

**DESCUBRIMIENTOS ANTIGUOS PARA LA CIENCIA MODERNA:
ARISTARCO DE SAMOS, ERATÓSTENES DE CIRENE Y HERÓN DE
ALEJANDRÍA.**

La Ciencia avanza en la Historia por un conjunto de procesos transformativos internos que cambian constantemente a partir de influencias sociales, políticas, religiosas, etc. De aquí que descubrimientos realizados en la época clásica fueran olvidados durante siglos por la Ciencia, estableciéndose otro tipo de explicaciones alternativas que, transcurrido el tiempo, se han demostrado falsas. El caso más sorprendente es el de los autores que nos ocupan.

Aristarco de Samos¹ fue el primer astrónomo que se planteó seriamente la posibilidad de que la Tierra girara alrededor del Sol². Hizo diversos cálculos en lo referente a la alineación Luna, Tierra, Sol, observando eclipses de Luna y haciendo las mediciones oportunas. Los resultados no fueron correctos, principalmente por dos causas:

- 1º Aristarco tomaba como unidad el diámetro terrestre, cuya medida presentaba una notable imprecisión en esta época.
- 2º Aristarco carecía de los medios adecuados de observación para una medición bastante complicada que consistía en saber cuándo la Luna presenta exactamente la mitad de su superficie iluminada por el Sol.

Desconocemos las razones fundamentales por las que Aristarco prefirió el sistema heliocéntrico al geocéntrico³. La obra en la que el astrónomo explicaba esto se ha perdido, por lo que sólo nos resta conjeturar al respecto, basándonos en el testimonio de Arquímedes principalmente.

El sistema heliocéntrico de Aristarco fue bastante célebre en la antigüedad, incluso en círculos no científicos, pero nadie lo tomó en serio. A los astrónomos les pareció una idea descabellada, y prácticamente ninguno se

1 310-230 a.C.

2 La teoría heliocéntrica no había sido defendida de forma cabal por ningún autor anterior a Aristarco. Filolao aseguraba que la Tierra gira alrededor de un fuego central, pero éste no se identificaba con el Sol. Heráclides Póntico tenía un sistema semi-heliocéntrico, según el cual los llamados planetas interiores (Mercurio y Venus) giraban alrededor del Sol, pero éste, junto con el resto del Universo, giraban en torno a la Tierra. Cf. J. BEAUJEU, *Historia General de las ciencias*, Barcelona, 1.988, p.p. 386-388.

3 Aunque según HULL, L. *Historia de la Filosofía de la Ciencia*, Ed. Ariel, Barcelona, 1.970, p. 101, se basaba "en una viva e imaginativa observación, y no en el prejuicio estético o moral".

DESCUBRIMIENTOS ANTIGUOS PARA LA CIENCIA MODERNA:

entretuvo en hacer una refutación minuciosa de los extremos que Aristarco afirmaba. El heliocentrismo parecía inadmisibile a los pensadores antiguos por varios motivos:

- 1° La observación visual del Sol y de las estrellas nos muestra diariamente, si contemplamos el cielo, que son los astros los que se mueven y no nosotros. Es un argumento trivial que no por ello deja de ser contundente.
- 2° De los relatos mitológicos parecía deducirse que la Tierra debía ocupar un lugar central en el Universo, y que las demás cosas que existían rotaban en torno a esta posición.
- 3° El Universo se compone de un elemento ligero denominado éter, que posee como cualidad básica la de poder estar ardiendo eternamente sin consumirse. La Tierra, sin embargo, se compone de elementos mucho más pesados (tierra, fuego, aire y agua), mezclados entre sí, que tenían que ocupar ese lugar en el "fondo" del Universo por necesidad. Los movimientos pertenecientes a cada ámbito corroboran esta teoría. La bóveda celeste se caracteriza por movimientos circulares y regulares, eternos, sin principio ni fin. Los movimientos de la esfera sublunar, en contraposición, son rectilíneos e irregulares, es decir, imperfectos. Era absurdo creer que la Tierra tan pesada se moviera, mientras los astros compuestos por éter, material máximamente liviano (algo así como fuego puro) se mantuvieran quietos.
- 4° Si la Tierra se moviera alrededor del Sol, la esfera de las estrellas fijas ofrecería deformaciones angulares conforme nuestro planeta avanzara por el espacio. Habría un sistemático cambio de perspectivas de las estrellas de una época a otra. En esto consistía el problema de los paralajes, que realmente no se pueden observar a simple vista por las enormes distancias espaciales. Este era el argumento más frecuente que se utilizaba contra el heliocentrismo.
- 5° La Tierra, al ser muy pesada y con diferentes masas de densidad, se fragmentaría en su movimiento intergaláctico. Ante un mismo empuje los elementos más pesados ofrecerían mayor resistencia que los elementos más ligeros, por lo que la Tierra acabaría desgranándose.
- 6° Si la Tierra se moviera, habría una serie de efectos secundarios que se deberían observar en cualquier lugar del planeta, como por ejemplo un permanente viento resultado de la aceleración o que los objetos lanzados desde una altura considerable no cayeran exactamente en la misma vertical,

puesto que la Tierra se habría desplazado durante el tiempo de caída. Las razones aducidas hicieron que la idea de Aristarco quedara ignorada durante varios siglos, hasta que en el siglo XVI, Copérnico, un monje polaco, la restituyera porque era el mejor método de explicar de forma simple el movimiento aparente de los astros, frente al complejísimo sistema geocéntrico de Ptolomeo⁴.

Eratóstenes de Cirene⁵ fue durante la mayor parte de su vida director de la biblioteca de Alejandría. En el ambiente cultural en el que se desarrolló, aprendió que muchos sabios consideraban que la Tierra era esférica por diversos motivos: establecer una analogía de la Tierra con el Sol y la Luna, la evidencia de los eclipses lunares que demuestran que la sombra de la Tierra proyectada sobre la Luna es circular y la aparición de las naves en el horizonte, donde se aprecia primero el mástil y posteriormente el resto del barco, como si se transitara a través de una esfera.

Partiendo de esta base, el gran logro de Eratóstenes fue medir la circunferencia de la Tierra a partir de un sistema teórico deducido por él mismo. Eratóstenes sabía que en el solsticio de verano el Sol, al mediodía, iluminaba el agua de un profundo pozo en Siena (actual Asuán, Egipto), ciudad situada prácticamente en el mismo meridiano que Alejandría y además próxima al trópico de Cáncer. La distancia entre ambos lugares había sido medida por los agrimensores egipcios, calculándola en unos cinco mil estadios. A la misma hora y en el mismo día que en Siena los rayos del Sol caían perpendiculares, Eratóstenes midió la inclinación de los rayos solares en Alejandría, obteniendo el ángulo de desviación y consiguiendo de esta manera una fracción de la circunferencia terrestre. Para hallar la distancia total de la esfera, bastaba prolongar el arco obtenido hasta 360°, y hacer después una transposición a estadios.

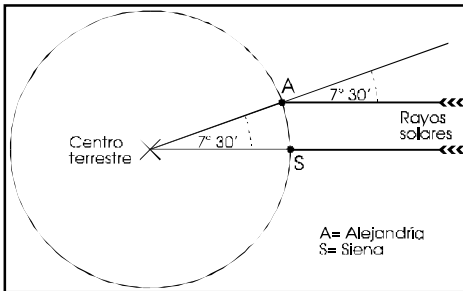
El arco entre Alejandría y Siena es 7° 30', que equivale a 1/48 de 360°. Eratóstenes consiguió el resultado final multiplicando 5.000 estadios (que son equivalentes a 7° 30' de la esfera terrestre) por 48, dando un resultado total de 250.000 estadios, aunque la mayoría de los autores antiguos recogen 252.000 estadios, cifra que se aproxima aún más a las actuales mediciones de la

4 Cf. NESTLE, *Historia del Espiritu griego*, Ed. Ariel, Barcelona, 1.981, p. 282: "Copérnico no cita más que a los pitagóricos Hicetas, Efantos y Filolao como precursores de su doctrina del movimiento de la Tierra alrededor del Sol; pero el borrador manuscrito del propio Copérnico prueba que el sabio polaco conocía el desarrollo definitivo del sistema por Aristarco".

5 284-192 a.C.

DESCUBRIMIENTOS ANTIGUOS PARA LA CIENCIA MODERNA:

circunferencia terrestre.

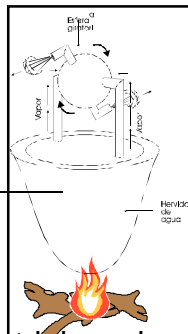


Los historiadores de la Ciencia dan por supuesto que los estadios a los que se refería Eratóstenes eran estadios alejandrinos (157,5 metros por estadio) diferentes de los estadios áticos (177,6 m.) y de los estadios olímpicos (192 m.). El resultado final fue 39.690 kms., lo que da un sorprendente error de sólo 385 kms., puesto que la circunferencia real de la Tierra es de 40.075 kms. Aunque los cálculos de Eratóstenes tenían algunas deficiencias basadas en las inexactas técnicas empleadas (Siena y Alejandría no están exactamente en el mismo meridiano, la distancia entre las dos ciudades no es de 5.000 estadios, sino de 5.346 estadios y Siena no está situada exactamente en el trópico de cáncer), los errores entre excesos y defectos se compensaban, dando la cifra tan aproximada que antes hemos señalado.

La esfericidad de la Tierra fue criticada posteriormente y abandonada por los autores cristianos. S. Agustín, por ejemplo, en el 3^{er}. volumen de *Divinae Institutiones*, titulado "Sobre la falsa sabiduría de los filósofos", expone sus argumentos, totalmente ingenuos, sobre la imposibilidad de que la Tierra fuera redonda: en las antípodas la gente no podría caminar con los pies encima de la cabeza ni es concebible que pueda llover hacia arriba.

Herón de Alejandría⁶ desarrolló varios aspectos científicos, pero el que más nos interesa es la turbina de vapor que consiguió fabricar. Herón tuvo la idea de hacer pasar vapor a través de unos tubos huecos, que se unían con una esfera, hueca también, con dos brazos de salida, los cuales hacían que la esfera girara continuamente por la fuerza del vapor en movimiento. Es el primer aparato conocido capaz de transformar energía térmica en energía mecánica y su único fin fue recrear a espectadores ocasionales con este artefacto.

Herón era descubrimientos no fueron aplicaciones prácticas, socio-culturales en las que Los sistemas



ingeniero y sus tomados en cuenta para debido a las circunstancias se vio inmerso, puesto que: económico-sociales de la

6 "Floruit" en el siglo I d.C.

Thamyris 3, 1998

época, que poseían una abundante mano de obra proveniente de los esclavos, podían funcionar perfectamente sin necesidad de recurrir a nuevas técnicas inciertas y costosas.

En esta época era bastante deficiente el conocimiento de las técnicas para trabajar a gran escala el hierro y los metales en general, tal y como exigen las aplicaciones prácticas de este tipo de energía⁷.

Si un poco de azar se hubiera unido al talento de Herón, podemos imaginar cuán diferente podría haber sido la historia de la humanidad al descubrir la máquina de vapor y hallarle aplicaciones prácticas, adelantando en varios siglos uno de los pilares fundamentales que posteriormente originó en Europa la Revolución Industrial.

Los descubrimientos que hemos expuesto quedaron olvidados en la historia, y sólo muchos siglos después fueron redescubiertos por los grandes científicos de nuestra civilización. La humanidad retomó los grandes triunfos de los filósofos alejandrinos, actualizándolos y confirmándolos con las modernas técnicas de medición. Esto nos da una idea del alto nivel que alcanzó la ciencia helenística y de lo meritorio de sus logros teóricos, en una época en la que el desarrollo de medios técnicos e instrumentales era aún demasiado rudimentario.

JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ TARIFA.

7 Cf. L. Hull, o.c. 121.