

## ■ LA TRIGONOMETRÍA Y LA RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS

La palabra *trigonometría* significa “medida de triángulos”, pues sirve para calcular elementos desconocidos de estos.

Un triángulo queda determinado conociendo solo algunos de sus elementos. A partir de ellos, se puede obtener el valor de otros. Por ejemplo, conociendo un ángulo y los lados que lo forman, el triángulo queda determinado, es decir, se sabe inequívocamente cuál es. Con estos datos se calcula la longitud del tercer lado (elemento desconocido).

A este proceso se le llama *resolver* el triángulo, y la trigonometría aporta métodos para conseguirlo.

Muchas aplicaciones justifican el desarrollo de la trigonometría a través de la historia:

*Astronomía.* Cálculo del radio de la Tierra, distancia de la Tierra a la Luna, distancia de la Tierra al Sol, predicción de eclipses, confección de calendarios...

*Artillería.* ¿A qué distancia se encuentra un blanco al que se desea disparar con una catapulta o con un cañón?

*Cartografía.* Elaboración del mapa de un lugar del que se conocen algunas distancias y algunos ángulos.

*Construcciones.* Cómo construir un edificio para que cumpla ciertas exigencias de orientación. En qué dirección se excava un túnel para que salga, al otro lado de la montaña, en el lugar deseado.

*Navegación.* Construcción de cartas marinas en las que se detalle la ubicación de escollos, arrecifes...

## ■ ORIGEN

Las culturas babilonia, egipcia y griega antigua, manejaron aspectos prácticos relacionados con la trigonometría:

- Medida de ángulos en grados sexagesimales.
- Realización de algunas construcciones para las que se requería la triangulación como, por ejemplo, el túnel de Samos (siglo VI a.C.), que se taladró desde sus dos extremos. Esta obra supuso un alarde de precisión en aquella época.
- Orientación de templos de modo que un cierto día del año el Sol iluminara el santuario consagrado al dios.
- ...

Todos ellos fueron logros técnicos valiosos, pero anecdóticos, carentes de sistematización y, sobre todo, de una teoría matemática que los respaldase. Los conocimientos de astronomía de estas culturas se limitaron a aventuradas especulaciones sobre los astros y sus movimientos.

La búsqueda de precisión para prever eclipses y para construir calendarios eficientes les llevó a una sistematización de sus observaciones y al intento de una matematización de las mismas. Este proceso lo culmina **Hiparco** (siglo II a. C.) con la construcción de unas auténticas tablas trigonométricas, precursoras de la moderna trigonometría. Casi un siglo antes, **Eratóstenes** había obtenido, por métodos trigonométricos, el radio de la Tierra con notable precisión.

## ■ PTOLOMEO Y EL ALMAGESTO

En el siglo II d.C., el alejandrino **Ptolomeo**, con el fin de afrontar con precisión problemas astronómicos, construyó una minuciosa tabla trigonométrica desde  $0^\circ$  a  $180^\circ$  con incrementos de medio grado y explicó cómo utilizarla para resolver triángulos. Todo ello lo incluyó, junto con los conocimientos astronómicos de la época, en una obra que, siglos después, fue tan apreciada por los árabes que la llamaron *Al Magesto* (la gran colección). Con ese nombre, *Almagesto*, ha llegado a nosotros.



Ptolomeo

## ■ CULTURAS INDIA Y ÁRABE

Las tablas trigonométricas de Ptolomeo, así como las de Hiparco, describían lo que actualmente llamamos función *seno*. En los tratados de astronomía indios de los siglos V a VII, se exponen las funciones seno y coseno. Los árabes tomaron de la cultura india estas funciones, así como sus inversas, *cosecante* y *secante*, completaron sus características, describieron las funciones *tangente* y *cotangente* y demostraron varios teoremas de trigonometría plana y esférica. Utilizaron sus conocimientos trigonométricos en astronomía para medir el tiempo astronómico y para encontrar la dirección a La Meca, con vistas a sus oraciones diarias.

Construyeron tablas trigonométricas muy exactas y minuciosas (de minuto en minuto) y publicaron el primer tratado de trigonometría plana y esférica como ciencia matemática independiente (finales del siglo X).

## ■ OCCIDENTE LATINO

A través de los árabes españoles, la trigonometría se introdujo en el occidente latino a partir del siglo XIII.

Cabe destacar al francés **François Viète** (siglo XVI) que sistematizó y amplió los conocimientos trigonométricos de entonces con importantes teoremas que aplicó a la resolución de problemas aritméticos y geométricos. Pocos años después se inventaron los logaritmos. La espléndida ayuda que estos aportaron para aliviar los cálculos aritméticos supuso un enorme impulso al desarrollo posterior de la trigonometría y a sus aplicaciones a la astronomía.



François Viète

## ■ TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA

Un triángulo dibujado sobre una esfera mediante tres arcos de círculos máximos se llama **triángulo esférico**. Sus lados curvos se miden, al igual que sus ángulos, en unidades angulares.

En problemas astronómicos complejos se utilizan, fundamentalmente, triángulos esféricos. También estos pueden ser *resueltos* mediante métodos trigonométricos. La parte de la trigonometría que los trata se llama **trigonometría esférica**, notablemente más compleja que la plana, aunque, paradójicamente, por las necesidades de la astronomía, se desarrolló antes.

