansancio ocular: cada ojo individualmente ha de enfocar siempre en la pantalla, pero el cerebro, engañado, nos dice que el objeto está más cerca o más lejos.

Lógicamente, para reproducir una imagen 3D, ya sea esta real o sintetizada, lo que necesitamos primeramente es una imagen para cada ojo. En el primer caso, para la toma de imágenes fijas o de video/cine hay cámaras especiales para ello. En el segundo caso ya entraríamos en los dominios de la síntesis 3D por ordenador, y la “realidad virtual”.



# OTROS MECANISMOS DE ESTEREOCOPIA

Hay diversos mecanismos complementarios (que no son puramente de disparidad retinal) que actúan a nivel de la visión y que el cerebro usa para deducir información "tridimensional":

## Distribución de luces y sombras

La distribución de luces y sombras puede crear la ilusión de volumen. Esta es una de las técnicas potenciales que utilizan los programas informáticos de creación 3D. La iluminación es un factor intuitivo del volumen muy importante ya que la sombra y el contraste nos aportan gran sensación de relieve y volumen. Un círculo pintado se puede convertir en una esfera tan solo con oscurecer y sombrearlo simulando iluminación.

## Superposición de objetos

Cuando un objeto se encuentra en la realidad ante otro, el objeto más cercano (delante) cubre el más lejano (detrás). Por esta razón cuando encontramos que una imagen queda superpuesta sobre otra, nuestro cerebro interpreta automáticamente que el que se ve completo está más cerca que el que "asoma" por detrás, y por tanto, se encuentra a mayor distancia el que está parcialmente oculto.

## Perspectiva

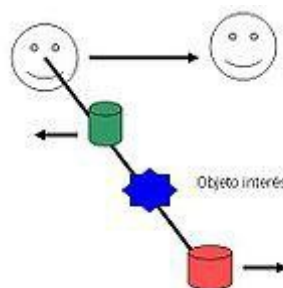
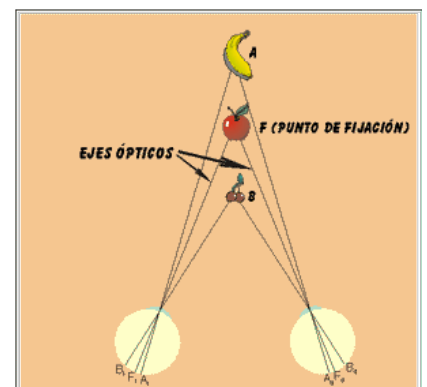
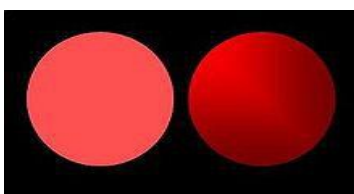
El efecto de perspectiva produce una clara sensación de profundidad. Las líneas paralelas horizontales parecen converger en el horizonte. En el ejemplo, los árboles son exactamente iguales en tamaño, pero uno más próximo al punto de fuga y por tanto parece más lejano, por lo que lo percibimos mayor que el más próximo.

## Diplopía

Para que el cerebro pueda interpretar una imagen en tercera dimensión, requiere de datos sobre la distancia de los objetos. Dicha información se obtiene gracias a que tenemos dos ojos, así cada uno de ellos percibe los elementos de la escena desde un ángulo distinto, dando como resultado una triangulación de la cual el cerebro obtiene la distancia al objeto. Se interpreta la cercanía por el tamaño y paralaje. A este hecho se le denomina como diplopía fisiológica.

## Paralaje dinámico

El desplazamiento del observador produce la impresión de que se mueven los objetos de la escena en un sentido u otro dependiendo de su posición. Cuando miramos un objeto en concreto y nos desplazamos, vemos como los objetos más alejados a nuestro objeto de interés se mueven en el mismo sentido (aunque más lentamente cuanto más lejanos) que nuestro desplazamiento, sin embargo los objetos situados antes del objeto de interés, se desplazan en sentido opuesto. A esta sensación se le denomina efecto de movimiento de paralaje.

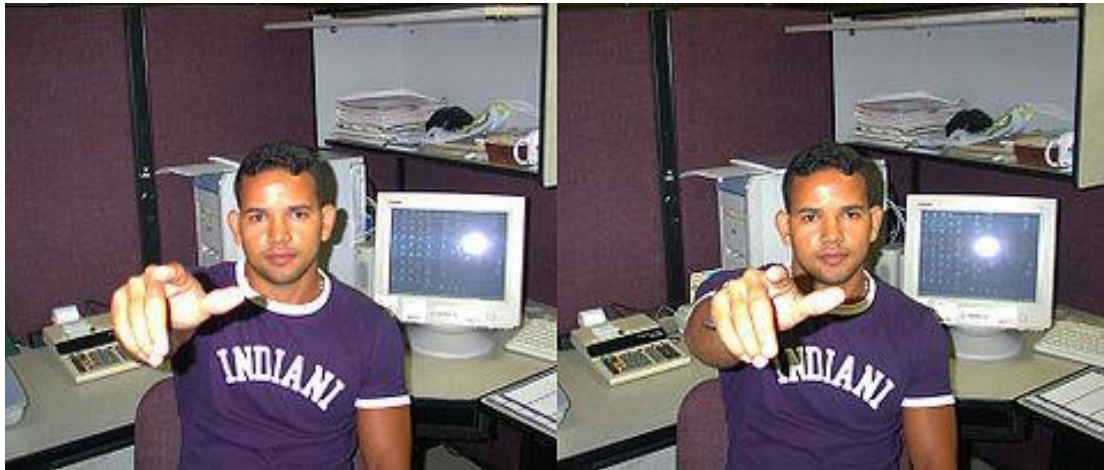


# TECNICAS DE ESTEREOCOPIA

Hay diversas técnicas para lograr hacer llegar cada imagen al ojo que le corresponde. En la creación de estas sensaciones espaciales intervienen aspectos tanto de la visión monocular como binocular. Éstos aspectos son potenciados artificialmente para "recrear" la llamada 3ª dimensión. Hay técnicas que no requieren ningún aparato como la de ojos cruzados o paralelos, la de cortinillas y los estereogramas.

## VISION CRUZADA O PARALELA

Consisten en poner en la pantalla o papel las dos imágenes, una al lado de la otra. Para la técnica de los ojos cruzados la imagen izquierda corresponde al ojo derecho y viceversa (en la técnica de los ojos paralelos cada imagen corresponde a ese mismo ojo). Lograr que cada ojo vea su imagen requiere algo de entrenamiento, se trata de bizquear hasta ver tres imágenes, la del centro aparecerá "en relieve". Entre las ventajas de esta técnica están en que la imagen estereoscópica se ve en color verdadero y que se pueden ver imágenes o videos de cualquier tamaño.



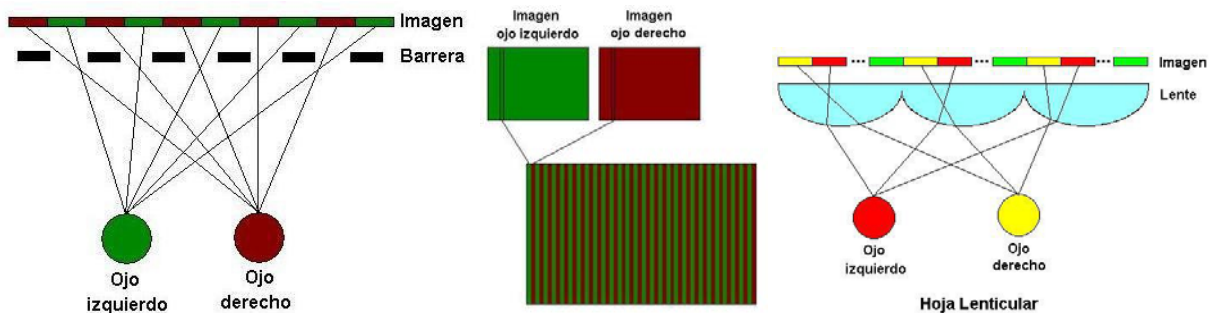
Para el que no lo logre hay otras formas económicas para ver el efecto, aunque requieren el uso de aparatos: Se pueden usar prismas o espejos y buscar la superposición para lograr el efecto. Existe un aparato basado en esta misma técnica algo más refinado llamado **estereoscopio** que consta de dos espejos para cada ojo, para que las imágenes no se vean invertidas, y que tiene un pivote de ajuste dependiendo de la distancia y el tamaño de las imágenes.



La base de esta técnica es la misma que se utiliza con otros artilugios como el "View Master" u otros visores de cartón como los que venden en las tiendas de museos o exposiciones. En todos ellos de lo que se trata es de hacer llegar por medios ópticos cada imagen (completa) al ojo correspondiente.

## CORTINILLAS (Barreras de PARALAJE)

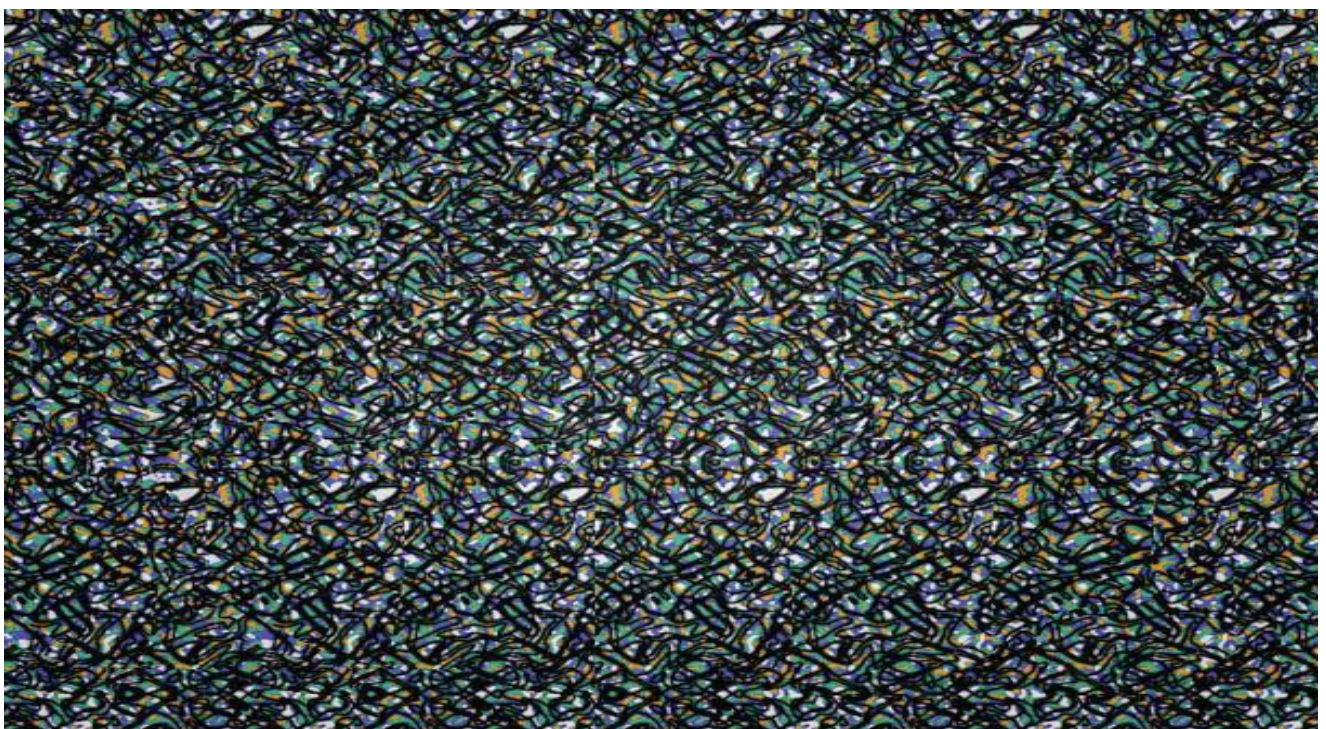
Es en lo que se basan las postales que también pueden comprarse en algunas tiendas de recuerdos o exposiciones. En realidad hay una imagen que mezcla las visiones derecha e izquierda a la que se superpone una cortinilla (o en algunos casos una serie de hileras de prismas verticales) lo que produce que cada ojo vea su correspondiente imagen.



En ocasiones son más de dos imágenes, por lo que si movemos la cabeza horizontalmente percibimos más puntos de vista. Esta es la base de la auto-estereoscopia y , como veremos, de la TV auto-estereoscópica.

## ESTEREOGRAMAS DE PUNTOS ALEATORIOS (RDS)

Estuvieron muy de moda en los 80. Un estereograma es una imagen tridimensional oculta en una imagen bidimensional, sin ningún tipo de polarización ni emulsión. Su visualización se realiza sin gafas especiales ni lente alguna, realizando un pequeño esfuerzo de concentración visual y mental, simplemente con los ojos enfocados en un punto más allá de la imagen (en realidad es la técnica de visión paralela la que se usa, pero sobre una misma imagen, no sobre dos). Se produce una sensación de profundidad, pareciendo que existieran objetos más cercanos y más lejanos. No pasa de ser una curiosidad porque, al contrario que los otros métodos, lo que se transmite es sólo la información de profundidad más que una imagen en sí misma.

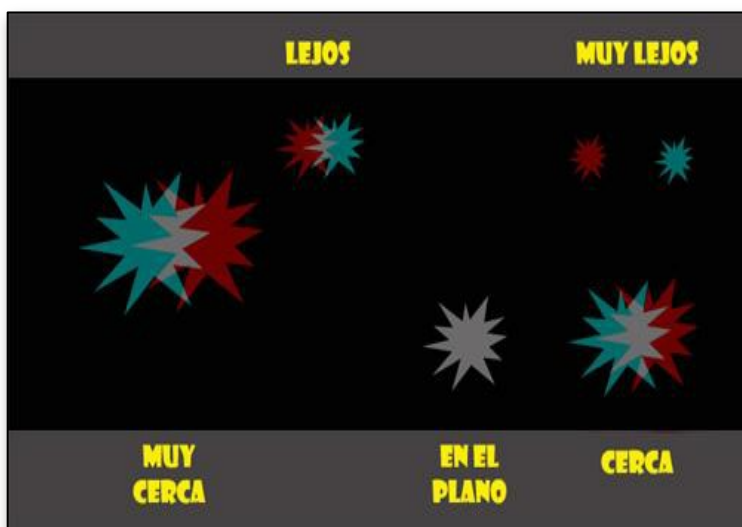


# ANAGLIFOS (y DERIVADOS)



Los anaglifos son estereofotografías tomadas o tratadas con filtros de distintos colores sobrepuestas en una sola imagen. Se observan por medio de gafas llamada gafas anaglifo y que tiene un filtro de diferente color para cada ojo. La misión de estos filtros es hacer llegar a cada ojo únicamente la imagen que le corresponde. Así se consigue “filtrar” las imágenes y conseguir el efecto deseado y necesario para que el cerebro pueda interpretar tridimensionalidad ya que tendremos una imagen diferente en cada ojo.

Hay muchas combinaciones de colores complementarios: el sistema más común es usar el color rojo puro para el ojo izquierdo y el color cian para el derecho. Como son complementarios cada imagen la percibe un solo ojo.

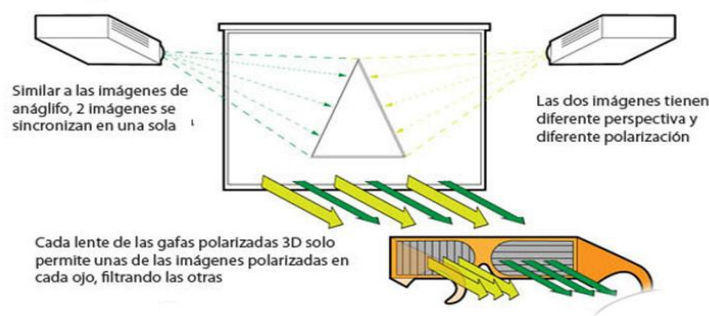


Como en todas las técnicas y dependiendo de la diferencia en las imágenes, los objetos pueden percibirse lejos, “detrás” del plano de la hoja o pantalla o cerca, “delante” de ella. Uno de los inconvenientes de esta técnica anaglífica es que no puede usarse para imágenes muy saturadas o de colores muy puros (por eso es más común ver anaglifos de fotos en blanco y negro o poco saturadas). Otra pega, la posibilidad de percibir imágenes fantasma (“ghosting”) si los filtros no son muy buenos.

Como variaciones basadas en el mismo principio de separación espectral, hay otras soluciones más recientes como **ColorCode 3D** (ámbar-azul) donde un ojo recoge solamente la información de profundidad, **Chromadepht**, donde la profundidad se codifica según el color aprovechando la desigual refracción en prismas y otras más caras y avanzadas como **Dolby 3D**, donde el espectro se divide en 6 partes asignándolas alternativamente a cada ojo, aunque esta técnica es más complicada debido a que necesita de proyectores especiales y no sirve para TV.

## POLARIZACION DE LA LUZ

Otro de los medios de presentar a cada ojo una imagen distinta, (en el cual también hay que usar gafas) es aprovechar una propiedad de la luz, su capacidad de ser “polarizada”. Se polariza la luz verticalmente para una imagen y horizontalmente para la otra (O lo que es lo mismo, las imágenes a todo color se proyectan con el uso de polarizadores sobre una pantalla metálica, que no destruya la polarización) o a 45 y 135 grados. La visualización se realiza por medio de gafas dotadas de polarizadores que eliminan la imagen correspondiente al ojo contrario (al igual que los filtros coloreados). Tienen el inconveniente de que al girar la cabeza puede producirse “ghosting”. Una mejora es el uso de **polarización circular** (a izquierdas y derechas) en vez de lineal.



## GAFAS ACTIVAS DE OBTURACION ALTERNA

Esta técnica necesita un sistema electrónico (o al menos uno oscile con suficiente frecuencia) y se utiliza en conjunto con el monitor del computador o un televisor para mostrar en forma secuencial y alternativamente las imágenes izquierda y derecha del par estereoscopio. Cuando la imagen del ojo izquierdo se muestra en la pantalla, se activa el obturador del ojo derecho para impedir que este vea la imagen que no le corresponde, es decir solo el ojo izquierdo puede ver la imagen. De la misma forma, cuando la imagen derecha es mostrada en el monitor, el obturador del ojo izquierdo se activa. La sincronización se hace bien por cable (en los casos de ordenadores, para juegos) o por emisor infrarrojo (en las salas de cine). La gran desventaja es que las gafas son activas, es decir consumen energía y son pesadas, aparte también pueden producir fatiga.

## EFEECTO PULFRICHTH

Es simplemente una curiosidad menor basada en un dato fisiológico respecto al cerebro: éste tarda un poco más en procesar las imágenes oscuras que las claras. Así si se pone un filtro oscuro en un solo ojo y se observa un objeto en movimiento, el cerebro tardará más tiempo en procesar las imágenes procedentes de este ojo. Por lo que si la escena que observamos está en continuo movimiento lateral, la imagen del ojo con filtro parecerá estar en una posición o ángulo distinto con respecto al observado directamente sin filtro, que tendrá la imagen procesada instantes antes.



La gran ventaja de esta técnica es que las imágenes pueden verse de manera normal si no se utilizan los filtros, no hay duplicidad de imágenes; el inconveniente es que requiere que todo el tiempo exista movimiento lateral y en el mismo sentido. Si no, no se percibirá el retraso interpretativo por parte del cerebro, del ojo filtrado respecto al ojo directo. Como curiosidad, y aún su uso limitado, se han hecho varias producciones comerciales para cine y TV aprovechando este remarcable efecto. (Doctor Who, Dimensiones del tiempo etc)

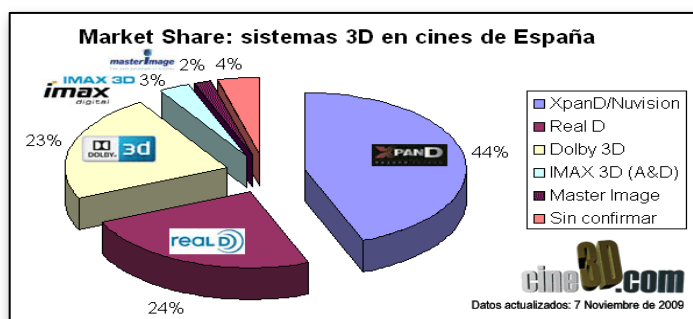
## PRINCIPALES SISTEMAS DE CINE 3D ACTUALES

**Sistema RealD 3D** Emisión de imágenes intercaladas del ojo izquierdo y derecho, a 144 cuadros/seg (2 x 24 cuadros x 3 veces cada cuadro) usando **polarización circular**, más estable que la lineal V-H, establecida desde el proyector que está en sincronía con la pantalla LCD que se pone en frente de este, para crear la polarización de la luz. Inconveniente: La pantalla es especial, plateada, que refleja la luz no destruyendo su polarización. Ghosting Gran Ventaja: Las gafas usadas son muy baratas, incluso no hay que devolverlas después de la función.

**Sistema Dolby 3D** Emisión de imágenes intercaladas del ojo izquierdo y derecho, a 144 cuadros/seg, usando una pantalla común (Blanca) y creando 3D mediante **diferenciación espectral**, (Como los anaglifos, pero mejorándolo dividiendo el espectro en seis partes, 3 para cada ojo de manera que cada ojo ve prácticamente la imagen a todo color). Dentro del proyector va el sistema de disco que produce la diferenciación de color, coordinado con las imágenes proyectadas. Ventaja: Pantalla normal. Inconveniente: El proyector y las gafas son caras de producir, éstas hay que devolverlas, re-usarlas y mantenerlas. Problemas para los daltónicos

**Sistema XpanD 3D** Este sistema ocupa un proyector digital a 48 cuadros/seg, 24 por cada ojo. Usa gafas activas de **obturbación alterna**, las cuales se sincronizan con el proyector mediante un emisor infrarrojo colocado en la sala. Ventaja: Se usa una pantalla común. No hay "ghosting". Inconveniente: Las gafas son más pesadas, y los costos de mantenimiento son mayores, a causa de la limpieza de gafas y baterías que se tienen que reemplazar. Sin embargo, se dice que es el sistema que da la mejor sensación de profundidad.

**Sistema IMAX 3D** IMAX tiene renombre mundial por su alta calidad, el sistema analógico usa 2 rollos de película, 10 veces más grandes que las normales, 2 proyectores con **polarización lineal** (V-H) usando pantalla plateada. Se dice que es el sistema más inmersivo, a causa del sistema de audio y el tamaño de sus pantallas, pero a causa de la polarización lineal no se tolera el giro de la cabeza y puede producirse "ghosting". La versión digital de los IMAX no ha tenido aceptación, por su baja calidad de imagen en relación a la versión analógica.



## EL FUTURO CERCANO DE LA TELEVISION 3D

El panorama de la TV en 3D es aún muy incierto y de momento parece que podrían destacarse, entre los que necesitan gafas, los sistemas de obturbación (tipo XpanD, éste también para juegos) y de polarización circular (tipo RealD) en una primera fase, aunque hay otros proyectos que inciden en la televisión autoestereoscópica (sin necesidad de gafas) aprovechando el efecto de las lentes de paralaje sobre unas 9 imágenes simultáneas.

