

El siglo XV es una época de renovación de la astronomía europea. La obra científica de los griegos, olvidada en occidente desde los albores de la Edad Media, comienza a ser redescubierta desde mediados del siglo XII, gracias a traducciones latinas de versiones árabes, al propio tiempo que se desarrolla el gusto por los escritos enciclopédicos de los filósofos antiguos. La Iglesia, hostil en un principio a este movimiento, abandona su temor gracias a la influencia de Alberto Magno y Tomás de Aquino, quienes impulsan la tendencia: muy pronto Aristóteles se convierte en aliado reconocido de los teólogos. Así comienza a imponerse entre los estudiosos europeos la obra de Claudio Tolomeo, cuyas teorías, fragmentadas y viciadas por traducciones de segunda mano, constituirán por mucho tiempo la base de la enseñanza de la astronomía. Tal el "*Tractatus de Sphaera*" de Johannes de Sacrobosco, muerto en París en 1256, bosquejo elemental que habrá de convertirse en el más conocido texto durante casi cuatro siglos.

Claudio Tolomeo, último gran astrónomo de la escuela de Alejandría, vivió en el siglo II de nuestra era y dejó a la posteridad en su obra principal, la "*Sintaxis*", más conocida con el nombre árabe de "*Almagesto*", el sistema cosmológico que lleva su nombre. En el universo de Tolomeo la Tierra está en reposo en el centro de los cielos; la esfera de las estrellas fijas gira alrededor de un eje, lo que causa el movimiento diurno; el Sol, la Luna y los planetas se desplazan según complicados mecanismos geométricos contruídos a base de epiciclos y diferenciales, círculos que constituyen las piezas fundamentales del sistema; la introducción del "punctum aequans", o ecuante, deja a salvo el principio del movimiento circular uniforme (figura 1). Se cree que Tolomeo y sus contemporáneos consideraron esta compleja construcción como un simple artificio de cálculo de las posiciones planetarias y no como el universo real. Es bien sabido que el rey Alfonso X de Castilla, quien seguramente dudaba de la veracidad física del sistema, dijo al respecto: "Si el Señor Omnipotente me hubiera consultado antes de la Creación, le habría recomendado algo más sencillo"¹. Las tablas tolemaicas, en todo caso, cuyos errores acu-

NOTA: El autor es Profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional y Director del Observatorio Astronómico.

¹ A. Koestler, "The Sleepwalkers", Penguin Books, 1959, pág. 72.

mulados eran manifiestos, necesitaban una revisión: un grupo de astrónomos toledanos elaboró hacia 1250, bajo la dirección del rey Alfonso, una serie de cálculos que culminaron en las celebradas Tablas Alfonsinas, que se utilizarían durante tres siglos.

Cuando el espíritu del Humanismo comienza a extenderse desde Italia hacia el norte de Europa, se produce paralelamente un abandono parcial de las teorías de Aristóteles y se adoptan los esquemas más dinámicos de Platón y los pitagóricos. La obra de Nicolás de Cusa (1401-1464), con sus ideas sobre la infinitud del universo y la naturaleza idéntica de los cuerpos celestes, es representativa de esta tendencia. La ciencia en general habrá de beneficiarse del nuevo espíritu; pero el avance de la astronomía solo será posible a través de un estudio completo del legado de los maestros de la escuela de Alejandría, en especial de la obra de Tolomeo. Georg Peurbach (1423-1461) en su "*Theoricae Novae Planetarum*" describe con claridad los mecanismos empleados en la "*Sintaxis*" y toma además de los árabes las esferas celestes sólidas y cristalinas. Johann Müller, o Johannes de Monte Regio, o simplemente Regiomontanus (1436-1476), alumno del anterior, a quien se debe el primer tratado sistemático de trigonometría, completa un texto comenzado por su maestro, "*Epitome in Ptolemaei Almagestum*", en donde el sistema geocéntrico se explica en todos sus detalles. Estos astrónomos, símbolo de la renovación de la disciplina en el siglo XV, no harán sin embargo contribuciones a la teoría planetaria.

De este modo, la cosmología de la época seguía prisionera de los dogmas escolásticos: geocentrismo, movimiento circular uniforme, división del mundo en dos regiones (sublunar y celeste). La ignorancia del principio de inercia y el divorcio entre la física y las matemáticas completaban el panorama. Mientras en Italia Fracastoro y Amici intentaban en vano revivir la teoría de las esferas sólidas para conciliar la realidad con el sistema de Tolomeo, un clérigo tímido y conservador iniciaría la revolución científica, destruyendo el dogma del geocentrismo y colocando la Tierra entre los planetas: Nicolás Copérnico.

Nació Copérnico en la ciudad polaca de Torun el 19 de febrero de 1473, en el seno de una familia rica e influyente. Era hijo de un conocido comerciante de Cracovia y de Bárbara Watzelrode, descendiente de magistrados. A los diez años perdió a su padre y su tío

materno, Lucas, canónigo de Wroclaw y más tarde obispo de Warmia, tomó a su cargo la viuda y sus hijos. A la edad de dieciocho años se inscribió en la Universidad de Cracovia, en donde recibió instrucción de Alberto de Brudzewo, quien había escrito un comentario sobre la obra de Peurbach y era considerado como la figura más importante de la astronomía en Cracovia.

En 1487 Bartolomé Dias había cruzado el cabo de Buena Esperanza camino hacia la India; a esta hazaña habría de seguir, en pocos años, el descubrimiento de América. La apertura de estas nuevas rutas hacia el Oriente constituía sin duda una amenaza para la prosperidad de Torun y de la Liga Hanseática. Quizá fue esta la razón por la cual, al quedar una canonjía vacante en la catedral de Frombork, el tío Lucas, queriendo asegurar a Nicolás una posición estable y duradera, le hizo llamar de Cracovia en 1495 y propuso su candidatura. Con todo, el sobrino no obtuvo el cargo sino dos años más tarde y el nombramiento fue confirmado solo en 1499. Mientras tanto el obispo Watzelrode le envió a Italia a continuar sus estudios; según la tradición, llevó consigo las "*Tabulae directionum*" de Regiomontanus, autor de las celebradas efemérides astronómicas que habían prestado en esos años servicios inapreciables a los intrépidos navegantes españoles y portugueses.

El 6 de enero de 1496 aparece inscrito el nombre de Copérnico en el registro de la Universidad de Bolonia. Allí, además de estudiar el griego y la filosofía, trabó conocimiento con Doménico María de Novara, astrónomo práctico de cierta categoría, cuyo ejemplo le indujo probablemente a observar el cielo: su primera observación registrada, una ocultación de Aldebarán, data del 9 de marzo de 1497². Las obligaciones de su cargo en Frombork le hicieron regresar en 1501, no sin antes haber estado en Roma en 1500, año del jubileo. El Capítulo de Warmia le concedió una nueva licencia por tres años que le permitió volver a Italia, esta vez a la reconocida Universidad de Padua, en donde siguió los cursos de medicina y derecho. En 1506, luego de graduarse en Derecho Canónico en la Universidad de Ferrara, abandonó definitivamente las tierras italianas después de una es-

² J. L. E. Dreyer, "A History of Astronomy from Thales to Kepler", New York, Dover, 1953, pág. 307.

tadía de cerca de diez años. Desde entonces vivió en el obispado de Warmia, primero en el castillo de Lidzbark, residencia de su tío Lucas; a la muerte de éste se trasladó a Frombork donde habría de permanecer, con algunas interrupciones, hasta el fin de sus días.

No cabe duda de que durante su paso por las universidades italianas adquirió Copérnico todos los conocimientos de su tiempo, de acuerdo con el ideal renacentista del "uomo universale". Es posible que el sistema heliocéntrico comenzara en ese entonces a tomar forma en su mente. Quizá conoció allí las ideas de Nicolás de Cusa sobre la inmensidad del universo; en Ferrara pudo haber encontrado a Celio Calcagnini (1479-1541) quien enseñaba el movimiento diurno de la Tierra. Nada sabemos con certeza. En su carta al papa Pablo III, que sirve de prefacio a "*De Revolutionibus*", dice haber guardado el secreto sobre su sistema no durante nueve años sino por cuatro veces nueve, lo que nos llevaría a la época de su regreso definitivo a Warmia.

En los tiempos de Lidzbark, o quizá más tarde, preparó y puso en circulación entre sus amigos un pequeño tratado, el "*Commentariolus*", en donde se resumían las principales características del nuevo sistema. Aunque los nombres de aquellos a quienes se envió el manuscrito permanecen en la oscuridad, es sabido que Copérnico gozaba de cierta notoriedad entre los estudiosos de su época y no se ignoraba el hecho de que había elaborado una teoría novedosa. Prueba de lo anterior, la invitación a participar en el Concilio de Letrán, en 1514, sobre la reforma del calendario, que declinó alegando la imposibilidad de realizarla a satisfacción mientras no se tuviera un conocimiento más preciso de los movimientos del Sol y la Luna. Posteriormente, en 1522, le fue solicitada su opinión sobre el tratado de Johann Werner, "*De motu octavae sphaera*"; su respuesta circuló en manuscrito: Tycho Brahe, quien poseía una copia, la menciona en una de sus obras³. Es probable que el "*Commentariolus*" fuera conocido en Roma, en donde Clemente VII se hizo exponer, en 1533, las bases del sistema copernicano. Tres años después el cardenal Schömberg, arzobispo de Capua y consejero de Pablo III, escribió al astrónomo exhortándole a publicar sus descubrimientos.

No obstante, Copérnico se negaba a sacar a la luz su obra. Como él mismo afirma en el prefacio a "*De Revolutionibus*", el temor a la

³ J. L. E. Dreyer, op. cit., pág. 309.

pública desaprobación y la convicción de que "debemos huir de las opiniones del todo contrarias a lo correcto" le hicieron dudar mucho tiempo sobre si publicaría sus investigaciones acerca del movimiento de la Tierra o si, por el contrario, "cedería al impulso de abandonar por completo la obra comenzada", temiendo el desprecio de que sería objeto por lo inaudito de su teoría. Todos sus amigos, entre ellos su muy querido Tiedemann Giese, obispo de Chelmno, y otras personas "en extremo sabias y eminentes" le incitaron a presentar sus trabajos ⁴.

En 1539 llegó a Frombork Joachim Rheticus, joven profesor de matemáticas y astronomía en la Universidad de Wittemberg, centro del saber protestante, quien habiendo oído hablar de la cosmología heliocéntrica deseaba informarse directamente acerca de los descubrimientos del anciano canónigo. Este le recibió con benevolencia y le dio a examinar el manuscrito de su obra maestra. Entusiasmado Rheticus, y seguramente de acuerdo con Giese, compuso un resumen detallado que fue publicado en Danzig en 1540. La "*Narratio prima*" tuvo una acogida favorable, lo que de seguro terminó por convencer a Copérnico. El precioso manuscrito fue remitido a Giese y posteriormente enviado a Rheticus quien lo hizo imprimir en Nuremberg. Según el mismo Giese, Copérnico recibió un ejemplar impreso el mismo día de su muerte, el 24 de mayo de 1543.

Desafortunadamente Rheticus, llamado a la cátedra de matemáticas de la Universidad de Leipzig, debió abandonar Nuremberg antes de finalizada la impresión, dejando la supervisión del trabajo en manos del teólogo luterano Andreas Osiander quien, si bien favorablemente dispuesto hacia la hipótesis heliocéntrica, creyó conveniente escribir un prólogo anónimo a "*De Revolutionibus*", con el objeto de aplacar por igual la ira de aristotélicos y teólogos. En dicho prólogo titulado "Al lector acerca de las hipótesis de esta obra", pretende que la ciencia y en especial la astronomía, tiene como único fin el "salvar los fenómenos". De suerte que no deben buscarse los movimientos reales de los planetas sino emitir hipótesis que permitan predecir con exactitud sus posiciones; estas hipótesis no necesitan ser verda-

⁴ Nicolás Copérnico, "Las Revoluciones de las Esferas Celestes". Libro Primero. Introducción y notas de Alejandro Koyré. Traducción de Jorge Fernández Chiti. Buenos Aires. Eudeba, 1965, pág. 40.

deras ni posibles. Parece comprobado que Copérnico conoció el prefacio de Osiander y según el testimonio de Rheticus se mostró algo más que irritado⁵. Por otra parte, su creencia en la realidad física del movimiento de la Tierra queda demostrada en los pasajes finales de la bellísima dedicatoria a Pablo III:

“...Si acaso existieran charlatanes, quienes, pese a ignorar toda la matemática, se permitieran juzgar acerca de ella basados en algún pasaje de las Escrituras, deformado especialmente para sus propósitos, y se atrevieran a criticar y atacar mis enseñanzas, no me preocuparé de ellos en absoluto, de modo que despreciaré su juicio como temerario. Nadie ignora que Lactancio, célebre escritor pero matemático deficiente, habla de la forma de la Tierra de manera tan pueril que ridiculiza a quienes declararon que ella tenía forma de esfera; de modo que los estudiosos no se asombrarán si aquéllos me pusieran en ridículo. La matemática se escribe para los matemáticos, quienes, si no me equivoco, pensarán que mi trabajo será útil también a la comunidad eclesiástica, cuyo principado ejerce ahora Vuestra Majestad...”⁶

En el libro primero de “*De Revolutionibus*” se da una ojeada general al nuevo sistema: comienza Copérnico afirmando que el mundo es esférico porque ésta es la figura más perfecta, la que posee mayor volumen y “a la cual conviene en sumo grado contener y abarcar todas las cosas”⁷. Ello puede verse en el Sol, la Luna y las estrellas, en las gotas de agua y otros líquidos. Para establecer la redondez de la Tierra se nos presenta luego una serie de argumentos conocidos desde la Antigüedad, tales como la variación de la posición del polo celeste con respecto al horizonte, al modificarse la latitud del observador, o el hecho de que haya estrellas en el hemisferio norte que parecen no ocultarse jamás mientras otras, al sur, no son visibles para el mismo observador.

Después de probar que la tierra y el agua forman una esfera, enuncia Copérnico la hipótesis fundamental acerca del movimiento de los cuerpos celestes: ya que la esfera es la figura más perfecta, es propio de ella el moverse circular y uniformemente, expresando así su

⁵ A. Koestler, op. cit., pág. 169 y siguientes.

⁶ “Las Revoluciones”, pág. 44.

⁷ “Las Revoluciones”, Libro I, cap. I, pág. 51.

forma; pero, por otra parte, los movimientos del Sol, la Luna y los planetas se presentan como variables en el tiempo; no obstante, es necesario admitir que son circulares o compuestos de muchos movimientos circulares, dado que las irregularidades se repiten periódicamente, lo que no sería posible si estos astros se desplazaran en órbitas distintas del círculo. Observamos que en la dinámica de Copérnico el movimiento circular uniforme de los cuerpos se efectúa en virtud de su forma geométrica, sin causa exterior, y no porque son celestes, eternos, o en virtud de su forma sustancial, como en la física precopernicana.

Pero, teniendo la Tierra una forma esférica, ¿se sigue de aquí que posee un movimiento circular? ¿Y qué lugar ocupa en el Universo? Preguntas que es necesario examinar pues sin su respuesta, dice Copérnico, sería imposible encontrar la razón de los movimientos aparentes de los astros. A pesar de que la mayoría de los autores admiten que la Tierra está en reposo en el centro del mundo, si se examina con algún detalle la cuestión, se verá que no está definitivamente resuelta. "En efecto, todo movimiento local que observamos es causado, bien por el movimiento mismo de la cosa observada, bien por el del observador, o bien por el movimiento dispar de ambos"⁸. Con respecto a la segunda pregunta, los movimientos irregulares de los planetas y el hecho de que aparezcan unas veces más próximos y otras más lejanos, llevan a la conclusión de que "el centro de la Tierra no es el centro de sus circuitos"⁹.

Se demuestra en seguida que la Tierra es infinitamente pequeña con respecto a la magnitud del cielo, lo que no implica en modo alguno una posición central estática en el centro del mundo. Al examinar los argumentos de los antiguos en favor de tal hipótesis, a los cuales opone Copérnico los suyos propios, recurre a la física aristotélica para hacer valer su punto de vista. Así, al preguntarse si la Tierra es el centro del universo o una de las estrellas erráticas dice que no es el centro de todos los movimientos circulares, lo que se prueba por los desplazamientos aparentes irregulares de los planetas y su distancia variable a la Tierra; por consiguiente deben existir varios centros y cabe interrogarse si el centro del mundo es el mismo

⁸ Libro I, cap. V, pág. 60.

⁹ Libro I, cap. V, pág. 62.

de la gravedad terrestre, a lo que responde: "Yo por mi parte, estimo que la gravedad no es otra cosa que una apetencia natural, infundida en las partes por la divina providencia del creador de todas las cosas, de modo que se reúna en su unidad e integridad para tomar la forma esférica"¹⁰. No se trata aquí de la gravitación universal sino de una tendencia a alcanzar la forma perfecta; es la nostalgia de la esfera. Se puede creer fácilmente que el Sol, la Luna y los planetas poseen esta propiedad y por ello tienen una figura esférica. Entonces, si se acepta que la Tierra efectúa otros movimientos distintos del diurno, aparecerán éstos en la trayectoria aparente de los planetas. Por último, se considerará que el Sol "ocupa el centro del mundo"¹¹. Es evidente que el Sol no es, en la Mecánica Celeste de Copérnico, el centro de los movimientos planetarios, sino solo el del mundo, es decir, el centro de la esfera de las estrellas fijas. Su papel es óptico y no dinámico.

De manera muy hermosa Copérnico establece en seguida el orden de las esferas celestes:

"Y aunque todas estas cosas son difíciles, casi inconcebibles, y contrarias a la opinión de muchos, con la ayuda de Dios, en lo que sigue las habremos de tornar más claras que el Sol, al menos para quienes no ignoren el arte de la matemática. En efecto, si dejamos intacta la primera ley (pues nadie ha de proponer otra más conveniente) de que la magnitud de las órbitas se mide por la magnitud del tiempo, el orden de las esferas procederá de la manera siguiente, comenzando por la más elevada. La primera y más alta de todas es la esfera de las estrellas fijas, que se contiene a sí misma y a todas las demás cosas, y que, por tanto, es inmóvil; es el lugar del universo al cual se refieren el movimiento y la posición de todas las otras estrellas. Y, como algunos piensan que de algún modo se mueve, nosotros, al explicar el movimiento terrestre, diremos por qué causa ello parece así. A continuación, sigue la primera de las estrellas erráticas, Saturno, el cual cumple su circuito en 30 años. Después de él viene Júpiter, que se mueve en una revolución de 12 años. Luego Marte, cuyo circuito es de 2 años. El cuarto lugar en la serie está ocupado por

¹⁰ Libro I, cap. IX, pág. 74.

¹¹ Libro I, cap. IX, pág. 75.

la revolución anual en el cual hemos dicho que la Tierra, junto con la órbita de la Luna, está contenida como un epiciclo. En quinto lugar está Venus, que gira en 9 meses. El sexto lugar, por último, está ocupado por Mercurio, que efectúa su revolución en un período de 80 días. En el centro de todos ellos reside el Sol. Y colocado en ese templo hermosísimo, ¿quién podría haber puesto a este luminar en otro lugar mejor, donde pueda iluminarlo todo al mismo tiempo?»¹²

Para concluir el resumen de su sistema afirma que a este ordenamiento se debe la retrogradación de los planetas y sus diferencias de brillo, lo que no se observa en las estrellas fijas debido a la gran distancia a que se encuentran. Esta ausencia de paralaje de las estrellas constituyó un argumento en contra del sistema copernicano, al que se oponía la afirmación de que la distancia Tierra-Sol no era comparable a las dimensiones de la esfera de las fijas y por lo tanto el efecto no era observable¹³.

Copérnico atribuye a la Tierra la revolución diurna y el movimiento anual alrededor del Sol, pero debe encontrar una explicación al hecho de que el eje de rotación se dirige siempre hacia el mismo punto de la esfera celeste. Recordemos que en la astronomía copernicana los planetas están adheridos a las esferas celestes, que los arrastran en su movimiento circular y constituyen objetos bien reales y no meras construcciones matemáticas. Recurre entonces a un tercer movimiento del eje de rotación, con el fin de mantener éste paralelo a sí mismo, cuyo período no es exactamente un año sino ligeramente menor. La pequeña diferencia se explica por una lenta retrogradación de la intersección entre el ecuador y la eclíptica: la precesión de los equinoccios.

Más aún, el análisis de las observaciones de los antiguos lo induce a creer en un movimiento irregular del equinoccio; en lugar de atribuirlo a errores de observación, introduce dos movimientos rectilíneos adicionales del eje de rotación terrestre con el fin de explicar el fenómeno. Pero, obsesionado con el postulado de los movimientos circulares, prueba primero que un movimiento rectilíneo puede ser produ-

¹² Libro I, cap. X, pág. 81.

¹³ La paralaje anual es muy pequeña para ser observada a simple vista; la primera determinación significativa, con la ayuda del telescopio, fue hecha por Bessel en 1838.

cido por una combinación de circulares, lo que hace necesario el empleo de cuatro círculos para describir dicho fenómeno, puramente imaginario.

Nos hemos detenido en el examen de los postulados de Copérnico y descrito los movimientos del eje de rotación terrestre, diferentes de las revoluciones diurna y anual, que se vio obligado a considerar en su intento de conciliar su sistema con los datos observacionales de que disponía. Veremos ahora brevemente su teoría de los movimientos de la Tierra y la Luna. Al suprimir los ecuantos de Tolomeo, que daban cuenta de la velocidad variable de los planetas en sus órbitas, tuvo que recurrir al empleo de las excéntricas y los epiciclos ¹⁴.

Consideremos el Sol, el centro del mundo, en el punto S (figura 2). El punto A se mueve en un círculo, en el sentido contrario al de las agujas del reloj, y completa su revolución en aproximadamente 53.000 años. El punto B, centro de la órbita de la Tierra, gira alrededor de A, en sentido contrario, con un período de 3.434 años. T, la Tierra, se mueve por su parte alrededor de B en 1 año. Si adicionamos a los círculos anteriores los correspondientes a la rotación diurna, la orientación idéntica del eje de rotación en el espacio y las irregularidades en la precesión, vemos que son necesarias nueve revoluciones circulares para describir el movimiento de la Tierra.

En la teoría de la Luna se emplean dos epiciclos y un diferencial centrado en la Tierra (figura 3). El punto A, centro del primer epiciclo, gira alrededor de T, hacia el este, con velocidad angular igual al movimiento sideral medio del astro. El punto B, centro del segundo epiciclo, describe la circunferencia del primero, hacia el oeste, con velocidad angular igual al movimiento medio anomalístico. La Luna, L, se desplaza sobre el segundo epiciclo hacia el este y completa dos revoluciones en un mes sinódico ¹⁵.

¹⁴ Una descripción detallada y crítica del sistema de Copérnico se encuentra en J. L. E. Dreyer, op. cit., pág. 331 y siguientes.

¹⁵ El mes sideral es el intervalo de tiempo que invierte la Luna en dar una revolución completa alrededor de la Tierra.

El mes sinódico es el intervalo de tiempo empleado por la Luna desde una conjunción con el Sol hasta la conjunción siguiente.

El mes anomalístico es el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos de la Luna por el perigeo.

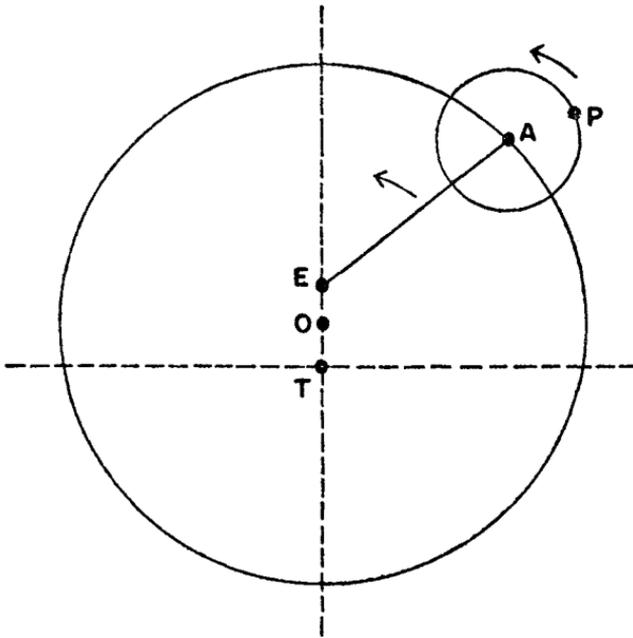
La publicación del "*De Revolutionibus*" colocó de inmediato a Copérnico al mismo nivel del autor del "*Almagesto*". No se trataba en efecto de un comentario a tratados anteriores; por el contrario, lejos de ofrecer un simple bosquejo, presentaba una teoría completa y detallada, acompañada de nuevas tablas de las posiciones planetarias que, si bien imperfectas, podían ser utilizadas independientemente de la aceptación de los postulados novedosos de la obra. Los períodos siderales de los planetas habían sido determinados y la escala del sistema solar, oculta en las relaciones entre los radios de los epiciclos y diferenciales de la construcción de Tolomeo, se daba por vez primera en forma explícita en términos de la distancia entre la Tierra y el Sol.

El libro pasó desapercibido y no provocó particular controversia entre los astrónomos. El nombre de Copérnico gozaba de cierta reputación hacia finales del siglo gracias a las tablas astronómicas que, con base en el nuevo sistema, fueron publicadas por Erasmus Reinhold en 1551, las cuales constituían un oportuno sustituto de las inadecuadas Tablas Alfonsinas, preparadas trescientos años atrás. La reacción de los medios eclesiásticos fue diversa. Lutero y Melanchton se opusieron siempre al heliocentrismo pero éste, protector de Rheticus en Wittemberg, facilitó el viaje del joven profesor a la católica Warmia para conocer la obra del canónigo a quien Lutero llamaba "un loco que va contra la Sagrada Escritura". El duque de Prusia, uno de los líderes del luteranismo, patrocinó la impresión del "*De Revolutionibus*" a pedido del propio Rheticus. Roma, por su parte, había recibido las nuevas teorías con benevolencia y exhortado a su autor a publicarla, como lo demuestra la carta del cardenal Schömberg.

En el siglo siguiente el sistema copernicano irrumpe violentamente en el escenario intelectual. Después del Concilio de Trento el espíritu de la Contrarreforma remplace la relativa tolerancia de los tiempos de León X, Clemente VII y Pablo III; a partir de 1563 los acontecimientos se suceden vertiginosamente: suplicio de Giordano Bruno en 1600, "*De Revolutionibus*" en el "*Indice*" en 1616, juicio de Galileo en 1633; la guerra de los Treinta Años modifica completamente el clima político e intelectual de Europa. Mientras tanto, la revolución científica avanza imperturbable: Copérnico había destruido el dogma del geocentrismo; las observaciones de Tycho Brahe demuestran la inexistencia del "mundo sublunar" y el mito del movimiento circular uni-

forme se derrumba en 1609 ante la "*Nueva Astronomía*" de Kepler; poco antes de su muerte Galileo escribe sus "*Diálogos sobre Dos Nuevas Ciencias*". Todo está preparado para la síntesis Newtoniana. No imaginaron nunca los contemporáneos del canónigo de Frombork que su figura pálida e insignificante proyectaría una sombra gigantesca en la historia de la humanidad.

FIGURA I

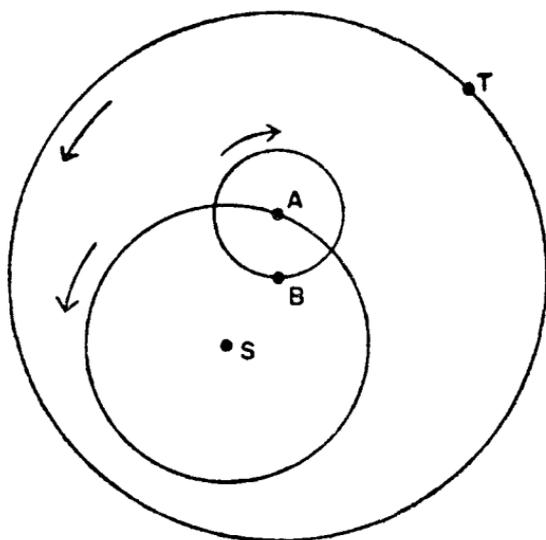


El planeta, P, se mueve en el círculo menor, el epiciclo, cuyo centro describe el círculo mayor, el diferencial, con centro en O.

El punto A, se mueve con velocidad angular constante con respecto al ecuante E.

La Tierra, T, ocupa una posición excéntrica y $TO=OE$.

FIGURA 2



La Tierra, T, gira alrededor de B en un año.

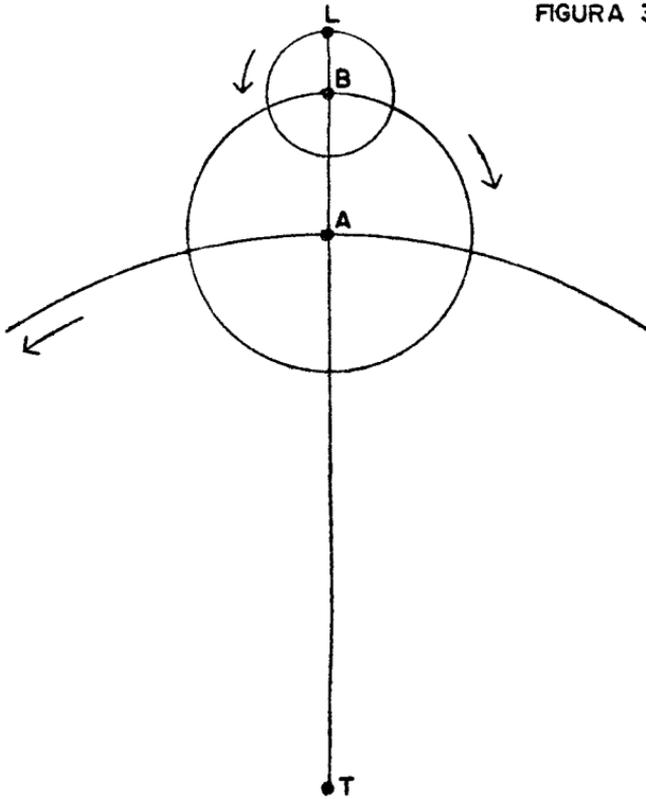
El centro de la órbita terrestre, B, gira alrededor de A en 3.434 años.

A gira alrededor del Sol, S, en 53.000 años.

En el sistema de Copérnico: $BT = 1$

$$SA = 0,0368$$

$$AB = 0,0047$$



La Luna, L, efectúa dos revoluciones alrededor de B en un mes sinódico.

B gira alrededor de A en un mes anomalístico.

A gira alrededor de la tierra, T, en un mes sideral.