

CINE 3D Y PARALAJE

Rosa M. Ros – NASE

Introducción

Son las dos observaciones de cada uno de los dos ojos las que nos permiten ver los objetos en relieve y nos permiten que nuestro cerebro pueda hacer una estimación de la distancia que nos separa del objeto.

Podemos comprobar esta capacidad de nuestro cerebro gracias a una sencilla experiencia. Es fácil adquirir en las tiendas de “souvenirs” (o lo podemos confeccionar nosotros mismos) unos sencillos artilugios de cartón donde aparece dos veces la misma foto. Nosotros miramos por los dos oculares, uno para cada ojo, y nuestro cerebro funde las dos imágenes de las dos fotos en otra imagen que podemos apreciar en relieve (figura 1 y 2). Estos objetos, considerados como juegos de salón en el siglo XIX, resultan que sorprendentemente utilizan el concepto de paralaje.



Fig. 1: Dos fotografías son iguales que se miran una por cada ocular. Fig. 2: Miramos a través de los oculares, un ocular para cada ojo, y nuestro cerebro funde las dos imágenes en una única imagen donde se aprecia el relieve que cada foto por separado no tiene.

Cine 3D

De hecho en la actualidad están muy extendidos los cines que ofrecen películas en 3 dimensiones (figura 3). Realmente el fenómeno manejado es el mismo. La película se filma dos veces. Desde dos lugares separados por una cierta distancia. Las dos imágenes se proyectan simultáneamente. Y nosotros para ver la película usamos unas gafas que pueden ser de diferente tipo, pero que en cualquier caso lo que hacen es que con un ojo solo vemos una de las dos imágenes proyectadas y con el otro ojo vemos la otra imagen y nuestro cerebro al mezclarlas nos permite tener la percepción de ver la película en 3 dimensiones. Para que nuestro cerebro sólo vea una de las imágenes que se proyectan hay varias posibilidades. Unas gafas tienen un filtro de color rojo para un ojo y verde para el otro. La película está filmada de forma que según el filtro usado sólo vemos una u otra parte de la proyección simultánea. Otras veces son gafas polarizadas, con diferente tipo de polarización, también para poder ver solo con un ojo una filmación u otra.



Figura 3: Anuncio cinematográfico de una película en 3D



Figuras 4 y 5: Cámara que se puede aplicar a un ordenador y que permite obtener imágenes en 3D

Experiencia de Paralaje con un dedo

Hay una actividad muy sencilla que se puede realizar observando la imagen de un dedo sobre un fondo más alejado, por ejemplo: una pared. Extenderemos primero el brazo derecho con el dedo índice levantado. Cerraremos el ojo izquierdo y nos fijaremos en la posición que ocupa nuestro dedo sobre el fondo

(figura 6). Sin mover ni el brazo ni el dedo, abriremos el ojo izquierdo y cerraremos ahora el ojo derecho, y volvemos a observar la posición del dedo respecto a la pared del fondo. Se ve claramente que el dedo cambia de posición según con que ojo lo miramos. Este fenómeno es exactamente el mismo que se utiliza en astronomía. Solo cambia el factor escala.



Figura 6: Realizando una simple observación del fenómeno de la paralaje

Una experiencia parecida hemos tenido todos los conductores cuando damos marcha atrás y miramos hacia atrás girando el cuello. Lo que vemos cuando giramos la cabeza hacia la derecha no es lo mismo que lo que vemos cuando giramos la cabeza hacia la izquierda. Supongamos que haya una farola en la acera. Si miramos por la derecha la veremos en un lugar determinado de la fachada de la casa correspondiente. Si giramos el cuello hacia la izquierda, la farola la veremos corrida respecto al fondo anterior. Invitamos al lector a realizar este ejercicio la próxima vez que aparque su coche.

Paralaje

Recordemos pues este efecto dentro del campo de la astronomía que se utiliza para la determinación de distancias por paralaje.

La paralaje mide la desviación de la posición de un objeto obtenida respecto a un fondo de referencia, cuando cambia de posición el observador (figura 7). Todos nosotros tenemos experiencia de este fenómeno. Si hacemos una foto con una cámara que no sea réflex, es decir que tenga el visor situado en un lugar diferente del objetivo, alguna vez nos hemos sorprendido de que el encuadre que nosotros vimos al tomar la fotografía no coincidiera con el encuadre real que aparece en la foto. Se puede cortar a alguien situado en un extremo de la foto o rebanar los pies de la persona fotografiada. Esto se debe a que no vemos exactamente lo mismo nosotros a través del visor que lo que recoge la cámara en el negativo.

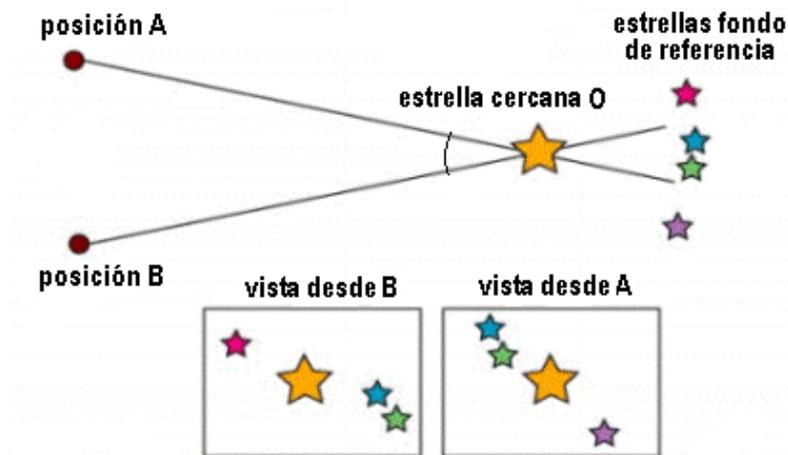


Figura 7: La paralaje es la desviación angular de la posición aparente de un objeto, dependiendo del punto de vista elegido.

Tal como se ve en la figura 7 la posición de la estrella cercana O varía según sea la posición desde donde se la observa. Al proyectar la imagen de la estrella observada O sobre el fondo de estrellas suficientemente distante se puede ver que cambia de posición. Desde A la estrella O parece estar a la derecha del par de estrellas, mientras que desde B parece estar a la izquierda de ambas estrellas. El ángulo que abarca el segmento AB desde O es el ángulo de paralaje. Éste ángulo suele ser muy pequeño, especialmente para objetos fuera del sistema solar.



Figura 8: Composición fotográfica de la Luna, tomada el 28 de octubre de 2004, vista desde Selsey (Reino Unido), a la derecha, y desde Montreal (Canada), a la izquierda. Como la Luna es un objeto cercano, se distingue el cambio de posición que se observa desde dos lugares distantes 5520 km. Las dos fotos se han sumado haciendo coincidir las estrellas del fondo. Créditos: Pete Lawrence y Peter Cleary .

Por ejemplo si observamos la Luna, respecto al fondo estrellado, desde dos lugares diferentes del globo terrestre, podremos calcular la distancia a que se

encuentra nuestro satélite conocida la distancia entre los dos lugares de la Tierra (figura 9), ya que $\tan p/2 = (AB/2)/D$

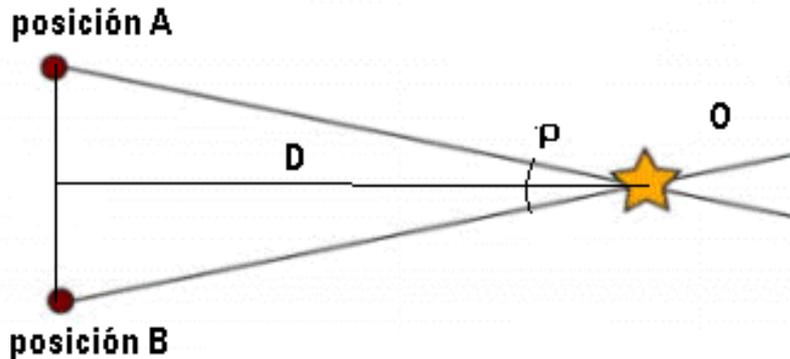


Figura 9: Conocida la paralaje p se puede calcular la distancia D al objeto.

Así para calcular distancias (figura 9), se tiene:

$$D = \frac{AB/2}{\tan p/2} \cong \frac{AB}{p}$$

donde, dado que los ángulos son muy pequeños, se ha aproximado la tangente al ángulo.

Se pueden definir, según sean sus características, varios tipos de paralajes. Por ejemplo, dado que los ángulos a considerar son muy pequeños se utiliza como distancia máxima para realizar las dos observaciones, la de las dos posiciones extremas de la Tierra en su movimiento de traslación en torno al Sol, es la paralaje ánuca. De esta forma la base del triángulo a considerar es el doble de la distancia Tierra-Sol, es decir el doble de 150 millones de km. La distancia Tierra-Sol es la llamada unidad astronómica de distancia, ua. y se utiliza muchas veces al manejar distancias dentro del sistema solar. Un ua. corresponde a 150 millones de km.

Con este valor, una vez determinado el ángulo de paralaje p, deducimos que la distancia a la estrella es, en kilómetros, $d = 300\,000\,000 / p$, donde el ángulo p hay que expresarlo en radianes.

Parsec

La paralaje ha dado lugar a considerar una nueva unidad de medida llamada pársec. Un pársec es la distancia desde la que se ve la unidad astronómica de distancia, un ua., es decir la distancia Tierra-Sol de 150 millones de km, bajo un ángulo de un segundo de arco. Un pársec es equivalente a 30.9 billones de km o lo que es lo mismos, 3.26 años luz (figura 10).

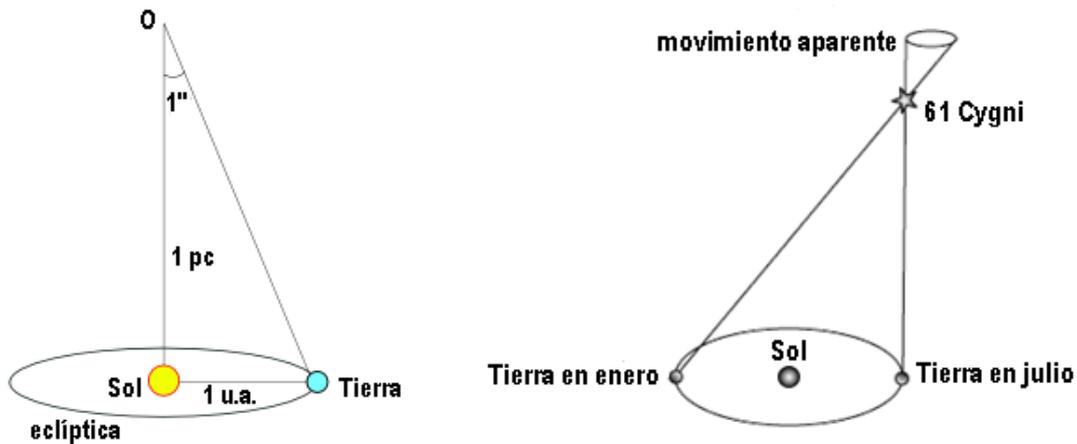


Figura 10: El pársec corresponde a la paralaje de un segundo de arco. Figura 11: Paralaje anual

Ésta unidad es muy usada en astronomía, y también se usan sus múltiplos: kiloparsecs (mil pc) para medir distancias en escalas de galaxias, y megaparsecs (un millón de pc) para medir distancias intergalácticas, aunque estas sean demasiado grandes como para poder observar una paralaje real.

Como la Tierra gira alrededor del Sol, observamos siempre el cielo desde una posición en constante movimiento en el espacio. Por ello, se observa un efecto de paralaje anua (figura 11), en el que las posiciones de los objetos más cercanos parecen desplazarse debido a nuestro movimiento alrededor del Sol. Pero las distancias a las estrellas, incluso a las más cercanas, son tan enormes que es necesario realizar cuidadosas observaciones telescópicas para detectarlo. Los antiguos astrónomos griegos conocían la paralaje, pero como no podían observar una paralaje anual en la posición de las estrellas, llegaron a la conclusión de que la Tierra no podía estar en movimiento alrededor del Sol. El efecto de paralaje es imposible de detectar a simple vista debido a la gran distancia que nos separa de las estrellas, aunque sean las más cercanas.

Bessel fue el primero en determinar la paralaje de una estrella, 61 Cygni, en la constelación de El Cisne, en el año 1838. Las paralajes estelares están por debajo del segundo de arco. El sistema estelar más cercano a la Tierra es Alfa Centauri, un sistema formado por tres estrellas. La más cercana de ellas, Próxima Centauri, está a unos 40 billones de kilómetros de distancia o 4,3 años luz. Esta estrella tiene una paralaje, inferior a un segundo de arco, $0''765$, que es menos que $1/3600$ parte de un grado, es decir $1/3600$ partes del ángulo que abarca nuestro dedo meñique con el brazo extendido. Es muy pequeño.

A mayor distancia, menor paralaje, y los errores cometidos se van haciendo más y más significativos, de modo que a partir de 100 años luz ya no es fiable la paralaje anual trigonométrica para determinar distancias estelares. Hay que usar otros métodos.

BIBLIOGRAFÍA

[XXXX](#)