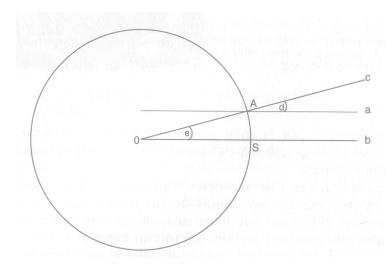
GUIA N° 7

2.8.5. Eratóstenes determina la circunferencia de la Tierra

La obra geométrica de ARQUIMEDES fue completada por APOLONIO DE PERGA (se destacó hacia el año 200 a. de C.). Este desarrolló la teoría de las secciones cónicas; introdujo los términos aun hoy en uso –elipse, parábola, hipérbola– en forma tan completa y tan bien sistematizada, que solamente en nuestros tiempos fue posible agregarle algo. Contemporáneo de ARQUIMEDES, ERATOSTENES DE CIRENE (276-194), bibliotecario del Museo de Alejandría y geógrafo eminente, calculó la circunferencia de la Tierra y obtuvo 250.000 estadios egipcios, cifra sorprendentemente cercana a su valor real de 40.000 kilómetros. Rompió con la vieja hipótesis griega de que solamente un hemisferio es habitable y admitió la posibilidad de los antípodas. Además, ERATOSTENES adivinó la existencia de un continente en el Atlántico y fue, tal vez, quien inspiró la profecía de SENECA sobre el descubrimiento del Nuevo Mundo.



Cálculo efectuado por ERATOSTENES para determinar la circunferencia de la Tierra. Su razonamiento aproximadamente éste: 1) Los puntos A y S corresponden a las ciudades de Alejandría y Syene, respectivamente; 2) Una estaca clavada verticalmente en S, en el solsticio de verano, no arroja sombra al mediodía (las rectas a y b representan los rayos solares, que Eratóstenes estima paralelos); 3) En Alejandría, en cambio, una estaca semejante, el mismo día y hora, arroja sombra: se desvía 7,2 grados de la luz solar (en otras palabras, mientras la

estaca en S es paralela al rayo solar b, la estaca en A está desviada 7,2 grados del rayo solar a; 4) Ahora bien, el ángulo d, producido entre la estaca en A y el rayo a, es igual al ángulo e. Pues son ambos ángulos correspondientes (ángulos formados por la intersección de la recta c y las paralelas a y b); 5) De modo que el ángulo e también vale 7,2 grados. Y en tal caso la distancia entre A (Alejandría) y S (Syene) es 7,2 grados del total de 360 grados del perímetro terrestre; 6) Como 7,2 equivale a la cincuentava parte de 360, sólo falta multiplicar la distancia entre Alejandría y Syene por 50 para obtener el valor del perímetro buscado: 5.000 x 50 = 250.000 estadios. Si –como se cree– la medición fue hecha en estadios griegos (157 1/2 metros) y no en estadios egipcios (185 metros), entonces la estimación de ERATOSTENES (39.375 kms.) es extraordinariamente semejante a las mediciones actuales (40.031 kms.).

2.8.6. Aristarco, el Copérnico de la Antigüedad

Mucho más radical que ERATOSTENES en el rechazo de las doctrinas heredadas fue ARISTARCO DE SAMOS (310-230), el Copérnico de la Antigüedad, que anticipó en dieciocho siglos la idea cardinal de la doctrina heliocéntrica. Pensador de la época de ARISTOTELES, profundizando la hipótesis de HERACLITO DEL PONTO, que había admitido que Marte y Venus giran en torno del Sol, y creía que éste juntamente con los otros planetas gira en torno a la Tierra, ARISTARCO tuvo el valor de propugnar la hipótesis según la cual todos los planetas, incluso el nuestro, describirían círculos en torno al Sol. Su lúcida visión, que invirtió las apariencias, movió la Tierra e hizo retroceder las estrellas hacia un infinito inconcebible, sólo encontró fría acogida entre filósofos y astrónomos. Extraña a las ideas corrientes y menos dotadas de soportes matemáticos que los sistemas geocéntricos, la doctrina de ARISTARCO cayó en el olvido.

2.8.7. El innovador de la ciencia del cielo: Hiparco

Si bien los alejandrinos se adhirieron a la tesis geofixista, no adoptaron la posición central de la Tierra y reconocieron las deficiencias del mecanismo impuesto por EUDOXO a los movimientos celestes. En efecto, la manifiesta variación del brillo de algunos planetas sugirió la suposición de una variación en sus distancias con respecto a la Tierra, y la desigualdad de las estaciones convirtió en inverosímil una trayectoria circular del Sol con nuestro planeta en el centro. Evidentemente todos estos hechos eran incompatibles con el sistema eudoxiano de las esferas homocéntricas y determinaron a HIPARCO DE NICEA (de mediados del siglo II a. de C.) a hacer recorrer a las dos grandes luminarias, el Sol y la Luna, círculos excéntricos en torno a la Tierra. Dio cuenta así, por un tan simple proceder, de la desigual duración de las estaciones y de las variables distancias que separan de nosotros a estos cuerpos celestes, fenómenos intraducibles en el sistema de EUDOXO. HIPARCO calculó el mes lunar medio en 29 días 12 horas y 44 minutos con 2,5 segundos, resultado que difiere en menos de 1 segundo del aceptado actualmente.

HIPARCO es el más grande astrónomo de la Antigüedad y uno de los mejores observadores del cielo que la historia conoce. Descubrió la precesión de los equinoccios, es decir, del desplazamiento de los puntos equinocciales –puntos comunes a la eclíptica y al ecuador celeste– a lo largo de la eclíptica. Para esto desarrolló un procedimiento ideado por ARISTARCO, midió la distancia y tamaño de la Luna. También HIPARCO determinó la posición y el brillo relativo de casi mil estrellas, creando el primer catálogo estelar. Su escala de los brillos aparentes, que distingue seis magnitudes, está en la base de la actual

clasificación fotométrica de las estrellas. Inventor de la trigonometría esférica que aumentó la potencia del cálculo, renovó la matemática, herramienta de la astronomía, a la que dotó, por otra parte, de nuevos instrumentos. Conocedor de la distancia y de los movimientos de la Luna y en posesión de una teoría mejor que la de sus predecesores acerca de la órbita solar, HIPARCO pudo satisfacer la principal exigencia práctica de la astronomía antigua: la predicción de eclipses, problema para el cual los griegos, antes de HIPARCO, no tenían mejor método a su disposición que el saros de los babilonios.

En una palabra, su obra –comparable a la de COPERNICO transformó todo el sistema de la astronomía. Se comprende el entusiasmo de PLINIO, quien, refiriéndose, casi dos siglos más tarde, a las teorías solares y lunares del gran nicense, escribe: "Hiparco predijo para 600 años el curso de los dos astros; el tiempo transcurrido ha testimoniado que no lo hubiera hecho mejor si hubiese tomado parte en la decisión de los dioses".

2.8.8. Ptolomeo, sistematizador de la astronomía de la Antigüedad

Salvo un opúsculo juvenil, los escritos de HIPARCO se perdieron; mas, felizmente, su contenido esencial fue salvado del olvido por CLAUDIO PTOLOMEO, que vivió hacia el año 150 después de Cristo, en Alejandría. enriqueció la preciosa herencia con aportes propios; completó y sistematizó las ideas de su ilustre predecesor, dándoles la forma acorde de un cuerpo de doctrina -cuyo prestigio debía durar catorce siglos- e hizo del nombre de PTOLOMEO un símbolo de la astronómica de los antiguos. La base del sistema tolomeico del mundo no difiere mucho de la cosmología adoptada por HIPARCO: absoluta de la Tierra en el centro del universo, esférico y finito; pequeñez de nuestro globo, considerado en relación al cosmos; rotación diurna en torno de la Tierra del conjunto del cielo



Ptolomeo, cuyo nombre se convirtió en símbolo de la astronomía antigua, escribió numerosos libros, entre ellos una Geografia muy considerada durante toda la Edad Media.

de Este a Oeste, y trayectoria de los astros resultante de combinaciones de movimientos uniformes y circulares. Más, si bien los principios generales son los mismos que en la astronomía del maestro, su adepto creó una doctrina completa sobre los planetas, cosa que HIPARCO apenas esbozó.

Adaptando a sus fines un descubrimiento geométrico de APOLONIO DE PERGA, PTOLOMEO hizo recorrer a los planetas, con velocidad constante, un círculo llamado epiciclo, cuyo centro se desplazaba en torno de la Tierra sobre la circunferencia de otro círculo, el "deferente"; el centro de éste, sin embargo, no coincide con el de la Tierra. Los planetas interiores –Mercurio y Venus– emplean un lapso igual al que hoy llamarnos su revolución sinódica para realizar una vez el giro de su epiciclo, cuyo centro tarda un año para recorrer el deferente; por el contrario, los planetas exteriores –Marte, Júpiter, Saturno– se mueven sobre sus epiciclos en un año, mientras el centro del epiciclo describe el deferente en un tiempo igual a la revolución sideral del planeta. Estos períodos están elegidos de modo que explican por qué los planetas inferiores acompañan siempre al Sol, sin poder apartarse de éste más allá de una distancia angular determinada, en tanto que los planetas superiores pueden recorrer todo el cielo.



4 de 5

La teoría de los epiciclos dio buena cuenta de las posiciones estacionarias y retrogradaciones de los planetas: éstos se mueven en general de Oeste a Este sobre el firmamento; sin embargo, de tiempo en tiempo parecen detenerse para recorrer una breve distancia en sentido inverso antes de volver a tornar su dirección normal. La causa de esta anomalía, irritante enigma para los griegos, es el desplazamiento orbital de la Tierra en torno del Sol, desplazamiento que se superpone al movimiento real de cada planeta y engendra, en la órbita aparente del planeta, la apariencia de las estaciones y retrogradaciones. Ahora bien, en tanto que el planeta se desplaza sobre una parte de su epiciclo, su velocidad se agrega a la de su centro, en tanto que está restada cuando el planeta recorre otra parte de su trayectoria. Basta, pues, asignar velocidad conveniente al astro sobre su epiciclo para reproducir las anomalías evidenciadas por la observación.

PTOLOMEO expuso su doctrina en los trece libros de su Gran composición matemática, que recibió de los traductores árabes el título consagrado de Almagesto. Ningún escrito astronómico de la Antigüedad tuvo éxito comparable a la obra de PTOLOMEO, cuyos principios permanecieron indiscutidos hasta el Renacimiento. La nombradía de PTOLOMEO fue tan grande durante la Edad Media, que el rey persa COSROES (siglo vil), vencedor del emperador bizantino HERACLIO, impuso como una de las condiciones de paz el envío de un ejemplar del Alma-gesto. Síntesis del saber astronómico de los griegos, el Almagesto señala la culminación y el fin de la astronomía antigua, de la que PTOLOMEO es el último gran representante.

Agreguemos, además, que los méritos de PTOLOMEO no están limitados a la ciencia del cielo: fue con ERATOSTENES y ESTRABON (63 a. de C. -24 d. de C.), uno de los eminentes geógrafos de la Antigüedad. Para representar la superficie esférica del globo sobre una superficie plana, creó un sistema de proyecciones: los paralelos son círculos con el centro en el Polo Norte; los meridianos, líneas rectas que convergen en el Polo. La imagen que PTOLOMEO forjaba de tierras lejanas es, sin duda, fantástica, mientras que la descripción de la cuenca del Mediterráneo revela la exactitud, notable para la época, de sus fuentes, que son mapas militares del Imperio Romano.

Texto extraído de:

Papp, D. (1996). Historia de las Ciencias. Desde la antigüedad hasta nuestros días. Santiago: Editorial Andrés Bello. pp 59-65