

24
2ej-



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

*"De Revolutionibus Orbium Coelestium:
inicio de una nueva concepción del
mundo"*

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
F I S I C O
P R E S E N T A:
GONZALO MARTINEZ BARRERA

México, D. F.

1992

FALLA EGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Introducción.....	1
CAPITULO I Nicolás Copérnico y su época	
1.1 Ambiente socioeconómico y político.....	2
1.2 Reforma a la Iglesia	9
a. Protagonistas de la Reforma	12
b. La Contrarreforma	21
c. Guerras de Religión	24
1.3 Advenimiento religioso en Polonia	26
CAPITULO II Nicolás Copérnico	
2.1 Infancia y adolescencia de Copérnico	32
2.2 Estudios en Italia	36
2.3 Después de la muerte del tío	41
2.4 Manifestaciones al sistema de Copérnico aún no publicado	46
2.5 Copérnico como astrónomo observacional (1497-1529)	47
CAPITULO III Antiguas teorías astronómicas	
3.1 Los orígenes	51
3.2 El Heliocentrismo	55
3.3 El Geocentrismo	
a. Sistema Aristotélico.....	58
b. Sistema Ptolemaico	67
3.4 Urgencia de crear una nueva teoría cosmológica	73
3.5 Influencias astronómicas sobre Copérnico	78
CAPITULO IV Hacia la publicación de "De revolutionibus"	
4.1 Cómo llegó a publicarse "De revolutionibus"	83
a. La "traición" a Copérnico	91
b. El rechazo de Rhezino hacia "su maestro"	94
4.2 Rhezino : principal promotor de "De revolutionibus"	97

4.3 Aceptación y rechazo de la teoría copernicana	101
CAPITULO V Los tres tratados copernicanos	
5.1 El <i>Commentariolus</i>	111
a. Prefacio al calendario	120
5.2 La <i>Narratio prima</i>	124
5.3 De <i>revolutionibus orbium coelestium</i>	131
Epílogo	156
Anexo A	158
Anexo B	161
Bibliografía	162

INTRODUCCION

A través de la historia del hombre la concepción del Universo ha sido uno de los problemas capitales; se han planteado una diversidad de propuestas que tratan de encontrar soluciones a todo lo que acontece en los cielos; algunas de ellas han vinculado al hombre con seres mitológicos o en muchos de los casos con discursos teológicos.

En el presente trabajo se aportan un conjunto de elementos que posibilitan la comprensión del origen de las concepciones cosmológicas habidas hasta la época de Copérnico.

En el capítulo uno se analiza el marco socioeconómico, político, religioso y cultural de Europa en los siglos XV y XVI, poniendo énfasis en el caso de Polonia. Conocidos estos aspectos de Europa, en el capítulo dos se presenta la biografía del personaje principal del trabajo : Nicolás Copérnico.

Si bien el objetivo es conocer sobre la obra de Copérnico, es necesario antes conocer las concepciones cosmológicas habidas hasta antes de su vida, poniendo énfasis en los sistemas cosmológicos de Aristóteles y Ptolomeo, lo cual es analizado en el capítulo tres.

En el capítulo cuatro se describe la evolución que habría de tener la obra de Copérnico hasta su publicación, manifestando la importancia que sobre ésta tendría la Universidad alemana de Wittenberg y algunos personajes cercanos a Copérnico.

El carácter conceptual de toda la obra copernicana, que incluye los libros : Commentariolus, Narratio Prima y De Revolutionibus Orbium Coelestium, son analizados en el capítulo cinco.

Por último, se hace un análisis general de la obra copernicana.

CAPITULO I
NICOLAS COPERNICO Y SU EPOCA

1. Ambiente socioeconómico y político

Durante la Edad Media las funciones del Estado eran limitadas, ya que éstas eran cumplidas en grado considerable por los señores feudales. No existía un sistema impositivo desarrollado y regía el principio según el cual el soberano tenía derecho de gravar a sus súbditos con impuestos sólo en ocasiones excepcionales, por ejemplo, en caso de guerra.

Debido a los problemas monetarios, surgían ocasionalmente disposiciones que prohibían sacar del país metal precioso y moneda, e impedían a los comerciantes nacionales viajar al exterior y fomentar los viajes de comerciantes extranjeros al país en cuestión, prácticas estas últimas que, en su conjunto, constituyen las bases de la política "mercantilista".

El mercantilismo o monetarismo, trataba de centrar la atención de los gobernantes en la acumulación de mercancías. Reinaba también la llamada "teoría dominalista" del dinero, de acuerdo con la cual el soberano tenía el derecho exclusivo de acuñar moneda, así como de regular las medidas.

Ante el problema del saqueo de monedas y metales preciosos, la única salida era la acuñación de moneda de más bajo contenido en metal o de menor peso. Tal envilecimiento de la moneda no era determinado solamente por consideraciones fiscales, sino que denotaba además la necesaria devaluación, que a su vez, frenaba las fugas de moneda,

elevando la cotización de monedas extranjeras y, por consiguiente, los precios de las mercancías importadas.

Las relaciones de producción feudales, basadas en el privilegio de la propiedad privada de la tierra y en las prestaciones obligatorias (servidumbre) por parte de los productores directos, mantuvieron en la superestructura religiosa la idea del deber de trabajar, el mandamiento moral de la laboriosidad, pero no proporcionaron una base para la solución del problema del trabajo productivo, del origen de la riqueza, del significado del proceso productivo.

Lo más importante era la salvación del alma y para ello resultaba necesario orar y trabajar. La riqueza y la fortuna servían a la finalidad de hacer el bien y de prestar ayuda a los desposeídos y menesterosos.

A fin de asegurar a las clases privilegiadas el tranquilo goce de sus riquezas, se proclamó el ideal de la caridad como indispensable para la salvación del alma; el rico tenía la obligación de "ayudar al pobre".

Dentro del marco de las relaciones de producción feudales, se desarrollan a un ritmo acelerado relaciones nuevas de tipo capitalista, se expanden las fuerzas productivas y se desarrollan y fortalecen las formas capitalistas de propiedad de los medios de producción, en tanto que en las ciudades y aun en el campo, los pequeños productores son reducidos a la condición de proletarios.

En el proceso de desintegración de la economía, el producto se transforma en mercancía, extinguiéndose los vestigios del antiguo aislamiento económico de las ciudades, provincias y regiones.

El crecimiento de las fuerzas productivas, el desarrollo de la división social del trabajo, la declinación de las formas feudales de producción artesanal y el aumento de la comercialización de la producción agrícola dan lugar a una considerable expansión del intercambio.

El trabajo genera producción para el mercado, y los bienes producidos, mercancías. El desarrollo de la producción capitalista determina cambios en la estructura y carácter del comercio internacional. En el mercado internacional se empieza a comerciar no sólo con especias de la India, paños, cueros, pieles, etc. -artículos de lujo-, sino además, en escala creciente, con trigo, maderas y hierro.

El dinero acumulado por los comerciantes se transforma en capital, surgiendo las primeras nociones acerca de "la economía nacional", categoría no conocida por el pensamiento medieval.

Al formularse las primeras concepciones de la riqueza nacional, nacen los conceptos de hacienda pública y política económica nacional, en oposición al pensamiento escolástico medieval que presentaba un carácter universal.

Surge el convencimiento de que cuanto más oro y plata posee un país, tanto más rico es; llegando a ser signo material del ahorro, que comienza a adquirir la más alta significación.

En el siglo XV se abre una nueva época en la historia humana: la era industrial. Las ciudades del norte de Italia -Venecia, Génova y Florencia- son las primeras que comienzan a vivir fundamentalmente de la industria y el comercio, y no de la agricultura. En la primera mitad del siglo XV el comercio era predominante en el Mediterráneo.

Después de la toma de Constantinopla por los turcos, en 1453, el centro de gravedad de la economía europea se trasladó a la ciudades del Báltico. En esa región, los horizontes políticos estaban definidos por los cuatro estados, Polonia, Lituania, Bohemia y Hungría, sujetos a la soberanía de la Dinastía de los Jagellones, que se extendían hasta el Mar Negro y el Adriático. Los problemas del Báltico eran relegados a un segundo plano en vista de la creciente amenaza por parte del Imperio Otomano.

A las ciudades del Báltico aflúan los productos naturales de las llanuras de Polonia y Lituania atravesadas por grandes rutas mercantiles que unían Rusia con el Occidente.

En este periodo las dos regiones más conflictivas fueron Borussia y Pomerania¹; surgiendo un conflicto entre ellas y la Orden Teutónica de la Santísima Virgen María². Los hidalgos y los burgueses, sin distinción de nacionalidad, se levantaron en armas, en febrero de 1454, contra la opresión económica de la Orden y la crueldad de sus gobernantes y llamaron en su ayuda al rey de Polonia, país al cual estaban estrechamente vinculados, cultural y económicamente.

El desarrollo demográfico y la creciente producción de Europa Occidental originaba una demanda cada vez mayor de cereales, fibras textiles y maderas. Alrededor del año 1480, se produce un importante cambio en el Báltico. Los comerciantes de Europa occidental, sobre todo los holandeses, rompen el monopolio comercial de las ciudades

¹ Borussia proviene del nombre dado a las tribus que habitaron esa región, los bruzos o boruscos, llamados también prussi o prusos, y Pomerania (Prusia regalis) por ser la provincia de Prusia (Pommern en alemán).

² La Orden Teutónica fue fundada hacia 1128 en Jerusalén por los cruzados alemanes, era una institución eclesiástica tradicional y, a la vez, el Estado que había constituido políticamente, formaba parte del Sacro Imperio Romano Germánico.

hanseáticas en el Báltico y establecen relaciones directas con los puertos del Báltico Oriental, especialmente con los puertos de Gdansk³, Elblag⁴ y Braniewo⁵.

Ante esto, la bandera de los Jagellones tuvo que ser arriada lejos de estos sitios, hasta los puertos del Mar Negro : Kaffa-Feodosia en Crimea (1475); Kilia y Belgorod en Ata Iulia, en bocas del Danubio (1484).

El precio de los cereales aumentaba continuamente, estimulando así su producción, lo que daría origen al desarrollo de la gran propiedad rural, capaz de obtener excedentes exportables. Al este del Elba, el latifundio fundado en la servidumbre lograba que los precios de los productos agrícolas se elevaran a un ritmo incomparablemente más rápido que el de los precios -y el salario- en el sector artesanal.

En la década de 1520 esta tendencia se vuelve constante, sobre todo porque la artesanía tradicional de esta parte de Europa quedó al margen del progreso de organización de la producción, que en Occidente se encamina hacia la manufactura. Ello es natural, pues las manufacturas exigen inversiones que sólo pueden ser proporcionadas por el capital mercantil o por la gran propiedad rural.

El extenso Estado Polaco-Lituano constituía un organismo en lento proceso de fusión, muy diferenciado desde el punto de vista geográfico, económico, nacional y religioso. Junto a polacos (el sector mayoritario) y lituanos, vivían allí importantes grupos de

³ En el idioma alemán Danzig; una de las ciudades de Pomerania, cuya importancia fue el ser un centro esencialmente comercial que tuvo su mayor desarrollo hacia el final de la década de 1460.

⁴ En el idioma alemán Elbing.

⁵ En el idioma alemán Braunsberg, era el centro comercial más grande de la Diócesis de Warmia (Ermland).

rutenos ortodoxos y grupos menores de armenios, tártaros, mahometanos, judíos y caraitas. La burguesía de las más grandes ciudades estaba constituida en buena parte por alemanes asimilados a la cultura polaca. En las ciudades pequeñas la población era casi exclusivamente polaca.

El comercio entre el interior de Polonia y los puertos bálticos favoreció especialmente a cuatro ciudades situadas a orillas del Vístula : Torun, Chelmo⁶, Danzig y Elblag, las dos últimas ubicadas en la desembocadura del río.

En Danzig floreció el comercio de materias primas, suministradas sobre todo por Polonia, para las cuales existía una gran demanda en los mercados de occidente. La burguesía dominaba la vida económica y política de la provincia, que era al mismo tiempo la más urbanizada de Polonia.

En vista del estancamiento económico de las regiones orientales de Alemania y la decadencia de las ciudades hanseáticas, el desarrollo del comercio trajo influencias culturales de los Países Bajos. De ellos llegaron La Devotio Moderna y Los Hermanos de la Vida en Común, quienes se dedicaban principalmente a la instrucción de jóvenes burgueses. Fundaron una escuela en Chelmo, en la cual también enseñaban latín y literatura clásica. Por su sobriedad, este establecimiento contrastaba notablemente con las escuelas dominicas y franciscanas de la época, cuya principal preocupación era la de formar predicadores.

Es en Polonia, donde nace la "moderna" teoría monetaria. A pesar de estar bastante difundida la opinión de que el poder adquisitivo del

⁶ En el idioma alemán Chelmo es Kula y Torun es Thorn.

dinero debe ser constante, y de que la acuñación de moneda no puede considerarse como fuente de ingreso del gobernante, predominaba una práctica completamente diferente : en la mayoría de los países era corriente el envilecimiento de la moneda, es decir, la disminución de su contenido en plata, sin que ello alterase su valor nominal.

Las necesidades fiscales eran consideradas por el gobernante, más importantes que las del comercio e intercambio. Quienes percibían los más altos ingresos por la acuñación de moneda eran los administradores y empleados de la casa de moneda. La fabricación de moneda resultaba en aquellos tiempos sumamente costosa.

La diferencia entre el valor del metal y el valor nominal de la moneda ascendía a 30%. Sin embargo, los mayores ingresos provenían de la "recolección", es decir, la eliminación de las monedas viejas, adquiriéndolas a un precio mucho menor.

El "nominalismo" monetario, junto con las prácticas de incesante manipulación de la moneda, significó, a medida que se expandía el intercambio, un obstáculo creciente al desarrollo de las formas productivas⁷.

A principios del siglo XVI se pone en marcha la teoría cuantitativa del dinero, según la cual el poder adquisitivo de éste está determinado por la relación entre la cantidad de dinero circulante y la cantidad de mercancías en circulación.

En aquellos tiempos no se discutía aún sobre los problemas relativos a la magnitud de la masa monetaria; no existía todavía

⁷ Para profundizar en el tema confrontar Lipinski, Edward, "Copérnico como economista" en Nicolás Copérnico en el Quinto Centenario de su Nacimiento : 1473-1973, siglo XXI editores, México, D.F., 1973, pp. 151-164.

conciencia de que a través del aumento de esta última era posible activar el proceso económico.

Resulta bastante sintomático que en el período 1502-1548, la casa de moneda de Cracovia⁸ sólo permaneciera en actividad durante 16 años. Ello debe ser atribuido seguramente a una balanza comercial excedentaria y al flujo considerable de moneda extranjera.

Un país debía contar con una reserva de buena moneda para intercambiarla por mercancías extranjeras. Sin embargo, aunque durante esa época en Prusia Real sólo se acuñase moneda de cobre, ello no perjudicaba a las importaciones, en tanto fuera posible cubrirlas mediante las exportaciones existentes, pagadas en oro.

El desarrollo de la política económica en Europa entre la segunda mitad del siglo XV y la primera del siglo XVI no sólo fue afectada por relaciones entre gobernantes y pueblo, sino que también intervendría con un gran poder La Iglesia.

2. Reforma a la Iglesia

A fines del siglo XV era inevitable una Reforma de la Iglesia, pero el egoísmo de muchos de sus altos dignatarios y la convicción que éstos tenían de ser invulnerables demoraron la misma.

Nadie discutía el hecho de que la avaricia de los eclesiásticos, su corrupción y su ignorancia habían llegado hasta más allá de lo creíble, pero el trabajo de expurgar la Iglesia de Cristo de las ramas estériles y ponzoñosas se dejaba para mejor ocasión.

Al fin y al cabo, la monarquía pontificia había sido el único remedio para poner fin a los desórdenes de la época del Gran Cisma y

⁸ Capital polaca.

Los Concilios que se reunieron a lo largo del siglo XV y hasta principios del XVI no sólo fracasaron totalmente en sus intentos de Reforma, sino que, por el contrario, pusieron nuevamente a la Iglesia al borde de la desunión⁹.

Los escritos de los humanistas laicos, y aun eclesiásticos, de la segunda mitad del siglo XV, están llenos de las más severas diatribas contra los clérigos, las Órdenes Religiosas y aun la Curia Romana¹⁰.

Si el Pontificado hubiese sido siempre legítimamente obtenido y ejercitado por Papas piadosos y capaces, la protesta que originó la Reforma se hubiera reducido a una reacción de carácter político, como la que había motivado el conflicto entre el Pontificado y el Imperio en tiempos de Gregorio VII¹¹ (1020-1085), pero era notorio que en algunos casos los Papas habían logrado la elección distribuyendo sumas importantes entre el colegio cardenalicio, y era bien sabido que muchos de los cardenales habían comprado su cargo.

Para procurarse dinero con que ayudar a las conquistas de César Borgia, su padre, el Papa Alejandro VI¹², nombró en el año 1500 doce cardenales, que pagaron 120,000 ducados por los capelos. En 1503, necesitando todavía recursos para las guerras de Romagna, el Papa nombró otros nueve cardenales, que aportaron la suma de 130,000 ducados. La corrupción romana se contagiaba a toda la cristiandad. La

⁹ El movimiento conciliar surgido con los canonistas franceses en el siglo XII, fue un intento infructuoso para obligar a la Curia a que gobernase la Iglesia por medio de un concilio general en lugar de la voluntad del Papa.

¹⁰ Curia Romana : conjunto de las congregaciones y tribunales que existen en la corte del pontífice romano para el gobierno de la Iglesia Católica.

¹¹ Papa de 1073 a 1085, adversario del Emperador Enrique IV en la querrela de las Investiduras.

¹² Papa de 1492 a 1503.

Curia no sólo vendía los cargos de sus oficiales, sino que daba en encomienda obispados y abadías del mundo entero.

En estas condiciones, La Reforma se hubiera impuesto sin necesidad del Cisma Luterano¹³, aunque tal vez tardara mucho más. Todos los que lamentaban los abusos de la época proponían como remedio un Concilio; pero es evidente que, a fines del siglo XV, un Concilio Ecuménico no hubiera llevado a cabo fácilmente la Reforma que más tarde cristalizó en el Concilio de Trento¹⁴.

La Iglesia Romana tenía que padecer la prueba del ataque de los protestantes¹⁵ para poder enmendarse y restablecer la disciplina. Sin embargo, tan extendido estaba el mal y tan necesaria era la corrección, que por algún tiempo la Iglesia no sólo no persiguió a los que la enjuiciaban con sus críticas y sátiras, sino que hasta los protegió. Creía tal vez que, exponiendo el mal, la ayudarían a corregir los escándalos. Esto sería La primera fase de la Reforma, representada por Erasmo y hasta cierto punto por Lutero.

La segunda fase sería la radicalización y fijación de la teología protestante con Lutero, Zuinglio, Calvino y Knox.

La tercera fase es la que se llamó Contrarreforma, cuyos factores más importantes son la creación de La Compañía de Jesús por Ignacio de Loyola y el Concilio de Trento.

Los primeros ataques contra la Iglesia, acusándola de ignorancia y desmoralización, fueron soportados con singular benevolencia. La literatura anticlerical de principios del siglo XVI es abundantísima y

13 Encabezado por su creador Martín Lutero (1483-1546).

14 Inaugurado por los legados del Papa en diciembre de 1545 y terminado dieciocho años después, en diciembre de 1563.

15 El nombre de protestantes, proviene de haberse opuesto a los acuerdos establecidos en la Dieta de Espira (1529). Ver anexo A.

Curia no sólo vendía los cargos de sus oficiales, sino que daba en encomienda obispados y abadías del mundo entero.

En estas condiciones, La Reforma se hubiera impuesto sin necesidad del Cisma Luterano¹³, aunque tal vez tardara mucho más. Todos los que lamentaban los abusos de la época proponían como remedio un Concilio; pero es evidente que, a fines del siglo XV, un Concilio Ecuménico no hubiera llevado a cabo fácilmente la Reforma que más tarde cristalizó en el Concilio de Trento¹⁴.

La Iglesia Romana tenía que padecer la prueba del ataque de los protestantes¹⁵ para poder enmendarse y restablecer la disciplina. Sin embargo, tan extendido estaba el mal y tan necesaria era la corrección, que por algún tiempo la Iglesia no sólo no persiguió a los que la enjuiciaban con sus críticas y sátiras, sino que hasta los protegió. Creía tal vez que, exponiendo el mal, la ayudarían a corregir los escándalos. Esto sería La primera fase de la Reforma, representada por Erasmo y hasta cierto punto por Lutero.

La segunda fase sería la radicalización y fijación de la teología protestante con Lutero, Zuinglio, Calvino y Knox.

La tercera fase es la que se llamó Contrarreforma, cuyos factores más importantes son la creación de La Compañía de Jesús por Ignacio de Loyola y el Concilio de Trento.

Los primeros ataques contra la Iglesia, acusándola de ignorancia y desmoralización, fueron soportados con singular benevolencia. La literatura anticlerical de principios del siglo XVI es abundantísima y

¹³ Encabezado por su creador Martín Lutero (1483-1546).

¹⁴ Inaugurado por los legados del Papa en diciembre de 1545 y terminado dieciocho años después, en diciembre de 1563.

¹⁵ El nombre de protestantes, proviene de haberse opuesto a los acuerdos establecidos en la Dieta de Espira (1529). Ver anexo A.

los clérigos eran los primeros en aplaudirla. Mientras no se incurriese en error teológico, La Inquisición no se entrometía. Los humanistas conocían este peligro y se detenían en el justo límite hasta donde el Santo Oficio les permitía llegar.

a. Protagonistas de la Reforma

Erasmus de Rotterdam (1469-1536), es el genio que se consagra a esta labor fiscalizadora; sus obras se toman a veces en tono de burla, pero no dejan de proponer una corrección. Mostrará la locura del mundo en sus discursos sobre La necesidad, llenos de tragedia e ironía.

El Papa Adriano VI¹⁶, le llamó a Roma y le ofreció un capelo, para que fuese a ayudarlo en su labor de reformar a la Iglesia desde dentro, a lo cual Erasmo se rehusó.

Entre sus discípulos se encontraban los reyes de Inglaterra, Francia y Dinamarca, el Príncipe Fernando de Alemania, el Cardenal de Inglaterra, el arzobispo de Canterbury y muchos más en Flandes, Polonia y Hungría.

Los ataques esparcidos, fragmentarios, de sus obras Los Adagios y Los Comentarios, tomaron cuerpo de doctrina en el Elogio de la Locura (Encomium Moriae). Los clérigos, naturalmente, acusaron de hereje a Erasmo e intentaron hacer intervenir a la Curia Romana, esperando que fuera condenado a las más duras penas. El Santo Oficio no se movió; las obras de Erasmo no fueron incluidas en el Índice de Libros Prohibidos (Index Librorum Prohibitorum) hasta mucho después de su muerte. Sin embargo los obispos y las universidades prohibieron la lectura de sus obras.

¹⁶ Papa de 1522 a 1523.

Erasmus murió católico y haciendo continuas protestas de su adhesión a la Iglesia Romana. Inconsciente del efecto de su obra, no se dio cuenta de que había sido un factor importantísimo de la protesta de la mitad de la cristiandad y de la corrección de la otra mitad, que trató de enmendarse con la llamada **Contrarreforma**¹⁷.

El carácter y la conducta de Erasmo contrastan con el temperamento apasionado de Martín Lutero.

Lutero (1483-1546) era catorce años más joven que Erasmo, hijo de un minero sajón, creció en medio de rústicos campesinos que creían con la simple fe católica de la Edad Media. Su padre pudo enviarle a la escuela, y más aún, a la Universidad de Erfurt, donde se graduó a los veintidos años, en 1505.

Poco después, Lutero entró en un convento de Agustinos¹⁸. No se conoce la causa que le impulsó a profesar. En 1508, Lutero, todavía un oscuro fraile, fue llamado a la recién creada **Universidad de Wittenberg**¹⁹ para enseñar Filosofía Moral.

Año con año se ve crecer su mal humor para contemporizar con la teología escolástica, pero en lugar de inclinarse hacia una fórmula más moderna del pensamiento europeo, como Erasmo, Lutero retrocedería cada vez más hacia la Teología de San Agustín²⁰.

Con esta idea en mente, puede decirse que Lutero empezó en Wittenberg lo que hoy se conoce como **Teología Protestante**. Es de notar

¹⁷ Comenzada en 1541 y terminada en 1563, con el Concilio de Trento.

¹⁸ Orden y congregaciones religiosas que siguen la regla de San Agustín, fundada en el año de 1256. Se dedica al cuidado de las almas, el cultivo de la enseñanza y la ciencia así como de las misiones.

¹⁹ Wittenberg, capital del Electorado, era un sitio pequeño e impropio para la recién fundada Universidad (1502). Aún hoy (1968) es una modesta ciudad de dos calles. En 1513 el registro de la ciudad revelaba una población de unos dos mil habitantes.

²⁰ San Agustín (354-430), Obispo de Hipona en Africa del Norte, autor de las Confesiones.

que ya en 1516 empleaba la frase "nuestra teología" para distinguirla de la escolástica que aprendiera en las aulas de Erfurt. Pero una teología enseñada en una Universidad insignificante, por un fraile desconocido, no hubiese tenido ninguna consecuencia sin la aplicación que de ella hubo de hacer al caso práctico de las indulgencias. En éstas iban envueltas necesariamente la cuestión del dinero y de la salvación del alma.

La venta de indulgencias, a los ojos de las autoridades civiles, era una nueva contribución que gravaba la Iglesia Alemana. Los campesinos, tras las indulgencias, carecían luego de recursos para pagar lo que debían a la administración civil.

El primer tropiezo serio lo tuvo con sus colegas agustinos, por lo cual clavaría en 1517 sus 95 tesis en la puerta de la Iglesia del Castillo de Wittenberg²¹.

En 1518 se reunió El Capítulo de la Orden, como de costumbre, en Heidelberg, y Lutero tuvo que explicar allí sus 95 tesis. El Capítulo le escuchó con no poca paciencia e imparcialidad, dándole a entender su disgusto, aunque sin atreverse a condenarle.

De momento, se pensó en llamar a Lutero a Roma para convencerle o condenarle, pero los príncipes alemanes²², suplicaron que el asunto se discutiese en la propia Alemania. El Papa León X²³ acabó finalmente

²¹ En el claustro negro de Wittenberg se exhibe una copia contemporánea de las tesis.

²² Sobre todo el Príncipe Elector Federico el Sabio (1487-1525), soberano natural del fraile.

²³ León X (Juan de Médicis) nombrado Cardenal a los catorce años de edad y Papa de 1513 a 1521. Hijo de Lorenzo el Magnífico, quien junto con los cardenales Julio de Médicis y Luis de Rossi, tuvieron que oponerse al cisma desencadenado por Lutero.

por consentir y acceder a esta petición, y Eck²⁴ y Lutero se encaminaron a Leipzig para discutir allí las Tesis cara a cara, del 27 de junio al 16 de julio de 1519.

En el torneo dialéctico de Leipzig, Eck consiguió la victoria, desviando el punto de las indulgencias y arrastrando a Lutero a declarar que no reconocía la autoridad del Papa, ni la del Obispado de Roma y, es más, haciéndole confesar que creía que había algo de verdad en las doctrinas de Juan Hus²⁵, quemado el siglo anterior por hereje.

Por el año de 1520, Lutero volvió a la carga con la publicación de tres famosos tratados, considerados como la piedra fundamental del protestantismo, cuyos títulos son :

1. De la libertad del cristianismo.
2. La cautividad de la Iglesia en Babilonia.
3. Manifiesto a la nobleza cristiana de la nación alemana.

Los argumentos que esgrimía Lutero eran que había que desvanecer el error de creer que el Papa, los obispos y los eclesiásticos formaban un imperio espiritual, opuesto al temporal de los estados. El verdadero estado espiritual es la iglesia, formado por el cuerpo de todos los creyentes. Un remendón, decía Lutero, forma parte del cuerpo espiritual de la Iglesia lo mismo que un Obispo. El Papa no tiene derecho exclusivo a convocar un Concilio.

A esto contestó Roma con La Bula *Exsurge Domine*, condenando a Lutero. En ella se ordenaba que todos los que tuvieran escritos de Lutero los quemaran al punto, pero éste contestó quemando las Decretales y la Bula Papal que le condenaba, el 10 de Diciembre de

²⁴ Juan Eck, antiguo amigo de Lutero en Ingolstadt, había decidido realizar un fuerte ataque teológico contra la Escuela de Wittenberg.
²⁵ Juan Hus, reformador checoslovaco (1371-1415).

1520, en el lugar mismo donde se acostumbraba quemar a los herejes en Wittenberg. La respuesta del Papa sería la excomunión a Lutero el 3 de Enero de 1521. Un año antes había sido electo Emperador Carlos V²⁶.

Carlos V creyó acabar con Lutero obligándolo a comparecer ante la Dieta de Worms en 1521. Esta asamblea se convocaba para tratar toda clase de asuntos del Imperio, y la rebeldía de Lutero se creyó que no pasaría de ser un episodio secundario; sin embargo, hoy no se recuerda la Dieta de Worms sino por la presencia y las declaraciones de Lutero.

En la tarde del día 4 de abril de 1521, la Dieta trató el asunto de Lutero, estando él presente.

Lutero fue requerido este primer día para que se reconociera como autor de sus escritos y se retractara o insistiera en su contenido. Habló entonces con voz apagada, pidiendo solamente permiso para considerar el asunto de manera que pudiese constestar sin inferir agravio a su alma. El Emperador le concedió de término hasta el día siguiente a la misma hora.

En este segundo día, animado por sus amigos, habló ya con palabras muy claras, no exentas de modestia, manifestándose dispuesto a corregir lo que pudiera haber de exagerado en la exposición de sus textos, pero manteniéndose firme en todo lo que consideraba fundamental.

Aquella noche, después de la sesión en la Dieta, exclamó moviendo nerviosamente los brazos: "¡Ya estoy listo, ya está hecho!". Los príncipes alemanes, favorables a la Reforma, le rodeaban como un héroe.

²⁶ Carlos V, Emperador de Alemania hasta 1555 y rey de España. Sustituyó al Emperador Maximiliano que había estado en el poder de 1493 a 1519. Era, entre otras cosas, admirador de Erasmo.

Al día siguiente, Carlos V llamó a su cámara a los príncipes alemanes, leyéndoles su confesión de fe, dando a entender que él nunca sería protestante.

Lutero todavía estuvo algunos días en la Dieta, recibiendo y rehusando proposiciones de arreglo. El edicto de Worms del 26 de mayo de 1521 impuso a Lutero el destierro del Imperio, haciéndolo abandonar Worms para regresar a Wittenberg en marzo de 1522.

Por el camino, el coche en que viajaba fue detenido y secuestrado por el propio Elector de Sajonia, quien lo acomodó en el castillo de Wartburg para que estuviera más seguro. Allí se despojó de sus hábitos de fraile y se dedicó a la traducción de la Biblia al dialecto popular, padre del alemán moderno²⁷.

Lutero se había convertido en el personaje principal de Alemania y escribió entonces a Erasmo (que contaba con 55 años) excitándolo a que tomase el partido de La Reforma como lo había hecho él, pero éste le contestó diciéndole que, deliberadamente, no había leído sus escritos. Continuar sus trabajos doctrinales era lo único que preocupó a Erasmo hasta el final de su vida²⁸.

Las Ordenes Religiosas, excesivamente corrompidas en aquel país, se habían pasado casi en masa a La Reforma, y con la libertad que obtenían sus individuos haciéndose protestantes, abandonaban sus conventos. El movimiento luterano se difundiría rápidamente por toda Prusia, llegando hasta Polonia.

²⁷ En 1516, Erasmo tradujo el Nuevo Testamento. Lutero publicó su traducción del Nuevo Testamento al alemán en septiembre de 1522 y en 1534 su Biblia alemana.

²⁸ Como menciona Koestler "Erasmo puso el huevo de la Reforma y Lutero lo incubó". Koestler, Arthur, Los Sonámbulos, CONACCT, México, D.F., 1981, p. 127.

Entre los que abandonaron los claustros, se encontraba Catalina von Bora, que en el año 1523 abandonó el convento de Niembschen al aceptar **La Reforma Luterana**, para formar una familia de tres hijos y tres hijas con Lutero, después de casarse en 1525.

La Reforma resultaba un buen negocio para los príncipes, ya que era una confiscación deseada por los mismos expropiados; en cambio, estos religiosos, libres de sus votos, aumentaban el número de la población y los humildes empezaron a agitarse, pidiendo su parte en la distribución de tierras.

Como consecuencia de **La Reforma**, los príncipes que se acogieron al movimiento protestante, se vieron amenazados por una revolución agraria y social²⁹, simultánea a la protesta religiosa, pero, en esta ocasión, Lutero faltó a lo que de él podía esperarse, ya que, aunque salido del pueblo e hijo de un minero, se puso de parte de los príncipes y en términos violentos recomendó la obediencia a los poderes civiles.

El carácter esencialmente conservador de Lutero se manifestó en su querrela con Zuinglio.

Ulrico Zuinglio (1484-1531) era agustino y al igual que Lutero había colgado los hábitos para seguir la causa de la **Reforma**, empezando a predicar en 1522.

En 1523 encontró al Consejo de Zurich dispuesto a escucharle en un debate público que duró dos días, el 29 y 30 de enero.

El primer día expuso su programa reformador en 67 tesis, en donde se discutía el asunto del culto a las imágenes. El Consejo pareció convencido por sus razones y ordenó que las pinturas y

²⁹ La Guerra del Campesinado, finalizada con la paz religiosa de Nuremberg (1525-1532), en alemán Nürnberg.

estatuas se quitasen de las Iglesias, sin hacer manifestación que pudiera interpretarse como sacrilegio.

El segundo día, Zuinglio atacó su tema favorito, la eucaristía. Para él la misa no era sacrificio, sino simple conmemoración de la muerte del Señor.

El Consejo, ante semejante afirmación, ya no se sintió inclinado a decidir sobre este punto esencialmente teológico, pero consistió que Zuinglio diera instrucciones en su nombre a los clérigos de la ciudad, que era tanto como abolir la misa.

Además, Zuinglio mostraba simpatías por los descontentos más humildes y había empezado a preparar alianzas entre Zurich y varias ciudades del Sur de Alemania³⁰, pensando en una confederación democrática para oponerse tanto al Emperador como al Papa.

Lutero y Melanchthon³¹, sobre todo este último, se dieron cuenta enseguida de que la posición de Zuinglio entrañaba dos peligros, uno religioso y otro temporal.

En el terreno religioso, amenazaba convertir **La Reforma** en una sublevación política, y Lutero y Melanchthon siempre insistieron en predicar que hay que dar al César lo que es del César, y para ellos el César era el Emperador, y lo que era del César era toda Alemania.

En el terreno temporal, la política de Zuinglio provocaría descontento entre los príncipes alemanes, y éstos, por el momento, eran necesarios para sostener **La Reforma**.

³⁰ Entre las alianzas, se encuentra la mantenida con Martín Bucer, dominico alemán, que predicó **La Reforma** en Estrasburgo y el suroeste de Alemania. Fue excomulgado y acabó su vida en Inglaterra.

³¹ Melanchthon (1497-1560) fue el principal lugarteniente de Lutero en la Universidad de Wittenberg. Entre otras cosas, aprobó la feroz represión de las revueltas campesinas en 1525.

Pero, por desligado que se sintiera Lutero de Zuinglio, no quería producir una ruptura en la Iglesia Protestante y consistió en acudir a un Coloquio o Conferencia, que convocó el landgrave³² de Hessen en Marburgo en octubre de 1529.

Ambos llegaron acompañados de algunos de sus amigos y partidarios; el presidente era el propio landgrave de Hessen, un protestante de buena fe, que con toda franqueza le había dicho al Emperador, que él se dejaría quitar la vida y hacienda, antes que claudicar de sus ideas religiosas.

El Coloquio de Marburgo tiene una importancia capital en la historia de La Reforma; los reunidos convinieron en todos los puntos, menos en el del sacramento de la eucaristía.

Algunos protestantes creyeron que su deber era "imponer su verdad" a la fuerza. Esta forma de imponer La Reforma está representada por Calvino y el Grupo de Ginebra.

Las ideas de Juan Calvino (1509-1564) se hallan expuestas en su obra magna, Institución de la Religión Cristiana, primer tratado sistemático de teología protestante, publicado en 1536.

La Institución obligó a Calvino a emigrar a Francia³³ y entonces hubo de encontrar refugio en Ginebra. Allí había cundido ya la rebeldía protestante. Al predicarse La Reforma, la división se hizo más profunda; a los del obispo se les llamaba Mamelucos, o esclavos, y a los que se habían juramentado para defender las libertades municipales eran los eidgenossen o juramentados.

³² Del idioma alemán Landgraf, donde Land es país y Graf conde, que era un título de honor de algunos señores alemanes.

³³ Donde el francés Guillermo Farel empezaba a predicar La Reforma.

Calvino comenzó a predicar en Ginebra como un desconocido. Pronto aprendieron a conocerle. Las imágenes de la Catedral fueron destruidas y la misa abolida, aunque Calvino insistió en que debía celebrarse la Santa Cena por lo menos una vez a la semana, pero había que hacerla con una fe viva y una vida ordenada.

Todos los habitantes de Ginebra se vieron obligados a jurar en las Iglesias un credo apostólico redactado por Calvino.

Zuinglio protestó por este proceder de Farel y Calvino. Los habitantes de Ginebra desintieron en algunos puntos de sus pastores, y Farel y Calvino fueron desterrados. Tres años más tarde, en 1541, Calvino fue llamado de nuevo a Ginebra³⁴.

Tiempo después, Calvino elaboró unas ordenanzas municipales para Ginebra en las que introdujo algunas de sus ideas, no todas, de la Institución. Persistente en sus ideas de disciplina teológica, llegó al extremo de condenar a Servet a la hoguera³⁵.

La empresa de Calvino en Ginebra tuvo una extraña repercusión en Escocia por obra de John Knox (1507-1572), el cual organizó, sin oposición, la Iglesia de Escocia, según el modelo Calvinista.

b. La Contrarreforma.

Fue en España donde Ignacio de Loyola fundó La Compañía de Jesús en el año de 1534, que iba a ofrecer a la Iglesia una milicia de

³⁴ No se ha encontrado rastro alguno de la comparecencia de Calvino en las crónicas contemporáneas.

³⁵ Miguel Servet (1511-1553) médico y teólogo español, que negó la Trinidad. Había intuido la circulación de la sangre; fue condenado a la hoguera en Ginebra, Suiza, por discrepar con la teología de Calvino. Melancthon, tan culto, tan bondadoso y tan inclinado a la comprensión y al eclecticismo escribió en 1553 a Calvino, felicitándole por haber hecho morir en la hoguera a Miguel Servet.

religiosos disciplinados. Este grupo de teólogos pronto llamó la atención de la Curia Romana.

La Compañía, con verdadero carácter católico, internacional y pontificio, se extendió inmediatamente por todo el mundo. Ignacio de Loyola fue elegido Primer General de la Compañía el 4 de abril de 1541.

En diciembre de 1545 los legados del Papa inauguraron las sesiones del Concilio de Trento, el cual, después de largas interrupciones terminó hasta diciembre de 1563; dieciocho años en total, aunque las sesiones -divididas en tres etapas- duraran solamente siete años.

El Emperador y algunos de los prelados, como el propio Obispo de Trento, deseaban empezar la discusión por La Reforma de la Iglesia, asunto que hubiera animado a los protestantes a acercarse. Pero dominaba el criterio de que se tratasen primero las materias dogmáticas controvertidas por los herejes, y lo único que pudieron lograr los imperiales fue que ambas materias se debatieran alternativamente.

Característico es que, al debatir su título, algunos querían que se llamase Sínodo que representa a la Iglesia Universal, pero les pareció a los legados de la Santa Sede que éste podía hacer suponer que el Concilio se hallaba por encima de la Iglesia. El título al que se llegó finalmente fue Sacrosanto Sínodo Tridentino, inspirado por el Espíritu Santo, presidido por tres legados de la Sede Apostólica.

El primer asunto que se trató fue la reafirmación del credo aprobado por el Concilio de Nicea (325). Como fuente de la revelación divina se señalaron Las Sagradas Escrituras y La Tradición. Esto

significaba la condenación de uno de los puntos capitales de la doctrina de Lutero. La Tradición fue definida como **Traditio Christi** y **Traditio Apostolorum** (Spiritu Sancto Dictante).

Por lo tanto, sólo los apóstoles, representados por la jerarquía eclesiástica, tenían autoridad para interpretar el sentido de **Las Sagradas Escrituras**; tácitamente se condenaba la lectura de la Biblia con libre criterio personal.

Las definiciones del Concilio de Trento no se admitieron sin dificultad. El Obispo de Chioggia y seis obispos más, opuestos a lo que significaba **La Traditio Apostolorum**, sostuvieron que la fuente de la revelación era sólo **Las Sagradas Escrituras**, pero fueron derrotados.

Como texto de la Biblia se decretó auténtica la llamada **vulgata**³⁶ sin que esto implicara negación de autenticidad para los textos primitivos y otras versiones antiguas. Así mismo se ordenó su publicación en edición corregidísima, a fin de subsanar las deficiencias accidentales que existieran en el texto a través de las copias medievales.

Establecidas las fuentes de la revelación, se procedió a discutir el punto más espinoso, el pecado original y la justificación por la fe. Hubo partidarios del punto de vista **protestante**, que afirmaban que la fe, y sólo la fe, otorga a los hombres la salvación.

Pero a pesar de que los partidarios de la fe sin obras, capitaneados por el Obispo de la Cava, llegaron a debatir con aquéllos que sostenían que la fe sin obras es muerta, prevaleció la tesis tradicional y no se habló más del asunto.

³⁶ Traducción latina hecha por San Jerónimo (347-419 ó 420). Entre 1475 y 1517 se publicaron 16 ediciones de la Vulgata en Francia.

Con respecto a la predestinación y el libre albedrío, los jesuitas Salmerón y Laínez tuvieron mucha influencia con sus declaraciones.

Los jesuitas eran los únicos exceptuados de la prohibición general de predicar en El Concilio de Trento. En realidad, los jesuitas de Trento eran, por su preparación, superiores a la mayoría de los obispos. A los obispos que a ello se prestaban, les sugerían la práctica de la obra *Los ejercicios*, y esto contribuía a aumentar su prestigio.

La familiaridad de los jesuitas con los textos de las Escrituras y de los Santos Padres les hacía inexpugnables. Laínez y Salmerón daban a los reunidos en Trento no sólo informes técnicos, sino lecciones de teología.

Cuando hubo de tratarse de los Sacramentos, el Emperador consiguió que fueran a Trento algunos protestantes, pero pronto desertaron y no hubo entonces manera de conciliar los dos espíritus. Sin embargo, una vez libre de la pretensión de conseguir concesiones para los súbditos del Emperador que eran luteranos, el Concilio continuó sus sesiones, proponiendo medidas para corregir abusos en todas las disciplinas de la Iglesia.

El Concilio de Trento estabilizó definitivamente el dogma católico frente a las controversias protestantes.

c. Guerras de Religión

Los protestantes no podían admitir como inspirados por el Espíritu Santo los cánones o decretos del Concilio de Trento, al cual

no habían asistido. Las consecuencias inmediatas del cisma protestante fueron las llamadas "Guerras de Religión".

Los soberanos católicos, una vez afirmado el dogma y fijado el ritual por la Iglesia reunida en Concilio, considerado por ellos como universal o ecunémico, tenían que imponerlos a la fuerza para la salvación de sus almas y las de sus súbditos.

Alemania, cuna de La Reforma, fue de todos los países protestantes el que sufrió menos estas primeras violencias. Lutero se mantuvo ortodoxo en el punto más espinoso, es decir, el de la trasubstanciación del pan y el vino en cuerpo y sangre de Cristo.

Lutero y, sobre todo, Melanchthon tuvieron siempre esperanzas de llegar a un acuerdo con los católicos.

Por otra parte, el carácter imperial de la soberanía de Carlos V, le obligaba a reconstruir la unidad religiosa de Alemania, mientras los príncipes protestantes reclamaban el privilegio de proceder libremente en sus dominios.

Las querellas entre protestantes y católicos en Alemania, después de la muerte de Lutero, en 1546, no pueden calificarse de guerras de religión, sino una serie de penosas jugadas de política local en las que se sacrificaron las vidas de algunos centenares de vasallos.

Las miserables alternativas de pujanza y decaimiento de los protestantes en Alemania contrarrestaban con los proyectos fantásticos del Emperador. El sueño de Carlos V, durante los años que van de 1545 a 1552, fue el de convencer a los luteranos de que debían reintegrarse al catolicismo, y al Papa de la necesidad de reformar la Iglesia.

Estos proyectos caballerescos eran contrariados por la rebeldía contumaz de los protestantes alemanes y por la mezquindad del papado, que protestaba en cuanto se le hablaba de corregirse.

Después de haber purificado y vuelto a unir la cristiandad, Carlos V reconquistaría a Bizancio y todo el Oriente y se haría coronar otra vez Emperador por el sumo pontífice en Jerusalén.

La lucha entre Carlos V y los reformadores alemanes, fue establecida en el período de 1526 a 1555³⁷.

En 1555 el Emperador, sifilitico y gotoso, traspasó los asuntos alemanes a su hermano Fernando³⁸ y se preparó para retirarse a acabar sus días al monasterio de Yuste.

El nuevo Emperador Fernando y su hijo y sucesor Maximiliano II tenían más paciencia para tratar con los protestantes. En Alemania la gente se sentía fatigada por tantas disputas teológicas, que eran comprendidas sólo a medias, y hasta veían con cierta satisfacción que hubieran cesado los abusos en la percepción de diezmos y la predicación de indulgencias.

Las guerras de religión se extenderían por algunos países de Europa, siendo los principales Francia y los Países Bajos. Terminarían en los Países Bajos en julio de 1584 y en Francia el 2 de mayo de 1598 con la firma del Edicto de Nantes.

3. Advenimiento religioso en Polonia

La Orden Teutónica podía contar, a principios del siglo XV, con la ayuda de centenares de hermanos y miles de cruzados de casi todos

³⁷ Ver anexo A.

³⁸ Fernando I de Augsburgo, tomó los asuntos de Alemania después de la Tercera Dieta de Augsburgo (1555).

los países de Europa, que por sus propios medios acudían a defender con las armas la mal entendida causa de la cristiandad.

Las ciudades boruscas y pomeranas³⁹ podían ser acusadas de herejía aunque se rebelasen sólo contra la autoridad secular de la Orden. El argumento religioso que tanto necesitaban los sublevados, lo obtuvieron de los teólogos polacos, quienes elaboraron una tesis sobre el derecho de los súbditos a rebelarse contra la autoridad injusta.

El reino de Polonia y las tierras de Borussia y Pomerania superaron la crisis provocada por la excomuni6n que la Orden habia obtenido arteramente, de la entonces sobornable Curia Romana, pero lamentablemente tuvieron que afrontar una guerra : "La Guerra de los Trece Años" (1454-1466), sostenida entre los boruscos, pomeranos y el Reino de Polonia contra la Orden Teut6nica, cuyo ej6rcito eran tropas mercenarias, en su mayoría de infantería.

El límite entre el Reino y el Estado tributario era bastante arbitrario; el obispado de Warmia⁴⁰ constituía prácticamente un enclave , ya que estaba unido a la Prusia real únicamente por una estrecha franja de litoral, de manera que quedaba prácticamente rodeado por territorios de la Orden.

Los bienes de la Di6cesis de Warmia, se hallaban divididos entre episcopales y capitulares. Su ciudad y centro comercial más grande era Braniewo, del cual dependían econ6micamente las demás ciudades.

El obispo tenia su residencia en el magnífico palacio episcopal de Lidzbark, que existe hasta hoy, mientras que la catedral y la sede

³⁹ Toda Borussia y Pomerania estaba cubierta por un denso sistema de defensa; habia más de 120 castillos; en parte de la Orden Teut6nica y en parte episcopales, a cuya sombra protectora medraban las ciudades.

⁴⁰ Las principales ciudades de Warmia eran Frombork (Frauenburg), la ciudad de la catedral; Lidzbark Warminski (Heilsberg) donde residía el Obispo; luego más hacia el interior Olsztyn (Allenstein).

del Capítulo se encontraban en Frombork⁴¹, pequeña ciudad portuaria sobre el estuario del Vistula.

Cien kilómetros más al sur, sobre la elevada costa del río Lyna, se encuentra la ciudad de Olsztyn, en cuyo castillo tenían su sede los administradores de las tierras capitulares, actualmente capital de la provincia homónima.

Mientras la franja litoral de Warmia con sus fértiles tierras labrantías estaba poblada en su mayor parte por alemanes y prusianos germanizados, los pobladores de la zona sur y de Olsztyn procedían de Polonia.

El contraste entre la ideología y la práctica se tornó particularmente violento a principios del siglo XVI, cuando la Orden Teutónica trataba por todos los medios de no perder sus colonias, ya que en su propio país (Alemania) había perdido toda razón de ser.

Contrariamente a lo establecido en el tratado de 1466, la Orden se obstinaba en no admitir entre sus miembros a caballeros polacos y trataba de liberarse del tributo impuesto por el rey Polaco y de reivindicar todas las tierras prusianas.

La Orden eligió a su Gran Maestre entre las más poderosas familias alemanas; Federico de Sajonia asumiría el cargo en el período 1510-1517 y Albrecht Hohenzollern en el de 1517-1525.

La Orden trataba de obtener ayuda alemana y de vincular su causa a la lucha de los diferentes electores, por la hegemonía en el mundo Germánico. Esto afectaba directamente los intereses de la población prusiana, cuya libertad y prosperidad dependían de su unión con el organismo económico polaco.

⁴¹ Frombork, ciudad de la Prusia Oriental, situada a diez kilómetros de Braniewo.

Uno de los problemas más candentes era el que causaba la moneda de inferior calidad acuñada por la Orden, que desplazaba a la moneda polaca, pero el peligro más grave era sin duda, el que se cernía sobre la autonomía de Prusia Real, en particular sobre la del obispado de Warmia, casi totalmente rodeado por posesiones de la Orden.

En la década de 1520 se extendía La Reforma, y estallaban cruentos alzamientos contra los poderes seculares y eclesiásticos. La tensión particularmente fuerte que existía entre la plebe y la alta burguesía de las ciudades prusianas creaba condiciones propicias para la expansión de la Reforma, que podía difundirse rápidamente gracias a la imprenta y las prédicas.

Al tomar el obispado de Warmia en 1512, Fabiano von Lossainen, observó una actitud de benévola neutralidad respecto del luteranismo, pero su sucesor, el Obispo Mauricio Ferber, apenas ocupó su puesto, inició una violenta campaña contra el luteranismo. Su primer edicto publicado en 1524, amenazaba a todos los que escuchaban a los cismáticos "con la maldición eterna y con la espada del anatema"⁴².

El obispo de la vecina Diócesis de Sambia⁴³, también publicó un edicto, en el cual exhortaba al clero para que se leyese diligentemente los escritos de Lutero y se siguiera la práctica luterana de predicar y bautizar en la lengua del pueblo común.

Se exigía que la Iglesia fuera menos onerosa en Danzig, Elblag y Torun. El descontento popular culminó en 1525, cuando los cruentos motines de Danzig, Elblag y Torun se extendieron a Braniewo y Sambia, en el principado de Prusia Ducal.

⁴² Koestler, A., op. cit. (ref. 27), p. 145.

⁴³ En el idioma alemán Samland.

En 1525, cuando se disolvió la Orden Teutónica, el Gran Maestro Albrecht Hohenzolier pasó a formar parte del bando de La Reforma, abrazando el nuevo credo, además de haber sido nombrado Duque de Prusia.

El rey de Polonia, Segismundo "el viejo", prohibió, so pena de muerte, la difusión de la nueva fe, la cual no le impidió reconocer la ruptura con Roma del príncipe prusiano. En ese tiempo sofocó por la fuerza una rebelión luterana en Danzig.

En este ambiente religioso, político, social y económico habría de desarrollarse la vida y obra de Nicolás Copérnico.



La patria de Copérnico.

CAPITULO II
NICOLAS COPERNICO

1. Infancia y adolescencia de Copérnico¹

La familia Copérnico era oriunda de Silesia, de la aldea Kopernik² (actualmente Koperniki), cerca de Nysa. De la rama de la familia asentada en Cracovia, provenía el padre del astrónomo, el comerciante Nicolás Copérnico.

El comercio del cobre, negocio al que se había entregado su familia desde el inicio y del cual había derivado el nombre de Copérnico, lo mantenía en constante contacto con las ciudades boruscas y pomeranas; tomando parte en las acciones que llevaron a la creación de la Federación Borusca (1454).

Después de la Guerra de los trece años (1454-1466), Polonia fue llevada a la ruina y la población disminuyó a menos de la mitad. La ola de migraciones que se produjeron a raíz de estos acontecimientos, incluyó al padre de Nicolás Copérnico, llevándolo de Cracovia a Torun por el año de 1457 donde habría de emparentarse con familias de la aristocracia urbana, contrayendo matrimonio con Bárbara Watzenrode³, hija del comerciante Lucas Watzenrode.

La familia Watzenrode, también oriunda de Silesia, vivía en Torun desde hacia varias generaciones. El padre de Bárbara, era "mayor" del

1 El apellido Copérnico aparece con diferentes grafías en los documentos : Coppernic, Koppernicck, Koppernik, Koppernigk, Kopperlingk, Cupernick y Kupernick. Lo más usual es Koppernigk. Ludwig Prowe, el más prominente de los biógrafos de Copérnico, escribió en diferentes ocasiones Copernic, Coppernig, Coppernik, Coppbernic y en los últimos años casi siempre Copernicus.

2 El nombre de la aldea Kopernik, se debe al hecho de sus habitantes se dedicaban al comercio de cobre. (En alemán Kupfer).

3 De la cual únicamente se sabe el nombre.

tribunal del burgo y uno de los principales promotores de la Federación Borusca, habiendo tomado parte personalmente en las guerras contra la Orden Teutónica.

Lucas Watzenrode (1447-1512), tío de Copérnico, después de estudiar en Cracovia, Colonia y Bolonia, ocupó numerosos cargos eclesiásticos. Era un tipo "... que no escuchaba nunca la opinión de los demás, que no se reía nunca y a quien nadie amaba ..."⁴. Fue uno de los más brillantes políticos de la época, de insigne actuación en la causa de los cruzados en la República Polaca, quien además gozaba del favor de los Jagellones, razón por la cual su voz era una de las más importantes en la política de esta dinastía respecto al Estado Teutónico.

Nicolás Copérnico nace en Torun⁵ el 19 de febrero de 1473, bautizado un año después en la Iglesia parroquial de San Juan Bautista. La primera infancia de Copérnico transcurrió en Torun, en la casa familiar, ubicada en la calle de Santa Ana (actualmente calle Copérnico) y desde 1480, en la casa situada junto a la Plaza Mayor de la Ciudad Vieja.

La patria chica de Copérnico era la antigua Prusia Real, que comprendía su ciudad natal de Torun y toda la Diócesis de Warmia, pertenecientes desde 1454 al reino de Polonia.

Es "opinión" general que hizo sus primeras letras en la escuela municipal adyacente a la Catedral de San Juan⁶. Esta escuela poseía

⁴ Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 129.

⁵ Torun o Thorn como se desea llamar, una de las grandes ciudades de Pomerania; fundada en 1231 -como centro esencialmente comercial- por la Orden Teutónica, sobre la margen del Vístula. En la época que nació Nicolás Copérnico la ciudad ya estaba en decadencia, pues Danzig le había arrebatado su importancia comercial.

⁶ No se ha podido precisar con certeza las escuelas en que recibió su primera enseñanza.

algunas tradiciones en la enseñanza de la astronomía y durante varios años había sido dirigida por su tío. Se cree que uno de sus primeros maestros fue un polaco de nombre Mikolaj Vodka, quien luego latinizó su nombre en Abstemius. Siguió estudiando probablemente en la escuela de los Hermanos de la Vida en Común⁷, en Chelmo.

Después de la muerte del padre de Nicolás Copérnico, en 1483, Lucas Watzenrode se hizo cargo de su hermano Andreas⁸ y sus dos hermanas. A partir de entonces habrá de influir decididamente sobre la carrera de su sobrino.

En 1489, Lucas Watzenrode es designado Obispo de Warmia; Copérnico recibiría una educación mucho más vasta que la que acostumbraba darse a los hijos de los burgueses.

Aunque el ambiente mismo en que se crió le inculcó el gusto por el cálculo, por el dinero y algo no muy acorde con las fiestas religiosas, la costumbre de medir el tiempo según el calendario astronómico.

En otoño de 1491, a los 18 años, inducido por su tío, Copérnico se matriculó en la Universidad de Cracovia⁹, en lugar de hacerlo como la mayoría de los jóvenes de la provincia, en la Universidad de Leipzig, o de Rostock o bien en la recién fundada de Greifswald. Probablemente lo decidieron razones familiares y la fama de Cracovia,

⁷ Los Hermanos de la Vida en Común era una orden monástica dedicada a la proliferación y acrecentamiento del conocimiento científico.

⁸ Andreas era mayor que él; se inscribió en la Universidad de Cracovia solo por un tiempo y en Bolonia dos años después que Nicolás. Concluidos sus estudios allí, volvió a Frombork con una enfermedad, la cual se cree era sífilis. Pocos años después fallece en circunstancias y fecha desconocidas.

⁹ Fundada en 1364 por el rey Casimiro III el Grande.

que era el centro universitario de más prestigio en la Europa Central de entonces¹⁰.

Se dice que si Copérnico hubiese ingresado a las universidades con ideología protestante, como lo eran Rostock y Greifswald, tal vez la publicación de *De revolutionibus*¹¹ no hubiese esperado tanto y más aún, la revolución no tan sólo se hubiese dado a nivel científico sino también ideológico.

Cracovia era no sólo la capital de un gran reino, sino también una metrópoli comercial; centro de una importante región agrícola y minera. A sus habitantes polacos se asimilaban muchos burgueses alemanes y también numerosos italianos.

La existencia de la Universidad impulsó el desarrollo de la imprenta, que difundió el acceso a la ciencia. Copérnico habría de estudiar allí por cuatro años Artes Liberales (*artium*)¹². La Universidad había adquirido excelentes tradiciones en la primera mitad del siglo XV.

En 1495, Copérnico abandona Cracovia para emprender viaje a Frombork, nombrado canónigo del Capítulo de Warmia, con residencia junto a la catedral de Frombork. De esta manera, el Obispo Lucas Watzenrode, con seguridad promotor del nombramiento, ganaba a un colaborador de confianza en el Capítulo¹³.

¹⁰ La Universidad de Cracovia atraía estudiantes de toda Europa, especialmente de la parte central.

¹¹ En el presente trabajo se utiliza *De revolutionibus* para mencionar la obra de Copérnico : "De revolutionibus orbium coelestium, Libri VI, Nuremberg, 1543".

¹² Las Artes Liberales se dividían en el Trivium : gramática, dialéctica y retórica; y el Quadrivium : Aritmética, música, geometría y astronomía.

¹³ El Capítulo era un consejo de canónigos religiosos donde cada uno de ellos tenía ciertas obligaciones.

El cargo de canónigo no exigía las sagradas órdenes, y nada indica que Copérnico haya sido ordenado sacerdote. Su permanencia en Warmia no fue prolongada, ya que en 1496, gracias al apoyo de su tío, parte para estudiar Derecho en la célebre escuela de juristas de la Universidad de Bolonia. Copérnico no obtuvo en Cracovia ningún grado universitario, pero asimiló gran cantidad de conocimientos, sobre todo matemáticos que, unidos a sus primeras observaciones, le permitieron pensar en una nueva concepción del Universo. Con seguridad, no alcanzó a conocer a los grandes humanistas polacos de la generación nacida alrededor del año 1500, a excepción de Hozjus¹⁴.

2. Estudios en Italia

A los 23 años de edad se trasladó a Italia, atraído por la fama de los estudios en Bolonia, donde se encontraban, por aquel entonces, célebres maestros y numerosos estudiantes italianos y extranjeros. En las disciplinas astronómicas se encontraban los profesores Giacomo di Pietramellara y Domenico Maria da Novara¹⁵.

En Bolonia se afilió a la Natio Alemana (Germanorum) -era una fraternidad de estudiantes- y no a la Natio Polaca que era la más poderosa en esa ciudad, tanto por los frecuentes alborotos callejeros que promovía, como por su alma mater. El registro de la Natio Alemana contiene nombres como Nicolás de Cusa¹⁶, así como el del tío de Copérnico.

A pesar de que Copérnico era beneficiado por las contribuciones de la canonjía de Frombork, los estudios y los gastos de la vida

¹⁴ Canónigo de Warmia desde 1538, y más tarde Cardenal.

¹⁵ Domenico Maria da Novara, nativo de Ferrara y discípulo de Giovanni Bianchini.

¹⁶ Nicolás de Cusa, cardenal y profesor alemán, murió en 1464, nueve años antes de que naciera Copérnico.

estudiantil de Bolonia debían ser considerables, pues se sabe que a menudo se encontraba en apuros de dinero.

Es en Bolonia donde surgió su interés por la Astronomía, las humanidades y las letras latinas¹⁷. Sus estudios de jurisprudencia en la célebre escuela de juristas de la Universidad de Bolonia se prolongarían hasta el año de 1500 ¹⁸.

Después de una corta estancia en Roma (1500), relacionada probablemente con un período de práctica legal en la Curia, Copérnico regresó a Polonia para solicitar al Capítulo una autorización para seguir estudiando en Padua, famosa entonces por su escuela de Medicina. Dos años de estudios lo prepararon para ejercer la profesión.

Lo más provechoso de su estancia en Padua fue sin duda su contacto con la filosofía y la filología humanística, de las cuales esta ciudad era un importante centro. Allí conoció la lengua griega y profundizó sus conocimientos de literatura clásica, así como la perfección del latín. Cabe mencionar que la Universidad de Padua brillaba por los servicios de Girolamo Fracastro, que tenía entonces una cátedra de lógica y era al mismo tiempo *Consiliarius anatomicus*.

Fue en su estancia en la Universidad de Padua cuando comenzó la fase constructiva de la "revolución copernicana", es decir, la búsqueda de soluciones geométricas que, aplicadas a la astronomía, cumpliesen con los postulados de homogeneidad y armonía del Cosmos.

¹⁷ En el área de humanidades y letras latinas tuvo como profesor a Antonio Codro Urceo, quien conocía a un gran número de personas, entre las que se contaban Aldo Manuzio, Angelo Piliziano y Pico della Mirandola y en Aritmética y Geometría tuvo como profesor a Scipione del Ferro.

¹⁸ El hermano de Copérnico, Andreas, fue también estudiante de jurisprudencia de 1498 a 1500 en Bolonia.

Después de hacer sus estudios en Medicina en Padua (1502)¹⁹, se trasladó en la primavera de 1503 a Ferrara donde trabajó apresuradamente para obtener el doctorado en Derecho Canónico el 31 de mayo con el trabajo denominado "Los decretos"²⁰.

En Ferrara conoció al eminente humanista, poeta y filósofo de esa ciudad Celio Calcagnini²¹, autor del tratado que lleva por título *Quomo de coelum stet, terra moveatur, vel de perenni motu terras* comentario (Tratado acerca de cómo el cielo permanece fijo, se mueve la Tierra, o sobre los movimientos perennes de la Tierra)²². Los apuntes de puño y letra de Copérnico que se han conservado en los libros que fueron propiedad de él, parecen sugerir la posibilidad de que las ideas de Celio, encaminadas hacia el heliocentrismo, hayan ejercido influencia sobre sus tempranas concepciones.

Copérnico parecía tener ya clara conciencia de una nueva imagen del mundo, acorde con los mencionados postulados, apoyándose en las obras que conocía de autores antiguos.

La detallada descripción de la nueva teoría debía estar ya preparada al menos en parte, puesto que algunos años más tarde, Copérnico hizo circular entre sus amigos más íntimos, un esbozo manuscrito de su "teoría" heliocéntrica llamado *Commentariolus*.

¹⁹ Copérnico no se sabe si se graduó en Medicina, ya que se perdieron las actas (Acta Collegii Medicorum) de los años de 1503 a 1507 que dan fe de esto.

²⁰ Según un documento encontrado en el archivo notarial de Ferrara publicado en 1877, en las actas de la Academia Pontificada dei Nuovi Lincei, por el príncipe Baldassare Boncompagni.

²¹ No existe alguna prueba directa de que Copérnico conociese a Calcagnini, pero habían sido contemporáneos en la pequeña Universidad de Ferrara y además el profesor Antonio Leuto, quien entregó el título de Doctor a Copérnico era el abuelo de Calcagnini.

²² Algunos autores le han dado el nombre "De la inmovilidad del Cielo y la movilidad de la Tierra".

En resumen, Copérnico estuvo estudiando en Italia por espacio de ocho años.

A su regreso de Italia, en lugar de dirigirse a ocupar su cargo de Canónigo en Frombork²³, Copérnico iría a Warmia, residiendo en el Castillo episcopal de Lidzbark²⁴, de acuerdo a un permiso cuyo motivo oficial fue servir como médico privado de su tío; se ignora si realmente desempeñó dichas funciones con él, pero lo que sí es seguro, es la atención de sus sucesores, los obispos Ferber y Dantisco.

Ayudaba en la administración de la diócesis y en la intensa actividad política; en una situación de incesante conflicto con la Orden Teutónica, dándose tiempo a la vez, para continuar con sus observaciones y reflexiones.

En calidad de consejero de confianza del Obispo, le acompañaba en muchas reuniones políticas, y viajaba con éste a las Dietas del Reino, o a las Dietas Provinciales de Borussia y Pomerania, en muchas de las cuales fue delegado por el Capítulo. Era asiduo huésped de Danzig, Torun, Grudziadz, Elblag, y sobre todo en Malbork, la antigua capital del Estado de la Orden Teutónica. Viajó en compañía de su tío, dos veces a Cracovia y probablemente a Poznan²⁵.

En las Dietas Provinciales se granjeó el respeto de todos los representantes, aristócratas, eclesiásticos, hidalgos y representantes de la alta burguesía, gracias a sus conocimientos en materia de política y economía.

²³ Llamada caprichosamente por Copérnico Gynópolis.

²⁴ Sede del Obispo de Warmia. Según Koestler Castillo de Heilsberg. Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 136.

²⁵ En el idioma alemán Grudziadz es Graudenz, Malbork es Marienburg y Poznan es Posen.

Prusia Real iba siendo influenciada lentamente por la arquitectura holandesa y también por los sajones llegados de Leipzig²⁶. Los intereses políticos de la Corte de Cracovia estaban en manos de Jan Dantyszek²⁷, el cual formaba parte del Capítulo, al cual también estaba incorporado Copérnico desde 1495.

El Capítulo se diferenciaba de otras instituciones del género por su composición, casi exclusivamente burguesa. La mayoría de sus miembros poseía grados académicos.

Los numerosos beneficios de que gozaban los miembros del Capítulo en diferentes partes del Reino, las misiones que les encomendaba el Rey y finalmente los viajes de estudios al exterior eran la causa de que de los 16 canónigos del Capítulo²⁸ nunca estuvieran presentes más de la mitad.

Aunque en Frombork permanecían aun vivas las tradiciones de la vida comunitaria de los canónigos, los miembros del Capítulo eran ya más "señores de Frombork" que eclesiásticos. Su principal preocupación consistía en la marcha de los negocios en sus tierras particulares y en la administración de las propiedades comunes del Capítulo.

Acerca de los litigios fronterizos con la Orden, Copérnico confeccionó alrededor del año 1510 un mapa de la Prusia Real²⁹. Más

²⁶ Leipzig era entonces metrópoli comercial del centro de Europa.

²⁷ Jan Dantyszek, poeta, cortesano y humanista; durante muchos años embajador en la corte de Carlos V en Valladolid, más tarde corresponsal y protector de Erasmo de Rotterdam, y también Obispo de Warmia de 1537 a 1548.

²⁸ La mayor parte de la vida cotidiana de estos hombres transcurría en el recinto de la singular fortaleza catedralicia.

²⁹ Este mapa no se ha conservado; las aficiones cartográficas de Copérnico se confirman a través de informaciones procedentes de los años posteriores de su vida. Confr. Dobrzycky, Jerzy, "Nicolás Copérnico, su vida y su obra" en Nicolás Copérnico en el Quinto Centenario de su Nacimiento; 1473 - 1973, siglo XXI editores, México, D.F., 1973, p. 38.

tarde seguiría la línea política de Watzenrode en el Capítulo de Frombork, donde fijó definitivamente su residencia, tal vez poco antes de la muerte del Obispo, en 1512.

La retribución de todos los favores recibidos hacia el tío, habría de ser la traducción del griego al latín del trabajo *Epistolae morales, rurales et amatorias* (epístolas morales, rurales y amorosas), del historiador y poeta bizantino Teofilacto o Simocatta del siglo VII, impresas por Jan Haller, en Cracovia, en 1509.

Esta obra era diametralmente opuesta en estilo a la de sus contemporáneos, como Erasmo, Lutero, Melanchthon, Reuchlin o bien el Obispo Dantisco. Era la época de la traducción de textos griegos de la Antigüedad recién descubiertos³⁰. La traducción iba precedida por un largo poema del humanista alemán Wawrzyniec Corvinus; amigo de Copérnico y su maestro en Cracovia.

A estas alturas es necesario señalar que Copérnico dominaba ya cuatro idiomas: el griego, el latín, el polaco y el alemán³¹, pero como era costumbre de la época sus escritos científicos fueron escritos en latín.

3. Después de la muerte del tío

Al morir su tío, el 29 de marzo de 1512, en Torun, Copérnico residiría en Frombork, en la torre noreste de los muros fortificados, que rodeaban la colina de la catedral. Desde la torre observaba el Mar

³⁰ En ésta época se produjo una clase distinta de liberación intelectual, por obra del redescubrimiento de los hipocráticos y los pitagóricos.

³¹ Un hecho relevante es que en Cracovia no se enseñaba griego. El primer profesor de griego fue Georg Libanius, quien se quejaba de los fanáticos religiosos que trataban de prohibir sus conferencias y de excomulgar a quienes aprendían hebreo y griego.

Báltico al norte y al oeste, el panorama de la fértil llanura al sur, y el espectáculo de las estrellas durante la noche. En Frombork era administrador de los bienes del Capítulo³², cumpliendo además como asesor médico.

Se trasladó a Olsztyn para vivir allí, en el castillo, de 1516 a 1519, ocupándose de los problemas económicos y preparando un proyecto de reforma monetaria. En Olsztyn preparó un memorial acerca de las medidas tendientes a contrarrestar la devaluación de la moneda que circulaba en la Prusia Real, preocupándose por la seguridad de Warmia y su economía agrícola, así como los asentamientos de nuevos arrendatarios.

El conflicto entre Polonia y la Orden Teutónica fue agudizándose hasta convertirse en la guerra que asoló a Warmia entre los años 1519 y 1521.

En enero de 1520, la residencia de Copérnico fue arrasada en Frombork y tuvo que regresar a Olsztyn, pero ésta fue atacada en enero del año siguiente, siendo el Castillo el mayor foco de resistencia, debido a lo cual Copérnico residiría con breves intervalos en Frombork.

Cuando por fin se restableció la paz en 1521, Copérnico tenía 48 años. Los veintidos años que todavía le restaban de vida, habría de pasarlos, primordialmente en su torre. Disponía a partir de ese momento de mucho tiempo para dedicarlo al ocio.

Después de la firma del armisticio provisional entre polacos y teutones en marzo de 1522, Copérnico en calidad de delegado del

³² Durante cuatro años conservó el nombramiento de administrador de los dominios adyacentes que el Capítulo tenía en Olsztyn y Mehlsack, y fue durante otro período el administrador general de todas las posesiones del Capítulo en Warmia.

Capítulo del Congreso de los Estados Prusianos³³ de Grudziadz, presentó su proyecto de reforma monetaria, en el cual se establece empíricamente la ley que rige la circulación monetaria para la Dieta Prusiana³⁴, la cual establece, que si se hallan en circulación monedas de la misma denominación, es decir, de igual valor nominal, pero de diferente contenido en metal puro, las monedas mejores, más pesadas, con más alto contenido, escaparán a la circulación y serán fundidas, enviadas al extranjero o atesoradas.³⁵

Durante la breve vacante episcopal de 1523, fue administrador general de la diócesis. Como técnico y matemático debió dirigir la construcción de modernos bastiones de artillería en los castillos de Lidzbark, Reszel, Olsztyn y probablemente Frombork, para el ataque del Gran Maestro.

Copérnico fue no solamente un experimentado conocedor en asuntos eclesiásticos, humanísticos, médicos y astronómicos, sino un gran conocedor de los asuntos civiles, políticos y sociales y en el ejercicio de sus funciones civiles, un notable economista.

Copérnico ocupó un lugar notable junto a los autores mercantilistas más importantes de su tiempo, como John Hales, Jean Bodino, Gerald Malynes y Thomas Mun.

La guerra comenzada en 1521 quedó sellada con el Tratado de Cracovia de 1525 y un gran homenaje al Rey de Polonia por el Gran

³³ Los Estados de la Prusia Real, incluían a Polonia, ésta a su vez a Warmia.

³⁴ El tratado fue originalmente escrito en alemán, y sometido a la Dieta Prusiana en 1522, luego volvió a escribirse en latín para el Parlamento (Landtag) de 1528.

³⁵ Se ha pretendido a veces que Copérnico anticipó la ley de Gresham, según la cual "el dinero débil elimina el fuerte". En verdad, parece que este principio fue enunciado dos siglos antes por Nicolás de Oresme, cuyas doctrinas económicas fueron la base de la reforma monetaria de Carlos V.

Maestre Albrecht Hohenzollern, el cual, tras una conversación con Lutero, abandonó la túnica eclesiástica y se convirtió en Príncipe de la Prusia llamada Ducal. Al firmarse el armisticio, Copérnico fue designado comisario en Warmia. En estas desfavorables condiciones de guerra, empezó a escribir *De revolutionibus*.

Sin duda alguna el descubrimiento de América infundió en Copérnico nuevas ideas; la *Cosmographia* de Apianus, editada por primera vez en el año de 1524, mantenía que la Tierra era una especie de isla en medio de las aguas del océano que la rodea por todas partes. Simultáneamente, desde principios del mismo siglo empezaron a aparecer mapas con una imagen diferente del mundo, que tomaban en cuenta la existencia de otros continentes: Africa y la recién descubierta América.

Desde entonces era cada vez más difícil considerar el continente euroasiático como una "isla" terrestre que ocupaba un lugar excepcional de la esfera "acuática" y más aun entre las demás esferas.

Aludiendo a esta imagen del mundo y apoyando su tesis en los nuevos descubrimientos geográficos, Copérnico supo imaginarse a la Tierra como un cuerpo celeste homogéneo, de forma esférica, compuesto de los elementos esenciales -agua y tierra-.

Más aún, basándose en los escritos antiguos y en sus observaciones pudo extraer dos ideas totalmente ajenas al pensamiento Aristotélico : una nueva fe en la posibilidad de descubrir en la naturaleza simples regularidades aritmético-geométricas y una nueva visión del Sol como fuente de todos los principios y fuerzas vitales existentes en el Universo.

Fuera de Warmia, el vínculo más duradero fue el que lo unió al canónigo cracoviano Bernard Wapowski. Precisamente a instancias de Wapowski, escribió en 1524, una crítica al tratado "Del movimiento de la octava esfera", escrito en 1522 por el astrónomo y matemático Johannes Werner de Nuremberg³⁶.

El tratado de Copérnico contra Werner, titulado *De octava sphaera* junto con el *Commentariolus* y *De revolutionibus*, son los únicos textos astronómicos debidos a su pluma, conservados hasta hoy. Contrariamente a los otros dos, éste no contiene ningún elemento de astronomía heliocéntrica. Copérnico criticó severamente los errores metodológicos y astronómicos de la obra, absteniéndose sin embargo de presentar su propia teoría de precesión.

Werner se permitió poner en tela de juicio la corrección de ciertas observaciones de Ptolomeo y Timocaris. Copérnico lo atacó diciéndole que :

" Nos corresponde seguir estrictamente los métodos de los antiguos y atenernos a sus observaciones, que nos legaron como un testamento. Y para quien piense que esos métodos y observaciones no son dignos de toda confianza, seguramente permanecen cerradas las puertas de nuestra ciencia. Se quedará ante esa puerta y tejerá sueños allocados sobre el movimiento de la octava esfera, y recibirá lo que merezca por creer que puede apoyarse en sus propias alucinaciones, calumniando a los antiguos. "³⁷

³⁶ Conocida como la Carta contra Werner, que circuló al igual que el *Commentariolus* en forma manuscrita.

³⁷ Copernicus, Nicholas, "Letter against Werner", trans. Edward Rosen, in *Three Copernican Treatises*, second edition, ed. Dover Publications, New York, 1958, p. 99.

En esta época (1524) estaba escribiendo ya el cuarto libro de *De revolutionibus*³⁸.

Alrededor del año 1530, ya era posible considerar concluido el manuscrito de *De revolutionibus*, pero " Medio siglo de amargas experiencias, trágicas y sórdidas, lo habían convertido en un anciano malhumorado y fatigado, entregado al disimulo y al secreto. Solo rara vez manifestaba sus sentimientos, y ello de manera tortuosa."³⁹, Copérnico no tenía intención de imprimir *De revolutionibus*, temía a las críticas incompetentes.

En 1531 Copérnico emite la ordenanza sobre la imposición de la tasa al pan (*Panis conquendi ratio*), la cual regulaba el precio del pan en Olsztyn y en otras localidades de Warmia. El precio del pan, según él, debía cubrir los costos de adquisición de trigo y la retribución del trabajo del panadero y, por tanto, tenía que determinarse fundamentalmente en relación con los costos de producción, sin incluir ganancia monopólica.

4. Manifestaciones al sistema de Copérnico aún no publicado

Alrededor del año 1531, se llevó a cabo en la ciudad prusiana de Elblag una farsa carnavalesca, en la cual figuraba Copérnico, era una grotesca procesión que ridiculizaba a monjes, prelados y dignatarios, según la costumbre de la época.

³⁸ Dedicado a la teoría de precesión y al movimiento aparente del Sol. Cambios posteriores en la distribución de la obra redujeron el número de libros; en consecuencia, la teoría de precesión y el movimiento de la Tierra fueron incluidas en el Libro III.

³⁹ Koestler, A., op.cit. (ref. 27, cap. I), p. 124.

Dos años después se discutían los descubrimientos de Copérnico en los jardines del Vaticano ante el Papa Clemente VII⁴⁰, en una demostración dada por el canciller Widmannstadt⁴¹.

En la visita hecha por Bernard Wapowski a Frombork en 1535, Copérnico accedió a publicar (el 1^o de noviembre) únicamente el almanaque (calendario astronómico) que contenía la posición de los cuerpos celestes para un determinado periodo, calculada sobre la base de las Tablas de *De revolutionibus*. La muerte del promotor del proyecto en ese mismo año, impidió llevar a cabo estos propósitos. El manuscrito con los cálculos de Copérnico se perdió y posiblemente fue destruido por sus enemigos políticos.

A principios del siguiente año, Nicolás Schönberg, Cardenal de Capua, envió desde Roma una carta a Copérnico proponiéndole publicar sus descubrimientos, y además divulgarlos⁴².

5. Copérnico como astrónomo observacional (1497-1529)

Sus observaciones serían a través de un proceso ordenado. Entre 1515 y 1516, observó el Sol, verificando la variación de excentricidad de la órbita terrestre y el desplazamiento de las líneas de las *apsides*⁴³.

Para sus observaciones se valió de instrumentos muy sencillos y, en su mayor parte, hechos por él mismo, según las instrucciones consignadas por Ptolomeo en el *Almagesto*, mil trescientos años antes.

⁴⁰ Papa de 1523 a 1534.

⁴¹ Se cree que lo discutido fue el *Commentariolus*.

⁴² La carta precede a la Dedicatoria al Papa Pablo III en el libro de *De revolutionibus*. El cardenal Schönberg, ocupó una posición de particular confianza en tres papados sucesivos: León X, Clemente VII y Pablo III.

⁴³ Línea que conecta el apogeo con el perigeo.

Eran más toscos y menos dignos de confianza que los instrumentos de los antiguos griegos y árabes.

Entre los instrumentos utilizados por Copérnico se encuentran EL CUADRANTE SOLAR y el INSTRUMENTO PARALACTICO, con los que medía las declinaciones, (en el caso de observaciones lunares utilizaba con mayor frecuencia el segundo) así como la ESFERA ARMILAR⁴⁴, que le permitía establecer directamente las coordenadas angulares de la Luna, el Sol, y de otros cuerpos celestes⁴⁵. Poseía el TRIQUETUM o "ballesta", el cual estaba hecho con tres palos de pino, el primero en posición vertical, el segundo con dos miras como las de un fusil, que aparecía en lo alto del primero, de suerte que podía apuntarse con él a la Luna o a un astro y el tercero era una especie de cruceta marcada con tinta, como una vara de medir, en la cual podía leerse el ángulo de la estrella respecto del horizonte. Este instrumento medía más o menos cuatro metros de alto.

También poseía un "báculo de Jacob" o BACULUS ASTRONOMICUS que no era más que un largo bastón con un travesaño móvil más corto; el báculo y la ballesta que usaba eran toscos. Pudo haber tenido también astrolabios⁴⁶, los cuales estaban compuestos por una combinación de

⁴⁴ Hechas de resplandeciente cobre y bronce, cómo las que instaló el astrónomo Regiomontano (1436-1476) en el observatorio de Nuremberg.

⁴⁵ Existen algunos restos fragmentarios procedentes del siglo I d.C. de un aparato planetario griego de pequeñas dimensiones, un modelo mecánico construido para reproducir los movimientos del Sol, la Luna y acaso también de los planetas.

⁴⁶ El quinto libro del Almagestum empieza describiendo el astrolabio que había sido utilizado por Hiparco para determinar las coordenadas celestes.

circulos graduados. Cabría destacar la aportación inventiva de Copérnico : LA TABLA SOLAR⁴⁷.

El no haber encargado instrumentos más sofisticados a los talleres de Nuremberg, tenía una razón de ser, a Copérnico no le aficionaba observar los cielos; prefería apoyarse en las observaciones hechas por los antiguos astrónomos.

Un hecho trascendental, es que en *De revolutionibus* sólo existen un total de veintisiete observaciones realizadas por él mismo, en treinta y dos años de trabajo. La primera fue en Bolonia (1497) cuando era estudiante y la última alrededor de marzo de 1529 en la observación de un eclipse de Venus por la Luna.

Durante los trece años siguientes (1529-1543) continuó haciendo ocasionalmente observaciones, cubriendo aparte de las veintisiete, entre seis y dieciséis, consiguiendo veintidós resultados, que no emplearía en *De revolutionibus*. Debido a esto, es posible determinar con razonable certeza, la fecha aproximada en la cual terminó su obra maestra.

Es improbable que *De revolutionibus* se terminase después de 1532, ya que las observaciones hechas en ese año no se incluyen en el texto.

El trabajo observacional lo dejaba a otros, siendo su base la búsqueda en astrónomos antiguos. Basta mencionar que la posición de la estrella que él consideraba como su punto de referencia, la SPICA, era

⁴⁷ Ideado alrededor de 1517 en el castillo de Olsztyn que se ha conservado parcialmente hasta hoy. En este instrumento la base señalaba el norte y el sur, la luz solar reflejada por un espejo horizontal caía sobre la pared del claustro. Las líneas trazadas sobre la pared permitían precisar la posición del Sol con respecto al ecuador celeste, y marcar el período que mediaba entre la fecha de la observación y el equinoccio.

errónea en unos cuarenta minutos de arco, es decir, más que el diámetro de la Luna.

CAPITULO III

ANTIGUAS TEORIAS ASTRONOMICAS.

1. Los orígenes

Desde que el hombre dirigió su mirada al firmamento, observó estrellas que se trasladaban en grupos, siempre en la misma dirección, como si todas ellas estuviesen fijadas de modo permanente a una enorme esfera que girase con invariable velocidad alrededor de la Tierra. Otros cuerpos celestes, en cambio, concretamente el Sol, la Luna y los planetas, si bien participaban en este movimiento de rotación, estaban dotados además de ciertos movimientos individuales por obra de los cuales cambiaba su situación con relación a las estrellas fijas.

La observación ulterior de estos movimientos demostró que eran extraordinariamente complicados. De este modo los hombres empezaron a preguntarse cómo desentrañar y explicar estos movimientos tan complejos.

La solución a este enigma ocupó a innumerables sabios babilonios árabes, egipcios, griegos y de la época medieval.

Los sacerdotes caldeos, apostados en torres de observación, hacían mapas y tablas cronológicas del movimiento de las estrellas. Las tablillas de arcilla que datan del reinado de Sargón de Acadia - alrededor del año 3800 a.C.- lo comprueban. Los cuadros cronológicos se convirtieron en calendarios que mostraban la duración del año, así como las cifras referentes a los movimientos del Sol y de la Luna que sólo contienen tres veces el margen de error comparado con los astrónomos del siglo XIX.

Grecia fue la heredera de Babilonia y Egipto. El siglo VI a.C. -el milagroso siglo de Buda, Confucio, Lao-Tsé, los filósofos jónicos y los Pitagóricos- fue un momento revolucionario para la raza humana. "Era el principio de la gran aventura : la búsqueda prometeica de explicaciones naturales y de causas racionales que, durante los dos mil años siguientes, iba a transformar al hombre, más radicalmente que los doscientos mil años anteriores"¹.

En este período hubo muchos filósofos que aportaron cada uno "su propio sistema astronómico", pero a diferencia de culturas como la Babilónica, descartaban toda aquella cantidad de "mentiras" mitológicas. Cada teoría por extraña y extravagante que fuera, se refería a causas naturales. Dentro de estos filósofos se encontraban Tales de Mileto, Anaximandro, Anaxímenes, Anaxágoras y Jenófanes.

Tales nació en Mileto en el año 640 a.C., fue fundador de la "Escuela Jónica" y decía que las estrellas estaban hechas de fuego, que la Luna recibía luz del Sol y era invisible en la conjunción porque estaba oculta en los rayos solares, en tanto que la Tierra, centro del Universo, era de forma esférica. Además conocía los planos fundamentales : la eclíptica y el ecuador.

La patria de los filósofos jónicos fue Mileto, en Asia Menor, pero existían escuelas rivales en las ciudades griegas del Sur de Italia y teorías rivales en cada una de ellas. Escuelas como la eleática², la atomista, la estoica³ o la hipocrática. Como Koestler

¹ Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 22.

² Escuela de filósofos presocráticos en Elea (ciudad de Italia) que defendían la unidad e inmortalidad del ser, entre ellos Jenófanes de Colofón, Parménides y Zenón de Elea.

³ Escuela que seguía la doctrina filosófica de Zenón de Citio, el estoicismo, el cual es célebre en su moral, al hacer que el "bien soberano" obedezca sólo a la razón, y sea indiferente al placer o al dolor.

Grecia fue la heredera de Babilonia y Egipto. El siglo VI a.C. -el milagroso siglo de Buda, Confucio, Lao-Tsé, los filósofos jónicos y los Pitagóricos- fue un momento revolucionario para la raza humana. "Era el principio de la gran aventura : la búsqueda prometeica de explicaciones naturales y de causas racionales que, durante los dos mil años siguientes, iba a transformar al hombre, más radicalmente que los doscientos mil años anteriores"¹.

En este período hubo muchos filósofos que aportaron cada uno "su propio sistema astronómico", pero a diferencia de culturas como la Babilónica, descartaban toda aquella cantidad de "mentiras" mitológicas. Cada teoría por extraña y extravagante que fuera, se refería a causas naturales. Dentro de estos filósofos se encontraban Tales de Mileto, Anaximandro, Anaxímenes, Anaxágoras y Jenófanes.

Tales nació en Mileto en el año 640 a.C., fue fundador de la "Escuela Jónica" y decía que las estrellas estaban hechas de fuego, que la Luna recibía luz del Sol y era invisible en la conjunción porque estaba oculta en los rayos solares, en tanto que la Tierra, centro del Universo, era de forma esférica. Además conocía los planos fundamentales : la eclíptica y el ecuador.

La patria de los filósofos jónicos fue Mileto, en Asia Menor, pero existían escuelas rivales en las ciudades griegas del Sur de Italia y teorías rivales en cada una de ellas. Escuelas como la eleática², la atomista, la estoica³ o la hipocrática. Como Koestler

¹ Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 22.

² Escuela de filósofos presocráticos en Elea (ciudad de Italia) que defendían la unidad e inmortalidad del ser, entre ellos Jenófanes de Colofón, Parménides y Zenón de Elea.

³ Escuela que seguía la doctrina filosófica de Zenón de Citio, el estoicismo, el cual es célebre en su moral, al hacer que el "bien soberano" obedezca sólo a la razón, y sea indiferente al placer o al dolor.

menciona : "El escenario del siglo VI a.C. evoca la imagen de una orquesta [filósofos] en que cada ejecutante se limita a afinar tan sólo su propio instrumento ...luego... el director entra en el escenario, golpea tres veces con su batuta, y la armonía surge del caos. El director es Pitágoras de Samos.."4.

Pitágoras nació alrededor del año 520 a.C. y vivió, por lo menos, ochenta años y acaso noventa, fue discípulo de Anaximandro⁵ el ateo, y también de Ferécides, el místico que enseñaba la doctrina de la transmigración de las almas. Parece seguro admitir que era hijo de un platero y cincelador de piedra llamado Mnesarco. Debió viajar extensamente por Babilonia y Egipto.

Alrededor del año 530 a.C. emigra de Samos a Crotona, que después de Sibaris, su rival, era la ciudad griega más grande del sur de Italia. Fundó al llegar la Fraternidad Pitagórica que duraría hasta el año 450 a.C.. Sus miembros destacarían sobre los demás estudiosos en la ciudad y después durante un tiempo impondrían su supremacía sobre una parte considerable de la Magna Grecia.

Los filósofos jónicos habían buscado en cosas materiales la respuesta al Universo; los pitagóricos buscaron en la proporción, en la forma y en la estructura, en la relación y en el esquema, respuesta a todo cuanto acontecía en el Mundo. Es aquí donde se dio el primer paso que habría de servir para postular conceptualizaciones que habrían de escucharse a través de toda la historia de la humanidad en

4 Ibid., p. 25.

5 Anaximandro -discípulo de Tales- al cual se le atribuye el conocimiento del zodiaco y la invención del gnomon (reloj de sol), construyó uno en Lacedemonia para observar los solsticios y los equinoccios.

dos posiciones extremas y alternadas, como : "todo es materia" y "todo es espíritu".

El eje del sistema pitagórico se extendió en ambas direcciones : hacia los astros, por un lado, y hacia el cuerpo y el alma, por el otro. Los puntos de apoyo en que giraba el eje y todo el sistema eran los conceptos básicos de armonía y catarsis (purga y purificación).

Con el concepto de catarsis, Pitágoras habría de entrelazar la religión con la ciencia racional, es decir, la purificación era el anhelo de verse libre de las formas de esclavitud, de las pasiones, de reencender en cada quien la chispa divina.

Los pitagóricos llegaron a identificar lo eterno de la filosofía, así como los misterios de la religión y utilizaron la ciencia para contemplar lo eterno. La experiencia emotiva se enriquecía y profundizaba por obra de la comprensión intelectual. Lo maravilloso del cosmos y el deleite ante él, ya no estuvieron separados del ejercicio de la razón, sino que se interrelacionaron.

Los pitagóricos canalizaron su fervor religioso en intelectual y transformaron el éxtasis de los ritos en el éxtasis del descubrimiento, encontrando que las matemáticas demostraban ser las más útiles para representar el aspecto físico de toda la realidad⁶.

"A nadie, antes de los pitagóricos, se le había ocurrido que las relaciones matemáticas, contenían el secreto del Universo"⁷.

Pitágoras dictaba en sus enseñanzas que el Mundo estaba constituido por cuatro elementos -tierra, agua, aire y fuego-; dotado de vida e intelecto, de forma esférica, con su centro en la Tierra que

⁶ Por tradición, y por el afán de mantener en secreto sus doctrinas, los pitagóricos no las pusieron por escrito.

⁷ Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 41.

también era esférica. Fue el primero en reconocer que Fósforo y Espero, es decir, Venus matutino y vespertino, respectivamente, eran en realidad el mismo astro. Asimismo proporcionó un estudio de la inclinación de la eclíptica sobre el ecuador.

2. El Heliocentrismo

Desde fines del siglo VI a.C. la idea de que la Tierra era una esfera⁸ que flotaba libremente fue afianzándose continuamente. Filolao, oriundo de Tarento -que vivió alrededor del año 450 a.C.-, fue el primer filósofo que atribuyó movimiento a nuestro globo e hizo girar la Tierra en veinticuatro horas, alrededor de un punto en el espacio. Si un observador se situaba en la Tierra, tendría la ilusión de que todo el cosmos gira en dirección opuesta. En el centro del círculo descrito en un día por la Tierra, colocó el "fuego central"⁹ que no tenía que confundirse con el Sol.

El Sol no era luminoso por sí mismo, sino más bien era un cuerpo de naturaleza vidriosa y porosa que absorbía la luz invisible del "fuego central" y, materializándola, la volvía sensible a nuestros ojos.

Además, entre la Tierra y el "fuego central" Filolao intercaló un planeta invisible : el Antichton o Contratierra, posiblemente para elevar a diez -número sagrado de los pitagóricos- la totalidad de los astros que se movían alrededor del "fuego central" en órbitas concéntricas. Estos eran la Tierra, la Luna, el Sol, los cinco

⁸ El descubrimiento de la esfericidad terrestre se atribuye a Pitágoras o bien a Parménides. Confr. Abetti, Giorgio, Historia de la Astronomía, ed. Fondo de Cultura Económica, segunda edición, México, D.F., 1983, p. 50.

⁹ El centro es el "horno del Universo" o la sede de "Zeus" donde reside el principio de la actividad cósmica.

planetas y luego la esfera que soportaba todas las estrellas fijas. Más allá de esta esfera había un muro de éter ígneo¹⁰ : el "fuego exterior", de donde el Universo obtenía su luz y aliento vital. La Tierra miraba siempre hacia al "fuego exterior" y el único objeto celeste que se consideraba análogo a la Tierra era la Luna, donde se suponía que había plantas y animales quince veces más fuertes que los terrestres.

El sistema de Filolao separó nitidamente dos fenómenos antes mezclados : la sucesión del día y de la noche, esto es, la rotación diurna del cielo en su conjunto y los movimientos anuales de los cinco planetas.

El progreso de estas ideas habría de darse con Heráclides (375-310 a.C.). Siendo muy joven, salió de Heraclea, en el Ponto, su patria, y se dirigió a Atenas donde se convirtió en uno de los discípulos más ilustres de Platón (428-348 a.C.)¹¹ y probablemente de Aristóteles (384-322 a.C.).

Heráclides hizo girar a la Tierra ya no alrededor del "fuego central" sino sobre su propio eje, de occidente a oriente, afirmando explícitamente, por primera vez, la rotación de la Tierra. Sin embargo, con esto dejó intacto el problema del movimiento anual de los planetas.

Las estrellas fijas no presentaban ningún problema, porque nunca se modificaba su posición relativa y constituían una garantía permanente de la ley, el orden y la regularidad del Universo.

¹⁰ El mundo era limitado exteriormente por el Olimpo, más allá del cual existía lo indeterminado.

¹¹ Según Saidas, cuando Platón dejó Sicilia, dejó el cargo de la Academia a Heráclides.

Las irregularidades del movimiento de los planetas fueron resueltas por Heráclides de la siguiente forma :

Si Venus se movía de manera irregular respecto de la Tierra (fig. 1), no dejando de "danzar" cerca del Sol, se hallaba entonces ligado al Sol y no a la Tierra : era un satélite del Sol, y puesto que Mercurio hacía lo mismo, por qué no hacer girar a estos dos planetas alrededor del Sol, y éste a su vez, junto con Marte, Júpiter y Saturno, alrededor de la Tierra.

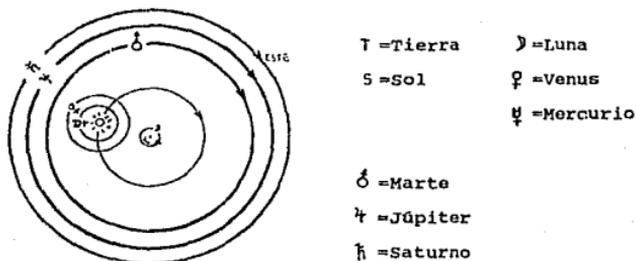


FIGURA 1

Este sistema llegó a conocerse ulteriormente con el equivocado nombre de "sistema egipcio" y obtuvo gran popularidad.

El último de los astrónomos de la línea pitagórica, fue Aristarco de Samos, el cual se cree que nació el mismo año (310 a.C.) en que murió Heráclides; perteneció a la escuela de Alejandría, ciudad a la cual se había trasladado el centro de los estudios griegos durante el mandato de Alejandro Magno, hacia el año 332 a.C.¹²

¹² Es en Alejandría en donde aparte de la famosa biblioteca, se funda un observatorio, en el cual trabajaron Aristilo, Timócaris y Eratóstenes, aproximadamente hacia el año 230 a.C.

ambos, pensadores originales en campos como la metafísica, la biología, la lógica, la epistemología y la física. Fundaron "escuelas" como la primer Academia y el primer Liceo¹⁶, transformando allí sus fluidas ideas aisladas en rígidas teorías. Desarrollaron sistemas de filosofía distintos y hasta opuestos en detalles, pero juntos daban respuesta completa a la situación de su época.

Platón decía que la forma del Universo tenía que ser una esfera perfecta con rotación circular, equidistante en todas las direcciones del centro y donde todo movimiento debía desarrollarse en círculos perfectos, con velocidad uniforme. Era un todo perfecto, hecho de cuerpos perfectos.

Ahora la tarea de las matemáticas consistía en inventar un sistema en donde todos los movimientos irregulares planetarios se encasillaran en círculos perfectos.

Platón distinguía dos tipos esenciales de movimiento : los movimientos rectilíneos observados en la Tierra y en su inmediata vecindad, y los movimientos circulares uniformes que son propios de los cuerpos celestes¹⁷. Por poseer una naturaleza perfecta, los cuerpos celestes eran las estrellas y los planetas, entre los cuales se incluían naturalmente el Sol y la Luna.

Platón también definió el movimiento diurno del Mundo, de los planetas y de las estrellas, el mes lunar y el año solar, mientras la Tierra, que permanece inmóvil con su mole opaca, produce y fija de modo invariable el suceder de la noche y el día.

¹⁶ Se llamaba Academia por estar cerca del santuario al héroe Academo. Fundada en 388-387 a.C. y Liceo por estar dentro del recinto de Apolo Lykeios. Fundado en 335-334 a.C.

¹⁷ Llamado "el único movimiento perfecto y eterno".

Platón, y sobre todo sus sucesores directos, Eudoxo de Cnido (409-356 a.C.) y Calipo (siglo IV a.C.), construyeron sobre la base de estos principios un sistema astronómico que lleva por nombre "sistema de esferas homocéntricas" es decir, concéntricas¹⁸.

Sus componentes esenciales son los siguientes : la Tierra, inmóvil, está fija en el centro del Universo; alrededor de ella giran esferas concéntricas, cuyo centro coincide con el de la Tierra. La mayor de estas esferas, o sea la exterior, gira con velocidad angular invariable alrededor del "eje del mundo", de Este a Oeste, y esto es suficiente para el movimiento de las estrellas fijas "adheridas" a aquella esfera. Se cree que Platón en los últimos años de su vida pensaba en el movimiento de la Tierra¹⁹.

Eudoxo, discípulo de Platón, matemático al cual se debe la mayor parte del Quinto Libro de Euclides, planteó que el movimiento de cada planeta debía ser descrito utilizando no una sino varias esferas, para así poder explicar las irregularidades en sus movimientos, tales como los ocasionales altos y retrocesos temporales y las "detenciones" y "regresiones".

Es base fundamental en su sistema la "epicicloide esférica", llamada por él "hipópeda"²⁰. Hasta los tiempos de Filolao y de Platón

¹⁸ Concéntrico es una palabra derivada del latín y homocéntrico del Griego, ambas significan: con el mismo centro, que no tienen nada que ver con la palabra latina hombre : homo.

¹⁹ Probablemente fue a partir de sus viajes a Sicilia, cuando tuvo noticia de la doctrina del "fuego central", y al adoptarla admitió el movimiento diurno de la Tierra, si no alrededor de su eje, al menos alrededor del "fuego central". Plutarco al discutir el sistema de Filolao reportó que Platón en su edad de vejez pensó que la Tierra se encontraba en una posición subordinada.

²⁰ Hipópeda : curva recorrida por el planeta, como consecuencia de su movimiento simultáneo sobre la Tierra y la cuarta esfera en semejanza con el recorrido que se obliga hacer a los caballos en los ejercicios

no se había hecho ningún intento para explicar las estaciones y las retrogradaciones de los planetas.

Eudoxo se trasladó a Egipto para estudiar y tuvo por maestro a un sacerdote de Heliópolis, del cual aprendió seguramente los resultados de las observaciones planetarias llevadas a cabo por los egipcios durante muchos años, pero de las que no habían deducido ninguna teoría geométrica.

El sistema de Eudoxo era como sigue :

El planeta se encuentra ligado a un punto del ecuador de una esfera S_1 (fig. 2), que gira alrededor de un eje A_1 ; los dos extremos de ese eje están fijos en la superficie interior de una esfera concéntrica mayor, S_2 , que gira alrededor de un eje diferente A_2 y lleva consigo a A_1 . El eje de S_2 está fijado a la siguiente esfera, más grande, S_3 , quien gira alrededor de un eje diferente, A_3 , y así hasta completar con los siete astros errantes.

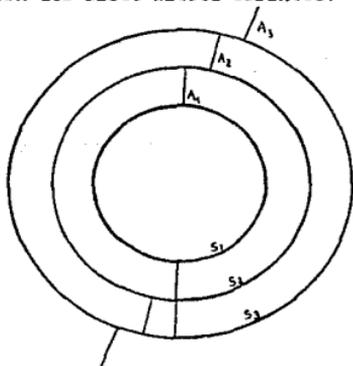


FIGURA 2

de equitación, y que tiene la forma y las propiedades de la lemniscata esférica.

De esta manera, el planeta participa de todas las rotaciones independientes de las diversas esferas, y al hacer que cada esfera gire con la inclinación y velocidad apropiadas, es posible reproducir aproximadamente el verdadero movimiento de cada planeta. Se eliminaba, por tanto, cualquier tipo de movimiento de traslación.

Podían entonces explicarse las "detenciones" y "retrocesos", pero jamás los cambios de tamaño y brillo producidos por las variaciones de la distancia del planeta respecto de la Tierra. Como este modelo no era aún suficiente para interpretar los movimientos observados de los siete astros errantes en el cielo, agregó más esferas.

El Sol y la Luna necesitaban un juego de tres esferas cada uno (5), los otros planetas -Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno- cuatro esferas cada uno (20) y finalmente una esfera asignada a las estrellas fijas (1), haciendo un total de veintisiete esferas, que describían el Cosmos.

Calipo, instruido en las teorías de Eudoxo, probablemente por Polemarco, concibió la idea de reformar la teoría de Eudoxo, por lo que se dirigió a Atenas, donde enseñaba Aristóteles²¹. Calipo mencionaba la discordancia con la teoría de Mercurio, Venus y Marte. Agregó dos esferas más al Sol, a fin de representar la anomalía de su movimiento aparente en longitud²², esta anomalía se ponía en evidencia por la desigualdad de los cuatro intervalos en que los equinoccios y los solsticios dividían el año. Las modificaciones de Calipo representaban mejor el movimiento de la Luna.

²¹ Se sabe muy poco acerca del sistema definitivo construido por Calipo.

²² Descubierta cien años antes por Metón y Euctemón.

Calipo agregó, para el perfeccionamiento de su sistema, siete esferas más que Eudoxo, teniendo entonces un total de treinta y cuatro.

Ni a Eudoxo ni a Calipo les interesaba construir un modelo que fuera físicamente posible. No tenían interés en el mecanismo real de los cielos; construyeron dispositivos puramente geométricos.

Aristóteles deseaba algo mejor y transformó el esquema en un verdadero modelo físico. El modelo manifestaba que en el centro del Universo se hallaba la Tierra, pesada e inmóvil; rodeada por nueve esferas concéntricas y transparentes que se encierran como en telas de cebolla, la capa más interior era el "cielo" -caelum- de la Luna, y le seguían, por orden, los cielos de Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno, y los dos "cielos" más exteriores que eran la esfera de las estrellas fijas; y más allá de ésta, la esfera del Primer Motor -*primum mobile*- que mantiene en movimiento todo el mecanismo.

Estos "cielos" eran esferas en las cuales se suponía que giraban uniformemente los distintos planetas, la esfera del *primum mobile* giraba con mayor velocidad, influyendo en el movimiento de las demás esferas. Estas eran entes reales, algo así como barreras infranqueables, si bien transparentes y cristalinas.

En la cosmología de Aristóteles, el mundo no era regido desde adentro, sino desde afuera. Significaba pues el fin del "fuego central" de los pitagóricos, también el de la concepción mística de Platón, del mundo como un animal vivo con alma divina. La Tierra y la Luna eran entonces la región más alejada de Dios, dejando a todo aquello que se encontraba más allá de la Luna, como eterno e inalterable.

A la filosofía se le reservaba entonces la tarea de explicar el mecanismo del movimiento de los cielos, el orden de éstos, y el lugar de la Tierra en ese orden. El orden de los cielos era en cierto modo divino, porque lo sancionaba el hecho de que Dios tuviese su morada en el lugar más alto de este sistema.

En la región sublunar toda la materia estaba formada por distintas combinaciones de los cuatro elementos : tierra, agua, aire y fuego, los cuales sólo distinguen movimientos en línea recta. La atmósfera llenaba toda la esfera sublunar, aunque su borde superior no consistía propiamente en aire sino en una sustancia, que al ponerse en movimiento arde y produce cometas y meteoros.

Así, la esfera de las estrellas fijas arrastraba consigo a todo el cosmos y los planetas giraban con velocidad uniforme.

Más allá de la esfera lunar, ya no estaba presente ninguno de los cuatro elementos, sino el "quinto elemento", un fluido invisible llamado éter, el cual llenaba todo el Universo y transmitía su movimiento circular a todos los astros.

El fundamento era entonces que : La esfera es la única forma perfecta y el movimiento circular uniforme es el único movimiento perfecto que no tiene principio ni fin; vuelve sobre sí mismo y continúa así para siempre.

Aristóteles le asignó entonces un proceso continuo de cambio a la región sublunar²³, mientras que la inmutabilidad y eternidad caracterizaban al resto del Universo.

²³ Platón consideraba la esfera sublunar como un despreciable suburbio del Universo; lo cual Aristóteles no compartía. Creía que todo cuanto existía tenía una naturaleza de ser, por ejemplo, una piedra caería hacia la Tierra, porque su naturaleza (physis) era caer.

Platón mencionaba que el mundo natural era una débil copia de formas ideales, lo cual Aristóteles rechazaba; pero ambos coincidían en colocar el movimiento primario fuera de los confines del Universo.

El problema era que todas las esferas adyacentes debían relacionarse mecánicamente y, sin embargo, el movimiento individual de cada planeta no debía transmitirse a los otros. Aristóteles trató de resolver este problema intercalando una serie de esferas "neutralizadoras"²⁴ que giraban en dirección opuesta a la de las "esferas operantes", entre dos juegos sucesivos. Pero este modelo no representaba ningún progreso.

Aristóteles empleó cincuenta y cinco esferas para explicar los movimientos de los siete planetas, veintiuno más que Calipo²⁵.

Quedaba otra dificultad : mientras que cada esfera participaba en el movimiento de la mayor siguiente, en la cual estaba encerrada, necesitaba una fuerza motora especial para rotar independientemente sobre su propio eje, lo cual significaba que debían existir no menos de cincuenta y cinco espíritus, para mantener el sistema en movimiento.

Además, como en el caso de Eudoxo, no podía explicar de manera alguna el hecho de que algunos cuerpos celestes se encontrasen a veces más cerca de la Tierra y otras veces más lejos²⁶.

Como ya se ha mencionado, los modelos cosmológicos fueron contruidos sobre la base de cierta ley que Platón y Aristóteles consideraban fundamental : que los cuerpos celestes giran con

²⁴ También llamadas "compensadoras".

²⁵ Aristóteles, *Metafísica*, tercera edición, México, D.F., ed. Porrúa, 1973, p. 212.

²⁶ Erasmo dijo que la ciencia aristotélica era estéril pedantería y que buscaba en las tinieblas más cerradas lo que no existe en ninguna parte.

velocidad uniforme describiendo círculos, y que no pueden hacerlo de otra manera. Este principio nació de la observación más sencilla de las estrellas, cuyos movimientos, el diurno y el anual, con referencia a la Tierra son casi circulares y uniformes.

En el sistema geocéntrico, los movimientos del Sol y la Luna no presentaban, por lo menos al comienzo, mayores dificultades. Ambos cuerpos daban vueltas en torno de la Tierra con movimiento uniforme, describiendo círculos : la Luna, un círculo pequeño, el Sol, otro más grande.

El hecho de que el círculo descrito por el Sol tuviese un radio mucho mayor que el de la órbita lunar, se desprendía en primer lugar de la observación de los eclipses de Sol, durante los cuales la Luna se encuentra siempre delante del disco solar. En segundo lugar, porque la Luna cumple su revolución alrededor de la Tierra en un mes, mientras que el Sol emplea un año. Cuanto mayor es el período de revolución de un astro -cuanto más lentamente se desplaza en el cielo con respecto a las estrellas-, tanto más lejos se encuentra de la Tierra.

Una excepción a esta regla era el movimiento de las estrellas fijas. Estas fueron ubicadas en una sola esfera, la mayor de todas, llamada la esfera estelar. No había una explicación, de la manera en la cual, el movimiento rotatorio de esta esfera se comunica a todos los cuerpos celestes que se hallan dentro de la misma.

La concepción aristotélica reinaría poco más de un siglo, aproximadamente entre los años de 350 a.C. y 240 a.C.. A su muerte los siguientes pensadores tratarían de corregir los errores planetarios adjudicados al sistema.

Poco antes de la muerte de Aristóteles, la evolución de la ciencia helénica se vio prematuramente interrumpida al caer Grecia bajo el poder de Alejandro Magno, quien la anexó a un gran imperio que abarcaba la totalidad del Asia Menor, Egipto y Persia hasta orillas del Indo. Surgió entonces la civilización helenística, la cual se centró en metrópolis comerciales y cosmopolitas como Alejandría, donde la confluencia de sabios de diferentes países y razas y la confrontación de sus diversas culturas dio como producto una ciencia menos filosófica y más matemática que su predecesora.

b. Sistema Ptolomeico

La nueva concepción pertenecería a la tradición helenística, la cual empezaría el matemático alejandrino Apolonio de Perga (¿262-180? a.C.) en el siglo III a.C., desarrollada por Hiparco de Rodas (180- ? a.C.)²⁷ en el siglo siguiente y completada por Claudio Ptolomeo (aprox. 150 d.C.) en el siglo II de nuestra era²⁸.

Las contribuciones de Hiparco al nuevo sistema serían :

a. Su teoría de excéntricos y epiciclos para representar el movimiento del Sol y de la Luna, de la que se desprenden la excentricidad necesaria para representar el movimiento anual del Sol sobre la eclíptica²⁹.

²⁷ Hiparco nació en Nicea de Bitinia, vivió en Rodas, donde fundó un observatorio y después en Alejandría. Se conocen sus obras por los escritos de Ptolomeo, su gran admirador.

²⁸ Ptolomeo reportó hacia el año 153 d.C. que los alejandrinos poseían ya información sobre observaciones antiguas desde el reinado de Nabonassar (747-733 a.C.).

²⁹ No disponía de instrumentos adecuados para fijar las coordenadas del Sol, especialmente las longitudes, computando el tiempo en forma sumamente incierta, con relojes de agua o clepsidras muy rudimentarios.

- b. Los diferentes períodos mensuales representados por la Luna³⁰.
- c. La distancia y magnitud de la Luna.
- d. La precesión de los equinoccios.

En los orígenes del nuevo sistema ptolomeico se pregonaba que cada movimiento, inclusive hasta la danza de un pájaro, podía concebirse como el producto de un mecanismo muy ingenioso, en el cual una gran cantidad de ruedas invisibles contribuyen a crear los movimientos.

Eudoxo había empleado esferas como componentes, Ptolomeo se valió de ruedas. La Tierra era el centro de "la gran rueda", la cual a manera de feria de un parque de diversiones, poseía cabinas suspendidas en el borde. Imaginando ahora que el mecanismo se descomponga, y que por tanto, la cabina en lugar de colgar serenamente, empezara a girar alrededor del brazo del cual está suspendida, moviéndose éste a su vez lentamente con la "gran rueda", sucedería que :

El pasajero -planeta- de la cabina describiría entonces una curva que no sería un círculo (fig. 3), pero que obedece a una combinación de movimientos circulares. Tales curvas podrían ser de la siguiente forma :

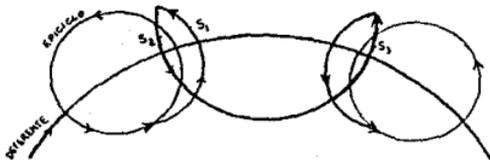


FIGURA 3

³⁰ Los cuales son : mes sinódico, período en que la Luna regresa a la misma posición respecto al Sol; mes sideral, respecto de las estrellas; mes draconítico, respecto de los nodos, mes anomalístico, respecto del apogeo y perigeo.

El planeta se moverá en la dirección de las agujas del reloj hasta alcanzar el "punto estacionario" S_1 ; luego retornará a S_2 en sentido contrario al de las agujas del reloj (debido a que el planeta sigue el movimiento del brazo sostenido desde el centro); después se moverá otra vez como el reloj hasta S_3 ; y así sucesivamente.

Ptolomeo llamó al borde de "la gran rueda" círculo deferente y al círculo descrito por la cabina, epiciclo³¹.

Las anteriores ideas, así como las que a continuación se describen fueron plasmadas en la obra magna de Ptolomeo, *Almagestum*³².

Ahora bien, eligiendo una proporción conveniente entre los diámetros del epiciclo y del deferente, así como las velocidades convenientes para el planeta sobre el epiciclo y para la del centro del epiciclo sobre el deferente, era posible llegar a una aproximación bastante precisa de los movimientos observados en los planetas que habían causado problema en sistemas anteriores, por ejemplo, las "detenciones y retrocesos" y las distancias variables de separación entre cada uno de ellos y la Tierra.

En este nuevo sistema, el deferente sí tenía centro -la Tierra- pero el epiciclo del planeta no, debido a que era una construcción

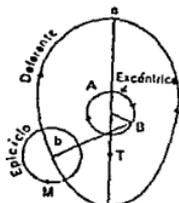
31 La manera de determinar las relaciones de los radios de los dos círculos por las observaciones, fue explicada en el año 225 a.C. por Apolonio.

32 De la vida de Ptolomeo nada se sabe, salvo que escribió *Almagestum*, que fue un texto fundamental durante toda la Edad Media y fuente del conocimiento de la escuela alejandrina. La obra original lleva el título griego *Μεγίστη* que traducido sería algo así como "la gran composición" o bien algunos compiladores "el más grande". Los árabes tradujeron la palabra como *Al Magisti* en el siglo IX.

puramente geométrica. Los centros de los epiciclos se desplazaban con movimiento uniforme sobre las órbitas excéntricas.

Quedaba aún el problema mayor, cuando el carácter circular de las órbitas no concordaban con los datos. Para resolver este problema inventé un recurso llamado "el excéntrico móvil", que se movía próximo a la Tierra, haciendo que el centro de la "la gran rueda" ya no fuera el de la Tierra.

De acuerdo al esquema :



Orbita de Mercurio según Ptolomeo

T = Tierra

M = Mercurio

FIGURA 4

El centro de la "gran rueda" se mueve en la dirección de las agujas del reloj en el círculo pequeño (excéntrico móvil) de A a B, el epiciclo de Mercurio se mueve en dirección contraria a las agujas del reloj, en una curva ovoide de a a b, y finalmente Mercurio gira en el epiciclo contra las manecillas del reloj.

El excéntrico móvil sería una de las aportaciones principales de este sistema, trayendo como consecuencia la formulación de los puntos **ecuanes**³³.

³³ Los puntos ecuanes (punctum equans) eran aquéllos con respecto a los cuales la velocidad de cada astro era uniforme y que permitían concordar la relación matemática de cada astro con sus respectivos datos observados. Recuerdese que el *Almagostum* trataba de un sistema basado en la descripción geométrica del Universo. Hiparco determinó "la ecuación del centro" a partir de la duración de las estaciones, es decir, el excedente de la longitud efectiva del Sol sobre la longitud que éste tendría si se moviera uniformemente.

Hiparco había concebido el centro de la órbita solar como un punto exterior a la Tierra, lo cual suplía satisfactoriamente el movimiento elíptico real.

Ptolomeo manifestaba que el centro del epiciclo recorre el excéntrico, de modo que los ángulos iguales en tiempos iguales son descritos por el radio vector trazado, no con respecto al centro del excéntrico, sino desde otro punto del espacio al que se dio luego el nombre de "centro del ecuante".

Los puntos ecuanes, en sí, no eran dignos de corregirse pero constituían síntomas del carácter absolutamente artificial del sistema.

En el caso de algunos planetas se estimó que era necesario poner un epiciclo al epiciclo ya existente, con un radio distinto y una velocidad también distinta, y luego un tercero, un cuarto y un quinto, hasta que el planeta, describiera una trayectoria que se conformaba más o menos a la que se pretendía describir.

Ptolomeo pudo representar con exactitud los movimientos de los planetas; en cuanto a sus distancias, no teniendo manera de determinarlas, no pudo hacer otra cosa que poner a Marte, Júpiter y Saturno a grandes distancias más allá del Sol, mientras que Venus y Mercurio, acompañándolo, debían encontrarse entre el Sol y la Luna, siendo Mercurio el más cercano a la Tierra.

Ptolomeo mantenía que la astronomía debe renunciar a toda tentativa de explicar la realidad física, ya que los cuerpos celestes, en virtud de su naturaleza divina, obedecen a leyes diferentes de las que se dan en la Tierra. Además no existe ningún lazo común entre

ambas esferas. Por eso no podemos conocer nada sobre la naturaleza física de los cielos.

Con el tiempo el sistema se perfeccionó llegando a no menos de cuarenta ruedas³⁴.

Las ideas básicas de este nuevo sistema, fueron dadas por Hiparco que las aplicaría, por ejemplo, a la construcción de las órbitas del Sol y de la Luna.

El sistema de excéntricos y epiciclos constituía la base de la enseñanza profesional de la astronomía, además de ser más adecuado para la explicación de los fenómenos observados en el cielo que el sistema de esferas homocéntricas.

Ptolomeo, al igual que Aristóteles, creyó en el axioma platónico, según el cual los únicos movimientos admisibles en el cielo son los movimientos circulares de velocidad angular uniforme³⁵.

Los sucesores de Ptolomeo no pudieron dejar de notar los ecuanes, procurando en cambio restarle importancia o encubrirlo con toda clase de sutilezas dialécticas. La "obscuridad" habría de apoderarse de la ciencia antigua a partir del siglo II d.C., Ptolomeo en astronomía y Galeno en medicina fueron las últimas grandes figuras.

A partir de este momento, los trabajos científicos de mayor peso específico que se producen en Occidente son comentarios y

³⁴ En la época en que Copérnico vivió este mecanismo estaba compuesto alrededor de unos 80 círculos grandes y pequeños, según el conteo basado en el modelo ptolomeico realizado por Peurbach (1423-1461).

³⁵ Es una ironía, de las muchas habidas a través de la historia de la humanidad, que Apolonio de Perga fuera el primero en hacer un estudio exhaustivo de las propiedades geométricas de la elipse. Como Koestler señala "...quién [Apolonio] sin comprender que tenía la solución en sus manos, inició la concepción del Universo monstruoso epicíclico." Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 79.

enciclopedias, en otras palabras, la actividad científica había cesado.

Los árabes habrían de invadir la cuenca del Mediterráneo en el siglo VII y en los saqueos habrían de llevarse trabajos tanto de los escritores helénicos como de los helenísticos, destacando las obras de Euclides, Ptolomeo y Aristóteles. El mundo musulmán se extendería por todo el Mediterráneo, creando todo un Imperio.

La civilización islámica tuvo una importancia capital, ya que conservó y reprodujo un número considerable de documentos de la ciencia griega.

Europa había entrado en las tinieblas del Medioevo y no es sino hasta el siglo XIII que la pugna entre los dos sistemas, el de Aristóteles y el de Ptolomeo se traslada al ámbito de la Europa cristiana, enfrentándose dos bandos : el de los "astrónomos" que seguían a Ptolomeo³⁶, y el de los "filósofos" que seguían a Aristóteles.

4. Urgencia de crear una nueva teoría cosmológica

El nivel logrado por la astronomía hasta el siglo XV, no permitía eludir la respuesta a dos problemas de fundamental importancia. El primero concernía a la realidad de las teorías astronómicas, que contradecían las modernas observaciones; el segundo se refería al crédito intelectual de las autoridades científicas.

La divergencia entre la práctica astronómica, que se servía de un complejo sistema de movimientos circulares, y de la filosofía, en la

³⁶ El *Almagestum* de Ptolomeo continuó siendo la Biblia de la Astronomía hasta comienzos del siglo XVII.

enciclopedias, en otras palabras, la actividad científica había casado.

Los árabes habrían de invadir la cuenca del Mediterráneo en el siglo VII y en los saqueos habrían de llevarse trabajos tanto de los escritores helénicos como de los helenísticos, destacando las obras de Euclides, Ptolomeo y Aristóteles. El mundo musulmán se extendería por todo el Mediterráneo, creando todo un Imperio.

La civilización islámica tuvo una importancia capital, ya que conservó y reprodujo un número considerable de documentos de la ciencia griega.

Europa había entrado en las tinieblas del Medievo y no es sino hasta el siglo XIII que la pugna entre los dos sistemas, el de Aristóteles y el de Ptolomeo se traslada al ámbito de la Europa cristiana, enfrentándose dos bandos: el de los "astrónomos" que seguían a Ptolomeo³⁶, y el de los "filósofos" que seguían a Aristóteles.

4. Urgencia de crear una nueva teoría cosmológica

El nivel logrado por la astronomía hasta el siglo XV, no permitía eludir la respuesta a dos problemas de fundamental importancia. El primero concernía a la realidad de las teorías astronómicas, que contradecían las modernas observaciones; el segundo se refería al crédito intelectual de las autoridades científicas.

La divergencia entre la práctica astronómica, que se servía de un complejo sistema de movimientos circulares, y de la filosofía, en la ³⁶ El Almagestum de Ptolomeo continuó siendo la Biblia de la Astronomía hasta comienzos del siglo XVII.

cual seguía siendo válida la jerarquía de las esferas planetarias concéntricas, constituía un problema al cual había que atacar.

Las primeras tentativas de conciliar estos dos sistemas fueron emprendidas ya en tiempos de Ptolomeo, pero no condujeron a resultados satisfactorios.

El postulado platónico, consistente en explicar los fenómenos reduciéndolos a movimientos circulares básicos, se convirtió en la fórmula para "salvar los fenómenos". De este modo, se ponía en evidencia el carácter convencional de los modelos matemáticos, reducidos a recetas de cálculo. Esta opinión (instrumentalista) había de desempeñar luego un papel muy importante en la historia de la aceptación de la teoría heliocéntrica.

El segundo problema se tornaba agudo a medida que incrementaba el interés por los textos antiguos originales. Es en el siglo X donde se realizan las primeras traducciones latinas de textos en árabe. A partir de entonces habrán de surgir nuevas tentativas de reformar o bien de seguir manteniendo en pie el geocentrismo.

Jabir de Sevilla hacia el siglo XI criticó severamente el sistema geocéntrico, pero su crítica estuvo dirigida sobre todo contra los datos que describían este sistema y no produjo mayores cambios en la astronomía. Es en este siglo donde son usadas las primeras tablas astronómicas provenientes de Toledo.

Averroes de Córdoba (1126-1198) celeberrimo sabio llamado "el Aristóteles árabe", analizó críticamente los sistemas de Aristóteles y de Ptolomeo, pero no dio lugar a reforma alguna. Comentaba que la astronomía ptolomeica nada tenía que ver con lo existente pero ésta era útil para calcular lo no existente.

Un siglo después, Alfonso X el Sabio (1221-1284), rey de Castilla y León, reunió a sesenta de los mejores astrónomos árabes y judíos, encomendándoles elaborar nuevamente todos los datos astronómicos conocidos hasta entonces. Como resultado surgieron las famosas Tablas Alfonsinas.

El descubrimiento de Ptolomeo y Aristóteles por el occidente cristiano en los siglos XII y XIII, transformaría el pensamiento medieval³⁷. En este mismo período, el *Almagestum* de Ptolomeo y la mayor parte de las obras de Aristóteles sobre astronomía y física fueron traducidas al latín.

Las reuniones informales de estudiantes de toda Europa en torno al comentario de alguna nueva traducción sobre un texto antiguo, cobró mayor importancia, generándose entonces reglas y estatutos en su oficialidad. Con esto habría de crearse un nuevo tipo de institución: la universidad³⁸.

El primer tratado europeo de astronomía, *Sphaera*, que alcanzó amplia difusión, fue el escrito hacia el año 1233 por Juan de Sacrobosco³⁹, el cual era copia de un tratado árabe elemental, y que sólo dedicaba un capítulo al estudio de los planetas. Durante los dos siglos siguientes sólo vieron la luz una serie de comentarios al libro de Sacrobosco.

Se empezó entonces a reconsiderar críticamente los juicios científicos de Aristóteles y Ptolomeo. Jean Buridan (1295-1370),

³⁷ Los trabajos de Ptolomeo serían descubiertos alrededor del año 1175 y los de Aristóteles hacia el año 1250.

³⁸ Las obras traducidas al latín de Aristóteles y Ptolomeo entrarían en el siglo XIV a formar parte integrante, aunque de un modo selectivo, al programa de las universidades medievales.

³⁹ John Hollywood, astrónomo de Yorkshire, mejor conocido como Sacrobosco, murió en 1256.

rector de la Universidad de París, emprendió la tentativa de derribar la física aristotélica, sosteniendo que el movimiento de los cuerpos se rige por las mismas leyes, tanto en la región sublunar como en la supralunar.

Buridan fue el primero en intentar unir bajo un mismo conjunto las leyes del cielo y la tierra. Las exposiciones de problemas y su respectiva solución fueron plasmadas en su trabajo denominado *Cuestiones sobre los ocho libros de la física de Aristóteles*⁴⁰.

Por otro lado, el gran filósofo francés Nicolás de Oresme (1320-1382)⁴¹ había puesto en tela de juicio los postulados del geocentrismo ptolemeico, además de haber hecho comentarios críticos al tratado *De caelo* de Aristóteles. En su tratado *Del cielo y del mundo*, escrito en 1377, planteó la hipótesis del movimiento diario de la Tierra.

A poco más de cincuenta años de la publicación de "Del cielo y del mundo", el cardenal y profesor alemán Nicolás de Cusa (1401-1464), fue el primero en oponerse a la estructura del Universo medieval, en su *Docta ignorancia*⁴² afirmó que el Mundo no tenía límites, y en consecuencia, ni periferia, ni centro; además la Tierra no se hallaba en el centro.

Aparte de estos autores, los compendios de astronomía entre los siglos XIII y XV dejaban el problema del geocentrismo sin resolver, limitándose únicamente a registrar las discrepancias entre las afirmaciones de Ptolomeo y la de autores más modernos, y sin embargo, la teoría del "movimiento de la octava esfera", que describía los

⁴⁰ Este trabajo era un manuscrito.

⁴¹ Miembro de la importante escuela nominalista de París y discípulo de Jean Buridan.

⁴² *Docta ignorancia*, escrita en 1440 e impresa en Basilea hasta 1514.

fenómenos de precesión, tenía esencial importancia para cálculos astronómicos básicos.

Los valores numéricos en el *Almagestum* eran inexactos; en consecuencia la astronomía medieval práctica debió abandonar la teoría numéricamente deficiente del "movimiento de la octava esfera", para sustituirla, o modificarla, con esquemas más complejos.

Junto con el desarrollo de las observaciones, y en vista de que en el siglo XV empezó a urgir la necesidad de una reforma del calendario, la teoría sobre el Cosmos se convirtió en el nudo gordiano de la astronomía matemática. Las condiciones para emprender la solución de estos problemas aparecieron en el siglo XV, con el desarrollo de la capacidad "profesional" de los astrónomos.

Esto se hizo evidente en la primera mitad del siglo XV, con la aparición de la "escuela vienesa de astronomía", a la cual pertenecieron los autores de las obras más importantes de la época : el astrónomo alemán Georg von Peurbach (1423-1461), y su alumno y colaborador Johannes Müller de Königsberg (1436-1476), conocido con el nombre latinizado de Regiomontanus.

Peurbach comenzó su carrera de astrónomo trabajando sobre traducciones de segunda mano del *Almagestum*, recogidas del Islam. A partir de tales traducciones consiguió reconstruir una exposición del sistema ptolomeico más adecuada y completa que cualquiera de las conocidas hasta aquel entonces.

Regiomontanus sin embargo, trabajó sobre versiones griegas, descubriendo que incluso la formulación del original de Ptolomeo era inadecuada.

Si bien ambos científicos murieron prematuramente y no lograron cumplir su propósito de limpiar el *Almagestum* de los errores acumulados durante los siglos de asimilación de la obra⁴³, supieron dar una síntesis de los conocimientos astronómicos de la época en obras como *Theoricae novae planetarum* de Peurbach y *Epitome in Almagestum*, de Peurbach y Regiomontanus⁴⁴.

A fines del siglo XV, el centro de astronomía más activo del continente era la Universidad de Cracovia. En torno a las dos cátedras astrológicas permanentes de la academia, se desarrolló la "escuela astronómica cracoviana", que agrupaba a una pléyade de científicos, de los cuales se puede mencionar a Marcin Bylica, colaborador de Regiomontanus, y a Wojciech de Brudzewo (1445-1497)⁴⁵, autor de tablas astronómicas y comentarios a la obra de Peurbach.

El desarrollo de la escuela astronómica de Cracovia, en la segunda mitad del siglo XV, es un elemento importante en la historia de la ciencia europea. Las inquietudes creadoras y los propósitos científicos de Nicolás Copérnico, tuvieron allí posibilidades concretas de realización.

5. Influencias astronómicas sobre Copérnico

La primera influencia habría de darse en la Universidad de Cracovia, donde en el ámbito de las ciencias naturales se seguía la interpretación de Jean Buridan sobre la física aristotélica, en especial la teoría del ímpetus, y es donde las ideas que predominaban eran las de Nicolás de Cusa y de Regiomontanus.

⁴³ Traducida repetidas veces al latín por intermedio del árabe.

⁴⁴ En los escritos matemáticos de Regiomontano, la astronomía matemática ascendió a un peldaño superior de competencia.

⁴⁵ Algunos autores denominan a Brudzewo como Brudzewski.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Como coronación de las clases de astronomía se dictaba un curso astrológico según el *Quadripartitum* de Ptolomeo, y el tratado astrológico de Alí Aben Ragel.

Con mayor o menor certeza se conocen los nombres de los profesores a cuyas clases asistió Copérnico; primeramente a la de Bernard de Biskupi y Wojciech Krypa de Szamotuly sobre las tablas *Eclisum* y el *Quadripartitum* de Ptolomeo, o a la de Wojciech de Pniew, Szymon de Sierpec y Michal de Wroclaw sobre astronomía; posiblemente a la de Jan Glogoweczyk sobre geografía o bien a la de Wojciech de Brudzewo sobre el *Theoricae Novae Planetarum* de Peurbach. Es probable que haya asistido a las clases sobre los *Sphera* de Juan de Sacrobosco y a los cursos preparatorios para la aplicación de las tablas astronómicas⁴⁶.

Cabe mencionar que Wojciech de Brudzewo, quien se consideraba discípulo de Regiomontanus, comentó en las aulas de la Universidad, en 1493, el tratado de Aristóteles *De caelo*.

No se debe sobreestimar el nivel de enseñanza contenida en las clases de astronomía de la época. Los *Theoricae Novae Planetarum* daban una descripción simplificada de los mecanismos orbitales sin el desarrollado aparato matemático encontrado en Ptolomeo.

Las clases sobre las tablas astronómicas proporcionaban recetas de cálculo para satisfacer necesidades inmediatas, sobre todo astrológicas, pero sin remitirse a la teoría contenida en las tablas. Para la formación científica de Copérnico lo importante fue la

⁴⁶ Entre las cuales se encontraban la versión cracoviana de las *Tabulae Resolutae*, las de Eclipses de Peurbach o bien las de *Efemérides* de Regiomontano.

adquisición de conocimientos matemáticos y el descubrimiento de las contradicciones existentes en la teoría astronómica enseñada.

Tampoco se debe subestimar la influencia que sobre su futura actividad habría de tener el clima científico del lugar.

Un hecho relevante del cual sí se tiene evidencia es la asistencia de Copérnico a las clases extrauniversitarias de Wojciech de Brudzewo, del cual escuchó probablemente que el modo de razonar de muchos sucesores de Ptolomeo no era infalible y que no se podía descartar la teoría fundada en el supuesto de que el Sol, y no la Tierra, era el centro del Universo. Fue en estas clases en donde se cree recogió la idea heliocéntrica.

La obra de Copérnico nace orgánicamente de la tradición de la "escuela cracoviana" de astronomía.

La segunda influencia la recibió en la Universidad de Bolonia por su profesor Domenico Maria da Novara, quien se consideraba discípulo de Regiomontanus; se cree que Novara mencionó en una de sus clases la propuesta de un nuevo sistema de medición de las distancias de los cuerpos celestes, donde se liberaba a la astronomía de artificios como el del ecuante.

Finalmente, la idea heliocéntrica florecería en Copérnico vía las obras sobre los movimientos celestes de filósofos antiguos.

Copérnico escribió:

"... encontré en Cicerón que Hiquetas⁴⁷ fue el primero en opinar que la Tierra se movía. Después, también en Plutarco, encontré que había algunos otros de esa opinión,..., así lo hizo Filolao el pitagórico, quien dijo que la Tierra se mueve en un círculo oblicuo

⁴⁷ Hiquetas de Siracusa, siglo V a.C., en algunas fuentes se puede encontrar Nicetas.

alrededor del "fuego", de la misma manera que el Sol y la Luna. Heráclides del Ponto y Ecfanto el pitagórico piensan que la Tierra se mueve pero no con traslación, sino como una rueda, alrededor de su propio centro, desde el ocaso al orto."⁴⁸

En las obras de Arquímedes⁴⁹ y Plutarco se encuentran menciones acerca de que el famoso astrónomo griego Aristarco de Samos sostuvo que no era la Tierra sino el Sol el que ocupaba el centro del Universo.

Arquímedes menciona que Aristarco : "... suponía que las estrellas fijas y el Sol eran inmóviles y la Tierra, en cambio, giraba sobre un círculo alrededor del Sol"⁵⁰.

Para reafirmar lo anterior Copérnico escribió en el Libro I, Capítulo V *De revolutionibus* que los pitagóricos Heráclides y Ecfanto de Siracusa, así como Hiquetas, hacían girar la Tierra en el centro del Mundo.

Posteriormente en el Capítulo X continúa diciendo :

"... Marciano Capella [siglo V], ...pensó que Venus y Mercurio giran alrededor del Sol que está en el centro, y juzgan que por esta causa no se apartan de él más de lo que les permite la convexidad de sus orbes : por lo que no rodean a la Tierra, como los demás, sino que sus ápsides giran en otros sentidos ..."⁵¹.

⁴⁸ Copérnico, Nicolás, "Al santísimo Señor Pablo III, Pontífice Máximo" en De revolutionibus orbium coelestium, libri VI, 1543, Traduc. Carlos Mínguez Pérez, Madrid, España, ed. Tecnos, 1987, pp. 9 y 10.

⁴⁹ Arquímedes (287-212 a.C.), matemático, físico y el inventor más grande de la antigüedad, contemporáneo más joven que Aristarco.

⁵⁰ Arquímedes, El arenario. Citado en Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 51.

⁵¹ Copérnico, Nicolás, De revolutionibus Orbium Coelestium, libri VI, 1543, Traduc. Carlos Mínguez Pérez, Madrid, España, ed. Tecnos, 1987, p. 32.

Resulta curioso que Copérnico no mencionara a Aristarco como parte de los heliocentristas, ni tampoco los trabajos de sus predecesores más inmediatos que creyeron que la Tierra estaba, o podía estar en movimiento; parece seguro que tuvo conocimiento de alguno de ellos, ya que aunque pudo haber carecido de toda noticia acerca de las contribuciones de Nicolás de Oresme, es muy probable que como mínimo hubiera oído hablar del célebre tratado del Cardenal Nicolás de Cusa donde deducía el movimiento terrestre de la pluralidad de mundos existentes.

Con las ideas fomentadas por sus profesores, así como el estudio de astrónomos y filósofos antiguos, Copérnico habría de emprender la realización de su obra, como se corrobora en el siguiente párrafo :

"... puesto que sabía que a otros se les había concedido tal libertad antes que a mí, de modo que representaban algunos círculos para demostrar los fenómenos de los astros, estimé que fácilmente se me permitiría experimentar, si, supuesto algún movimiento de la Tierra, podrían encontrarse en la revolución de las órbitas celestes demostraciones más firmes que las de aquéllos."⁵²

⁵² Copérnico, N., op. cit. (ref. 45, cap. III), p. 10.

CAPITULO IV
HACIA LA PUBLICACION DE "De revolutionibus"

1. Cómo llegó a publicarse "De Revolutionibus"

Hablar de la publicación y divulgación de *De revolutionibus* es hablar de Rheticus, de Tiedemann Giese y por supuesto de Copérnico; de sus personalidades y de los problemas a los cuales habrían de enfrentarse.

Copérnico siempre tuvo la necesidad de apoyarse en una personalidad más fuerte que la suya, pero mientras el tío Lucas y su hermano Andreas lo intimidaban, Giese lo guió, durante los últimos veinte años de su vida, con paciencia y dulce persuasión.

Giese fue, antes de que Rheticus apareciera, el único que reconoció al genio en aquel anciano apagado, a quien nadie quería; el único que aceptó la debilidad de carácter de su amigo y que comprendió su tortuoso modo de ser, sin que por ello disminuyese la admiración intelectual que le inspiraba.

Aunque Giese lograría que Copérnico declarara indirectamente sus opiniones religiosas en un librito publicado en 1525, no logró, durante los próximos quince años (1525-1540) persuadirlo a publicar sus ideas sobre astronomía.

El progreso en esta tarea habría de darse con la ayuda de Georg Joachim Iserin, de Lauchen (en el Tirol austriaco), mejor conocido como Rheticus (1514-1576)¹, quien toma la decisión de dejar sus

¹ El nombre latinizado de Rheticus lo adoptó debido a haber nacido dentro de las viejas fronteras de la provincia romana de Rhaetia. Se puede encontrar en obras afines Gioacchino Rético.

cátedras en la Universidad de Wittenberg en 1538, a los 24 años, después de haber enseñado por dos años, para ir en busca de la "nueva astronomía".

En una carta a Heinrich Widnauer, escrita en 1542, manifestaba que se sintió atraído por la fama de Johannes Schöner (1477-1547) en Nuremberg, quien no sólo había sobresalido en las cuestiones científicas sino también en las mejores "cosas" de la vida.

En 1538, Rheticus visitó Nuremberg. Es muy probable que haya discutido allí, en rueda de amigos², el proyecto de conocer a fondo el manuscrito de Copérnico.

Viajaría después de Nuremberg a Tübingen, donde visitó a "los famosos" pupilos de Johannes Stöffler (1452-1531). En la parada de Ingolstadt se encontró con Peter Apianus (1495-1552).

En este tiempo Rheticus escribe que ha escuchado de la fama del maestro Nicolás Copérnico en las tierras del norte, apuntando que no importaban los gastos financieros, ni el largo viaje, ya que tendría el honor de conocer a dicho hombre, que trataba de mostrar sus ideas en disciplinas que a él le interesaban.

Melanchthon, quien dirigía las enseñanzas en la Universidad de Wittenberg, no estuvo de acuerdo con tal decisión, ya que viajaría a un país católico, cuyo Obispo acababa de publicar un edicto contra los luteranos, pero a pesar de ello, a fines de mayo de 1539 Rheticus llegó a Frombork para conocer la nueva astronomía. Esto se confirma por un joven matemático llamado Valentine Otho (nacido en 1550) quién había estudiado con los sucesores de Rheticus (Peucer y Praetorius) en la

² Entre esos amigos se encontraba el editor Johannes Petreius y el teólogo luterano Andreas Osiander.

Universidad de Wittenberg. Otho visitó a Rheticus en 1574 en el pueblo de Cassovia, localizado en las montañas de Tatra de Hungría.

Otho reporta: " Intercambiamos friamente algunas palabras, pero al saber la causa de mi visita se alegró y me dijo : Viene a verme a la misma edad que tenía cuando visité a Copérnico", agregando después algo que trascendería por muchos siglos : " Si yo no hubiese visitado a Copérnico ninguno de estos trabajos hubieran visto la luz "3, Rheticus había sido, entonces, el principal promotor de la publicación de *De revolutionibus*.

Parecía que la misma Providencia hubiera enviado a Rheticus con Copérnico. Este aseguraba el flanco luterano y enviaría el mensaje directamente a Wittenberg y Goettingen.

A sólo unos días de la llegada de Rheticus a Frombork, Lutero comentaba, de "... aquellos que han prestado atención a un astrólogo advenedizo [no menciona el nombre] que se esfuerza en demostrar que es la Tierra quien gira y no el cielo o el firmamento, el Sol y la Luna [...]. Este loco anhela trastocar por completo la ciencia de la astronomía; pero Las Sagradas Escrituras nos enseñan (Josué 10:13) que Josué ordenó al Sol, y no a la Tierra, que se parara"⁴.

Copérnico no quería decidir nada sin el consejo de Giese. A pocas semanas de la llegada de Rheticus, Copérnico se fue con él a la residencia del Obispo Giese, en el Castillo de Loebau.

3 Prowe, Leopold Friedrich, Nicolaus Copernicus, Vol. I, Pt. 2, (Berlín : Weidmann, 1883-1884), p. 387. Citado en Westman, Robert S., "The Melanchthon Circle, Rheticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory", *Isis*, Junio, 1975, Vol. 66, No. 232, p. 183.

4 White, Andrew D., A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom, Appleton, Nueva York, 1896, I, p. 126. Citado en Kuhn, Thomas S., La Revolución Copernicana, Barcelona, España, ed. Ariel, S.A., 1978, p. 253. op. cit. (ref. 13, cap. III), p. 253.

En ese verano discutieron los tres, sobre el "nuevo sistema". Copérnico cedería paso a paso, Rheticus escribía : "Puesto que mi maestro, por naturaleza, tenía sentido social y comprendía que el mundo científico también necesitaba progresar ... estuvo dispuesto a ceder a los ruegos de su amigo ... prometió que elaboraría tablas astronómicas con nuevas reglas, y que si ese trabajo tenía algún valor no lo mantendría oculto al mundo..."⁵.

Copérnico "acosado" por Rheticus y Giese, propuso que se publicaran sus tablas planetarias, pero que se mantuviera en secreto la teoría en que éstas se basaban. No debía mencionarse el movimiento de la Tierra.

Rheticus Y Giese siguieron acosando al obstinado anciano, que siempre inventaba nuevos medios para evadirse. Las interminables negociaciones llegaron al siguiente acuerdo :

1. No se imprimiría *De revolutionibus*, pero Rheticus haría una relación del contenido del manuscrito "inédito" y publicaría ese resumen, con la condición , de que no mencionara el nombre de Copérnico.

2. Rheticus debía llamar al autor del manuscrito no publicado sencillamente *domine praeceptor*, y

3. En la primera página, donde no era posible dejar de mencionar algún nombre, Rheticus se referiría a Copérnico como al : "Ilustrado doctor Nicolás de Torun".

En otras palabras Copérnico pedía que su nombre no apareciera en el manuscrito.

⁵ Rheticus, Joachim, "Narratio prima", trans. Edward Rosen, in Three Copernican Treatises, second edition, ed. Dover Publications, New York, 1958, p. 192.

Rheticus escribió el resumen de *De revolutionibus* bajo la vigilancia de Copérnico, analizando con detenimiento cada una de las partes del manuscrito, que incluían columnas de cifras, diagramas y una multitud de cálculos⁶.

Rheticus sólo tuvo diez semanas para estudiar el manuscrito de su "maestro". *De revolutionibus* se divide en seis libros, de los cuales hasta entonces él dominaba tres, entendía la idea general del cuarto y sólo alcanzó a vislumbrar someramente el contenido de los dos últimos.

El título simplificado fue *De libris revolutionum Nicolai Copernici narratio prima*⁷, cuyo título original era :

Al ilustrísimo varón, señor Johannes Schöner, sobre los libros *De Las Revoluciones del varón y egregio matemático, el Reverendo señor Doctor Nicolás Copérnico, Toruniense, Canónigo de Warmia, narración primera* ⁸.

La *Narratio prima* estaba redactado en forma de carta, como se observa en el párrafo anterior, dirigida a Johannes Schöner de Nuremberg, profesor de astronomía y matemáticas, además de ser editor de muchas obras astronómicas y astrológicas.

Narratio prima tenía setenta y seis páginas en cuarto menor. El nombre de Rheticus sólo se menciona en el encabezado del texto de la carta.

⁶ Copérnico manifestó a Rheticus que si pudiera reducir los errores de observación a diez minutos de arco se sentiría tan feliz como Pitágoras cuando descubrió su famoso teorema.

⁷ Como puede observarse en este título aparece el nombre de Nicolás Copérnico; algunos escritores pasan por alto el acuerdo al cual llegaron Rheticus, Giese y Copérnico. Confr. Dobrzycky, Jerzy, "Nicolás Copérnico, su vida y su obra" en Nicolás Copérnico en el Quinto Centenario de su Nacimiento : 1473-1973, siglo XXI editores, México, D.F., 1973, p. 46.

⁸ Este título revela más esclarecedoramente no sólo el nombre del autor sino que precisa más detalles del mismo. Confr. Voise, Waldemar, "Nicolás Copérnico, gran sabio del Renacimiento" en *Ibid.*, p. 125.

Del Castillo de Loebau, Copérnico y Rheticus volvieron a Frombork y *La Narratio prima* fue fechado allí el 23 de septiembre de 1539. Cuando quedó terminado el manuscrito, Rheticus se trasladó a Danzig, donde se hallaba la imprenta más cercana, para hacerlo publicar.

Los primeros ejemplares salieron en Danzig, en febrero de 1540. Melanchthon recibió uno el 15 de febrero de 1540; Giese envió otro ejemplar al Duque Albrecht de Prusia, protestante, quien luego hubo de hacer mucho para la difusión del sistema copernicano.

Rheticus envió otro a Achilles Pirmin Gasser (1505-1577)⁹, quien dispuso las cosas para que se realizara una edición independiente del libro en Basilea (1541); ahora ya no sólo era el obispo Giese que instaba a Copérnico a publicar su libro, sino que éste se vio urgido de hacerlo desde muchos lugares. Sin embargo, tardó otros seis meses en decidirse. Tan pronto terminó la impresión de *Narratio prima*, Rheticus regresó apresuradamente de Danzig a Wittenberg, para reanudar la impartición de cátedras en verano; volvió de nuevo a Frombork para convencer por fin a Copérnico, de dar a conocer su obra.

Rheticus estuvo con él desde el verano de 1540 hasta septiembre de 1541. Pasó el tiempo copiando con su propia mano todo el manuscrito *De revolutionibus*, verificando y corrigiendo cifras dudosas e introduciendo varias alteraciones menores.

La ayuda bibliográfica que Rheticus proporcionó a Copérnico fue grandiosa. En esta destaca la edición griega del *Almagestum* de Ptolomeo (Basilea, 1538), mucho más correcta que la traducción latina (Venecia, 1515) de la que disponía Copérnico, la obra trigonométrica

9 Matemático quien aceptó la teoría copernicana como verdadera pero no la trató como un programa de investigación científica.

de Regiomontano *De triangulis omnimodis* (Nuremberg, 1533) y además el original en griego de Euclides.

Copérnico modificó entonces la disposición de *De revolutionibus*, dividiéndolo en seis libros, en lugar de los siete anteriormente proyectados, ampliando el texto de los capítulos sobre trigonometría y astronomía esférica, así como también los pasajes dedicados a la fijación de las latitudes de los planetas.

Al mismo tiempo, Rheticus realizó para Copérnico otras tareas, como un mapa de Prusia a petición del anterior obispo de Warmia; mapa que debieron haber realizado Copérnico y el canónigo Alessandro Sculteti.

Rheticus también hizo para el duque Albrecht de Prusia "un pequeño instrumento" que indicaba la duración de cada día del año. En agradecimiento, el Duque le pidió que hiciera saber a Lutero, a Melanchthon y a todos los otros protestantes de Wittenberg, el amor que él les tenía.

A través de estas amables transacciones, Rheticus perseguía obstinadamente un fin : obtener el apoyo del Duque para la publicación de *De revolutionibus*.

A pocos días, le pidió al Duque dos cartas, una para el elector protestante de Sajonia y otra para la Universidad de Wittenberg, por medio de las cuales se le permitiera hacer la impresión de *De revolutionibus*.

La solicitud tenía su razón de ser : Rheticus deseaba que se imprimiera en la famosa imprenta de Petreius¹⁰, en Nuremberg, especializada en obras de astronomía.

¹⁰ Puede encontrarse en obras afines Petreio.

Como Lutero y Melanchthon no aprobaban la teoría copernicana y el Duque pesaba mucho en el mundo protestante, era conveniente contar con su apoyo por escrito. El Duque concedió lo que se le pedía.

En agosto de 1541, Rheticus ya había completado la copia de cuatrocientas veinticuatro páginas de escritura pequeña, pero tenía que regresar a Wittenberg para alcanzar el período de clases en invierno. Pudo haber enviado a imprimir *De revolutionibus* a Nuremberg, pero ésta no podía llevarse a cabo sin su supervisión. *De revolutionibus* no estaba totalmente pulido.

Es verdaderamente desafortunado que no se tengan detalles precisos de lo que aconteció con Rheticus a su regreso a la Universidad de Wittenberg, el 16 de octubre de 1541. Tan sólo se sabe que había regresado porque fue nombrado decano de la Facultad de Artes, lo cual le acarreó muchas más ocupaciones.

Sin embargo, el fervor de Rheticus no era bien recibido por algunas personas en Wittenberg. Por ejemplo, Melanchthon después de haber leído la *Narratio Prima* en octubre de 1541 condenó la "absurda" tesis de Copérnico, la cual da movimiento a la Tierra y reposo al Sol.

Para hacer tiempo y probablemente para atraer la atención hacia su maestro, hizo imprimir en 1542, en esta ciudad, separadamente, dos capítulos *De revolutionibus*¹¹. Eran capítulos que trataban de trigonometría en general y que no guardaban relación directa con la teoría copernicana¹².

Al terminar las lecciones, en primavera, partió rumbo a Nuremberg el 2 de mayo de 1542, llevando consigo varias cartas de recomendación

¹¹ *De Lateribus et Angulis Triangulorum*, Wittenberg 1542.

¹² Constituían los dos últimos capítulos del primer libro *De revolutionibus*.

de Melanchthon, para los patricios principales y los protestantes de aquella ciudad.

En el taller de Petreius se comenzó a imprimir *De revolutionibus*.

a. La "traición" a Copérnico

Los problemas a los cuales habría de enfrentarse la nueva teoría del Cosmos se darían al tiempo de estarse imprimiendo.

El problema no se hubiera suscitado si Rheticus hubiera terminado el trabajo, pero lamentablemente tuvo que abandonar Nuremberg al cabo de dos meses de haber llegado, debido a que se le nombró titular de la importante cátedra de Matemática en la Universidad de Leipzig. Al parecer la causa de este nombramiento, fue que en Wittenberg corrían rumores sobre su "comportamiento"¹³.

Partió de Nuremberg en noviembre de 1542, dejando el cuidado de la impresión a un hombre en el cual confiaba : el principal teólogo y predicador de Nuremberg, Andreas Osiander, uno de los cofundadores del credo luterano. A diferencia de Lutero y Melanchthon, Osiander tenía interés por la obra de Copérnico y mantenía correspondencia con él durante los últimos dos años.

Osiander escribió rápidamente un prefacio anónimo¹⁴ titulado "Carta al lector, sobre las hipótesis de ésta obra", escrito alrededor de noviembre de 1542.

¹³ Habría también de salir de Leipzig por los cargos de sodomía y perversión italiana en 1550.

¹⁴ Johannes Kepler (1571-1630) lo descubrió en 1609. Una biografía de Gassendi, de 1647, lo menciona, las ediciones posteriores (Basilea, 1566 y Amsterdam, 1617) incluían el prefacio de Osiander sin comentario alguno, de manera que dejaban al lector con la impresión de que se debía a Copérnico. Sólo la edición de Varsovia, de 1854, menciona la intervención de Osiander.

El prefacio habría de ser uno de los promotores del "fracaso"¹⁵; el prefacio comienza explicando que no es menester tomar demasiado en serio las ideas del libro, pues "no es necesario que estas hipótesis sean verdaderas, ni siquiera que sean verosímiles ... "¹⁶.

Luego el prefacio continúa demostrando la improbabilidad de la obra, señalando que la órbita copernicana de Venus haría que el planeta pareciera dieciséis veces más grande, cuando estaba más próximo a la Tierra, que cuando estaba más alejado de ella, "lo cual se opone a la experiencia de cualquier época"¹⁷.

Además, "... permitamos que también estas nuevas hipótesis se den a conocer entre las antiguas, no como más verosímiles, sino porque son al mismo tiempo admirables y fáciles y porque aportan un gran tesoro de sapientísimas observaciones. Y no espere nadie, en lo que respecta a las hipótesis, algo de cierto de la astronomía, pues no puede proporcionarlo; para que no salga de esta disciplina más estúpido de lo que entró, si toma como verdad lo imaginado para otro uso. Adiós."¹⁸

Los pliegos impresos circularon entre personas interesadas, acabados de salir de la imprenta, en Nuremberg. Se presume que a Copérnico le eran enviados, y de esta suerte éste pudo seguir los progresos de la impresión.

15 Giordano Bruno (1548-1600), filósofo italiano que fue quemado por hereje, lo definió como : "Epístola superliminar(sic) colgada a la obra por no sé qué asno ignorante y presuntuoso". Bruno, Giordano, La Cena de las Cenizas, UNAM, México, D.F., 1972, p. 126.

16 Osiander, Andreas, "Al lector sobre las hipótesis de esta obra" en De revolutionibus orbium coelestium libri VI, 1543., Traduc. Carlos Mínguez Pérez, Madrid, España, ed. Tecnos, 1987, p. 4.

17 Ibid., p. 4.

18 Ibid., p. 4.

Es probable que Copérnico haya leído el prefacio; una carta da testimonio de ello. En ésta el profesor de matemáticas Johannes Pretorio escribió a un corresponsal lo siguiente : "...y algunas de las primeras páginas se enviaron, al propio Copérnico, pero, poco después, Copérnico murió, antes de poder ver toda la obra impresa. Rheticus solía afirmar con seriedad que el prefacio de Osiander, ciertamente, disgustaba a Copérnico, y que éste se mostró algo más que irritado al verlo. Esto parece probable, puesto que la intención de Copérnico era diferente...."¹⁹.

Según la carta, Copérnico conocía el prefacio y además Osiander había manifestado que la obra no era más una hipótesis de cálculo, por lo cual Copérnico no tenía motivo alguno para quejarse.

No se sabe si Copérnico protestó al prefacio, ya que por ese tiempo estaba muy enfermo. Acaso fue esto lo que le llevó a sufrir su primer hemorragia cerebral, en aquel invierno de 1542, con la secuela de parálisis parcial que lo mantuvo permanentemente en cama.

A lo mejor cedió a la propuesta de cambio, como lo había hecho durante toda su vida; lo difícil de creer es que Osiander se hubiera negado a modificarlo, contradiciendo los deseos de Copérnico.

Sin embargo, no hay que ver a Osiander como el culpable del "fracaso", ya que dos años antes (1540), Copérnico le escribió, pidiéndole consejo sobre qué hacer con *De revolutionibus*²⁰.

En su respuesta, Osiander le recomienda basarse en "las hipótesis", ya que según él, éstas no son artículos de fe, sino bases para hacer cálculos, así que "... no importa que sean verdaderas o

¹⁹ Carta de Johannes Pretorio a Herwart von Hohenburg, escrita en 1609. Pretorio fue huésped de Rheticus en dos ocasiones, en 1569 y en 1571. Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 170.
²⁰ La carta fechada el 1^o de julio de 1540 se ha perdido.

falsas, si es que reproducen exactamente los fenómenos de los movimientos, y si seguimos la hipótesis de Ptolomeo, ¿quién nos asegura que la desigualdad del movimiento del Sol proviene de un epiciclo o de una posición excéntrica, siendo tan posible lo uno como lo otro? Sería por lo tanto plausible, si se dijera algo de esto en el prefacio."²¹ Ese mismo día, Osiander escribía algo parecido a *Rheticus*, que se encontraba en Frombork²².

Con esto, los adversarios a los que temía Copérnico -los aristotélicos²³ y los teólogos- adoptarían una actitud más tolerante y conciliatoria, hasta reconocer la verdadera estructura de la nueva teoría.

Osiander conocía además la insistencia de Copérnico por mantener ajeno su nombre en *Narratio prima*, así como su intento de publicar sólo las tablas planetarias sin las teorías que las respaldaban; debió, por tanto, suponer que Copérnico aprobaría su forma de proceder.

b. El rechazo de *Rheticus* hacia su "maestro"

Otro acontecimiento que contribuyó al "fracaso" de la teoría copernicana, fue la actitud de *Rheticus*, al leer la Dedicatoria al Papa Pablo III en *De revolutionibus*.

Rheticus había sido el motor de los preparativos para la publicación de *De revolutionibus* y se había hecho acreedor de la herencia de su maestro. La muerte del maestro sería el gran momento

²¹ Respuesta de Osiander, fechada el 20 de abril de 1541. Abetti, G., op. cit. (ref. 6, cap. III), p. 117.

²² No se ha conservado ni la respuesta de Copérnico ni la de *Rheticus*.

²³ A quienes Osiander llamaba "peripatéticos".

para la vida de Rheticus, ya que conservaría y divulgaría la nueva teoría.

Para asombro de sus contemporáneos y desconcierto de la posteridad, Rheticus, después de abandonar Nuremberg, perdió de súbito y por completo, todo interés por Copérnico y su doctrina.

Es imposible creer que todo aquel fervor demostrado por Rheticus en los últimos tres años (1538-1541), se hubiesen esfumado repentinamente.

Copérnico escribió en junio de 1542 la introducción a *De revolutionibus* bajo la forma de una Dedicatoria al Papa Pablo III, la cual envió a Rheticus -ese mismo mes o bien en julio- cuando se encontraba en Nuremberg encargado de la impresión. En la introducción se explicaba cómo había llegado a escribirse el libro, cuánto había vacilado Copérnico en publicarlo, por temor al ridículo y más aún cómo estuvo a punto de abandonar el proyecto.

Es precisamente en la Dedicatoria donde se encuentra lo siguiente : "Pero los amigos me hicieron cambiar de opinión ... Entre ellos fue el primero Nicolás Schoenberg, cardenal de Capua,..., luego mi muy querido e insigne Tiedemann Giese, obispo de Chelmo,... Este me exhortó muchas veces y, añadiendo con frecuencia los reproches, insistió para que publicara este libro y le dejara salir a la luz,... Lo mismo me impulsaron otros muchos varones eminentes y doctos,... En consecuencia, convencido por aquellas persuasiones y con esta esperanza, permití a mis amigos que hicieran la edición de la obra que me habían pedido tanto tiempo"²⁴.

²⁴ Copérnico, N., op. cit. (ref. 45, cap. III), p. 8.

Como se puede apreciar, el nombre de Rheticus no aparece mencionado en la Dedicatoria; algo más sorprendente es que a través de toda la obra tampoco aparece.

Era como si su propio padre lo hubiera traicionado, lo había herido en lo más íntimo. La omisión fue tan increíble que Giese escribió a Rheticus, disculpando a Copérnico; le decía que éste "...no obedeció a indiferencia por tí, sino a su descuido y torpeza, pues su espíritu ya estaba agotado y prestaba, como tú sabes, poca atención a todo aquello que no pertenecía a la filosofía. Yo sé muy bien hasta qué punto estimaba tu constante ayuda y sacrificio..."²⁵.

La omisión en la Dedicatoria fue probablemente para evitar el problema que causaría el saber que un protestante, y más si éste provenía de la Universidad de Wittenberg, estuviese involucrado en la impresión del manuscrito. Pasar el nombre de Rheticus por alto implicó desconocer al creador de la *Narratio prima*.

El título de la obra también fue cambiado por Osiander a *De revolutionibus orbium coelestium*, en lugar de *De revolutionibus orbium mundi*²⁶. Finalmente, fue eliminada la introducción de Copérnico al libro primero; la impresión de la obra finalizó en marzo de 1543 dos meses antes de su muerte.

"Seis libros de Nicolás Copérnico de Torun sobre las revoluciones de las esferas celestes" (*Nicolai Copernico Thoruniensi de revolutionibus orbium coelestium libri VI*) fue el título completo de la primera edición, precedida del prefacio de Osiander y de la

²⁵ Prowe, L.F., op. cit. (ref. 3, cap. IV), Vol. II, pp. 419-421. Citado en Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 174.
²⁶ Carta de Johannes Pretorio a Herwart von Hohenburg.

mencionada carta del Cardenal Nicolás Schönberg a Copérnico²⁷, seguida por la Epístola Dedicatoria al Papa Pablo III.

Los últimos meses de vida de Copérnico debieron ser muy solitarios. Por una parte había renegado de Rheticus, y Rheticus de él; Giese ya no vivía en Frombork; Sculteti²⁸ estaba desterrado y uno tras otro los canónigos de su generación habían ido muriendo.

A la edad de setenta años, Copérnico moría en Frombork, a causa de una hemorragia cerebral, el 24 de mayo de 1543. El primer ejemplar completo le llegó de la imprenta pocas horas antes de morir. Tiedemann Giese escribió a Rheticus a unas pocas semanas de la muerte de Copérnico, diciéndole: "Durante muchos días estuvo privado de la memoria y del vigor mental; vio su libro completo sólo a último momento, el día que murió"²⁹.

Copérnico se aferró a la vida con la fuerza suficiente, hasta llegado al momento de poder acariciar con sus propias manos, la cubierta de su libro.

2. Rheticus: principal promotor de "De revolutionibus"

En la historia de la ciencia suelen suceder injusticias de diversa índole, siendo una de éstas la falta de reconocimiento a la labor de sacrificio de algunos personajes, caso que se da en De Revolutionibus.

De la infancia de Rheticus no se sabe gran cosa, salvo que viajó por Italia con sus acaudalados padres. Ya adolescente estudió en las

²⁷ Carta que envió desde Roma, después de conocerlo en Frombork.

²⁸ Canónigo, amigo de Copérnico en Frombork, fue desterrado por tener hijos con su amante (facaria).

²⁹ Prowe, L.F., op. cit. (ref. 3, cap. IV), p. 554. Citado en Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), p. 185.

Universidades de Zurich, Wittenberg, Nuremberg y Goettingen y a la edad de veintidós años (1536), recibió por recomendación de Melanchthon, una de las dos cátedras de matemáticas y astronomía en la Universidad protestante de Wittenberg.

El mejor biógrafo de Rheticus es Karl Heinz Burmeister, el cual sugiere una personalidad anormal, la de un genio loco caracterizado por "elementos bionegativos" -celibacea-, sin hijos y tendencias homosexuales.

Koestler escribe:

"Rheticus, lo mismo que Giordano Bruno o Teofrasto Bombasto Paracelso ³⁰, fue uno de esos caballeros errantes del Renacimiento... que llevaban sus antorchas de un país a otro, y que obraban como bienvenidos incendiarios en la República de las letras... [fue Rheticus] un enfant terrible, un loco inspirado, un condottiere de la ciencia, un discípulo fiel y afortunadamente homosexual o bisexual... Y digo "afortunadamente" porque éstos, siempre, desde Sócrates hasta ahora, demostraron ser los más acabados maestros y discípulos, y la historia tiene con ellos una deuda."³¹

Rheticus ciertamente poseía una clase de síntoma Bruniano-Paracelsiano, es decir, un ansia de viajar. Entre 1538, cuando dejó temporalmente su puesto en la Universidad de Wittenberg, y 1554, cuando se estableció en Cracovia, su vida fue de constantes peregrinaciones.

No existen evidencias precisas de su comportamiento sexual. Rheticus parece haber tenido una necesidad de placer con los hombres que le rodeaban, o bien, una necesidad de ser amado. El comportamiento

³⁰ Paracelso (1493-1541) médico suizo.

³¹ Koestler, A., op. cit. (ref. 27, cap. I), pp. 155-156.

de Rheticus ha sido objeto de reflexión, pero tal vez valdría la pena preguntarse cuál fue la causa y naturaleza de su conflicto interno.

De Rheticus no se tiene mucha información sobre sus tempranas relaciones familiares, pero en cambio se tiene la evidencia de un hecho importantísimo en su vida : la muerte de su padre. En 1528 (tenía 14 años) su padre Georg Iserin, doctor en el pueblo de Feldkirch, Austria, fue condenado por cargos de brujería y después fue decapitado. Los juicios de brujas no eran comunes en este período³².

Georg Joachim Iserin, había sido afectado brutalmente por la muerte de su padre, haciendo que su relación con hombres, particularmente viejos, fuera el reflejo de esto. Existía esa necesidad de reparar aquellos sentimientos hostiles. Con este sentimiento de su propia agresión, se pueden esperar encontrar determinados esfuerzos, es decir, una inconsciente reparación del daño producido a su padre y por otro lado un inconsciente sentido de liberación.

Se encuentra evidencia de lo anterior en su relación con Johannes Schöner, ya que el *Narratio prima* lo empieza con la siguiente dedicatoria:

"Al ilustre Johannes Schöner, como a su propio reverendo padre, G. Joachim Rheticus envía sus saludos"³³.

La reverencia y el rechazo a la autoridad cobran mucha importancia en su trabajo.

En un escrito a Johannes Schöner le manifiesta:

³² La caza de brujas en Alemania del Suroeste se dió en el período 1562-1684.

³³ Rheticus, J., op. cit. (ref. 5, cap. IV), p. 109.

" Mi más ilustre Johannes Schöner", a quien yo siempre he reverenciado como a un padre (era 37 años más grande), ésta es ahora mi obra póstuma para usted, recíbala bondadosa y favorablemente...Si he dicho algo con entusiasmo o inadvertidamente, que remarque algo que parezca directo contra antigüedades venerables y sagradas, más audazmente quizá para la importancia y dignidad del sujeto demandado, seguramente usted, no tiene duda, pondría una bondadosa construcción sobre la materia, cargando en la mente mi sentimiento hacia usted más que mi falta"³⁴.

El tono es cauteloso y deferencial, como si implorara a su padre inconscientemente.

Con Copérnico habría de manifestarse algo parecido; más allá del propósito de visitarlo para aprender acerca de su teoría, se encontraba una motivación personal muy profunda. Esa gran "recompensa" para él fue encontrar en su relación con aquel hombre viejo (Rheticus en 1539 tenía 24 y Copérnico 66) un encuentro con su padre.

El respeto hacia Copérnico habría de manifestarse en la Narratio prima; el siguiente párrafo lo puede corroborar :

"...concerniente a mi culto maestro, me gustaría mantener mi opinión y estar enteramente convencido de que para él no hay nada mejor o más importante que caminar en las huellas de Ptolomeo y de los más antiguos"³⁵.

Rheticus describe entonces el rebelde acto innovativo de Copérnico, como lo pensó, estando más allá de su control.

³⁴ Rheticus, Joachim, "Narratio prima", trans. Edward Rosen, in Three Copernican Treatises, 3rd. ed., New York ,Octagon, 1971. Citado en Westman, R.S., op. cit. (ref. 3, cap. IV), p. 188.

³⁵ Rheticus, J., op. cit. (ref. 5, cap. IV), p. 186.

Rheticus quería ser liberado de la tiranía del hombre viejo, y este sentimiento fue identificándose poco a poco con la rebelión intelectual de personas como Copérnico y Paracelsus³⁶.

En Copérnico, Rheticus encontró un padre, quién podía atacar a las viejas autoridades con sus armas intelectuales, sin ser asimismo destrozado; un padre quien, como el sistema que creó, tenía una cabeza y un corazón, los cuales fueron conectados a un mismo cuerpo³⁷.

La relación personal de Rheticus con Copérnico, fue singular y tuvo una estrecha intimidad que nadie en la Universidad de Wittenberg pudo comprender. Un ejemplo de esta relación, puede verse en uno de tantos pasajes de *Narratio prima*, por ejemplo: "De suerte que, lícitamente, puede llamarse eterna la astronomía de mi maestro, como lo atestiguan las observaciones de edades pasadas y como, sin duda, lo confirmarán las observaciones de la posteridad"³⁸. "Dios ha otorgado a mi ilustrado maestro un infinito reino en la astronomía, que él gobierne, lo guarde y lo aumente para restauración de la verdad astronómica. Amén."³⁹

Otro pasaje sugestivo es aquel en el cual refiere su decisión de adoptar la teoría copernicana, declarando:

" Sinceramente retomo a Ptolomeo y sus seguidores, igual que mi maestro,... me siento más inclinado a las hipótesis de mi maestro. Lo

³⁶ Rheticus menciona que encontró a Paracelsus en 1532 y se impresionó de él. Es interesante que en ese entonces no haya decidido estudiar la carrera de Medicina, una vocación que pudo haberlo identificado directamente con su padre. Pero en 1554 a la edad de 40 y después de sus viajes, Rheticus se convirtió en un médico practicante en Cracovia y su interés en Paracelsus revivió.

³⁷ En 1557 Rheticus escribió sobre Copérnico lo siguiente: "A quién yo he cultivado no sólo como un profesor sino como un padre". Westman, R.S., op. cit. (ref. 3, cap. IV), p. 139.

³⁸ Rheticus, J., op. cit. (ref. 5, cap. IV), p. 126.

³⁹ Ibid., p. 131.

siento ahora, es como un entendimiento más preciso, es justamente lo que he anhelado,...la niebla se ha levantado y el cielo ha dejado de ser oscuro, he mantenido las sabias palabras del astuto de Sócrates dichas en el *Phaedrus* : "Si pienso que algún hombre está dispuesto para observar otras cosas que puedan ser almacenadas en uno mismo y divididas en muchas, le sigo y después camino sobre sus huellas como si fuera Dios", eso es lo que he tratado de hacer con mi maestro"⁴⁰.

Fue el compromiso de hijo lo que le llevó a no cometer errores en la postulación de los nuevos preceptos.

3. Aceptación y rechazo de la teoría copernicana

Rheticus no permaneció suficiente tiempo en la Universidad de Wittenberg como para formar una escuela "copernicana". Es notable que la gran mayoría de los astrónomos en la Universidad de Wittenberg, no siguieron sus tendencias, una vez que él había regresado.

Ni la *Narratio prima* ni *De revolutionibus* produjo discusiones sobre Rheticus entre aquellos que permanecieron en La Universidad de Wittenberg entre 1540 y 1570. Sin embargo, varios estudiantes estuvieron presentes en las clases de Rheticus en 1541, después de su regreso de Frombork y antes de su partida a Leipzig. Ninguno de ellos (Kaspar Peucer, Schreiber, Matthias Stoius, Johannes Homelius, Joachim Heller, Matthias Lauterwalt, Friedrich Staphylus y Acontius) adoptaron una fuerte interpretación realista de la teoría copernicana.

Dos excepciones al respecto son el matemático Achilles Pirmin Gasser (1505-1577) y un médico de Constanza, Georg Vögelin, quienes

⁴⁰ Ibid., pp. 167-168.

por el postulado aristotélico, en el cual, un cuerpo sólo puede tener un simple movimiento.

"Ciertas partes de la nueva teoría fueron adoptadas y preferidas como consistentes con el fundamento astronómico cuando éstas interpretaban una estructura en donde la Tierra era la parte crucial"⁴¹.

La respuesta a estas innovaciones en la teoría copernicana fue un círculo informal de estudiantes⁴², que estaban bajo la tutoría de Melanchthon, reunidos para discusiones informales al interior de las paredes de la Universidad de Wittenberg. Estos círculos se caracterizarían más tarde como sociedades científicas profesionales, como la Academia de Ciencias de París.

Los esfuerzos de este grupo científico informal, hicieron que la teoría cosmológica de Copérnico "fracasara". La notable excepción a este consenso metodológico fue Rheticus, quien se ausentó del "desquebrantamiento" de la interpretación copernicana.

Melanchthon aprendería la teoría copernicana a través de *La Narratio prima*. La primera referencia que hizo Melanchthon de Copérnico fue en una carta escrita a Mithobius, el 16 de Octubre de 1541, tratando la nueva teoría como una inquietud más que como un tratado, y condenando cruelmente el hecho de que un "hombre" haya puesto la Tierra en movimiento.

Melanchthon publicó en 1549, *Initia Doctrinae Physicae Dictata in Academia Witebergensi* donde, percibe la nueva teoría como una vieja y absurda "paradoja", la cual Aristarco una vez defendió. En varias partes de la obra usó algunos datos de Copérnico.

⁴¹ Wetsman, R.S., op. cit., (ref. 3, cap. IV), p. 173.

⁴² Hombres nacidos en el período de 1495 y 1525.

Más aún alabó la teoría lunar de Copérnico, pero decía a sus estudiantes que debían aprender el punto de vista ptolomeico.

Se puede ciertamente discernir una componente tradicional en la actitud de Melanchthon hacia la nueva teoría : manifestaba que Copérnico era el revividor de la teoría de Aristarco, en donde los únicos argumentos para los estudiantes que comenzaban a aprender astronomía, fueron aquellos contra el movimiento de la Tierra.

La actitud de Melanchthon pudo permitir, y más aún enfrentar, algunas de las componentes conceptuales de la teoría copernicana :

1. La improvisación de observaciones
2. Sistematización de tablas
3. Discusión del problema de precesión y
4. Uso de ciertos modelos planetarios copernicanos en una estructura geostática.

Algunos miembros del **Círculo de Wittenberg** creyeron que ciertos modelos copernicanos, como los que consistían en reemplazar el ecuante ptolomeico con mecanismos de epiciclos, resultaban ser los mejores.

Una de las metas seguidas por el **Círculo de Wittenberg** fue precisamente traducir estos mecanismos ecuanes dentro de una estructura de referencia geostática.

Melanchthon y sus discípulos habrían de ejercer influencia devastadora en la astronomía europea hasta finales de la década de 1570; proveyendo miembros a universidades alemanas y escribiendo libros para ser utilizados en estas instituciones.

Entre los años 1545 y 1570 figuras muy importantes al interior de las universidades alemanas cayeron en un considerable silencio por las declaraciones que surgían de la **Universidad de Wittenberg**. En la

práctica los preceptos de Melanchthon inspiraron a varias generaciones de pupilos y maestros que pusieron sus energías en astronomía y otras ciencias naturales.

La Universidad de Wittenberg en los años de 1530 produjo astrónomos de prestigio, los tres más destacados fueron : Erasmus Reinhold (1511-1553), Rheticus (1514-1574) y en 1540 el pupilo, y futuro hijo político de Melanchthon, Kaspar Peucer (1525-1602), quienes impartieron cursos entre 1530 y 1560 con las tendencias de Melanchthon. En estas cuatro personalidades recayó la importancia de la Universidad de Wittenberg.

Es realmente sorprendente que la Introducción⁴³ a la teoría copernicana dentro del currículum científico pudiese seguir los límites preescritos por el sistema ya existente.

Peucer usó datos de la obra de Copérnico, por ejemplo, para calcular la distancia absoluta de la Tierra al Sol y a la Luna, ya fuese para la discusión de eclipses o bien para la definición de la longitud del día.

Reinhold y Peucer eventualmente mantuvieron la alta posición administrativa de rector, y ayudaron a establecer un particular patrón para la recepción de la teoría copernicana.

Entre 1541 y 1542, Reinhold se convirtió a la corriente copernicana gracias a su amigo Rheticus. Ya en su comentario del *Theoricæ Novæ Planetarum* de Peurbach (1542), muestra un mayor interés y curiosidad acerca de la nueva teoría. Haciendo alusión a Copérnico de la siguiente manera : "Conozco a un autor reciente, quien es excepcionalmente hábil. En la explicación de las fases de la Luna,

⁴³ Melanchthon y Peucer fueron pioneros en hacer introducciones a tratados científicos.

abandona la forma adoptada por Ptolomeo..."⁴⁴. Reinhold pudo haber obtenido su información de la Narratio prima.

En la parte baja del título de la página de su copia personal de *De revolutionibus*, Reinhold escribió : "El axioma astronómico : movimiento celeste es ambos, uniforme y circular o compuesto de movimientos uniforme y circular"⁴⁵.

Fue precisamente este axioma, el que Copérnico había tratado de salvar (no siempre con fortuna) en su construcción de los modelos planetarios y el cual Reinhold consistentemente singularizó en sus anotaciones.

Para Reinhold, Copérnico había verdaderamente restaurado la astronomía, ya que : "La ciencia de los movimientos celestiales estuvo casi en ruinas; los estudios de este autor la han restaurado. Dios y su bondad proporcionaron a él una gran luz, tanto que descubrió y explicó una multitud de cosas, las cuales, hasta nuestros días, no han sido conocidas o han sido encubiertas en la oscuridad"⁴⁶.

Se la considera a Reinhold como "la más perfecta neutralidad en el problema del geocentrismo y el heliocentrismo". Esta neutralidad fue prevista casi exactamente por Giese, quien había dicho que si Copérnico no hubiese publicado sus tablas, sin sus principios fundamentales, escasamente alguien hubiese podido buscar por fuera estos.

La tarea que Reinhold habría de realizar sería la de sistematizar y recalcular los movimientos como conjunto, hasta que los errores pudieran ser eliminados y las tablas adecuadas para ser utilizadas por

⁴⁴ Ibid., p. 175.

⁴⁵ Ibid., p. 176.

⁴⁶ Ibid., p. 177.

los astrónomos. Creó las famosas **Tablas Prusianas** (Tabulae prutenicae) llamadas así en honor al Duque Albrecht de Prusia y publicadas en 1551, las cuales estaban basadas únicamente en los mecanismos planetarios del copernicanismo y que sustituían a las tablas Alfonsinas del siglo XIII.

Reinhold se convirtió claramente en la figura principal del **Círculo de Wittenberg**, en los años posteriores a la partida de Rheticus a Leipzig. Su mayor trabajo sobre las nuevas tablas astronómicas de movimiento recibieron el soporte financiero y moral por parte de Melanchthon. Sus tablas rápidamente mostraron su calidad contra otras compilaciones de datos planetarios.

A través de Reinhold la imagen de Copérnico **El Calculador** y Copérnico **El Reformador** de la astronomía, cayó dentro y fuera de las paredes de la **Universidad de Wittenberg** en una inexorable discusión. En el prefacio de las tablas hizo un generoso homenaje a los trabajos de Copérnico, a quien consideró un astrónomo práctico, pero no mencionó en modo alguno la teoría copernicana del Universo.

Fue Reinhold el primer astrónomo en prestar un importante servicio a la causa copernicana, aún sin declararse explícitamente a favor del movimiento de la Tierra.

El hombre más responsable en la consolidación e institucionalización de la interpretación de la **Universidad de Wittenberg** al interior de las universidades alemanas fue Kaspar Peucer. Nacido en 1525, hijo de un artesano, llegó a la **Universidad de Wittenberg** a la edad de 15 años, alojándose en la casa de Melanchthon⁴⁷.

⁴⁷ Sería a partir de entonces su hijo político.

A la muerte de Reinhold por la peste de 1553, Peucer le sucede. En 1559 es nombrado en la cátedra de medicina y en 1560 a la muerte de Melanchthon asume la rectoría de la Universidad. Peucer publicaría en 1551 **Elementos de la Doctrina de los Círculos Celestes**, donde sobresale un poema dedicado a Melanchthon por todos los favores recibidos.

Peucer en ese momento vivía rodeado por problemas de tipo religioso; las tensiones de grupos protestantes iban incrementándose. En medio de esta obsesiva y rígida atmósfera intolerante, Peucer fue encarcelado en Pleissenburg, cerca de Leipzig; durando allí de 1576 a 1588. La causa se debió, al parecer, a su negativa de aceptar durante la comunión la presencia física de Cristo en el pan. A la cárcel sólo se le permitió llevar pocos libros. Su trabajo astronómico cesó después de este encarcelamiento. Fue aquí donde los adelantos hechos por Reinhold a la teoría copernicana se vinieron abajo.

Durante esos doce años, se gestaron las bases para la reafirmación de la Iglesia en el poder. Lo que no puede pasar inadvertido, es que en este período una persona fue castigada por sostener puntos de vista teológicos con explícitas consecuencias, más que por discutir los fundamentos de la teoría copernicana contra Las Sagradas Escrituras.

La interpretación de la Universidad de Wittenberg, como refleja Peucer en su trabajo y los escritos de otros profesores, es firme eco de las visiones de Reinhold y Melanchthon.

Después de 1560 al menos dos conceptualizaciones pueden hacerse respecto a la Universidad de Wittenberg :

1. El status del trabajo de Copérnico fue claramente jerarquizado al mismo nivel de la teoría científica de Ptolomeo.

Kaspar Peucer, Andreas Schadt (1539-1602), Caspar Straub, Johannes Praetorius (1537-1616) y otros astrónomos pedían a sus estudiantes consultar *De revolutionibus* directamente y frecuentemente recomendaban la comparación de tópicos con el *Almagestum* de Ptolomeo.

2. La total ausencia de escritos que vincularan la cosmología y la teología.

La religión y las autoridades políticas fueron un serio factor en la prevención del surgimiento de una interpretación realista de la teoría copernicana. Así, Kaspar Peucer, un hombre de notables habilidades astronómicas, fue a la cárcel por sus puntos de vista de la Sagrada Eucaristía y no por sus creencias científicas. La armonía de los planetas y la importancia del Sol, con sus implicaciones herméticas permanecieron en silencio, durante el período entre 1543 y 1570.

Copérnico fue visto, en general, como el reformador de la astronomía ptolemeica, no en el sentido revolucionario, sino en un sentido esencialmente conservador, como el inventor de las nuevas hipótesis planetarias y de una mejorada teoría de la precesión.

La lectura de *De revolutionibus* en la Universidad de Wittenberg persistió hasta finales del siglo XVI, habiendo sido ya cuestionada y reformulada por una nueva generación de astrónomos en los años de 1570, entre los cuales se encontraban Johannes Praetorius (1537-1616), el danés Tycho Brahe (1546-1601) y Michael Maestlin (1550-1631).

El alto grado de estudio de la astronomía en Alemania en el siglo XVI, cuando se compara con Inglaterra, Francia y quizá Italia, fue estimulado en gran medida por el Círculo de Wittenberg.

CAPITULO V
LOS TRES TRATADOS DEL COPERNICANISMO

1. El *Commentariolus*.

El motivo por el cual Copérnico inicia la indagación sobre los sistemas cosmológicos fue un razonamiento encontrado en Ptolomeo, el cual afirma que un planeta no cubre distancias iguales en tiempos iguales cuando es observado desde el centro de su círculo, sino que "parece" hacerlo así cuando es observado desde un punto diferente : el *punctum equans* (punto ecuante); motivo suficiente para que Copérnico declarara :

"Como me di cuenta de estos defectos, a menudo consideré si no podría acaso, hallarse una disposición más razonable de los círculos ... en la cual cada cuerpo se moviera uniformemente alrededor de su propio centro, como lo exige la regla del movimiento absoluto "1

Como se recordará las esferas concéntricas de Calipo y Eudoxo no alcanzaban a explicar los cambios de distancia entre la Tierra y los cuerpos celestes; además el sistema de epiciclos de Ptolomeo, si bien concordaba numéricamente con los fenómenos celestes, no dejaba de suscitar serias dudas.

El sistema de Ptolomeo no contenía la exigencia fundamental de los antiguos, según la cual cada planeta debía moverse con velocidad uniforme en un círculo perfecto.

Los creadores de este sistema cosmológico sólo lograron explicar el fenómeno de manera satisfactoria, por medio de la introducción del 1 Copernicus, Nicholas, "The Commentariolus" trans. Edward Rosen, in *Three Copernican Treatises*, second edition, ed. Dover Publications, New York, 1958, p. 57-58.

ecuante. El planeta no se movía uniformemente en su órbita, ni tampoco en relación con el centro de su epiciclo; la idea no parecía ni muy segura ni muy resistente a la prueba de la razón.

Precisamente la crítica de este aspecto de la astronomía de Ptolomeo, ocupa en el *Commentariolus* el lugar más destacado, como punto de partida de la reconstrucción astronómica.

El *Commentariolus*² comienza así :

"Nuestros antepasados suponían un número mayor de esferas celestes por esta razón especial : para explicar el movimiento aparente de los planetas por el principio de la regularidad, pues consideraban que era completamente absurdo, que un cuerpo celeste, el cual es una esfera perfecta, no se moviera siempre uniformemente."³

La detallada exposición de la teoría heliocéntrica va precedida de siete postulados :

1. No existe un centro único de todos los círculos o esferas celestes.

2. El centro de la Tierra no es el centro del Universo, sino sólo de la gravedad y de la esfera lunar.

3. Todas las esferas giran alrededor del Sol, que es su punto medio, y por ello el Sol es el centro del Universo.

4. La razón entre la distancia de la Tierra al Sol y la altura del firmamento es muy inferior a la razón entre el radio de la Tierra y su distancia al Sol.

² El título completo de la obra es *Nicolai Copernici de hypothesibus motuum caelestium a se constitutis commentariolus* (Breve esquema de las hipótesis de Nicolai Copernicus sobre los movimientos celestes). Las copias manuscritas del *Commentariolus* aun circulaban entre los estudiosos a fines del siglo XVI. Luego, el tratado desapareció, hasta que se encontraron, separadamente dos ejemplares, en 1878 y 1881, en Viena Y Estocolmo.

³ Copernicus, N., op. cit. (ref. 1, cap. V), p. 57.

5. Todo movimiento que parezca realizar el firmamento, no proviene del movimiento del firmamento mismo, sino del de la Tierra. La Tierra, junto con los elementos que la rodean, realiza una rotación completa alrededor de sus polos fijos en un movimiento diario, mientras que el firmamento y el cielo superior permanecen inmutables.

6. Los que se nos presentan como movimientos del Sol no provienen de sus movimientos, sino del movimiento de la Tierra y de nuestra esfera, con la que giramos alrededor del Sol como cualquier planeta. La Tierra tiene, pues, más de un movimiento.

7. Los movimientos aparentes retrógrado y directo de los planetas no provienen de su movimiento, sino del de la Tierra. Por tanto, el movimiento de la Tierra por sí solo es suficiente para explicar tales desigualdades aparentes de los cielos.

La formulación y el orden de los mencionados postulados podrían parecer a primera vista arbitrarios. Sin embargo, se les puede explicar por medio de la analogía con la obra de Ptolomeo, *Almagestum*, o más exactamente, con la forma que les confirió Peurbach en *Epitomo in Almagestum*.

Así, por ejemplo, cuando Peurbach afirma, con Ptolomeo, que la Tierra en relación al firmamento es como un punto, Copérnico traslada esta tesis -en el cuarto postulado- a la órbita terrestre, sosteniendo con toda audacia las enormes dimensiones de la esfera de las estrellas fijas, incomparablemente mayores que la distancia Tierra-Sol.

Copérnico comienza rechazando el geocentrismo en el segundo postulado al decir que el centro de la Tierra no es el centro del Universo, contrariamente a la tesis de Ptolomeo, según la cual la Tierra se halla en el centro del firmamento.

A continuación de esto, se describen el nuevo sistema en siete breves capítulos :

1. El orden de las esferas.
2. Los aparentes movimientos del Sol.
3. El movimiento uniforme puede ser medido no por los equinoccios sino por las estrellas fijas.
4. La Luna.
5. Los tres planetas superiores.
6. Venus.
7. Mercurio.

• Cabe destacar que en el *Commentariolus* Copérnico no da prueba o demostración matemática alguna; escribiendo tan sólo una frase que le daría gran popularidad : "Reservo éstas [demostraciones] para mi obra mayor"⁴.

En el **Capítulo I** se hace la descripción heliocéntrica, la primera en la historia de la ciencia con el ordenamiento de los planetas de acuerdo con su distancia al Sol. Esto le permite comprobar la relación, por el momento sólo cualitativa, entre la velocidad del movimiento de traslación del planeta y su distancia al Sol : "...un planeta supera a otro en la velocidad de revolución según sean mayores o menores los círculos que tracen"⁵.

Para explicar el movimiento aparente del Sol (**Capítulo II**), es decir el movimiento real de la Tierra, Copérnico aplica un mecanismo geométrico que no se diferencia del empleado por Ptolomeo para el Sol.

La órbita de la Tierra es pues una circunferencia excéntrica al Sol (fig. 5). La tierra empieza a recorrer la excéntrica del apogeo al

⁴ Ibid., p. 59.

⁵ Ibid., p. 60.

punto T, la línea que va de la Tierra al Sol (TS) dará el lugar observado del Sol y el ángulo formado por el apogeo, el Sol y la Tierra (A) medirá el movimiento observado. Pero el ángulo formado por el apogeo, el centro y la Tierra (B) medirá el movimiento uniforme.

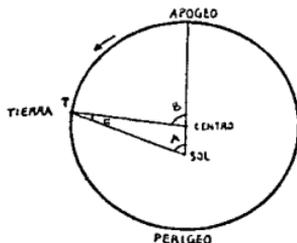


FIGURA 5

La desigualdad a la que se refiere Copérnico, es la diferencia entre estos dos movimientos y su medida está dada por el ángulo formado por el centro, la Tierra y el Sol (C) y es evidente que cuando la Tierra está en A o en P, la desigualdad es cero.

El movimiento uniforme de la Tierra sobre su órbita circular alrededor del Sol es el "primer movimiento de la Tierra" según la terminología del *Commentariolus*. El "segundo movimiento" es la rotación diaria alrededor del eje terrestre "... de oriente a occidente, movimiento a causa del cual el universo entero parece girar con enorme velocidad. De esta manera, la Tierra rota junto con las aguas que lleva y su atmósfera.

Con esta formulación, y tal como en los postulados anteriores, Copérnico sale al encuentro del tradicional argumento contra el movimiento terrestre, según el cual, todos los cuerpos que no

estuviesen firmemente unidos a la Tierra deberían sufrir un cataclismo a causa de la rotación.

El tercer movimiento de la Tierra propuesto por Copérnico -"la declinación"- tenía no menos importancia para el desarrollo de la astronomía que los dos descritos anteriormente. Este movimiento explicaba el hecho de que el eje terreste (fig. 6), no es paralelo al eje del círculo excéntrico, sino que se encuentra inclinado unos 23 y medio grados con respecto a él.

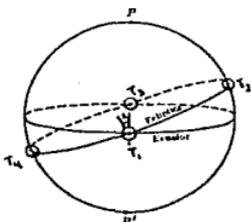


FIGURA 6

P = polo norte celeste

P' = polo sur celeste

A = ángulo de $23 \frac{1}{2}^{\circ}$

T_{1,2,3,4} = Tierra en diferentes posiciones sobre de la eclíptica

Así mientras el centro de la Tierra siempre permanece en el plano de la eclíptica (fig. 6), los polos de la misma rotan, describiendo ambos pequeños círculos equidistantes del centro del eje del círculo excéntrico.

El periodo de este movimiento no llega a un año (año trópico) y es aproximadamente igual al de la revolución anual del excéntrico (año sideral).

De manera que el movimiento de "declinación" combinado con el movimiento anual podría mantener los polos fijos a los mismos puntos de los cielos, siempre y cuando los periodos de ambos movimientos

fueran exactamente iguales. Con el paso del tiempo es evidente que esta inclinación de la Tierra con el firmamento cambia.

"De aquí que es de común opinión que el firmamento tiene varios movimientos en conformidad, con una ley aún no suficientemente comprendida...y además...no tengo conocimiento del estado que guardan las trayectorias de los polos"⁶.

Es hasta la segunda mitad del siglo XVI donde se empieza a comprender que para mantener la dirección del eje de rotación, no son necesarios mecanismos fantásticos especiales.

La diferencia en tiempo de estos dos movimientos anuales (sideral y trópico), transmitida por la tradición medieval, indujo a Copérnico a adoptar la esfera de las estrellas fijas, invariablemente inmóvil, como sistema fundamental de referencia para la descripción de los fenómenos astronómicos.

Las nuevas bases de la astronomía, es decir, el triple movimiento de la Tierra y el sistema planetario heliocéntrico, no modifican los detalles de la teoría del movimiento de la Luna.

Sin embargo, la vieja teoría adolecía de errores ya advertidos por Copérnico y cuya crítica era al menos uno de los puntos de partida para la formulación de la nueva astronomía. La órbita del satélite terrestre descrita en el *Commentariolus* (Capítulo IV) se diferencia también esencialmente del modelo de Ptolomeo, estando compuesta por tres círculos (fig. 7a), de los cuales el mayor, o deferente, tenía su centro en el centro de la Tierra. Dicho deferente es recorrido por una circunferencia menor, el epiciclo, en el período de un mes. El perímetro de ese epiciclo es recorrido a una velocidad similar, pero

⁶ Ibid., p. 65.

en dirección contraria, por el centro de otro epiciclo menor. La trayectoria del satélite terrestre se representa en la figura 7b.

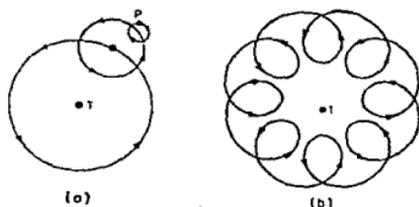


FIGURA 7

Esta composición de movimientos del deferente y el epiciclo responde a una órbita circular excéntrica. El segundo epiciclo, recorrido por la Luna durante dos semanas, determina que las máximas desviaciones del satélite en relación con la posición media coincidan aproximadamente con el primer y el tercer cuarto.

De esta manera se explicaba la irregularidad del movimiento de la Luna, advertido ya por Ptolomeo, sin recurrir a cambios de distancia ficticios y sin introducir ecuantas a la manera de Ptolomeo⁷.

En el *Commentariolus*, también fueron liberadas del ecuante las órbitas de los planetas (Capítulo V). Desaparecieron de la teoría de los planetas los grandes epiciclos, que en la astronomía geocéntrica suplían a la órbita terrestre. Al igual que para la Luna, Copérnico introduce para los planetas un segundo epiciclo (fig. 8) que, junto

⁷ La eliminación del ecuante de la teoría de la Luna fue ya efectuada con anterioridad: Ibn as Shatir de Damasco, astrónomo del siglo XVI, describió una construcción geométrica de la órbita de la Luna idéntica al modelo presentado en el *Commentariolus*, con pequeñas diferencias en lo que respecta a los valores numéricos.

con el deferente y el primer epiciclo, cumple con la función de círculo excéntrico.

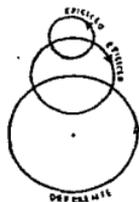


FIGURA 8

$$r_1 = 3r_2$$

$$2v_1 = v_2$$

r = radio

v = velocidad

El primer epiciclo gira en dirección opuesta a la del deferente, pero con igual periodo y el segundo epiciclo que lleva el planeta, gira en dirección del deferente y es recorrido por el planeta dos veces durante una revolución alrededor del Sol.

Este mecanismo sustituye al ecuante y cumple con el citado "principio fundamental del movimiento absoluto", ya que el movimiento del planeta es la resultante de movimientos circulares uniformes⁸.

Todas las órbitas planetarias del *Commentariolus* se caracterizan por la constancia de excentricidad -a excepción de Mercurio- y por una posición constante de la línea de las ápsides.

La órbita de Mercurio requería de construcciones adicionales, dado que presentaba un curso generalmente invisible para un observador terrestre, causado por la presencia "cercana" del Sol, por lo cual sólo podía ser observado pocos días. Su distancia al centro del deferente variaba, algunas veces más lejos y otras más cerca.

⁸ Del mismo modo que en el caso de la Luna, al eliminar aquí los ecuantes, Copérnico tenía precursores entre los astrónomos orientales: el ya mencionado Ibn as-Shatir y la escuela astronómica anterior de Nasir al Dina de Maragha (siglo XIII).

A Mercurio, Copérnico le asignó dos epiciclos girando sobre un deferente, donde los periodos del epiciclo mayor y el deferente son iguales y donde el epiciclo menor tendrá la sig. configuración :

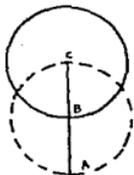


FIGURA 9

Dos círculos fijos en el centro del epiciclo mayor con su eje paralelo al centro del deferente. El centro del epiciclo mayor, llamado círculo exterior, permanece sobre la circunferencia del círculo punteado, llamado interior, donde se cumple que las distancias AB y BC son iguales.

El movimiento del círculo exterior realiza dos revoluciones en un año tropical⁹, mientras el interior completa cuatro en el mismo tiempo, teniendo por tanto dos veces su velocidad.

El movimiento se describe conforme a los siguientes esquemas :



$$CB_1 = B_1A$$

FIGURA 10

⁹ Año trópico : período entre dos pasos consecutivos del Sol por uno de los puntos equinociales.

La Tierra T_1 , se localiza sobre la línea de las ápsides, el centro del epiciclo mayor en A, el centro del epiciclo interior en B_1 y el centro del epiciclo exterior en C.

Cuando la Tierra se mueve 45° de T_1 a T_2 (fig. 11), el círculo exterior rota a través del cuadrante, por lo cual se mueve el centro del círculo interior de B_1 a B_2 . Dado que el círculo interior gira con dos veces la velocidad del círculo exterior llevará el centro del epiciclo a C.

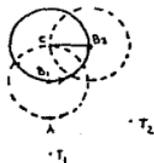


FIGURA 11

Cuando la Tierra se mueve otros 45° de T_2 a T_3 (fig. 12), el centro del círculo interior alcanza B_3 y el centro del epiciclo llega a D.

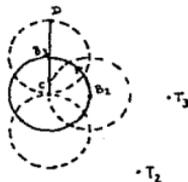


FIGURA 12

Al avanzar la Tierra otros 45° de T_3 a T_4 (fig. 13), el centro del círculo interior va a B_4 y el centro del epiciclo a C.

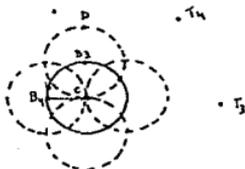


FIGURA 13

Finalmente cuando llega a la posición T_5 (fig. 14), el centro del círculo interior regresa a B_1 y el centro del epiciclo nuevamente a A.

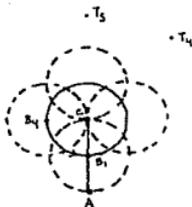


FIGURA 14

Mientras la Tierra completa el semicírculo T_5 - T_6 - T_7 - T_8 - T_1 (fig. 15), los dos círculos repiten el movimiento de la misma forma. Así cuando la Tierra esté sobre la línea de las ápsides (T_1 o T_5) el centro del epiciclo mayor estará más cerca al centro del deferente (punto A) y cuando la Tierra esté a una distancia cuadrante de la línea de las ápsides (T_3 o T_7) el centro del epiciclo estará más lejano del centro del deferente (D), finalmente cuando la Tierra está

en T_2, T_4, T_6 o T_8 el centro del epiciclo mayor coincide con el centro del círculo exterior en C. Así es el movimiento de la órbita de Mercurio.

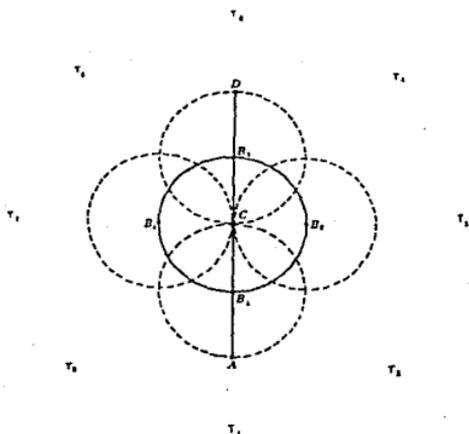


FIGURA 15

Copérnico habría de abandonar pronto estos postulados, tomados de la astronomía medieval. Tampoco se tardaría en comprobarse que la anunciada presentación detallada de la nueva teoría exigía un aparato más complejo que el bosquejado en el *Commentariolus*.

El último párrafo del *Commentariolus* termina orgullosamente así :

"Luego, Mercurio recorre siete círculos en total; Venus, cinco ; la Tierra, tres, y alrededor de ella la Luna, cuatro. Por último, Marte, Júpiter y Saturno, cinco cada uno. De manera que, en total,

treinta y cuatro círculos bastan para explicar toda la estructura del Universo y toda la danza de los planetas"¹⁰.

El *Commentariolus* no estaba destinado a la imprenta, sino que únicamente circuló en unas pocas copias manuscritas, principalmente en Cracovia.

No se conocen ni los nombres ni el número de sabios a quienes Copérnico envió su manuscrito; pero lo que sí parece seguro es que se le recibió fragmente y sus resonancias fueron, al comienzo, prácticamente nulas.

Un hecho que ha causado controversia es la fecha en que Copérnico escribió el *Commentariolus*; al respecto existen seis acontecimientos que proporcionan la fecha aproximada :

1. Las relaciones entre el texto *Epitome in Almagestum* de Regiomontano, publicado en 1496, así como la alusión a las tablas astronómicas de 1502, permiten precisar una fecha posterior a este período.

2. En el poema de Corvinus incluido en la traducción de *Epistolae morales, rurales, et amatoriae* hecha por Copérnico, se hace la primera mención al *Commentariolus*. Corvinus escribió el poema en 1508, donde se dice que Copérnico discute de la "Luna y el movimiento alternado de su hermano". Este "hermano" no puede ser sino el Sol, de manera que la astronomía a la que alude Corvinus es aún la vieja astronomía geocéntrica, lo cual permite establecer una fecha posterior a 1508.

3. Copérnico posiblemente lo escribió en el Castillo de Lindzbarck (1503-1510) o bien a comienzos de su estadía en Frombork (1512).

¹⁰ Copernicus, N., op. cit. (ref. 1, cap. V), p. 90.

4. La fecha aproximada, puede tomarse también de un escrito donde se encuentra que la Tierra se mueve y el Sol permanece en reposo, localizado en el inventario de la biblioteca de Maciej de Miechow, del año de 1514.

6. La mejor referencia encontrada hasta la fecha, es un verso de Corvinus¹¹, donde se hace alusión al Commentariolus. Si Corvinus residió en Torun entre los años 1506 y 1508, entonces se puede suponer que el tratado fue escrito alrededor de 1507.

a. Reforma al Calendario.

No es casualidad que las observaciones y especulaciones de Copérnico sobre la teoría del movimiento aparente del Sol hayan coincidido con el reanudamiento de la discusión acerca de la reforma del Calendario.

El error que afectaba al calendario Juliano, debido a una inexacta apreciación de la duración del año, llegó en el siglo XVI a diez días.

Copérnico después de haber realizado el Commentariolus fue haciéndose de fama por obra de rumores, sin siquiera haber publicado una línea impresa; debido a lo cual fue invitado en 1514, junto con otros astrónomos y matemáticos, a participar en el Concilio de Letrán V (1512-1517) para hacer la corrección al Calendario.

El Concilio fue convocado a instancias del obispo Pablo de Middelburgo y dirigido por él, quien fue también autor de los memoriales, de los años 1514 y 1516, que se referían a dicha reforma.

¹¹ Wawrzyniec Korwin, amigo de Copérnico y maestro suyo en Cracovia.

El canónigo Sculteti, en ese entonces Capellán interno de León X, envió la invitación a Copérnico, la cual declinó, alegando que no era posible reformar satisfactoriamente el Calendario hasta que se conocieran con mayor precisión los movimientos del Sol y de la Luna.

En el segundo memorial (1516), se hace referencia a los sabios e instituciones que enviaron su parecer sobre la necesidad y la manera de llevar a cabo la reforma¹², uno de cuyos autores es Copérnico. Se desconoce el contenido preciso de la declaración de éste.

Es en el *Commentariolus*, donde menciona respecto del año trópico -magnitud básica para la corrección del calendario- "que las diferentes determinaciones de su longitud fueron hechas en diferentes tiempos con base en muchas observaciones ... por lo cual caían en errores."¹³ y por tanto no servían para la corrección.

Confirma esto un fragmento de la Epístola Dedicatoria al Papa, publicada al comienzo de la primera edición de *De revolutionibus* : "...cuando en el Concilio de Letrán se trataba de cambiar el Calendario Eclesiástico, todo quedó indeciso únicamente a causa de que las magnitudes de los años y de los meses y los movimientos del Sol y la Luna aún no se consideraban suficientemente medidos"¹⁴.

Esto significó para Copérnico un estímulo para profundizar el estudio del nuevo sistema que regiría el mundo, lo cual se confirma en el siguiente fragmento : "Desde ese momento, dediqué mi ánimo a observar estas cosas con más cuidado, estimulado por el muy preclaro

¹² La reforma al calendario fue hecha hasta el papado de Gregorio XIII (1502-1585) -Papa de 1527 a 1585- y se debió al padre jesuita Christoph Clavius en 1582. Esta reforma está basada en los cálculos de las tablas prusianas.

¹³ Copernicus, N., op. cit. (ref. 1, cap. V), p. 65.

¹⁴ Copernicus, N., op. cit. (ref. 45, cap. III), p. 11.

varón D. Pablo, obispo de Fossombrone, que entonces estaba presente en las deliberaciones¹⁵.

2. La Narratio prima

La *Narratio prima* es un resumen hecho por Rheticus, a su manera, de la obra de Copérnico *De revolutionibus Orbium Coelestium*.

En *Narratio prima* es de singular importancia la enumeración de las razones que indujeron a Copérnico a aceptar los movimientos de la Tierra:

1. En primer lugar, la precesión junto con los cambios de inclinación de la eclíptica permitieron a Copérnico aceptar que el movimiento de la Tierra puede causar, o al menos explicar de la manera más cómoda, numerosos fenómenos observados del cielo.
2. La disminución de la excentricidad de la órbita solar se refleja en las excentricidades de los demás planetas.
3. Los centros de las deferentes de los planetas, están ubicados en el Sol, como el centro del mundo.

En este punto Rheticus decía que Copérnico prescindía de los puntos ecuanter para el caso de la Luna y los planetas.

4. Todos los círculos del Universo podían girar satisfactoriamente y de manera uniforme y regular "de acuerdo con la propiedad del movimiento circular alrededor de sus propios centros, y no de otros"¹⁶.

Además, el movimiento circular no uniforme alrededor de un centro ... "es una relación que repugna a la naturaleza"¹⁷.

¹⁵ Ibid., p. 11.

¹⁶ Rheticus, J., op. cit. (ref. 5, cap. IV), p. 137.

¹⁷ Ibid., p. 166.

5. La aceptación de una "teoría convincente del movimiento de la Tierra", que era suficiente para la creación de una fundamentada ciencia de los cuerpos celestes.

6. Un último argumento se refiere a la armonía del mundo. Los antiguos maestros "no fundamentaban con suficiente precisión sus teorías y reglas, de acuerdo al orden y al movimiento de las esferas del mundo, que tienen que concordar en un sistema absoluto (...)."18.

Un dato curioso en *Narratio prima* es que existen al menos diez referencias sobre la armonía del sistema copernicano, un número mucho más grande que el utilizado en *De revolutionibus*. Copérnico utilizaba "la metáfora del cuerpo humano" para expresar la unidad arquitectónica de las partes de un todo. Aunado a esto, Rheticus finalizó su trabajo con un pasaje sobresaliente de Platón sobre la armonía del alma.

Rheticus tomó en especial una frase dicha por Platón : "Dios siempre geometriza"¹⁹, utilizada al interior de su nueva concepción de la teoría copernicana. La metáfora de un Dios arquitectónico y geometra ha sido citada por filósofos, poetas y matemáticos.

Ampliando la crítica de Copérnico a las hipótesis ptolomeicas, Rheticus escribió : "...mi maestro estuvo especialmente influenciado por aquel fundamento de que la principal causa de toda la incertidumbre en Astronomía, fue que los maestros de esta ciencia labraron sus teorías y artificios ...con pocas consideraciones a la regla, la cual dice que el orden y movimientos de las esferas celestiales son de acuerdo a un sistema absoluto"²⁰.

¹⁸ Ibid., p. 138.

¹⁹ La frase no se encuentra en el cuerpo teórico de Platón sino en la *Moralia Questiones conviviales* de Plutarco, libro VIII, *Question 2*.

²⁰ Rheticus, J., op. cit. (ref. 5, cap. IV), p. 138.

Respecto al orden, Rheticus, escribe en *Narratio prima* que : "No ha sido aún establecida la medida común por la cual cada esfera pueda ser geoméricamente confinada a su lugar y donde estén todos tan bien acomodados, que ningún intervalo sea dejado entre el uno y el otro"²¹.

A estas demandas el nuevo sistema astronómico, propone que :

1. Cada objeto sea llevado por una esfera uniformemente revolvente²².
2. No hay "abismos" entre las esferas (principio de plenitud).
3. Las posiciones relativas de planetas son medidas con respecto a una unidad común.

Eliminando el movimiento proyectado por la Tierra sobre los movimientos planetarios, los planetas podían ser ordenados continuamente de acuerdo al criterio de sus principales movimientos periódicos; así los triángulos individuales Tierra-Sol-Planeta (Fig. 16) podían ser comparados con algún otro, mediante la proporción de los radios Tierra-Sol.

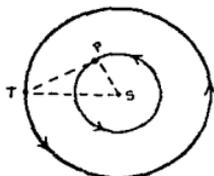


FIGURA 16

Rheticus tomó este esquema como evidencia de una **verdad absoluta** de la teoría de Copérnico. Estaba empeñado en demostrar lo que decía el **maestro**. Existía un éxtasis sobre él y ese acto subjetivo entre dos mentes que proponían algo nuevo.

²¹ Ibid., p. 147.

²² Rheticus manifestaba esto aún sabiendo que las esferas eran sólidas, por otro lado decía, que son sólo una "ayuda" de la imaginación como lo afirmaba también Melanchthon.

En *Narratio prima*, Rheticus cita a Aristóteles y Platón, elogiando la divina sabiduría de los antiguos y las protestas de que el "maestro" nunca pretendió ir contra la autoridad de aquéllos, puntualizando que : "...para él [Copérnico] nada hay mejor o más importante que seguir las huellas de Ptolomeo, y seguir como lo hizo Ptolomeo, a los antiguos y a quienes pensaron mucho antes que él..."²³.

Fue probablemente su creencia general de la necesidad de la teoría copernicana la que lo llevó a manifestar erróneamente, que la nueva teoría explicaba el cosmos tal como era.

3. De Revolutionibus Orbium Coelestium

El remoto origen de *De revolutionibus* fue el momento en que Copérnico rechazó todos los sofismas destinados a probar que las contradicciones del sistema de Ptolomeo eran aparentes.

En su tiempo, se sabía que la concordancia entre el *Almagestum* y lo que acontecía en el firmamento, no era sino aproximada. En el siglo II d.C. cuando vivió Ptolomeo, dicha concordancia fue bastante grande, pero con el correr del tiempo, las nuevas observaciones presentaban datos que no concordaban con los establecidos y que se ajustaban mejor.

Bajo la presión de datos proporcionados por observaciones, los árabes empezaron a corregir y completar la obra del astrónomo alejandrino, seguidos más tarde por los sabios europeos de lengua latina.

²³ Rheticus, J., op. cit. (ref. 5, cap. IV), p. 186.

Las correcciones introducidas se limitaban a pequeñas modificaciones numéricas de magnitudes concretas hechas por Ptolomeo (tales como la longitud del año trópico, la inclinación de la eclíptica con respecto al ecuador, etc.). Los agregados, en cambio, consistían en incorporar nuevos círculos y circulillos al "sistema de excéntricos y epiciclos".

El mecanismo de los movimientos de los cuerpos celestes se volvía por consiguiente cada vez más complicado y confuso, creciendo al mismo tiempo las divergencias entre los astrónomos, porque mientras unos aceptaban cada "corrección" o "complemento", otros la rechazaban o introducían sus propias modificaciones.

La astronomía teórica se sumía cada vez más en el caos y las observaciones demostraban a cada momento la falta de conformidad entre las tablas astronómicas y el cielo.

A Copérnico no le faltaron, pues, estímulos para encontrar solución al problema.

El joven Copérnico (24 años) llegó a la conclusión de que el modelo del Cosmos, sinónimo de orden y regularidad, estaba construido de otro modo diferente al de Ptolomeo.

Puede suponerse que durante cierto tiempo, Copérnico no comprendía cómo debían ser exactamente las ideas rectoras del nuevo sistema.

Los fundamentos que habría de tomar Copérnico para llegar a su obra maestra, habrían de ser, primero, la duración del año trópico, tarea que necesitaba una correcta teoría de precesión, segundo, la reafirmación de los principios fundamentales del movimiento uniforme,

y finalmente "el sistema del Universo y el orden establecido de sus partes".

El contenido de los seis libros que conforman el *De Revolutionibus Orbium Coelestium* puede resumirse como sigue :

LIBRO I

En este libro se recogen todos los argumentos que en opinión de Copérnico podían ser comprendidos por aquellos lectores que carecían de una formación astronómica específica. Los principios básicos y el plan de la obra se exponen en los primeros once capítulos, siguiendo el orden que se conoce en la obra de Ptolomeo, *Almagesto*²⁴.

La afirmación de que el Mundo es esférico es expuesta en el Capítulo I, las razones para tal aseveración son : que la esfera es la forma más perfecta de todas, la de mayor capacidad, y además todas las partes del Mundo, como el Sol, la Luna y las estrellas, asumen tal forma. Más aún, todas las cosas tienden a limitarse bajo tal forma; ya sea porque con esta todas las cosas tienden a perfeccionarse "...como aparece en las gotas de agua y en los demás cuerpos líquidos, ya que tienden a limitarse por sí mismos"²⁵, así nadie pondrá en duda que haya sido asignada tal forma a los cuerpos divinos.

Ahora bien, la Tierra también es esférica -Capítulo II- puesto que desde todos los lados se inclina hacia su centro, lo cual puede corroborarse en los dos siguientes ejemplos : si una persona situada en cualquier punto de la Tierra se dirige hacia el norte, el polo de revolución diaria se elevará gradualmente, mientras que el otro polo

²⁴ El *Almagesto* se compone de trece libros o capítulos; en el prefacio se explica la importancia de la astronomía y en los dos primeros libros se dan definiciones y teoremas.

²⁵ Copérnico, N., op. cit. (ref. 48, cap. III), p. 15.

se abatirá otro tanto, o bien, si se observa el cielo se encuentra que muchas estrellas situadas cerca de las regiones septentrionales no desaparecen de nuestro campo de visión, mientras otras, situadas en el sur, no se elevan por encima del horizonte.

En el Capítulo III menciona que el globo terrestre está esencialmente compuesto de tierra y agua. En esta composición existen pasajes hasta cierto punto fantasiosos, por ejemplo: el volumen de agua debe ser menor que el de la Tierra a fin de que aquélla no la inunde por completo, pues una y otra tienden hacia el mismo centro como consecuencia de su gravedad. Además la Tierra se rompe menos fácilmente que el agua cuando se mueve; por lo cual es más plausible el movimiento de un globo sólido que el de un líquido.

La afirmación de que los cuerpos celestes poseen movimiento circular uniforme, o bien una combinación de estos, está dada en el Capítulo IV. En efecto, el movimiento de la esfera es girar en círculos, donde no puede hallarse ni principio ni fin. Ahora bien, dada la multiplicidad de los círculos existen diversos tipos de movimiento, el más evidente de todos es el de la revolución cotidiana, a causa del cual la totalidad del Universo se desliza aparentemente del este al oeste.

Existen otras revoluciones contrarias a este movimiento -de oeste a este-, se trata de las revoluciones del Sol, la Luna y los cinco planetas. Los ejes de éstos no son los de la revolución diurna, sino los del zodiaco, oblicuos a aquél que además no parecen moverse uniformemente en las órbitas que les son propias. Algunas veces se aproximan a la Tierra y se dice que están en su perigeo, mientras que

en otras se alejan de ella y están en su apogeo (fig. 17). Sus movimientos son circulares o compuestos de varios círculos.

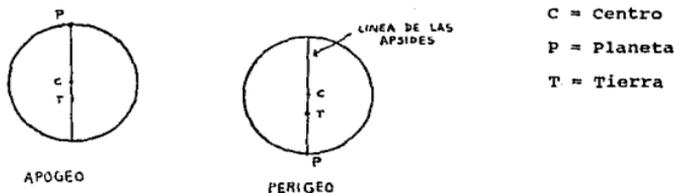


FIGURA 17.

Es así como sólo un movimiento circular uniforme, o una combinación de tales movimientos, puede explicar la repetición regular de todos los fenómenos celestes una vez transcurridos determinados intervalos de tiempo fijo.

En el Capítulo V toca el punto capital de su obra, el de darle movimiento a la Tierra y una posición en el espacio.

El argumento surge del movimiento relativo ya que todo cambio de posición aparente proviene del movimiento del objeto o del observador o bien de movimientos desiguales de ambos. Así, cuando dos móviles poseen movimientos iguales y paralelos, es imposible percibir el movimiento del uno respecto del otro. Ahora bien, la rotación de los cielos la percibimos desde la Tierra, con lo que cualquier movimiento de ésta quedaría reflejado en todas las cosas exteriores como si se movieran con idéntica velocidad angular a la suya, pero en sentido contrario. Tal sucede con la revolución diaria, ésta parece arrastrar el Universo entero a excepción de la Tierra y de las cosas que se

hallan en sus proximidades. No obstante, si se admite que la Tierra gira del oeste al este, se observará, al examinar seriamente tal suposición, lo adecuado de la misma.

La posición de la Tierra está adjudicada no en el centro del Universo sino a una distancia del mismo, que comparada con las dimensiones de la esfera estelar es muy pequeña, además dado que los astros errantes varían en su posición con respecto a la Tierra, aproximándose unas veces y alejándose otras, se deduce necesariamente que ésta no es el centro de sus círculos.

Más aún, si se tiene a la Tierra girando sobre una órbita circular alrededor del centro y a un mismo tiempo gira alrededor de su eje, es posible explicar, al menos en forma cualitativa, los movimientos de retrogradación de los planetas en sus recorridos a lo largo de la eclíptica.

Una vez dado movimiento a la Tierra y su posición en el espacio, Copérnico aborda en el Capítulo VI las nociones sobre la inmensidad del cielo en comparación a las dimensiones de la Tierra.

Primeramente atribuye a la Tierra tres movimientos circulares simultáneos : una rotación axial, un movimiento orbital anual y un movimiento anual del eje; luego menciona que al tener movimiento la Tierra no necesariamente tiene que estar en el centro del Universo sino que sólo es preciso que esté relativamente cerca del mismo, y siendo tal su posición puede perfectamente desplazarse a su alrededor sin afectar al movimiento aparente de las estrellas.

Para asegurar lo anterior, Copérnico se vió obligado a aumentar considerablemente las dimensiones de la esfera estelar.

La referencia más evidente son los solsticios y los equinoccios en donde una observación a simple vista revela que cuando el solsticio de invierno alcanza el horizonte oeste, el solsticio de verano está a menos de $0,1^{\circ}$ del horizonte este, por consiguiente el plano de horizonte corta la esfera estelar en dos partes casi exactamente iguales haciendo que cualquier observador esté situado cerca del centro del Universo.

Ahora bien la Tierra deberá hallarse siempre dentro de una pequeña esfera concéntrica a la esfera estelar, para que el plano horizonte bisecte la esfera de las estrellas. Debido a que la órbita de la Tierra siempre es mucho menor al radio de la esfera estelar, la Tierra puede tener un movimiento orbital alrededor del centro.

Finalmente conociendo las dimensiones de la órbita terrestre y el grado de precisión de algunas observaciones es posible atribuir un valor mínimo al tamaño de la esfera de las estrellas. Si mediante la técnica de Aristarco la distancia entre el Sol y la Tierra es de 1528 radios terrestres y si las observaciones son de $0,1^{\circ}$ de precisión, se puede deducir que el radio de la esfera estelar es igual o superior de 1,000 veces el radio de la órbita terrestre, es decir, 1,528,000 radios de la Tierra.

El porqué los antiguos pensaran que la Tierra estaba inmóvil en medio del mundo, como si fuera su centro, es descrito en el Capítulo VII. Los argumentos en los que habría de fundamentarse, los tomaría en primera instancia de la conceptualización de la gravedad. Según ésta la Tierra es el elemento más pesado y todas las cosas pesadas se mueven hacia ella, se precipitan hacia su centro para reposar en él, así con mayor razón, la Tierra permanece inmóvil en el centro del

Universo y en segunda, el argumento fundado en el movimiento y su naturaleza. Para los antiguos todo movimiento simple está dirigido hacia abajo, o hacia arriba o bien se efectúa a su alrededor, siendo este último el movimiento circular. Entonces de acuerdo a los cuatro elementos : los que se dirigen hacia al centro (abajo) son la tierra y el agua; por el contrario, el aire y el fuego por ser livianos se elevan alejándose del centro, parece entonces conveniente asignar movimiento rectilíneo a estos cuatro elementos y movimiento circular alrededor del centro a los cuerpos celestes.

Al estudiar el movimiento de rotación terrestre, Copérnico estaba refutando el planteamiento de Ptolomeo según el cual este tipo de movimiento "violento" le causaría a la Tierra un "desquebrajamiento" gradual en fragmentos. Motivo por el cual Copérnico abordaría el Capítulo VIII manifestando que si el movimiento "violento" produce graves consecuencias, porqué no pensar que la Tierra se mueve pero con un movimiento natural, ya que según Copérnico las cosas que se les aplica la violencia deben necesariamente ser destruidas, en cambio los procesos naturales acontecen de forma convincente y permanecen en óptima disposición.

Para tal suposición el movimiento del Universo debe ser muchísimo más rápido comparado con el de la Tierra. Valdría preguntarse - menciona Copérnico- ¿Acaso el cielo ha adquirido tan inmenso tamaño porque es éste movimiento el que lo aleja del centro del Universo?. Si esto fuera cierto, las dimensiones del cielo serían infinitas.

Siguiendo con el razonamiento de la infinitud del Universo, Copérnico manifiesta que si se dice que fuera del Universo no hay ni cuerpos, ni espacio, ni vacío, ni absolutamente nada y que, por

consiguiente, nada hay donde el cielo pueda ubicar su expansión, en tal caso es realmente asombroso que alguna cosa pueda ser detenida por nada. Entonces si nada hay fuera del cielo, todo debe quedar en su interior, sean cuales sean sus dimensiones, y más aún si se admite que el cielo es infinito y sólo está limitado por una enorme esfera, entonces en este caso el cielo sería inmóvil.

Debido a lo complejo de la concepción de la infinitud del Universo, Copérnico habría de dejar estas cuestiones en manos de los filósofos.

Siguiendo con el movimiento de la Tierra, Copérnico manifiesta que la realidad de la revolución cotidiana pertenece a la Tierra, mientras que al cielo le corresponde su apariencia. Así, la Tierra se mueve junto con el elemento acuoso, el aire y con todas las cosas que, de este mismo modo, tienen una relación con ella. Así entonces, el aire próximo tal vez sea una mezcla de tierra terrestre y acuosa que se mueve a causa de su contigüidad con la Tierra.

Así, las cosas que se caen y se elevan poseen movimiento doble con respecto al mundo : rectilíneo y circular. Por consiguiente a un cuerpo simple le corresponde un movimiento simple mientras se mantenga en su estado y lugares naturales. El movimiento rectilíneo es propio de aquellos cuerpos que abandonan su lugar natural, ya sean expulsados o se alejen de él por cualquier otro motivo. Copérnico mencionaría entonces que nada repugna tanto al orden y a la forma del Universo entero como que algo se halle fuera de su lugar.

Cabe añadir que Copérnico considera más "noble y divino" el estado de inmovilidad que el de mutabilidad e inestabilidad; siendo éste último más adecuado para la Tierra que para el Universo.

Al concluir este Capítulo, Copérnico menciona que es preferible concebir de forma más general el movimiento alrededor del centro y contentarse con que cada astro tenga su movimiento con un centro propio.

Una vez manifestado que hay un centro para cada movimiento orbital, aborda el Capítulo IX manifestando que al haber un desigual movimiento y una variación de las distancias de los planetas respecto a la Tierra entonces ésta no será el centro de todas las revoluciones.

Copérnico manifiesta que una vez transferido el movimiento del Sol a la Tierra y concedida la inmovilidad al Sol, queda manifestado que la salida y puesta de las estrellas fijas se mantendrá inalterable, así también se observará de igual forma que las estaciones, retrogradaciones y progresiones de los planetas tendrán su origen no en el movimiento de éstos, sino en el de la Tierra; por lo cual el Sol ocupará el centro del Mundo.

Ahora bien, dado que existe un movimiento orbital terrestre en un Universo de "grandes dimensiones", se debe demostrar la compatibilidad entre dicho movimiento orbital y los movimientos del Sol y los restantes planetas.

Para esto el Orden es uno de los principales argumentos contra el sistema de Ptolomeo, en el cual cada planeta es estudiado independientemente del resto del sistema, y en el cual es también imposible siquiera un ordenamiento racional de los planetas por su distancia al Sol.

Esto es cuestionado en el Capítulo X, con la descripción del sistema heliocéntrico. " La primera y más alta de todas es la esfera de las estrellas fijas, que se contiene asimismo y a todas las cosas,

por ello es inmóvil ... Sigue Saturno, el primero de los astros errantes, que completa su circuito en treinta años. Después de éste Júpiter, que se mueve en una revolución de doce años. Después Marte, que gira en dos años. En este orden, la revolución anual la ocupa la cuarta posición, en dicha revolución está contenida la Tierra junto con la órbita de la Luna como epiciclo. En quinto lugar está Venus, que vuelve al punto de partida en el noveno mes. Finalmente, el sexto lugar lo tiene Mercurio, que se mueve en un espacio de ochenta días. Y en medio de todo permanece el Sol."²⁶

Copérnico se basó primero en el sistema "egipcio" de Heráclides, que menciona que dos planetas interiores se mueven alrededor del Sol, en tanto que el propio Sol y los planetas exteriores siguen moviéndose aún alrededor de la Tierra. Luego da un segundo paso, al hacer que los planetas exteriores también se muevan alrededor del Sol y finalmente, da el tercer paso al hacer que todos los planetas, incluso la Tierra, giren alrededor del Sol, como lo había sugerido Aristarco de Samos.

Copérnico tenía que mencionar la circunstancia de que la idea heliocéntrica era conocida por los antiguos para demostrar, por así decirlo, la respetabilidad de tal idea, pero cometió el error de no hacer mención de las autoridades antiguas más importantes.

En el Capítulo XI Copérnico describe el movimiento orbital de la Tierra y considera sus efectos sobre el movimiento aparente del Sol.

²⁶ Ibid., pp. 33 y 34.

El movimiento aparente del Sol puede ser estudiado conforme al siguiente diagrama :

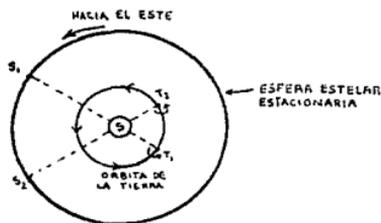


FIGURA 18

En la figura se puede apreciar que cuando la Tierra se desplaza de T_1 a T_2 a lo largo de su órbita, la posición aparente del Sol sobre la esfera de las estrellas pasa de S_1 a S_2 .

El plano de la eclíptica es visto desde una posición próxima al polo norte celeste; la Tierra se desplaza hacia el este a lo largo de su órbita completando su revolución en un año y efectuando a su vez un giro completo alrededor de su eje -también en dirección este- cada 23 horas 56 minutos.

Respecto a la variación estacional de la altura alcanzada por el Sol en el cielo, la siguiente figura nos muestra a la órbita terrestre vista desde un punto de la esfera celeste situado ligeramente al norte del equinoccio de otoño.

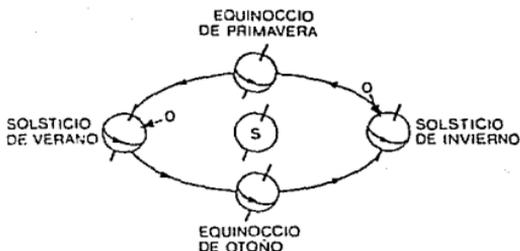


FIGURA 19

La Tierra aparece en las cuatro posiciones que ocupa sucesivamente en los equinoccios de primavera y otoño, y en los solsticios de verano e invierno. El eje terrestre a lo largo de todo su recorrido se mantiene constantemente paralelo a una línea imaginaria que atraviesa el Sol y forma un ángulo de 23° y medio con la perpendicular al plano de la eclíptica.

Un observador situado al mediodía en los puntos donde se indica con una flecha, verá al Sol más alto en el cielo en el solsticio de verano que en el de invierno.

Otro aspecto que presenta el diagrama, es que el eje terrestre jamás apunta hacia un mismo lugar de la esfera celeste durante todo el año. Así, cada posición del eje sobre la órbita terrestre dibujará a lo largo del año dos pequeños círculos sobre la esfera de las estrellas, uno de ellos alrededor del polo norte celeste y otro al sur.

Debido a estos movimientos todas y cada una de las estrellas mostrará un ligero cambio en su posición sobre la esfera estelar con

el transcurso del tiempo. Este movimiento aparente recibe el nombre de paraláctico.

La importancia del movimiento paraláctico no radica sólo en la observación de las estrellas que se encuentran muy alejadas de la Tierra en comparación con las dimensiones de la órbita terrestre sino en el paralaje.

Las estrellas no demostraban paralaje alguno; su estructura seguía siendo fija e inmutable. Copérnico argumentó que la distancia de las estrellas fijas era tan grande que, comparado con ella, el círculo descrito por la Tierra venía a ser insignificante y no producía ningún efecto perceptible. Esto puede ser analizado conforme al siguiente esquema :

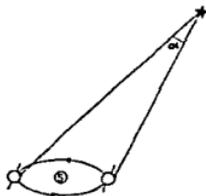


FIGURA 20

Dos semirectas que unan con una misma estrella dos puntos diametralmente opuestos en la órbita terrestre no son absolutamente paralelas, la posición aparente de la estrella detectada desde la Tierra debería cambiar con el transcurso del tiempo. Si la distancia a la estrella es mucho más grande que el diámetro de la órbita terrestre, el ángulo de paralaje (α), será muy pequeño, por lo que no existirá cambio apreciable en la posición aparente de la estrella.

El paralaje es un medio de control observacional de las dimensiones mínimas de la esfera de las estrellas, condicionadas por las órbitas terrestres, mucho más preciso que el suministrado por la posición del horizonte²⁷.

Una vez descrito el movimiento aparente del Sol y el de su altitud en el firmamento Copérnico describe el movimiento orbital terrestre como la resultante de dos movimientos simultáneos. En primera instancia la Tierra es un planeta transportado alrededor del Sol por una esfera -movimiento de traslación-. Si se supone que la Tierra estuviese fijada sólidamente a una esfera, su eje no podría permanecer constantemente paralelo a la línea que atraviesa el Sol, por lo cual la rotación de dicha esfera -movimiento de rotación- generaría cambios en la dirección del eje; para evitar esto Copérnico introduce un tercer movimiento circular aplicado al eje terrestre de forma exclusiva -la precesión-, para que la Tierra presente un eje siempre paralelo a una línea imaginaria que atraviesa el Sol y forme un ángulo de 23° y medio con la perpendicular al plano de la eclíptica.

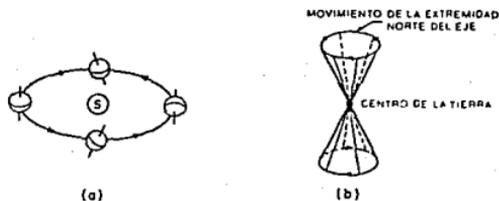


FIGURA 21

²⁷ El paralaje anual fue demostrado en 1838 por Bessel.

En el diagrama (a) se muestra el segundo movimiento copernicano, el de un planeta fijado a una esfera en rotación con centro en el Sol. Este movimiento no mantiene el eje terrestre paralelo a sí mismo, de tal forma que se hace necesario recurrir a un tercer movimiento cónico (b) que obligue al eje a mantenerse en la dirección adecuada. Hasta aquí Copérnico esbozaría su sistema heliocéntrico.

Los últimos dos capítulos constituyen una exposición de trigonometría plana y esférica.

En síntesis : la teoría ocupa menos de veinte páginas, es decir, más o menos un 5% del total de la obra. El 95% restante se encuentra repartido en los otros cinco libros dedicados a la aplicación de la teoría.

LIBRO II

El Segundo Libro trata esencialmente de los principios matemáticos de astronomía esférica, sin vinculación directa con las tesis básicas de Copérnico. El capítulo final contiene un catálogo de las estrellas fijas.

Copérnico considera como sistema de referencia fundamental para toda la Astronomía Matemática la esfera inmóvil e invariable de las estrellas fijas, refiriendo las coordenadas de las estrellas (longitudes eclípticas) del catálogo, a una de las estrellas (Spica) en lugar de hacerlo, como era costumbre general entre los astrónomos, a los puntos equinocciales, cuyo movimiento Copérnico consideraba no uniforme.

Las longitudes de las estrellas, en el catálogo de Copérnico, se diferencian de las cifras dadas por Ptolomeo en una magnitud constante (equivalente a la coordenada de Spica).

Otros datos fueron, al menos en principio, tomados de Ptolomeo, al igual que el ordenamiento mismo del catálogo y la cantidad de estrellas indicadas.

LIBRO III

En éste, Copérnico refiere al sistema formado por la esfera de las estrellas fijas, los fenómenos relacionados con el movimiento aparente del Sol²⁸.

Comienza por dar un resumen crítico de las tendencias habidas para explicar los fenómenos del "movimiento de la octava esfera" y sus consecuencias : los cambios de las longitudes eclípticas de las estrellas y las diferencias entre el año trópico y el sideral.

En la primera parte explica la teoría copernicana de **precesión**, La teoría del "tercer movimiento de la Tierra", está basada en más de 1800 años de observaciones, desde las efectuadas por Hiparco, Menelao, Ptolomeo y Al Battani, hasta las observaciones propias de Spica, la estrella más luminosa de la constelación de Virgo entre los años 1515 y 1525.

Copérnico detectó la irregularidad del movimiento de **precesión**, induciendo la consideración de la "trepidación"²⁹ periódica como un fenómeno real.

²⁸ La teoría del movimiento del Sol y de la duración del año, se da en el tercer libro del Almagesto.

²⁹ Trepidación : Velocidad media del movimiento de precesión.

Al confiar ciegamente en los datos hechos por los antiguos astrónomos, llegó a creer en un fenómeno que no existía : el cambio periódico del ritmo de oscilación del eje de la Tierra, es decir la no uniformidad en la precesión de equinoccios.

Como resultado, se sintió obligado a construir una teoría increíblemente elaborada, que atribuía dos movimientos oscilatorios independientes al eje de la Tierra.

De ahí que Copérnico dedicase todo un capítulo (el IV) para demostrar que ese movimiento de oscilación, podía producirse mediante una combinación de dos movimientos "naturales", es decir, circulares.

La segunda parte de este libro se ocupa de la magnitud básica de la teoría del Sol : el Año Sideral³⁰, en lugar del Año Trópico. Conforme al siguiente esquema :

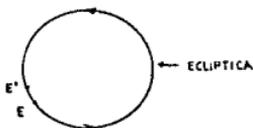


FIGURA 22

El Sol empieza a recorrer la eclíptica hacia el este del punto equinoccial E, mientras éste se mueve lentamente hacia el oeste. Cuando el Sol alcanza el equinoccio en E', el año trópico es completado, pero el año sideral no lo hace aún, hasta que el Sol describa el arco EE'.

³⁰ Año Sideral : Período entre dos pasos consecutivos del Sol por una misma estrella, detectado al igual que el año trópico por Hiparco de Rodas.

En este mismo libro describe el movimiento de la Tierra conforme al siguiente esquema :

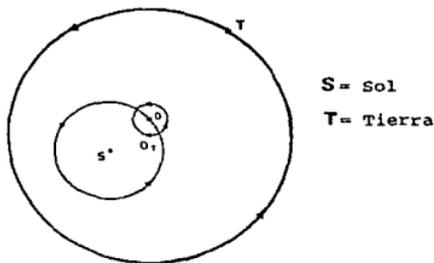


FIGURA 23

La Tierra se mueve sobre un círculo cuyo centro O_T , gira lentamente alrededor de un círculo pequeño (epiciclo) centrado en el punto O , que a su vez se traslada a lo largo de un círculo (concéntrico) centrado en el Sol.

Con esto el movimiento de las líneas de las ápsides de la órbita terrestre (perigeo y apogeo de la órbita aparente del Sol), quedaba resuelto.

La movilidad de las líneas de las ápsides planetarias, que describió al comparar sus propias observaciones³¹, con las cifras de Ptolomeo, lo indujeron a desechar la opinión expresada en *Commentariolus* según la cual la orientación de las órbitas planetarias en el espacio permanece invariable.

Algo sobresaliente en este libro, es la mención a Aristarco en los capítulos 2,6 y 13, donde curiosamente sólo se indican sus contribuciones a la oblicuidad de la eclíptica y a la duración del año

³¹ Iniciadas con Marte en 1523.

trópico, pero nunca la de haber sido el promotor de la idea heliocéntrica, sobre la cual Copérnico construyó su sistema.

A diferencia de lo dicho por Copérnico en el Capítulo I del Libro Primero : "Y en medio de todos permanece el Sol... como sentado en un trono real, gobierna la familia de los astros que lo rodean..., entonces bajo esta ordenación se encuentra una admirable simetría del mundo..."³², se encuentra en este libro, a la hora de conciliar la teoría con las observaciones, que la Tierra, ya no se mueve alrededor del Sol, sino alrededor de un punto del espacio, el cual dista del Sol, aproximadamente tres veces el diámetro del mismo.

Además los planetas tampoco se mueven alrededor del Sol, como cualquier estudiante cree que enseñó Copérnico, sino se mueven según epiciclos de epiciclos, cuyo centro no es el Sol, sino el centro de la órbita terrestre.

Por ejemplo en el caso de Marte (fig. 24), que gira en un epiciclo, que a su vez gira sobre un deferente, cuyo centro O_H , mantiene una relación geométrica fija con respecto al centro móvil O_T , de la órbita terrestre.

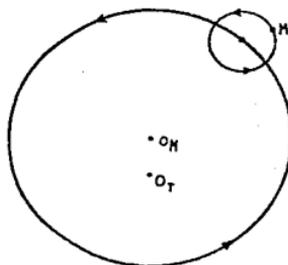


FIGURA 24

³² Copernicus, N., op. cit. (ref. 48, cap. III), p. 35.

Existen pues "dos tronos reales" : El Sol y ese punto imaginario del espacio, alrededor del cual se mueve la Tierra.

LIBRO IV

Este contiene la teoría del movimiento de la Luna y los métodos para calcular los eclipses³³.

El deferente a la Tierra lleva un epiciclo mayor recorrido por un epiciclo menor. Por el perímetro de este último se mueve la Luna a una velocidad dos veces mayor que la velocidad del epiciclo por el deferente³⁴. Ahora se sabe que los epiciclos causaban desviaciones de la posición de la Luna, debido al carácter elíptico de la órbita real y también (el epiciclo menor) a la desigualdad descubierta ya por Ptolomeo, la evección³⁵.

Manteniendo los valores de ambas desigualdades establecidas por Ptolomeo, Copérnico estableció los parámetros de la órbita lunar, sobre la base de las observaciones anotadas en *Almagestum*, y a las efectuadas por él mismo en el período 1500-1523.

Un hecho significativo, es la observación efectuada por Copérnico en Bolonia, el 9 de Marzo de 1497, probablemente en compañía de Novara³⁶, en la cual la Luna cubrió la estrella de primera magnitud Aldebarán, en la constelación Tauro. Esta era una buena oportunidad para verificar la teoría de Ptolomeo sobre el movimiento de la Luna,

³³ El *Almagestum* expone en el libro cuarto la teoría del movimiento de la Luna.

³⁴ Posiblemente Copérnico copió este argumento de Ibn as Shatir.

³⁵ Evección : Desigualdad del movimiento lunar en las cuadraturas por la variación de la posición de las ápsides.

³⁶ En *De revolutionibus* Copérnico no habla de Rheticus, ni de Brudzewski, mucho menos de Novara, que fueron los maestros a quien más les debía.

que contenía un error esencial en lo que respecta a los cambios de distancias entre ésta y la Tierra.

Esta observación demostró que el paralaje de la Luna, y en consecuencia su distancia a la Tierra durante los cuartos, no cambiaba con relación a la fase llena, contrariamente a lo previsto en el modelo de Ptolomeo.

Mostrar un error en la vieja teoría, no equivalía, por supuesto a derribar el sistema geocéntrico. Sin embargo, probaba que era posible poner en duda las afirmaciones de reconocidas autoridades³⁷, apoyándose en los resultados de observaciones realizadas anteriormente.

El principio del movimiento circular uniforme, originó la sustitución del ecuante ptolemaico por un pequeño epiciclo, común a Copérnico y a sus predecesores árabes, Ibn as Shatir³⁸ y otros anteriores, del siglo XIII³⁹.

LIBROS V y VI

Los libros V y VI fueron dedicados a los movimientos planetarios.

En el libro V Copérnico inicia la discusión de las teorías planetarias atacando lo antiguo, manifestando que la regularidad del movimiento circular puede ocurrir con respecto a un "extraño" y no al propio centro, lo cual puede observarse mejor en el caso de Mercurio.

³⁷ Según Rethicus, Copérnico inició, también en este período, las observaciones estelares necesarias para crear una teoría que explicase la incógnita del "movimiento de la octava esfera".

³⁸ Ibn as Shatir (1304-1376) astrónomo de Damasco.

³⁹ Congregados en el famoso centro de Astronomía de Nasir al Dina, en Maragha.

Articuló esta inicial presunción en término de tres modelos particulares para las órbitas de los planetas:

1. Un círculo excéntrico conllevando un epiciclo.



FIGURA 25

2. Un círculo excéntrico a un círculo excéntrico.



FIGURA 26

3. Un epiciclo sobre un epiciclo sobre un círculo homocéntrico.

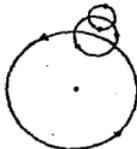


FIGURA 27

Al final del *Commentariolus*, Copérnico había anunciado que bastaban tan sólo treinta y cuatro círculos para explicar toda la

Articuló esta inicial presunción en término de tres modelos particulares para las órbitas de los planetas:

1. Un círculo excéntrico conllevando un epiciclo.



FIGURA 25

2. Un círculo excéntrico a un círculo excéntrico.



FIGURA 26

3. Un epiciclo sobre un epiciclo sobre un círculo homocéntrico.

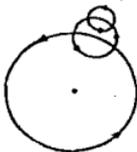


FIGURA 27

Al final del *Commentariolus*, Copérnico había anunciado que bastaban tan sólo treinta y cuatro círculos para explicar toda la

estructura del Universo, pero en De revolutionibus el numero ascendia a cuarenta y ocho⁴⁰.

Las razones en aumentarlos eran porque así :

1. Compensaría la abolición de los puntos ecuanes de Ptolomeo.
2. Explicaría la fluctuación imaginaria en los valores de la precesión y de la oblicuidad.
3. Explicaría el ángulo constante del eje de la Tierra, y
4. Probaría su insistencia en resolver las oscilaciones rectilíneas en movimientos circulares, cosa que Ptolomeo no se molestó en hacer.

En el Libro V se estudia el movimiento de los planetas en el plano de la eclíptica.

Ahora, si la movilidad de las líneas de las ápsides podría ser representada simplemente como un movimiento circular uniforme del centro del círculo excéntrico, verificando al mismo tiempo la movilidad de los perihelios.

En el Libro VI analizó por separado el movimiento de los planetas en latitud, debido a las diferentes inclinaciones de las órbitas planetarias.

Los diferentes planetas son estudiados según su distancia decreciente al Sol, de Saturno a Mercurio.

Este modelo de las órbitas era suficiente para explicar el movimiento de los planetas superiores: Saturno, Júpiter y Marte. Para los planetas inferiores, Venus y Mercurio, resultaban indispensables ciertas modificaciones, dado que la referencia del movimiento de los

⁴⁰ En el reajuste que realizó Peurbach en el siglo XV, el numero de círculos necesarios en el sistema ptolomérico no era de ochenta, como Copérnico decía, sino de cuarenta. Vease anexo B.

planetas al SOL MEDIO motivaba perturbaciones, según la posición de la Tierra.

Copérnico aceptó para Mercurio, al igual que para Venus, una órbita excéntrica, con deferente oscilante en un período de medio año.

En este mismo período el planeta se desplazaba a lo largo del radio vector con movimiento armónico.

Para establecer los parámetros de la órbita de Mercurio aprovechó los datos de las observaciones efectuadas por Bernard Walter⁴¹, entre los años 1491 y 1504. La comparación de ambos conjuntos de datos le permitió establecer el movimiento del perihelio equivalente a 1° en 63 años "si dicho movimiento es uniforme".

Un hecho importante en el capítulo V, es el referido a la queja de Copérnico por no haber tenido el mejor lugar de observación, mencionando con envidia, que los astrónomos de Alejandría se veían "ayudados por un cielo más sereno, allí donde el Nilo, según lo que ellos decían, no exhala vapores como los del Vístula"⁴².

De revolutionibus termina describiendo el cálculo de las latitudes de las cinco estrellas errantes, es decir, Mercurio, Venus, Tierra, Júpiter y Saturno.

⁴¹ Bernard Walter, burgués de Nuremberg, fue discípulo y heredero del legado científico de Regiomontano. El mismo Copérnico no disponía de apropiadas observaciones de Mercurio, además "... a causa de la gran inclinación de la esfera, Mercurio se deja ver muy raramente..." (es decir, de la elevada latitud geográfica de Frombork). Copernicus, N., op. cit. (ref. 48, cap. III), p. 378.

⁴² Copérnico llamaba Vístula al brazo de mar entre la ciudad de Frombork y el Mar Báltico, de unos cinco kilómetros de ancho y unos ochenta kilómetros de largo, cuyo nombre real es Frisches Haff.

EPILOGO

En la historia de la humanidad han ocurrido una infinidad de acontecimientos que, en algunos casos, han pasado inadvertidos, pero que en otros han sido factores vitales en el rompimiento de esquemas tradicionalistas. Dentro de estos últimos se encuentra la teoría copernicana.

La trascendencia de la obra de Copérnico no sólo debe verse como una aportación más al estudio de la astronomía, sino también como la primer obra científica, capital en la transición entre "dos mundos" : el feudal y el capitalista.

Es precisamente en esta época donde a Copérnico le tocó vivir, donde habría de afrontar los más diversos cambios que iban presentándose tanto a nivel político, como social, económico, religioso, cultural y científico.

Copérnico habría de ser el personaje que estableciera una nueva concepción del Mundo, no como un hecho aislado sino como parte de las necesidades de su época. Se requería de mejores datos para ser usados en navegación, en la reforma calendárica, etc.

Su respeto por los clásicos lo ubica como un personaje que combina, en su obra, audaces planteamientos y antiguos prejuicios. Su modelo heliocéntrico, origen de la revolución científica de los siglos XVI y XVII se encuentra inmerso en concepciones relativas a la perfección del movimiento circular, considerado como único y eterno.

Esta combinación, que hace de Copérnico un personaje todavía más interesante, puede explicarse por el hecho de que la astronomía era para Copérnico, tan sólo un "ocio digno".

Con la publicación del *Revolutionibus Orbium Coelestium* en 1543, se inaugura una nueva época. En el aspecto cultural, el carácter revolucionario de su obra haría que la nueva concepción -la cual asignaba al Sol el centro del Universo-, ya no permitiera explicaciones mitológicas, ni teológicas, sino un apego más realista a los hechos.

La pauta de la nueva concepción del Mundo había sido dada por Copérnico, sólo restaba que alguien la continuase, paso que habrían de dar los astrónomos de Wittenberg y posteriormente personajes como Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileo Galilei y por último Isaac Newton.

ANEXO A

Primera Dieta de la Espira (1526). En la que el Emperador quiso que se aplicaran las conclusiones de la Dieta de Worms. El resultado fue que se acordó que cada estado, para aplicarlas, sólo debería atenerse a su responsabilidad ante Dios y el Emperador.

Segunda Dieta de Espira (19 de abril de 1529). En ella se aprobó, con la mayoría católica, que no se introducirían innovaciones en los estados que hubieran aplicado los edictos de Worms y que el culto católico debería mantenerse en los estados evangélicos. Estos protestaron de tal acuerdo y de ahí recibieron el nombre de protestantes.

Primera Dieta de Augsburgo (25 de Junio de 1530). En la que Carlos V, en el punto culminante de su poderío creyó estar en disposición de reinstaurar la unidad religiosa alemana con un sentido erasmista. Se invitó a los protestantes, y Melanchthon redactó para esta Dieta la *Confessio Augustana*¹, en la que "disimulaba" las diferencias entre el luteranismo y el catolicismo. No hubo avenencia y el Emperador restableció los edictos de Worms.

Liga de Esmalcalda (1531-1547). Firmada por los protestantes que se sintieron amenazados, capitaneada por Juan Federico de Sajonia² y el landgrave de Hessen. Estableció alianzas con los enemigos del Emperador y consiguió que otros estados del Imperio se adherieran a ella. Su crédito disminuyó mucho a partir de 1540.

¹ La *Confessio Augustana* no tuvo fuerza legal hasta la paz de Augsburgo, firmada entre Fernando I y los príncipes alemanes protestantes. En la segunda quincena del mes de Junio, Melanchthon sostiene una serie de conversaciones con Alfonso de Valdes, secretario del Emperador, humanista y amigo de Erasmo.

² Juan Federico, era Duque y elector de Sajonia.

Batalla de Mühlberg (1546-1547). En la que Carlos V deshizo la Liga de Esmalcalda y cogió prisionero a Juan Federico de Sajonia; el landgrave de Hessen se entregó poco después.

Segunda Dieta de Augsburgo (1547-1548). En ella el Emperador pudo imponer a protestantes y católicos una transición que se llamó el *Interim*, el cual permitía el matrimonio de los clérigos, la comunión con pan y vino por los laicos y una interpretación amplia de la doctrina de la salvación por la fe y no por las obras, sin embargo, conservó el culto a la Virgen y los santos, las procesiones y la práctica de ayunos y sobre todo, el espinoso dogma de la transubstanciación. De momento, este acuerdo provisional no contentó a nadie.

Tratado de Passau (1552). Los protestantes, inducidos, después del *Interim*, por Mauricio de Sajonia, se aliaron con Enrique II de Francia, a quien entregaron Cambray, Toul, Verdún y Metz. El Emperador, ante el ataque de Mauricio de Sajonia, tuvo que huir velozmente de Innsbruck y firmar el Tratado de Passau, por el que los protestantes obtenían la libertad del landgrave de Hessen -encarcelado cinco años atrás-, amnistía para los adheridos a la Liga de Esmalcalda, el usufructo de los bienes secularizados, y la seguridad de obtener una paz religiosa sin esperar la decisión de un concilio ecuménico.

Tercera Dieta de Augsburgo (29 de Septiembre de 1555). En ella se firmó la paz religiosa de Augsburgo, que dio el reconocimiento oficial a la doctrina luterana. A partir de ella, los habitantes de un territorio debían adoptar la religión de su príncipe o emigrar (*cujus*

regio, ejus religio); en realidad esto fue el reconocimiento del fracaso de Carlos V.

ANEXO B
CIRCULOS UTILIZADOS POR COPERNICO EN SUS OBRAS

Tierra	De revolutionibus	Commentariolus
Rotación diaria	1	1
Movimiento en longitud	3	1
Movimiento cónico del eje de la Tierra, para explicar su dirección fija en el espacio, y la precesión	1	1
Dos oscilaciones rectilíneas para explicar las fluctuaciones (imaginarias) en el valor de la precesión y en el valor de la oblicuidad, resueltas en dos movimientos circulares cada una	4	0
Luna		
Movimientos en longitud	3	3
Movimientos en latitud	1	1
Los tres planetas exteriores		
Movimientos en longitud 3x3 =	9	9
Oscilaciones en latitud, resueltas en dos movimientos circulares cada una, 3x2 = ..	6	6
Venus		
Movimientos en longitud	3	3
3 movimientos oscilatorios en latitud resueltos en 6 movimientos circulares ...	6	2
Mercurio		
Movimientos en longitud (incluso un movimiento oscilatorio)	5	5
Movimientos en latitud (como Venus)	<u>6</u>	<u>2</u>
	48	34

BIBLIOGRAFIA

1. Abetti, Giorgio, Historia de la Astronomía, ed. Fondo de Cultura Económica, segunda edición, México, D.F., 1983.
2. Aiton, E. J., "Peurbach's Theoricae Novae Planetarum", Lancashire, England, Osiris, 2nd series, 1987, 3 : 5 - 44.
3. Aristóteles, Metafísica, tercera edición, México, D.F., ed. Porrúa, 1973.
4. Atkinson, James, Lutero y el Nacimiento del Protestantismo, segunda edición, ed. Alianza, S.A., Madrid, 1971.
5. Copérnico, Nicolás, De revolutionibus orbium coelestium libri VI (1543), Traduc. Carlos Mínguez Pérez, Madrid, España, ed. Tecnos, 1987.
6. Cruz O, Oscar René, Nicolás Copérnico, ed. Publicaciones Cruz, S.A., México, D.F., 1981.
7. De Gortari, Eli, y otros, Nicolás Copérnico, ed. SEPSETENTAS, México, D.F., 1975.
8. Dictionnaire de noms commus et propes, ed. Librairie Larousse, Canada, 1990.
9. Encyclopaedia Britannica, Inc., 15 th. edition, William Benton, Publisher, The University of Chicago, 1978.
10. García Aparisi, Manuel, Diccionario de Historia Universal, ed. Rioduero, S.A., Madrid, 1979.
11. Herbst, Stanislaw, y otros, Nicolás Copérnico en el Quinto Centenario de su Nacimiento : 1473-1973, siglo XXI editores, México, D.F., 1973.
12. Koestler, Arthur, Los Sonámbulos, CONACYT, México, D.F., 1981.

13. Kuhn, Thomas S., La Revolución Copernicana, Barcelona, España, ed. Ariel, S.A., 1978.
14. Kuhn, T.S., La Estructura de las Revoluciones Científicas, ed. Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1986.
15. Piojan, José, Historia Universal, México, D.F., ed. Salvat, 1980, Tomo 9, pp. 7-42.
16. Ptolomy, C., "The Almagestum" in Ptolomy, Copernicus, Kepler, Great Books of the Western World, Encyclopaedia Britannica Inc., The University of Chicago, 1980.
17. Rosen, Edward, Three Copernican Treatises, second edition, ed. Dover Publications, New York, 1958.
18. Westman, Robert S., "The Melanchthon Circle, Rheticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory", Isis, Junio, 1975, Vol. 66, No. 232, pp. 165-193.