ABC, 14 de Diciembre de 2020
CIENCIA - El ABCdario de las matemáticas
Pedro Alegría

Este observatorio de Puerto Rico combinaba las propiedades de las parábolas y las circunferencias

Una imagen nocturna del telescopio de Arecibo, derrumbado el pasado 1 de diciembre - NASA

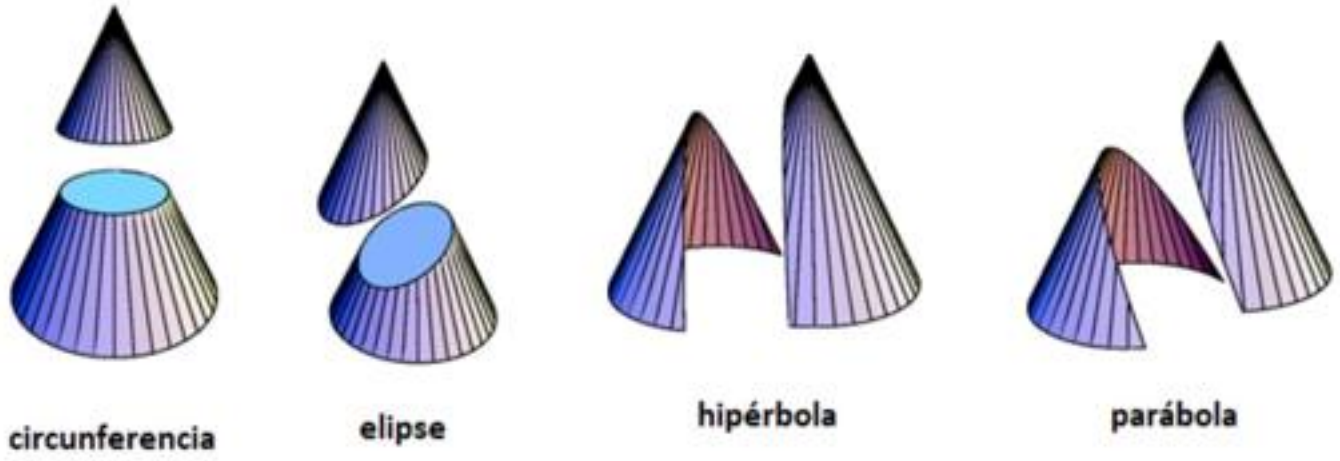
Como ha sucedido en numerosas ocasiones, importantes creaciones en matemáticas no tuvieron un origen que pronosticara su relevancia posterior. Uno de estos casos es el de las llamadas *cónicas*, en un principio **estudiadas casi por simple diversión, pero de tan variadas aplicaciones** en muchas ramas de la ciencia. Fue el geómetra y astrónomo griego **Apol onio de Perga**, en el siglo -3, el primero que las introdujo públicamente, escribiendo el más importante tratado antiguo sobre las secciones cónicas, aunque ya en el siglo anterior **Menecmo**, discípulo de Platón y tutor de Alejandro Magno, las había estudiado con detalle.

Lo que no es tan conocido es que el motivo que originó esta creación no fue precisamente el de explicar las órbitas de los planetas ni construir aparatos de radar, sino el de buscar soluciones sólo con regla y compás de los tres famosos problemas griegos que hoy sabemos irresolubles, como son el de la *duplicación del cubo*, *la trisección del ángulo* y la *cuadratura del círculo* .
Hoy en día, la propiedad menos importante de estas curvas, en vista de su utilidad para el mundo matemático, es precisamente que cierto par de parábolas permite la duplicación del cubo y cierta hipérbola permite trisecar un ángulo.

Durante muchos siglos, las cónicas fueron descartadas en los trabajos de los matemáticos hasta que volvieron súbitamente a la vida, **al comprobarse que el mundo que nos rodea está lleno de secciones cónicas** . En la elipse encontró **Johannes Kepler**, a principios del siglo 17, la respuesta al enigma del movimiento planetario, descubriendo que el planeta Marte (ahora sabemos que al igual que el resto de los planetas) obedece a órbitas elípticas y el sol está situado en uno de sus focos (de ahí el nombre dado a estos puntos). En base a este descubrimiento, **Isaac Newton** enunció años después la famosa ley de la gravitación universal; así el descubrimiento de Kepler se deduce como consecuencia matemática de dicha ley. También los satélites y los

cometas tienen órbitas elípticas, de mayor o menor excentricidad, lo cual es en cierto modo providencial, pues si se tratara de hipérbolas o parábolas, no volverían a repetir su ciclo. Así mismo,
Galileo Galilei
demostró que las trayectorias de los proyectiles son parabólicas.

Históricamente, las cónicas deben su nombre a su aparición mediante diferentes secciones de un cono circular recto, como se ilustra en las imágenes:

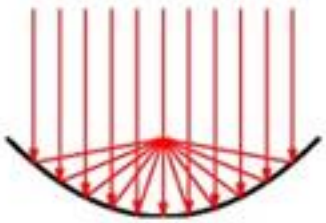


Muchas de las aplicaciones de las cónicas a la vida real se deben a sus propiedades reflexivas extendidas a modelos tridimensionales. Es bien conocida la utilidad de las parábolas en la **construcción de radares, antenas parabólicas y espejos**, pero no lo son tanto las propiedades acústicas de las cámaras de eco, construidas en salas de techo elipsoidal, como las bóvedas de ciertas estaciones de metro. En el caso de la hipérbola, sus propiedades reflexivas han sido ampliamente explotadas con el
sistema de navegación por radio LORAN
utilizado en la segunda guerra mundial, que permitía determinar la posición de un barco o avión a partir de la diferencia de recepción de las señales de radio procedentes de dos emisores sincronizados y distantes entre sí. Más recientemente, los

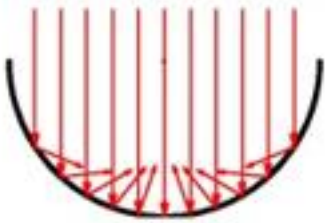
sistemas de localización por GPS
están basados también en propiedades de la hipérbola.

La propiedad reflexiva de la parábola tiene el inconveniente de que sólo es posible absorber rayos de luz paralelos que lleguen en una sola dirección, lo cual no permite fabricar telescopios de grandes proporciones. Sin embargo, una adecuada **combinación de las propiedades de las parábolas y de las circunferencias**
tiene ventajas prácticas como la posibilidad de fabricar telescopios con la antena construida sobre la propia superficie terrestre, aunando así una forma esférica con unas dimensiones monumentales.

A diferencia de las antenas convencionales, las características de estas antenas no permiten dirigirlas en diferentes direcciones, pero su forma esférica hace que ya no sea necesario. En su lugar, **una plataforma que está suspendida por cables se fija en el foco** de la parábola de la que la circunferencia es el círculo de curvatura y puede dirigirse a diferentes lugares del estanque para elegir una dirección de observación. Desde luego, no enfocará de forma tan precisa como un paraboloide, pero localmente se tendrá una aproximación bastante aceptable, como se muestra en las imágenes, y permitirá orientarla en cualquier dirección deseada.



En la parábola, todos los rayos que provienen de la misma dirección convergen en un punto.



En la circunferencia, los rayos no convergen pero actúan de la misma forma en cualquier dirección.

A nivel local, el círculo de curvatura de la parábola coincide con ella cerca del vértice.

En el Centro Astronómico y de Ionosfera Nacional en Arecibo, al norte de la isla de Puerto Rico, se instaló en 1960 el telescopio circular más grande jamás construido, conocido como radiotelescopio de Arecibo, con **una antena esférica de 305 metros de diámetro**, récord que perdió en 1975 cuando se construyó en la región rusa del Gran Cáucaso el
RATAN-600
, cuya antena tiene 576 metros de diámetro.

El radiotelescopio de Arecibo, tras su derrumbe - AFP

Una cadena de accidentes se fue sucediendo desde el 10 de agosto de 2020 —con la rotura de un cable auxiliar— hasta el 1 de diciembre, cuando otro cable se rompió **haciendo caer el propio telescopio sobre la antena inferior**
. En este video

se puede contemplar en directo la catástrofe
que ha ocasionado la pérdida de esta enorme y valiosa estructura.

Fotografia del radiotelescopio de Arecibo, antes de derrumbarse - Observatorio de Arecibo

Durante sus sesenta años de existencia, el estanque de Arecibo ha propiciado grandes descubrimientos y destacados logros científicos: por ejemplo, se logró determinar que el período de rotación de Mercurio es de 59 días. Además, la búsqueda de fuentes de señales regulares de radio **ha permitido a los astrofísicos descubrir los púlsares**, remanentes de gigantescas explosiones de estrellas, y sus planetas orbitales.

[Matemática Española (RSME)](), [Real Sociedad]()