

EL HOMBRE Y EL COSMOS

Por: FRANCISCO ANDRADE S.

*Artículo del Boletín de la
Sociedad Geográfica de Colombia
Número 63 - 64, Volumen XVII
Tercer y Cuarto Trimestres de 1959*

Pretender averiguar desde cuándo la humanidad tuvo idea de su verdadera posición con relación a los innumerables cuerpos que aparecen distribuí dos por toda la bóveda celeste, es asunto muy difícil. Desde el momento en que el hombre prehistórico apoyó sus pies sobre el endurecido suelo, dirigió su mirada hacia el horizonte que lo rodeaba y luego la elevó hacia la altura para recorrer la bóveda celeste tachonada de estrellas, su primer movimiento intelectual debió ser preguntarse ¿qué relación tengo con este escenario? Con su raciocinio fijó la primera piedra de la ciencia, usando el poderoso instrumento, la razón, que la Divina Providencia ponía en sus manos, y poco a poco, apoyado en la excelsa cualidad que le permitía apelar al uso de herramientas, fue ampliando sus conocimientos. Así llegó a formarse el concepto de que los cuerpos celestes giraban en torno de la tierra, y que ésta parecía ocupar el centro de todos los movimientos, dando origen al primer sistema astronómico geocéntrico. Imposible que pudieran surgir ideas diferentes a las producidas por la simple impresión visual.

La constante observación le hizo notar al hombre que no todos los cuerpos celestes tenían exactamente el mismo movimiento y que a través de la bóveda celeste había un eje de simetría, alrededor del cual todo giraba, y que penetraba en la superficie cóncava, en un punto llamado polo. Lo que más inquietaba a los hombres era saber en qué se apoyaba la tierra. Los hindúes, como lo más esforzado que conocían era el elefante, supusieron que la tierra estaba soportada por tres inmensos ejemplares de paquidermos, los cuales viajaban a su turno en una tortuga de tamaño proporcionado al esfuerzo que debía soportar, usada a manera de inmenso barco. La superficie de la tierra la suponían plana o ligeramente convexa, y su extensión muy grande. Los caldees creían que era hueca,

debido al aspecto convexo de la superficie del mar. Thales de Mileto, seis siglos antes de Cristo, suponía que la tierra era un inmenso disco que flotaba en un elemento húmedo, y en tiempo de Cristo, Séneca decía: "Este elemento húmedo que lleva la tierra como un navío, tal vez sea el océano, O un líquido más simple que el agua". Ya pues, trataba de asomar el éter.

Los griegos primero supusieron que la tierra era de forma cilíndrica, colocado este cilindro verticalmente; que la parte superior era la habitada, y la inferior estaba arraigada en el infinito. Posteriormente modificaron esta idea y pensaron que la tierra era una montaña, con raíces también en lo infinito. Como esta hipótesis hacía imposible el girar de los astros alrededor de la tierra, creyeron que el sol hacía su recorrido de doce horas, apagaba la luz y caminaba en reverso otras doce horas, para estar listo a encender y emprender un nuevo recorrido.

La observación del polo y del movimiento de las estrellas llevó a la determinación del plano meridiano, que es el círculo máximo que pasa por el polo y por el lugar de observación. Obtenido este plano con regular aproximación, pudo estudiarse la culminación del sol y las estrellas a su paso por él. Entonces se pudieron dar cuenta de la diferencia de velocidades entre las estrellas y el sol, cuya coincidencia se presenta cada 365 días y fracción, marcando en esta forma el período anual. Nuevas observaciones comprobaron que había otros cuerpos celestes que no obedecían a la misma ley: tales cuerpos eran la luna y los planetas del sistema solar, cuyos movimientos, que parecían dislocados, hicieron surgir infinidad de hipótesis, ya más científicas, no como las primeras, que eran bastante pueriles. Esta simplicidad original no quita que casi desde los primeros astrónomos haya habido algunos cuyas teorías eran precursoras de la moderna astronomía.

Los egipcios, según afirma Heródoto, tenían conocimientos desconcertantes desde una gran antigüedad, afirmación que hace un poco en broma, pero tal parece que sí sea evidente esa antigüedad. Y veamos por qué. Cuando Thales de Mileto (640 a 546 a. de C.) visitó a Egipto, midió la altura de la gran pirámide y conceptuó que su construcción databa de una gran antigüedad. El Abate Moreaux, en su obra titulada *La Ciencia Secreta de los Faraones* da los siguientes detalles: Esta pirámide tiene orientados por el meridiano verdadero dos de los cuatro lados de su base cuadrada. El meridiano que pasa por la pirámide es el ideal buscado como meridiano de referencia, pues en un hemisferio atraviesa más tierra firme que ninguno de los otros y va en él otros hemisferios, desde el estrecho de Bering hasta el Polo Sur, todo por el Océano Pacífico. Además, fundándose en los cálculos conocidos hasta el momento de la superficie terrestre, el punto en donde se halla la gran pirámide es un punto de simetría de esta área, es decir, es el centro del mundo; sería pues el meridiano ideal. La gran pirámide tiene además infinidad de referencias, a medida y a duración de períodos astronómicos.

¿Cómo pudieron los egipcios realizar esta obra si no tenían conocimientos muy completos de astronomía y de geografía? El análisis de estos fenómenos debió ser el fundamento que tuvo Aristóteles para decir: "Muchas naciones y civilizaciones han surgido y desaparecido, ya por catástrofes violentas y rápidas, ya por virtud de la lenta marcha del tiempo", y agrega: "Las artes y la filosofía probablemente han sido desarrolladas repetidamente hasta el máximo y se hundieron una y otra vez". (Aristóteles, *Metaph.* XII, 8, 21).

Como no se trata en este escrito de hacer una historia de la astronomía, sino una somera reseña dirigida principalmente a los aficionados y no a los profesionales, es decir, una especie de divulgación de estos conocimientos, vamos a citar algunos de los astrónomos que en las diversas épocas han contribuido al desarrollo de esta ciencia, cuyos estudios, apoyados unos en otros, han formado la maravillosa escala que ha llevado a la moderna astronomía.

Pudiera extenderse este estudio hasta caldeas, babilónicos y chinos, pero se haría demasiado largo; por esta razón nos concretamos a las escuelas griegas, que nos llevarán desde una bastante antigüedad, por medio de una continuada sucesión, hasta nuestros días.

Comenzaremos pues por Thales de Mileto, a quien ya hicimos relación anteriormente. Fue el fundador de la Escuela Jónica; sus teorías se pueden sintetizar así: las estrellas son de fuego, la luna recibe su luz del sol, y por esa razón es invisible en la conjunción. La tierra es el centro del universo y es de forma esférica. Tenía ya conocimiento de los planos fundamentales: Eclíptica y Ecuador, y según cuenta Herodoto, predijo el eclipse que puso fin a la guerra entre medos y lidias.

Filolao, en el siglo V a. de c., sostenía la teoría heliocéntrica. Llamaba a Zeus el Horno del Universo, que era el lugar en donde residía la actividad cósmica. Suponía que había una esfera de las estrellas fijas, en donde estaba el Olimpo, luego cinco planetas, la luna y la tierra. Su teoría no era propiamente heliocéntrica, pues suponía que el sol también giraba alrededor del fuego central. Además suponía que existía una casa que llamaba "Anti tierra" Con el objeto de completar el número 10, considerado como signo de perfección. Entre el Olimpo y el Horno del Universo moviáanse los cuerpos divinos. La tierra siempre miraba hacia el Olimpo y daba una revolución alrededor de Zeus en un día.

Pitágoras, en el siglo V antes de Cristo, quien fue el sucesor de Thales en la dirección de la Escuela Jónica, tenía idea del movimiento de la tierra. Este sabio fue el primero que hizo alusión al Zodíaco e inventó el gnomón o reloj de sol, e instaló uno en Lacedemonia, con el cual fijó aproximadamente las fechas de solsticios y equinoccios.

Platón (427?-347 a. de C.) era filósofo, pero en ese tiempo la filosofía abarcaba casi todas las ciencias, y al estudiar sus obras se ve que están profundamente impregnadas de teorías matemáticas. No en un sentido especulativo, sino simplemente porque en ellas sus raciocinios tenían los mejores fundamentos. Hizo fijar a la entrada de la Academia esta leyenda: "Nadie entre sin saber geometría". Era pues necesario, para poder ser admitido en la Academia, una buena preparación matemática. De allí salieron los que en el siglo IV realizaron la mayor parte de los descubrimientos que tanta trascendencia tuvieron para los estudios astronómicos. Para Platón la aritmética era una teoría semi-mítica del Número, y la geometría no la consideraba como especial para la medición de la tierra, sino como una disciplina de pura razón, una introducción a la mente de Dios. Plutarco habla de la indignación de Platón con Eudoxo y Arquitas, por haber realizado experimentos mecánicos, y decía: "Degradan y echan a perder lo más excelente de la geometría, al llevarla de lo incorpóreo e intelectual a lo sensible y aplicarla a la materia". Cuenta también Plutarco que cuando Platón ya estaba viejo "se arrepentía muchísimo de haber colocado la tierra en medio del universo, en un lugar no conveniente para ella"... "el puesto central es el más noble, debiendo reservarse a alguna otra cosa más digna".

Heráclides del Ponto, también del siglo IV a. de c., discípulo de Platón, consideraba a los astros como otros tantos mundos suspendidos en el espacio infinito, compuesto cada uno de un cuerpo sólido redondo, "una tierra", rodeada de su respectiva atmósfera. Pensaba que la luna estaba envuelta en neblinas visibles en forma de manchas, que los cometas eran nubes altísimas, iluminadas por el fuego superior, o sea del Olimpo pitagórico". Heráclides explica el movimiento diurno aparente del cielo como debido al movimiento de la tierra, muy diferente de lo que sostenía Filolao. Este, como ya vimos atrás, hacía girar la tierra alrededor del fuego central, mirando siempre al Olimpo, y Heráclides decía, afirmación hecha por primera vez, que el movimiento diurno de la tierra era alrededor de su eje, en sentido de occidente a oriente, dando una vuelta casi en un día. Este fue un firme paso en el avance de los estudios astronómicos. También dio otro paso, que es un verdadero antecedente de Copérnico. Sostuvo que Venus y Mercurio tenían como centro al sol, lo que erróneamente se ha atribuido a los egipcios, y suponía que la tierra era el centro de los planetas superiores; además habló también de los satélites, cuerpos que giraban alrededor de otros, que a su turno giraban alrededor del centro del universo.

Eudoxio vivió de 409 a 356 a. de C. Fue también discípulo de Platón, gran geómetra, y pensó resolver el problema cósmico imaginando una serie de esferas llamadas "homocéntricas". Se trasladó a Egipto y con un sacerdote de Heliópolis estudió los resultados de las observaciones astronómicas hechas por los egipcios, e ideó su sistema. La característica especial de su teoría consistía en la eliminación completa de todo movimiento de traslación, resolviéndolo todo por movimientos de rotación. Pero

como los movimientos de retrogradación de los planetas le complicaban el sistema, trató de resolverlo agregando esferas matrices, llegando hasta 27. Los movimientos en latitud de los planetas producidos por la oblicuidad del eje de la tierra, con relación a la eclíptica, y que es lo que produce los solsticios y los equinoccios, fue su mayor complicación. Calipo hizo algunas modificaciones a este sistema, agregando más esferas.

Aristóteles (382-322 a. de C.) fue también discípulo de Platón y preceptor de Alejandro el Grande. Adoptó los sistemas de Eudoxio, ampliados por Calipo. "Reunió los movimientos de las diversas esferas, para formar un sistema único, haciendo depender las esferas inferiores de las superiores, de modo de justificar su dinámica cósmica, según la cual la fuerza motora del universo debía estar colocada en la circunferencia y propagarse hacia el centro". Pero como según ese sistema, los movimientos de las esferas superiores se comunicaban a las inferiores, para aislarlos se vio obligado a inventar un sistema de *esferas compensadoras*, metidas entre las esferas de cada uno de los planetas.

El intrincado sistema aristotélico no podía tener larga vida y pronto fue sustituido por las nuevas ideas que surgieron cuando se advirtió la variabilidad del brillo de los planetas, especialmente de Marte y Venus. Tal fenómeno solamente podía depender de la variación de la distancia entre la tierra y los planetas, lo que era incompatible con el sistema de esferas concéntricas, relacionadas al centro de la tierra.

Las conquistas de Alejandro el Grande restablecieron el tráfico de ideas y conocimientos entre el Oriente, Egipto y Grecia, contacto que tres siglos antes había servido para la fundación de la Escuela Jónica. A este nuevo acercamiento se atribuye el progreso notable en el estudio de las matemáticas, cuando todos los otros ramos de la cultura griega andaban en plena decadencia.

Al liquidarse el gran imperio macedónico y distribuirse entre los generales de Alejandro las diversas provincias, el Egipto pasó a manos de la dinastía de los Tolomeos. Prácticamente a Alejandría se había trasladado, después de la muerte de Aristóteles, el centro de los estudios griegos. Allí se había fundado la célebre biblioteca y además un observatorio. Se elaboró un catálogo en el cual figuraban las posiciones de las principales estrellas. En esa misma época Euclides desarrolló su teoría de las coordenadas esféricas, por medio de las cuales relacionaba los astros a los planos fundamentales y en esta forma daba sus posiciones. Esta teoría fue aplicada para la construcción de relojes de sol, mejorando los que habían sido importados de Babilonia a Grecia. Este invento fue perfeccionado, y su uso se extendió hasta la Edad Media.

En Alejandría se desarrolló una nueva estirpe de astrónomas; vamos a referirnos a algunos de ellos.

Aristarco de Samos fue de los primeros egipcios helenizados, vivió alrededor de 290 a. de C. Sostuvo también teorías heliocéntricas, y refiere Plutarco que Creantes lo acusaba por "haber puesto en movimiento el hogar del universo": la tierra. El mundo científico griego no aceptaba el heliocentrismo, por no poder armonizado con los su puestos movimientos circulares de los cuerpos celestes, lo que era sostenido como inconcuso por los astrónomos griegos. Ellos consideraban el -circulo como la figura perfecta, y algunos escritores sostienen que la poca afición de Aristarco por la cicuta le impidió ser el Copérnico y el Galileo del mundo antiguo. Aristarco sostuvo que si las órbitas de los planetas fueran elípticas y el sol ocupara uno de los focos, la teoría heliocéntrica sería perfectamente aceptable. Es decir, se anticipó algunos siglos a Kepler.

Otro de los astrónomos de Alejandría fue Eratóstenes (276 a 195 a. de C.), quien fue astrónomo, matemático y el primer hombre que mereció justamente el título de geógrafo y además un magnífico atleta. Por esta polifásica actividad hizo que sus contemporáneos consideraran que con una amplitud tan grande no podía ser el primero en ninguna de esas actividades y lo llamaron *Beta*, o sea que nunca llegaría a ser *Alfa*. Además, por ser campeón en cinco deportes, lo llamaban *Pentalus*. Nació en Cirene en 276 a. de C. En el año 235 a. C. fue nombrado guarda de la Biblioteca de Alejandría por Tolomeo Euérgetes. Esta era la mejor biblioteca de la antigüedad, y era apenas una de las secciones del Instituto llamado Museo Real, primer centro científico del mundo de entonces. El edificio en donde funcionaba era de mármol y estaba localizado en una gran explanada, frente al palacio real. Estaba dotado de salas de lectura, salas para exposiciones y para conferencias, y una muy lujosa cámara de reposo. Tenía además departamentos especiales para alojar visitantes y lectores. Ampliada y enriquecida esta biblioteca por los Tolomeos, llegó a contener hasta 700.000 volúmenes, no libros como los actuales, sino largos rollos llamados papiros. El primer índice de catalogación fue puesto allí en uso.

De Eratóstenes dice también W. G. Lipsett, un literato aficionado a comentar los estudios astronómicos, en un artículo publicado en 1954, que este sabio fue el primero que estudió los fósiles y dio una recta interpretación a su significado. Eratóstenes, en sus actividades como geógrafo, elaboró un mapa del mundo entonces conocido, lógicamente deficiente, comparado con los actuales, pero una maravilla para su época. Figuraban las Islas Británicas, España, Africa bastante acertada. El Asia muy extendida hacia Oriente y en el extremo sureste figuran la India y el rio Ganges. Pero lo más valioso de su trabajo fue la Geografía que publicó junto con este mapa, en la cual usaba la nomenclatura de Paralelos y Meridianos, refiriéndose al Meridiano de Alejandría, al de las Columnas de Hércules y al río

Ganges, y hablaba también del paralelo de Alejandría. Algunos antiguos astrónomos estudiaron el movimiento en latitud o sea de norte a sur y viceversa, al que obedecen los solsticios y los equinoccios. Eratóstenes observó este fenómeno con mucha más precisión y dividió la tierra en sus diferentes zonas. Su trabajo más notable fue la medida de la circunferencia terrestre, la que logró hacer con una aproximación desconcertante, teniendo en cuenta lo burdos que eran los instrumentos usados en ese tiempo en las observaciones. Como es natural, en las referencias a todos estos documentos de gran antigüedad no hay un perfecto acuerdo en las citas que hacen los diversos intérpretes. Lipsett, por ejemplo, al hacer relación a las observaciones de Eratóstenes para la medida de la circunferencia terrestre, dice que la distancia zenital medida fue de $7^{\circ}1/5$ y Durant de $7^{\circ}1/2$ valores que dan una diferencia considerable en el cálculo. Yo creo que el verdadero es el de Lipsett, y el valor de 15, que no era posible obtener con los instrumentos de medir ángulos, entonces en uso, él lo obtuvo analíticamente por la relación entre la altura del gnomón y la longitud de la sombra, al momento de la observación. Eratóstenes usó como gnomón un alto obelisco que había en Alejandría.

En su tratado de Geografía a que nos referimos anteriormente, hay una referencia que lo hace aparecer como precursor de Toscanelli y de Colón. Esta referencia la trae Estrabón en su *Geografía*, que fue publicada el año 50 a. de c., como tomada de Eratóstenes, y dice así: "Si lo extenso del Océano Atlántico no fuera un obstáculo, podríamos ir fácilmente desde Iberia (España) a la India, siguiendo el mismo paralelo".

Hiparco fue otro de los egipcios helenizados, nacido el año 180 a. de C. en Nicea de Bitinia. Los diversos autores consultados lo califican como el mejor astrónomo de la antigüedad. Durant, en su obra *La Vida en Grecia*, dice: "Fue una fatalidad para la ciencia helénica el hecho de que el más grande de los astrónomos griegos atacase la teoría heliocéntrica con argumentos que parecían irrefutables antes de Copérnico". Una de las mayores contribuciones de Hiparco para el progreso de la astronomía fue el estudio sistemático y comparado entre las antiguas observaciones y las hechas por él, con el objeto de descubrir pequeñas variaciones que sólo pueden aparecer en largos períodos de tiempo. Fue también de gran interés su teoría de las excéntricas y de los epiciclos, con los cuales representaba los movimientos de la luna y el sol. Esta teoría, prolongada por Tolomeo, tuvo una vigencia de diecisiete siglos. El mayor mérito de Hiparco fue conseguir buenos resultados con los aparatos, que, como ya hemos dicho varias veces, eran tan deficientes, sobre todo los empleados para la medición del tiempo. Solamente se disponía de relojes de sol, de agua o de arena, muy rudimentarios. Mejoró notablemente, quizá por comparación con instrumentos babilónicos, el astrolabio y los cuadrantes, que eran los conocidos entonces. Formuló una tabla de senos, iniciando la ciencia trigonométrica. Determinó la duración del año solar, lunar y sidereal, tarea que posiblemente fue ayudada por: los

registros cuneiformes traídos por Alejandro de Babilonia. Dio al año solar una duración de 365 más $\frac{1}{4}$ de día, menos 4 minutos y 48 segundos, muy cercano al valor que se le da hoy en día, y además fijó la duración de las estaciones o sea los intervalos en que está dividido el año por los solsticios y los equinoccios.

A pesar de todos estos conocimientos y todas estas observaciones, llegó a la conclusión de que la teoría heliocéntrica no podía resistir el análisis matemático, salvo que se admitiese que la órbita de la tierra era elíptica, lo que, como ya vimos, repugnaba al espíritu griego. Es decir "Hiparco estuvo a un paso de Copérnico con sus excéntricas, con las que trataba de explicar las irregularidades aparentes de las velocidades orbitales del sol y de la luna, señalando que los centros de las órbitas solar y lunar estaban ligeramente desplazados del centro de la tierra". (Durant, *La Vida en Grecia*). Fue pues el que se acercó más con sus teorías a la verdad.

Viene una pausa en los estudios astronómicos, la que solamente vino a ser interrumpida en el siglo II después de Cristo, con los trabajos de Claudio Tolomeo, de los que nos ocuparemos más adelante. En este lapso Estrabón desarrolló sus trabajos geográficos, los que fueron de gran importancia. Nos referimos a él porque en su obra hace un enunciado interesante de las teorías sobre el universo, derivadas de Aristóteles y de la escuela de Alejandría, y que con muy pocas variaciones eran las de Claudio Tolomeo. Dice así Estrabón: "La física demuestra que el cielo y la tierra son de forma esférica. Que los cuerpos pesados son atraídos hacia el centro del mundo, que alrededor de este mismo punto y bajo la forma de una esfera concéntrica con el cielo, la tierra permanece inmóvil sobre su eje, el cual prolongándose, atraviesa el cielo por la mitad. El cielo está arrastrado por un movimiento giratorio, de Oriente a Occidente, alrededor de la tierra, movimiento que, comunicándose a las estrellas fijas, las arrastra con la misma velocidad del cielo. Que en este movimiento las estrellas fijas describen círculos paralelos, siendo los más importantes: el ecuador, los dos trópicos y los círculos árticos, y que los planetas siguen círculos oblicuos comprendidos en los límites del Zodíaco". Estas eran las ideas con relación al universo en el momento de iniciarse la Era Cristiana.

En esta época de gran florecimiento de la Filosofía y de la Literatura, la Astronomía pasó a segundo término. Casi lo único que hubo fue la reforma Juliana del calendario, hecha por el astrónomo egipcio Sosígenes. Posidonio tomó nuevas medidas de la tierra, pero sin mejorar en nada los valores dados por Eratóstenes. Entre los pocos que se preocupaban por los astros comenzó a tomar cuerpo la idea de que no todas las estrellas se hallaban sobre una esfera, sino que había algunas a más corta y otras a más larga distancia.

En el siglo II de la Era Cristiana desarrolló sus actividades en Alejandría Claudio Tolomeo. No hay noticia precisa de la fecha de su nacimiento. Se hizo muy notable por la elaboración de su obra, llamada el *Almagesto*, y que fue el texto fundamental de la astronomía durante toda la Edad Media. Su principal mérito consistía en haber resumido en él todos los estudios de la astronomía griega. El nombre del libro se deriva de una palabra griega que quiere decir "el más Grande". Fue traducido al latín por Boecio. El califa Al-Mamun de Bagdad lo hizo traducir al árabe en 827. En el año 1230 Federico II ordenó su traducción, en Nápoles, del árabe al latín. Pero la traducción completa y cuidadosa solamente se vino a hacer en Venecia el año de 1515. Delambre dice: "Toda la astronomía de los griegos está incluida en la síntesis matemática de Tolomeo". Es un tratado completo, dividido en trece libros. Tiene como base principal los estudios de Hiparco, quien como ya vimos, fue el mejor astrónomo de la antigüedad.

Tolomeo elaboró un catálogo de estrellas, incluyendo 1028, y según dicen los que lo conocieron, el catálogo es muy semejante al de Hiparco. La principal novedad de la teoría de Tolomeo se refiere a los movimientos de los planetas. Afirma que ellos se hallan mucho más cerca de la tierra que las estrellas fijas y a mayor distancia que la luna. Es decir, estaba muy encaminado a la verdad. Con él se clausuran las actividades de la astronomía griega.

El aporte romano a la astronomía fue casi nulo. Durante los catorce siglos transcurridos desde la publicación del *Almagesto* hasta la época de Copérnico, es decir un lapso dos veces mayor que el de Tales de Mileto a Tolomeo, no se hizo descubrimiento astronómico de importancia. Plinio, según dice Abetti en su *Historia de la Astronomía*, dedica el segundo libro de su *Historia Natural* a la astronomía, del que se deduce que no era astrónomo ni geómetra.

El más notable en esta época es Marciano Capella, quien tuvo la originalidad de sostener que la tierra no es el centro de todos los planetas, sino que Venus y Mercurio giran alrededor del sol. Beda, el venerable fraile benedictino, quien creo que es canonizado, es decir que es Santo, vivió en el siglo VIII. Nació en Wearmouth, Inglaterra. A los siete años entró al Monasterio de San Pablo y a los 30 años fue ordenado sacerdote. En la soledad de su celda se puso en íntimo contacto con los clásicos griegos y con los Padres de la Iglesia, haciéndose en esa forma poseedor de una vastísima ilustración. Habiendo llegado a conocimiento del Papa Sergio II la virtud y la ciencia de Beda, quiso llevarlo a Roma, pero él se resistió a abandonar su celda, pues como todos los verdaderos sabios, amaba la ciencia por la ciencia, y por el servicio que por medio de ella pudiera prestar a Dios, y no lo ilusionaba la gloria humana. Algunos afirman que Beda propuso la reforma del calendario, la que solamente vino a

realizarse a fines del siglo XVI por el Papa Gregorio XIII. También se atribuye a Beda el haber fijado con exactitud la fecha del nacimiento de Cristo, punto de partida para el cómputo de la Era Cristiana.

Beda era de una maravillosa laboriosidad; fue encargado de hacer la traducción del Evangelio de San Juan, del latín al inglés, ya cuando estaba agobiado, más por la enfermedad que por los años. Cierta día faltándole solamente algunos capítulos para terminar su trabajo y habiéndole sorprendido la noche, le rogó al amanuense que continuara algunas horas más la labor, pues consideraba urgente terminarla. Cuando el Venerable Beda dictó el último versículo, el amanuense le dijo: "Consunatumest"; Beda contestó: "Verdaderamente", y reclinando la cabeza sobre el espaldar de la silla, entregó suavemente su alma al Creador.

También en el siglo VIII, los árabes, una vez cimentadas sus conquistas territoriales, y puestos en contacto con los occidentales, pudieron desarrollar actividades culturales, principalmente en la ciencia astronómica. Quizá el más notable de sus astrónomos fue Albatenius, quien fundándose en las funciones trigonométricas, resolvió, por primera vez, un triángulo esférico, dados los lados adyacentes y el ángulo comprendido. Aunque los trabajos de los árabes no implicaban nuevos descubrimientos astronómicos, sin embargo adelantaron mucho con las compilaciones que hicieron de todos los trabajos anteriores. Introdujeron nuevos métodos matemáticos, y llevaron a cabo la invención de nuestro actual sistema de numeración, que simplificó notablemente los cálculos. Del idioma árabe hay nombres y palabras muy usados actualmente en los trabajos astronómicos, tales como: zenit, nadir, almicantarat. Nombres de las estrellas, como Aldebarán (en el Tauro), Beltegeuse (en Orión), Altair (en el Aguila) y muchos más.

En Bagdad hubo un centro de estudios astronómicos y se construyó un observatorio. En Toledo, España, se publicaron en 970 las Tablas Toledanas. En Samarcanda y en el Turquestán también se adelantaron estudios y se publicaron otras tablas, mejorando notablemente las Toledanas, con la innovación de aparecer las coordenadas calculadas no sólo en valores de arco (grados y minutos), sino en horas, minutos y segundos de tiempo.

En el siglo XIII Alfonso el Sabio revivió completamente todo el acervo cultural de España, y en cuanto a astronomía se refiere, reunió un grupo de cincuenta sabios dirigidos por él mismo y desarrollaron con gran impulso los estudios de esta ciencia. Trabajaron por más de cuatro años, y durante este tiempo elaboraron las Tablas Alfonsinas. De este tiempo es la conocida expresión de Alfonso el Sabio, a quien el grupo de colegas le explicaba el sistema aristotélico, modificado y ampliado por Tolomeo, en el cual figuraban las esferas compensadoras, las ecuanes, y los epiciclos, etc., complicaciones que

iban aumentando a medida que avanzaban las investigaciones. Una vez informado de todos estos detalles, Alfonso X manifestó a la Asamblea: "Señores, yo les aseguro que si el Creador me hubiera consultado, yo le habría aconsejado algo menos complicado".

El astrónomo más conocido en el principio del Renacimiento fue Jorge Purbach, nacido en 1423. Publicó un compendio de astronomía basado en el *Almagesto* y en los estudios de Sacobroso. Colaboró con Regiomontanus en la revisión de las Tablas Alfonsinas. Reunidos en Roma estos dos astrónomos, emprendieron conjuntamente la elaboración de un compendio de estos trabajos. Muerto Purbach, Regiomontanus lo terminó. En él se hace un estudio comparativo de las teorías de Aristóteles y Tolomeo.

En Padua se fundó una universidad en la cual se instituyeron de manera muy especial las cátedras de matemáticas y astronomía, A esa universidad concurrió, con el objeto de estudiar medicina, Pablo del Pozzo Toscanelli, en donde tuvo ocasión de relacionarse con Nicolo de Cusa, y posiblemente por influencias de éste, o por las naturales inclinaciones de Toscanelli, éste abandonó la medicina y se dedicó a los estudios de geografía, astronomía y demás ciencias matemáticas y naturales, llegando a ser uno de los primeros hombres de ciencia de su época.

En Florencia Toscanelli tuvo la idea de aprovechar, como un enorme reloj de sol, la cúpula de la iglesia de Santa María dei Fiori, practicando una perforación en la base de la linterna de la cúpula, la que se halla a una altura de noventa metros sobre el nivel del piso. Los rayos solares que cruzan por la nombrada perforación caen el día del solsticio de verano, precisamente al mediodía, sobre una placa incrustada por Toscanelli, en 1468, en el piso de la capilla de la Cruz. Con este ingenioso dispositivo logró precisar la hora del paso del sol por el punto Aries, y perfeccionó las Tablas Alfonsinas, que eran las que usaba, y pudo obtener en sus observaciones valores mucho más exactos. Hizo también interesantes estudios relacionados con los cometas, especialmente del cometa Halley. Estas observaciones de Toscanelli sirvieron de base para la fijación de la órbita y de la periodicidad de sus apariciones.

Son ampliamente conocidas las relaciones de Toscanelli con Colón y la influencia que tuvieron las ideas del primero en las grandes realizaciones del segundo.

Los estudios astronómicos han tenido, más o menos, los mismos períodos de la historia del mundo. Tuvieron su prehistoria, la cual quizá haya extendido sus ramificaciones hasta los viejos mayas de nuestro Continente americano. La Edad Antigua prácticamente principia en la Escuela jónica, fundada

por Thales de Mileto, y se extiende hasta Hiparco. La Edad Media se inicia con Tolomeo y termina con Toscanelli, Regiomontanus y toda la inmensa pléyade de los astrónomos del Renacimiento, cuyos estudios sirvieron de base a Copérnico para proyectar la construcción del puente, realizado posteriormente por Galileo, Kepler y Newton, que llevó a la humanidad a ponerla en contacto real con el Cosmos.

Nos queda solamente para completar este somero estudio referirnos a Copérnico, Galileo, Kepler y Newton, cuyos trabajos llevaron a la ciencia a fijar las leyes de la mecánica celeste, fundamento del portentoso desarrollo de la moderna astronomía.

La humanidad, que no deja pasar desapercibidas las fechas de los nacimientos de aquellos cuyos hechos la han anegado en sangre y en ruinas, muy poco se preocupa por sus verdaderos intereses y entrega al olvido a aquellos que con su trabajo intelectual la han llenado de gloria, aproximándola al Creador. Así de Copérnico se dice que nació el 19 de enero de 1472 o el 19 de febrero de 1473. El nacimiento de Colón lo hacen oscilar en un período de 20 años, y como ya vimos, solamente en el siglo VIII Beda fijó la fecha del nacimiento de Nuestro Señor Jesucristo; hay autores que aseguran que éste se hizo en el siglo VII. Este fenómeno es muy explicable, pues los valores intelectuales poco se preocupan de la gloria humana; por eso no van dejando jalones a lo largo de su carrera, ni inaugurando monumentos, ni pagando cronistas que pretendan eternizar su memoria.

Copérnico trabajó silenciosamente, y durante 39 años conservó inédita su obra. Solamente cuando los albores de la luz eterna llegaban a sus pupilas, a instancias de Nicolás Shonberg, Cardenal de Capua, y de Tideman Gypsio, Obispo de Culm, entregó a Rético los originales para que fueran publicados. Rético llevó a Nuremberg los manuscritos y allí se imprimieron bajo el cuidado de Juan Shoher y de Osiander, otro amigo de Copérnico. Osiander, como dicen algunos, se pasó de acucioso y escribió un preámbulo, que quienes lo conocen lo critican, pues está muy distante del verdadero espíritu de Copérnico.

En su obra sostiene Copérnico la esfericidad de la tierra, en concordancia con los más notables sabios de la antigüedad, y en su entusiasmo por la perfección de la esfera, dice: "Si se quisiera definir a Dios, podría decirse: 'Que es una esfera cuyo centro está en todas partes y cuya circunferencia en ninguno'." Esta definición también se atribuye a Pascal, quien, como se sabe, fue posterior a Copérnico.

En el capítulo tercero dice Copérnico: "La tierra no es plana como creían Empédocles y Anaximeno. Ni en forma de tambor, como se lo figuraba Leusipo. Ni en forma de barca como decía Heráclito, ni hueca como suponía Demócrito, ni cilíndrica como lo enseñaba Anaximandro, ni la sostienen raíces infinitas como pensaba Jenófanes, sino que posee una esfericidad absoluta, como se inclinan a creer los filósofos".

Dice en el capítulo quinto: "Todo cambio observado proviene del movimiento del objeto o del movimiento del observador, o del movimiento relativo de uno u otro, pues si entramos movimientos fueren iguales, no habría modo alguno de percibirlos. Observando el cielo, estando nosotros encima de la tierra, si la tierra tiene un movimiento, nos parecerá que el cielo se mueve en sentido contrario. Todo el cielo parece transportado de Oriente a Occidente en 24 horas. Dejemos al cielo en reposo y demos ese movimiento a la tierra, pero de Occidente a Oriente y resultarían las mismas apariencias".

Ya el concepto de la inmensidad de la esfera celeste estaba muy generalizado, y por lo tanto era perfectamente absurdo suponer que esa inmensidad diera un giro en 24 horas, y en cambio, si se supone que la tierra es la que gira, se llega claramente a una conclusión racional. Tampoco se pudiera suponer que ambas giraran, pues entonces no habría cambio alguno en la posición relativa, es decir, quedaría todo inmóvil en apariencia. Sería interminable tratar de transcribir todo el libro de Copérnico. Lo enunciado es suficiente para darse cuenta de los fundamentos de su teoría. Lógicamente la humanidad no estaba preparada para absorber todos esos raciocinios, que contrariaban de una manera tan total las ideas que durante tantos siglos le habían sugerido sus sentidos. A muy pocos habían llegado las profundas preocupaciones de los filósofos y de los astrónomos.

Hay una anécdota que pinta bastante bien esta situación: Algún filósofo griego paseaba con un amigo, una noche de plenilunio, a orillas del Helesponto, y al mirar la hermosura de la luna, el filósofo le dijo al amigo: "Esa hermosa luna es mucho más grande que el Helesponto", a lo cual replicó el amigo: "No digas absurdos, ¿no ves claramente que la luna no tiene más de un palmo, y el Helesponto se extiende por muchas millas?" Era pues perfectamente natural la reacción ante las teorías de Copérnico.

Thyco Brae, astrónomo danés, nacido en 1546, fue uno de los admiradores de las teorías de Copérnico, pero quizá por temor de la reacción que su enunciado produjera en el público, quiso armonizarlas con las teorías clásicas, dejando la tierra inmóvil y haciendo aparecer que los planetas menores giraban alrededor del sol, consiguiendo simplemente indisponerse con unos y con otros. A esta actitud se debió que Galileo no hubiera querido relacionarse con él, a pesar de saber que las mejores observaciones que hasta entonces se habían hecho eran las verificadas por Thyco, quien

dispuso para realizarlas del mejor observatorio de la época, y de los mejores instrumentos conocidos entonces.

Galileo, nacido en Pisa en 1564, fue quien recogió con más ardencia la herencia de Copérnico. Hay una circunstancia que considero importante hacer notar; vimos que Toscanelli fue médico; Copérnico se graduó en medicina en Cracovia, y en Italia también obtuvo el mismo título en la Universidad de Pavía. Galileo, por sugerencia de su padre, estudió medicina. La conexión entre estas dos ciencias es muy explicable, pues en ese tiempo se hallaba en pleno desarrollo la astrología, que no era ciencia ni nada que se le pareciera. Sin embargo, Toscanelli, por ejemplo, se veía precisado a hacer pronósticos y vaticinios, muchas veces a exigencias de las mismas autoridades. Seguramente Toscanelli se reiría interiormente de sus pronósticos.

Galileo inició sus actividades profesionales desempeñando cátedras en las universidades, primero en Pisa y posteriormente en Padua, explicando a sus discípulos la teoría de Tolomeo. En 1597 escribía a Kepler diciéndole que desde hacía muchos años se había convencido del sistema de Copérnico. Galileo continuó cada día más entusiasmado con sus estudios astronómicos. En 1604 se presentó el fenómeno de una estrella nueva, que de acuerdo con su clasificación fue llamada "Super Nova". Estas estrellas normalmente son de brillo relativamente débil, y de pronto, en el intervalo de pocas horas, como consecuencia de una verdadera explosión de la atmósfera gaseosa que la rodea, se vuelve luminosa, y al poco tiempo regresa a su brillo primitivo. La presencia de esos fenómenos se consideraba por los astrólogos como ligados a acontecimientos catastróficos en la tierra.

Vivamente entusiasmado Galileo con la presencia de la nueva estrella, usó para observarla un simplísimo telescopio consistente en un cortaplumas, el cual clavaba en el marco de su ventana, sirviéndole de punto de referencia para fijar la dirección la esquina del tejado de la casa vecina. El cortaplumas tenía una perforación en el extremo del mango, la que usaba a manera de ocular, y como objetivo la esquina del tejado en referencia. Este dispositivo le sirvió para saber si la Nova se movía entre las otras estrellas que la rodeaban. Estas estrellas nuevas sugieren la idea de que pudieran ser mundos habitados por alguna humanidad, cuyo adelanto científico la haya llevado al descubrimiento de la fuerza nuclear, cuyo uso, o abuso, la hubiera hecho volar en átomos.

Informado Galileo de que en Flandes se había inventado un anteojo, procuró, lo más pronto que le fue posible, adquirir uno de estos aparatos, e inmediatamente lo aplicó para observar las estrellas, dando uno de los pasos más importantes en el desarrollo de esa ciencia. Día a día, con la ayuda de su telescopio, fue mejorando los resultados de sus observaciones y confirmando las teorías de Copérnico.

Es muy conocido el desarrollo de la vida de Galileo; sus luchas y sus sufrimientos. Con la cooperación de Kepler y Newton se abrió una ancha vía para el progreso de los estudios astronómicos.

De ahí en adelante esta ciencia prodigiosa ha tomado tal impulso, que es imposible pretender exponer su desarrollo en una corta reseña. Todo lo anteriormente dicho es muy incompleto y muy diferente; puede servir de guía para el que quiera hacer un estudio mucho más a fondo. La bibliografía de esta ciencia es lo más rico y lo más completo que pueda desearse.

Terminaba la escritura de las líneas que acabo de trazar, cuando el mundo a las 21 h 02m 24s hora de Greenwich, del día 13 de septiembre de 1959, se conmovió profundamente al captar en sus radios la noticia de que el Lunik II acababa de estrellarse contra la luna, haciendo impacto en el Mar de la Tranquilidad, el cual se halla rodeado por el Mar de la Fecundidad; el Mar del Néctar; el Mar de los vapores; el Lago de la Putrefacción; el Mar de la Serenidad; y el Mar de las Crisis. Tal parece que a donde llegó el Lunik II haya sido a Colombia.

Ese Mar es una vasta extensión de un diámetro de 750 kilómetros, a la cual afloran más de 200 cráteres y se halla dominado al oeste por un acantilado de 25.000 metros de altura. Este hecho fue la culminación de la expectativa que tuvo suspenso a la humanidad durante 33 horas. Ansiedad muy justificada. Asistimos al nacimiento de las comunicaciones interplanetarias; se inició el entendimiento directo entre el hombre y el Cosmos. Parece que estamos llegando a la última etapa de este itinerario que hemos seguido tan a la ligera. El Lunik II era el noveno de los artefactos que los Estados Unidos y Rusia han enviado en persecución de esta meta. Se ha logrado recorrer los 384.436 kilómetros que nos separan de nuestro satélite.

Las características del Lunik II, de acuerdo con las publicaciones en las revistas, eran: Peso, 1.508 kilos; dotado de 400 instrumentos científicos, que tenían un peso de 339 kilos. La velocidad media a que anduvo se calcula en 40.320 kilómetros por hora. Los radios de que estaba equipado trabajaban en las siguientes frecuencias: 20.003, 19.997 y 19.993 megaciclos, y sus señales fueron escuchadas constantemente. Llevaba en una cápsula un dispositivo especial, que al estallar produjera una nube de sodio, que lo hiciera visible y pudiera ser fotografiado desde la tierra. Todo funcionó a la perfección y todo terminó al chocar el Lunik con el objetivo.

Ciego será el que no se dé cuenta de que estamos en uno de los vértices más salientes de la historia. La Divina Providencia ha sido muy generosa al permitirnos presenciar estos sucesos.

Lógicamente el mundo espiritual se ha conmovido y ha manifestado sus inquietudes y sobresaltos. Una importante revista mexicana llamada *Informaciones Exclusivas* trae el siguiente comentario, refiriéndose al poeta y gran escritor Robert Frost, de 85 años, cuatro veces laureado con el premio Pulitzer, y de quien se dice que su vida ha sido una constante sucesión de honores.

Interrogado por un amigo sobre su próximo libro, el cual llevará el título: *La Gran Duda*, manifestó:

Hemos penetrado en la pequeñez de las partículas y nos hemos lanzado a la inmensidad del espacio, pero no sin temor de que se pierda el espíritu".

Y más adelante agrega:

"La ciencia, al hacernos penetrar más y más en la materia, nos ha dejado a todos con esta grave duda, este temor de que podremos comprobar el espíritu. Ya lo dije en uno de los poemas incluido en el nuevo volumen: "El supremo mérito está en arriesgar el espíritu en comprobación".

Nosotros ya tenemos la experiencia: pasó la crisis de Copérnico y Galileo y salimos incólumes. No se extinguirá el faro eterno de la verdad y su potente luz sabrá llevarnos de la mano por los caminos del infinito, para superar con éxito esta nueva crisis.

BIBLIOGRAFIA

HERÓDOTO DE HALICARNASO, *Los nueve libros de historia*. Biblioteca Clásica, Madrid, 1912.

PLATÓN, *La República*. Biblioteca Clásica, 1912.

DIÓGENES LAERCIO, *Vida de los filósofos más ilustres*. Biblioteca Clásica, 1912.

ARRIANO, *Historia de las expediciones de Alejandro*. Biblioteca Clásica, Madrid, 1912.

PLUTARCO, *Vidas Paralelas*, Biblioteca Clásica, 1911, Madrid.

W. G. LIPSETT, *Eratóstenes*. "Science Digest", abril de 1954.

W. G. LIMA, *Cosmografía*. Barcelos, Bertaso & e, 1931. Livraria do Globo. Porto Alegre. Brasil.

CAMILO FLAMMARION, *Vida de Copérnico*, Editorial GLEM, Buenos Aires.

GIOGO ABETTI, *Historia de la astronomía*. Fondo de Cultura Económica Buenos Aires.

EDMUND J. WEBB, *Los nombres de las estrellas*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

G. R. CRONE, *Historia de los mapas*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

ENCICLOPEDIA BRITÁNICA. "History of Astronomy".

G. I. ANDRISSI, *La storia del cielo*. Roma.

JOSÉ COMÁS SOLA, *El cielo y la tierra*. Editorial Seguí, Barcelona