

El método de paralaje

Héctor Zenil Chávez

Los métodos para medir distancias en el espacio han permitido conformar un mapa del Universo observable y comprender su estructura y evolución.

Para medir la distancia a los planetas o estrellas cercanas se utilizan métodos de trigonometría elemental. A esta técnica se le conoce como paralaje y se basa en la medición del movimiento aparente de un objeto con respecto a las estrellas más lejanas de la bóveda celeste que son la mayoría y están tan lejos que no parecen cambiar de posición.

Este método fue inventado en 1533 por el matemático Gemma Frisius. Tycho Brahe, quien descubrió en 1578 que los cometas no eran fenómenos atmosféricos, como la mayoría de los astrónomos creían, sino objetos lejanos a la Tierra, fue uno de los primeros que aplicó la paralaje.

El primer astrónomo que utilizó el método con la ayuda de un telescopio para calcular la distancia a la que se encuentra una estrella fue el matemático alemán Friedrich Bessel en el año de 1838. Bessel calculó la distancia a la estrella 61 Cisne.

Debido al movimiento de rotación y traslación de la Tierra, un mismo objeto en el cielo puede observarse en dos posiciones diferentes si se observa en dos momentos distintos. Se llama paralaje diurna al cambio aparente de ubicación de un objeto en el cielo debido al hecho de que la Tierra rota, mientras que la paralaje anual se debe al cambio aparente de ubicación de un objeto en el cielo por el movimiento de traslación de la Tierra, es decir, su movimiento en órbita alrededor del Sol. Cuanto más cerca está un objeto del Sol, mayor es su desplazamiento aparente entre las dos posiciones.

Una estrella cercana proyectada sobre el fondo de estrellas distantes vista desde la Tierra en dos posiciones (o momentos) distintas

El diagrama muestra a la Tierra en dos posiciones distintas separadas por un periodo de seis meses (T1 y T2), y el triángulo formado con el punto de la estrella cercana. El ángulo aparente de la figura 1 es el

mismo que el del triángulo que forman la posición de la estrella y las dos posiciones de la Tierra.

Los dos lugares de observación y el lugar en el que se encuentra el objeto distante forman un triángulo. El ángulo (alfa) lo forman las líneas visuales que van del observador a las posiciones aparentes del objeto celeste con respecto al fondo de estrellas. La distancia de la base del triángulo isósceles que se forma es conocida, pues si las observaciones se realizan con una separación de 6 meses, la Tierra se habrá trasladado la mitad de su órbita alrededor del Sol y la distancia entre los puntos de medición será igual al diámetro de la órbita completa, es decir, 300 millones de kilómetros. Ahora bien, si las observaciones se realizan con un intervalo de tiempo de 12 horas (paralaje diurna), la distancia recorrida por el observador debido a la rotación de la Tierra será igual al diámetro del planeta, es decir, 12 mil km, y esa cantidad será entonces la medida de la base del triángulo.

El ángulo que se forma (alfa en las figuras 1 y 2) se divide entre dos (ver figura 3) para obtener un triángulo rectángulo, es decir, un triángulo que tiene como uno de sus ángulos uno recto o de noventa grados cuyo cateto opuesto es conocido, pues es la mitad de la distancia original, es decir, 150 millones de kilómetros o 1 Unidad Astronómica (U. A.). El ángulo del nuevo triángulo rectángulo es la mitad del que se había medido originalmente y se le conoce como el ángulo de paralaje. Finalmente, mediante la fórmula que asocia al cateto opuesto con el adyacente (la tangente del ángulo) se obtiene la distancia buscada.

Se conocen el ángulo y uno de los catetos, así se puede calcular el otro cateto, que es la distancia a la estrella.

Por ejemplo, el ángulo de paralaje de la estrella más cercana a la Tierra, Alfa Centauro, es muy pequeño, menor a un segundo de arco, que es sólo $1/3600$ de un grado.

Una unidad de distancia que se utiliza para expresar grandes distancias es el parsec. Un parsec es la distancia a la que estaría una estrella si se le observa con un ángulo de paralaje de un segundo de arco. Esta distancia equivale a 3.26 años luz, es decir, la que recorrería la luz en 3.26 años (la velocidad de la luz es de 300 mil km por segundo).

La calidad de los telescopios y los sistemas fotográficos hace que el uso de la técnica de paralaje sea sólo posible para estrellas que se encuentran a una distancia menor a 100 parsecs, es decir, con un ángulo de paralaje de 0.01 segundos de arco, como el ancho de un dedo visto a 200 km.

El método de paralaje puede ser más preciso utilizando mejores telescopios, como el Hiparcos o el Hubble que se encuentran en órbita alrededor de la Tierra. Estos telescopios han logrado medir ángulos de paralaje de hasta 0.001 segundos de arco calculando la distancia a estrellas tan lejanas como 3000 parsecs. Aun así este es un método limitado para objetos más distantes en los que se requiere del uso de otros métodos como: la técnica de las Cefeidas o las supernovas, el efecto Doppler y la Ley de Hubble.

* Una Unidad Astronómica es la distancia promedio de la Tierra al Sol, es decir, 150 millones de kilómetros.

Otras referencias: Abetti, Giorgio, Historia de la astronomía, Fondo de Cultura Económica, México, 1956. Chaisson, Eric; Astronomy Today, Prentice Hall, 2001, cuarta edición.