

ABC, 20 de Enero de 2020

CIENCIA - El ABCdario de las matemáticas

Víctor M. Manero

El desplazamiento de las estrellas en el cielo, a medida que la Tierra se mueve, permite averiguar cuán lejos están. Este cálculo es el origen de los parsecs



La Vía Láctea en el cielo sobre las instalaciones del Observatorio Europeo Austral (ESO) en el Monte Paranal, en Chile - B. Fugate (FASORtronic)/ESO

Tal vez, en alguna ocasión, te hayas planteado la siguiente cuestión: ¿Cómo se las arreglan los científicos para **medir la distancia a las estrellas**? Una pregunta tan aparentemente inocente, puede llevar a algún que otro quebradero de cabeza.

Claramente, medir distancias estelares es muy distinto a la idea de medir que usamos a diario. Al contrario de lo que ocurre con los objetos cotidianos, no podemos coger un metro, poner un lado en la tierra, ir hasta la estrella en cuestión y ver que distancia marca. En definitiva, no podemos acercarnos o alejarnos de una estrella a placer. Tampoco podemos enviar señales y esperar a ver cuánto tarda el efecto «eco» en devolverlas. Aun suponiendo que fuéramos capaces de medirlas a la vuelta, **¡el tiempo de espera sería casi eterno!** Básicamente, la única información de la que disponemos para medir la distancia a una estrella es la luz que nos envía, pero ¿es suficiente información?

El paralaje, un método basado en la geometría

A continuación, se presenta un método clásico, por supuesto no es el único, que se utilizaba para hallar algunas distancias estelares. Dicho método recibe el nombre de **paralaje y tiene su fundamento en la geometría clásica**

El paralaje consiste en observar los **desplazamientos que se producen en la posición aparente** de las estrellas a medida que la Tierra se mueve alrededor del Sol, (ver Figura 1). Las estrellas más alejadas aparecen siempre fijas a lo largo de la órbita terrestre, mientras que las más cercanas sufren un desplazamiento aparente que se puede medir.

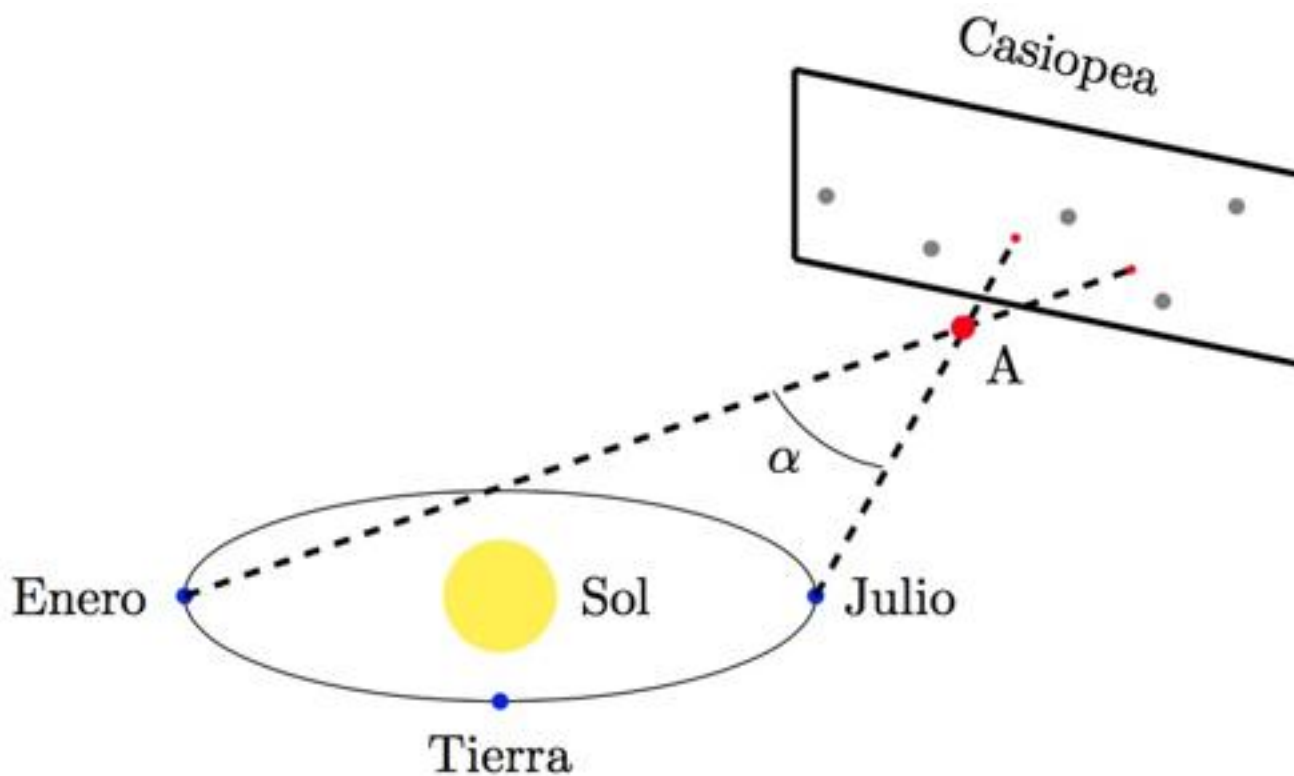


Figura 1: Movimiento de la Tierra en su órbita alrededor del Sol y la estrella A, con respecto a la constelación



Figura 2: Visión de la estrella A desde la Tierra en los meses de Enero (izquierda) y Julio (derecha).

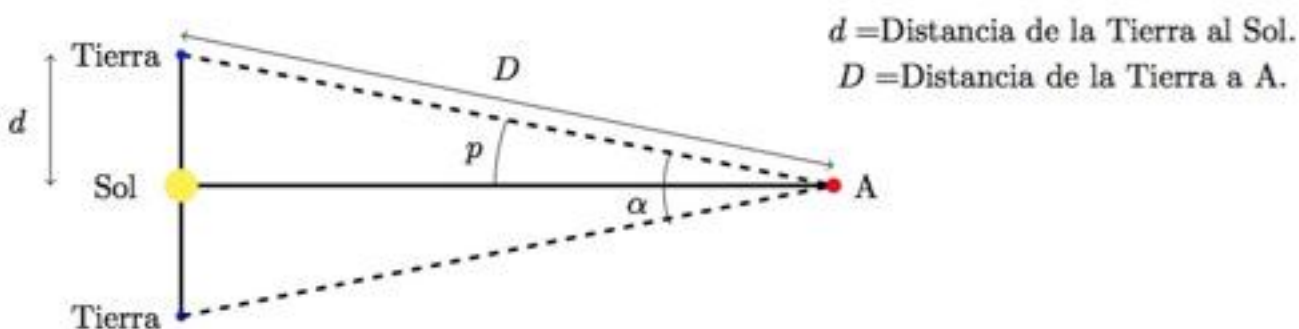


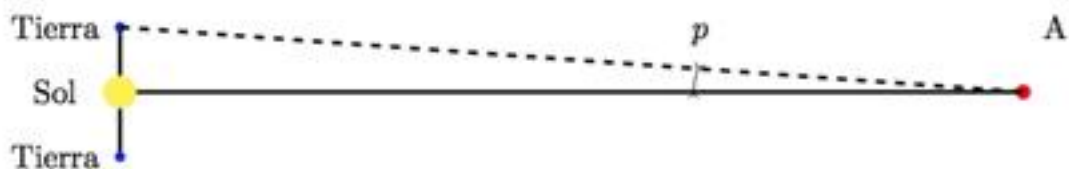
Figura 3: Representación esquemática del problema, sabiendo que la trigonometría nos da que:

$$\text{sen}(p) = \frac{d}{D}$$

Por tanto, una vez medido el ángulo de paralaje p y conocida la distancia de la Tierra al Sol d

$$D = \frac{d}{\text{sen}(p)}$$

Podemos calcular la distancia D a la estrella A si conocemos el ángulo de paralaje p y la distancia d entre la Tierra y el Sol.



**Figura 4: El ángulo del paralaje es muy pequeño
Contra el heliocentrismo**

Un hecho como este, que hoy se nos antoja fácilmente comprensible, no ha estado tan claro a lo largo de la historia. De hecho, tras publicar Copérnico su modelo heliocéntrico en el siglo XVI, muchos de los detractores de este modelo (que no fueron pocos) usaron la **imposibilidad para medir el paralaje como un argumento en contra del heliocentrismo**.

Dicho argumento era sencillo: si la Tierra gira alrededor del Sol, se produce el fenómeno del paralaje y por tanto deberíamos ser capaces de medir un paralaje distinto de cero. Por el contrario, como todos los ángulos de paralaje medidos eran nulos, parecía lógico pensar que era porque el fenómeno del paralaje no se producía, lo cual implica que la Tierra no gira alrededor del Sol.

Sin embargo, en el año 1838 el matemático Friedrich Bessel consiguió medir el primer paralaje distinto de cero para la estrella 61 Cygni en la constelación del cisne. El valor medido por Bessel fue de 313'6 miliarcosegundos o lo que es lo mismo, un ángulo muy, muy, muy pequeño e imposible de distinguir de cero hasta entonces. Con esta medición Bessel consiguió determinar que dicha estrella se encontraba a unos 10,4 años luz de la Tierra o equivalentemente a unos 98 billones (98 seguido de doce ceros) de kilómetros de nosotros. Vamos, que no estaba precisamente en el barrio de al lado.

El origen del pársec

Como aplicación del fenómeno del paralaje se puede definir el **pársec**, una unidad de distancia muy utilizada en mediciones estelares. El pársec se define como la distancia del Sol a un punto Q de modo que su ángulo de paralaje sea de 1 segundo (ver Figura 5). Esta distancia equivale aproximadamente a 3,26 años-luz.

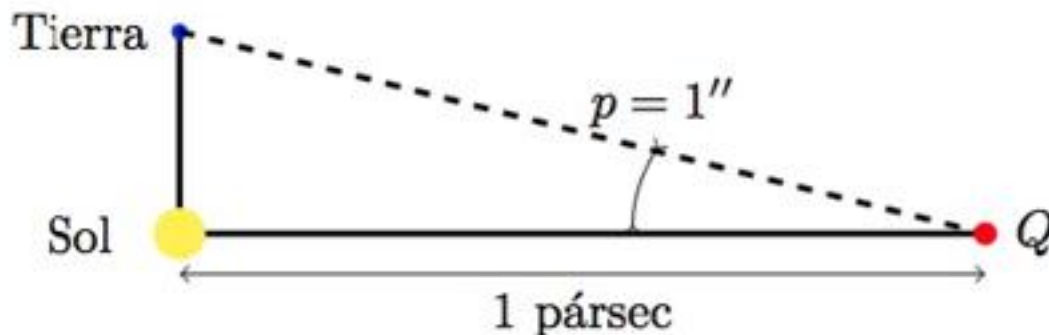


Figura 5: Definición del pársec

Cabe destacar que el pársec, una unidad de medida que se puede considerar matemáticamente difícil de definir, ha sido utilizada en múltiples novelas y películas de ciencia ficción.

Por mencionar un ejemplo, en la famosísima **saga del cine de ciencia ficción: «Star Wars»**, se hace referencia al pársec. Concretamente en el episodio IV de la saga: «Una nueva esperanza»; Han Solo afirma que el Halcón Milenario (la nave espacial en la que viajan los protagonistas y que se enfrentó a todo el Imperio Galáctico) «hizo la carrera Kessel en menos de doce parsecs». Al parecer, los guionistas no debían tener una idea clara de lo que era un pársec, ya que siendo una medida de distancia la utilizaron como una de tiempo.

Víctor M. Manero es profesor de la Universidad de Zaragoza y miembro de la comisión de divulgación de la Real Sociedad Matemática Española.

El ABCDARIO DE LAS MATEMÁTICAS es una sección que surge de la colaboración con la Comisión de Divulgación de la [Real Sociedad Matemática Española \(RSME\)](#)