

# O libro que ninguén puido ler

*Sobre a revolución dos orbes celestes*

Profesores

José Nicanor Alonso Álvarez  
Raúl Gómez Pato  
Miguel Ángel Mirás Calvo



**Monografías**

Serie científico-tecnolóxica



José Nicanor Alonso Álvarez



Nicanor Alonso, nado en 1964 en Ourense, é Licenciado en Matemáticas e en Economía e doutor en Matemáticas pola Universidade de Santiago de Compostela. É autor dun libro sobre o matemático David Hilbert e de varias traducións ao galego de obras clásicas, como o primeiro libro de Os Elementos de Euclides, xunto co profesor José Montero, ou do Arenarius de Arquímedes, xunto co profesor Miguel Mirás, co cal publicou na Colección Básicos Ciencia da Editorial Xerais o libro Mate-glifos. No eido da literatura, ten publicadas dúas novelas, Osa menor (editorial Galaxia) e O kyllix dos deuses (editorial Toxosoutsos).

Raúl Gómez Pato



Raúl G. Pato, nado en Ourense en 1966, é licenciado en Filoloxía Clásica pola USC e exerce como docente de Latín e Grego na educación secundaria. Poeta e tradutor, na actualidade dirixe a Colección Vétera de Rinoceronte Editora.

Miguel Ángel Mirás Calvo

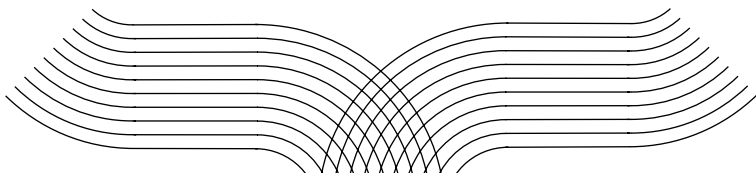


Miguel Mirás, nado en 1966 en Santiago de Compostela, é Licenciado en Matemáticas pola Universidade de Santiago de Compostela e doutor pola Universidade de Vigo. Participou en varios proxectos de innovación e divulgación relacionados co teatro e as Matemáticas. Autor da tradución ao galego da peza Proof (Demostración) de David Auburn coa profesora Carmen Quintero, con quen elaborou o capítulo dedicado á astrónoma Caroline Herschel no libro Mujeres matemáticas. Trece matemáticas, trece espejos coordinado por Marta Macho (editorial SM-RSME).

Servizo de Publicacións

---

Universidade de Vigo



# Monografías

Serie Científico-Tecnolóxica

n.º 030

## Edición

Universidade de Vigo  
Servizo de Publicacións  
Rúa de Leonardo da Vinci, s/n  
36310 Vigo

## Deseño gráfico

Tania Sueiro Graña  
Área de Imaxe  
Vicerreitoría de Comunicacións e Relacións Institucionais

## Fotografía da portada

Adobe Stock

## Maquetación e impresión

Tórculo Comunicación Gráfica, S. A.

## ISBN (Libro impreso)

978-84-8158-904-7

## Depósito legal

VG 385-2021

© Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo, 2021  
© Os autores, dos seus textos

Sen o permiso escrito do Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo, queda prohibida a reprodución ou a transmisión total e parcial deste libro a través de ningún procedemento electrónico ou mecánico, incluídos a fotocopia, a gravación magnética ou calquera almacenamento de información e sistema de recuperación.

Ao ser esta editorial membro da **uDe**, garántense a difusión e a comercialización das súas publicacións no ámbito nacional e internacional.

Servizo de Publicacións

Universidade de Vigo







# O libro que ninguén puido ler

*Sobre a revolución dos orbes celestes*

Profesores

José Nicanor Alonso Álvarez  
Raúl Gómez Pato  
Miguel Ángel Mirás Calvo





# Índice xeral

<b>Índice xeral</b>	<b>5</b>
<b>Introdución</b>	<b>7</b>
<b>I Copérnico e a súa obra</b>	<b>11</b>
<b>1. As primeiras visións científicas do Universo</b>	<b>13</b>
1.1. O sistema heliocéntrico . . . . .	13
1.2. O sistema xeocéntrico . . . . .	15
1.3. Problemas dos diferentes modelos . . . . .	16
<b>2. Nicolás Copérnico</b>	<b>23</b>
<b>3. De revolutionibus orbium cœlestium</b>	<b>29</b>
3.1. O <i>Commentariolus</i> . . . . .	29
3.2. As dúbidas sobre a publicación do texto . . . . .	30
3.3. Rheticus . . . . .	32
3.4. Estrutura do libro . . . . .	33
3.5. Unha visión do Universo explicada en seis libros . . . . .	36
<b>4. De revolutionibus. Unha visión crítica</b>	<b>43</b>
4.1. Antecedentes do <i>De revolutionibus</i> . . . . .	43
4.2. A influencia do <i>De revolutionibus</i> na concepción do Universo . . . . .	45
<b>II Sobre as revolucións dos orbes celestes. Libro I</b>	<b>53</b>
<b>Portada</b>	<b>55</b>

<b>Ao lector sobre as hipóteses desta obra</b>	<b>57</b>
<b>Carta de Nicolás Schönber</b>	<b>59</b>
<b>Ao santísimo Señor Paulo III, Pontífice Máximo</b>	<b>61</b>
<b>Libro primeiro</b>	<b>69</b>
Introdución . . . . .	69
Capítulo I: O universo é esférico . . . . .	73
Capítulo II: A Terra tamén é esférica . . . . .	73
Capítulo III: Como a Terra xunto coa auga forman un globo . . . . .	74
Capítulo IV: O movemento dos corpos celestes é uniforme, circular e perpetuo ou composto de movementos circulares . . . . .	76
Capítulo V: Acáelle o movemento circular á Terra? Sobre a súa posición . . .	78
Capítulo VI: Sobre a inmensidade do ceo comparada co tamaño da Terra . .	79
Capítulo VII: Por que os antigos creron que a Terra estaba inmóbil no medio do Universo coma se fose o seu centro . . . . .	81
Capítulo VIII: Refutación das teorías presentadas e a súa insuficiencia . . .	82
Capítulo IX: Pódese atribuír varios movementos á Terra? O centro do Universo	85
Capítulo X: A orde das esferas celestes . . . . .	86
Capítulo XI: Demostración do triplo movemento da Terra . . . . .	91
<b>III Apéndices</b>	<b>97</b>
<b>A. Cronoloxía</b>	<b>99</b>
<b>B. Sentenza de Galileo Galilei</b>	<b>101</b>
<b>C. Abxuración de Galileo Galilei</b>	<b>107</b>
<b>D. Glosario</b>	<b>111</b>
<b>Índice onomástico</b>	<b>119</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>121</b>

# Introdución

En 1543 publícase o libro *De revolutionibus orbium cœlestium*, cuxo autor é un escuro cóengo de Frauenburg que responde ao nome de Nicolai Copernici Torinensis. Publicado polo prestixioso editor Johannes Petreius en Nuremberg, trátase dun conxunto de libros científicos, dirixido principalmente aos matemáticos, e presenta unha idea revolucionaria, que se ben xa fora formulada na antigüidade, hai tempo que foi desbotada ante as numerosas evidencias en contra, intuitivas e sobre todo relixiosas. Para o autor, non é o Sol o que xira arredor da Terra (sistema xeocéntrico), senón que é a Terra a que xira arredor do Sol (sistema heliocéntrico). El mesmo recoñece que esta idea lle orixinou dúbidas moitos anos antes de dala a coñecer, e preséntaa agora con todas as prevencións posíbeis. De feito, sabe perfectamente que o texto desatará as iras dos luteranos, e se ben conta co apoio explícito da alta xerarquía católica, daquela moito máis disposta a aceptar este tipo de ideas que os protestantes, desconfía. Se cadra por iso amosa as súas ideas como mera hipótese, que non ten por que estar de acordo coa realidade, se ben acompaña o texto de táboas astronómicas con observacións que encaixan coa súa proposta. Aínda dese xeito é tal o atraso en aceptar a publicación, que esta sae do prelo cando o autor está no leito de morte.

Non se equivoca Copérnico nos seus temores. Axiña aparecen textos poñendo en cuestión a súa teoría. As Sagradas Escrituras non contemplan a posibilidade de que a Terra non estea no centro do mundo. Cousa de todo punto lóxica, pois se somos a creación de Deus, por forza debemos ocupar o lugar máis principal no Universo, e ese non pode ser outro que o seu centro. E a presión, unida a ameazas máis que explícitas, dá o seu froito: o libro non acada unha especial difusión no seu tempo e, se ben é coñecido polos principais astrónomos da época, a meirande parte deles valoran máis o seu contido práctico, por ter actualizado as táboas astronómicas, que a proposta teórica dun sistema heliocéntrico como alternativa ao sistema xeocéntrico dominante. Velaí a xustificación para o título deste libro, inspirado nas palabras de Arthur Koestler: «*De revolutionibus*, o libro que ninguén leu». Pero din que a verdade sempre acaba aboiando. Paseniño, algúns estudosos comezan a cuestionarse o paradigma imperante. Trátase dun paso natural. Se o sistema copernicano predí mellor

a traxectoria dos astros que o tolemaico, non parece lóxico pensar que a súa teoría pode ser unha explicación atinada da realidade? Pero daquela, se non estamos ante unha mera hipótese, un divertimento da nosa imaxinación, a Terra non estaría no centro do Universo. E o noso lugar na creación como criaturas de Deus pasa a estar cuestionado. De nada serve a evidencia a prol da nova teoría que proporcionan novos avances tecnolóxicos como o telescopio. A idea copernicana debe ser desbotada, e perseguidos todos aqueles que ousen defendela. Así chegamos á inclusión do texto de Copérnico no índice de libros prohibidos mediante un Decreto da Congregación do Índice de 5 de marzo de 1616, e a condenas de pensadores como Giordano Bruno, que rematará os seus días na fogueira, ou de científicos como Galileo Galilei, que por salvar o pelo verase obrigado a abxurar do heliocentrismo.

Co tempo, os aires de liberdade fan que a difusión da nova teoría sexa imparábel. E Copérnico pasará á historia como o autor dunha das máis revolucionarias teorías cosmolóxicas. Ata certo punto resulta irónico, pois nin as súas ideas eran orixinais, nin tivo o valor de defendelas abertamente, e mesmo o seu libro contén contradicións escandalosas. Así, é ben coñecido que o primeiro autor en propoñer un sistema heliocéntrico foi Aristarco de Samos, que viviu entre os séculos IV e III antes da nosa era. E, xa no século XIV, o astrónomo árabe Ibn al-Shatir recuperou en parte a vella teoría, nun tratado que presenta asombrosas coincidencias co que Copérnico escribiría máis de cen anos despois. Como detallaremos polo miúdo máis adiante neste libro, existen indicios abondo para supoñer que Copérnico tivo acceso aos escritos de al-Shatir, co que a polémica está servida. Tocante á defensa das súas ideas, el mesmo reconece as reticencias en publicar o seu traballo. E xa por último, veremos tamén como o texto presenta graves eivas, algunhas perfectamente entendíbeis no contexto da ciencia da época, outras non tanto. Por poñer un exemplo, cómpre desmitificar a idea de que Copérnico sitúa o Sol no centro do Universo coa Terra e os demais planetas xirando arredor del. Nun dos libros que compoñen o *De revolutionibus* afirma que en realidade a Terra xira arredor dun punto nas proximidades do Sol, polo que autores coma o citado Koestler afirman que máis que un sistema heliocéntrico Copérnico propón un sistema «vacuocéntrico», é dicir, sen nada no centro.

Por todo o anterior, e ollándoo con certa perspectiva, entendemos que o cóngo de Frauenburg resultou tratado con mimo pola historia, que o sobrevalorou en exceso. Pero iso tanto ten. Se somos máis condescendentes, o que conta é a idea central, expresada no primeiro dos libros, de que a Terra se move, e considerando o contexto histórico, por moitas prevencións que o propio autor tomase, o feito de deixala por escrito, aínda que o fixera no tramo final da súa vida, é un acto de valentía, polo que a súa obra de Copérnico sería unha xusta recompensa, e hoxe o *De revolutionibus* é un dos textos con maior influencia no devir da ciencia no ámbito da cosmología.

Feita esta presentación, tócanos agora xustificar a oportunidade do texto que tedes entre mans. Poderíamos pensar que un libro tan prestixioso como o *De revolutionibus* debe contar con edicións nunha morea de linguas. Certamente é tal, aínda que tardou en ser traducido. Abonda pensar que a primeira tradución ao inglés é de 1952. Mesmo

así, é certo que hoxe contamos con edicións en case todas as linguas cultas do mundo. En case todas? Efectivamente, en galego non. Esta eiva é a que queremos resolver con este libro. Digamos que ante a pregunta, por que Copérnico en galego? Nós respondemos: como non está Copérnico en galego? Como é posíbel que ata o de agora non contamos cunha versión en galego dun dos libros que maior transcendencia tiveron no devir da ciencia? E por esa razón, por cubrir de vez ese baleiro, dous matemáticos e un latinista (algún día deberíamos falar polo miúdo da estreita e tan descoñecida relación entre o latín e as matemáticas), decidimos poñernos mans á obra.

Para esta tradución contabamos co texto inicial publicado en 1543 en latín polo impresor Petreius a partir do manuscrito autógrafo do propio Copérnico, corrixido e revisado polo seu colaborador Rheticus. Esta foi a fonte principal, polo que cómpre salientar que traducimos dende as fontes orixinais, directamente do latín ao galego. Obviamente consultamos traducións a outras linguas que recollemos na bibliografía, como inglés, francés, castelán, portugués, catalán, alemán ou italiano. Trátase de textos de diferente factura, utilizados nos casos nos que o texto orixinal ofrecía dúbidas de interpretación.

Decidimos traducir unicamente o primeiro dos libros do *De revolutionibus*, por ser o que condensa o esencial da teoría copernicana, sendo os restantes de carácter técnico. E, coa finalidade de facer deste libro un texto completo, incluímos capítulos dedicados a explicar o contexto histórico, unha breve biografía de Copérnico, as vicisitudes que acompañaron á publicación do libro e por suposto un estudo crítico da obra. Finalmente, non se nos pasa por alto que unha das anécdotas máis coñecidas con respecto ao texto copernicano foi o xuízo que debeu afrontar un dos defensores da súa teoría, Galileo Galilei, e que rematou coa súa abxuración diante do Santo Oficio, negando a veracidade da teoría copernicana. Certamente, tratouse dunha componenda, unha renuncia forzada polas circunstancias. Galileo non estaba disposto a rematar os seus días nunha fogueira, como o seu malfadado colega Giordano Bruno. Quedou para a historia a famosa frase «eppur si mouve» (e non obstante móvese), que sen ser verídica acadou fortuna, sendo hoxe utilizada como coletíña cando alguén dá o brazo a torcer sen convencemento. Ben, pois tamén como homenaxe a Galileo (por outra banda un personaxe ben controvertido, pero iso é outra historia) pareceunos acaído incluír no libro a tradución ao galego da sentenza condenatoria no seu xuízo, así como a pactada abxuración posterior que o libraba da morte.

En toda tradución dun texto científico, ademais da dificultade inherente ao obrigado respecto ás palabras empregadas polo autor, atopamos un problema engadido, que non é outro que acadar un resultado comprensíbel para o lector respectando un mínimo rigor científico. Para complicar máis as cousas, e niso o *De revolutionibus* non é unha excepción, os textos desta natureza adoitan estaren redactados nun estilo pouco amábel, cunha notación complicada e sen grandes intentos por parte do autor de resultar entendíbel. Esta dificultade converteu en erradas moitas traducións do *De revolutionibus*, incapaces de acadar o equilibrio entre rigor e respecto ao texto fonte. Non somos quen nós para presumir de ter superado con éxito este problema, se ben

debemos resaltar que entre claridade e literalidade, nos casos de conflito optamos pola primeira. Ademais, no texto presentamos tamén un pequeno dicionario de termos técnicos. Que ninguén se asuste: son cuestións moi doadas de entender que incluímos para comodidade do lector. Tamén ao longo destas páxinas atopará explicacións máis detalladas sobre algunhas ideas, ás veces apoiadas en gráficos simples e, por suposto, notas aclaratorias sobre algúns aspectos da tradución. De calquera xeito insistimos en que optamos en todo momento por explicacións o máis sinxelas posíbeis, sen sacrificar en absoluto o rigor requirido. Entendemos que o resultado é unha obra que permite facerse unha idea, non só do problema científico tratado, senón tamén das dificultades, presións e contexto histórico, co que o lector pode valorar as circunstancias nas que se traballaba na época do Renacemento.

Agardamos que vos guste.

Parte I

Copérnico e a súa obra





# Capítulo 1

## As primeiras visións científicas do Universo

Deixando aparte as explicacións do Universo baseadas na intervención caprichosa dos diferentes deuses de cada cultura, podemos afirmar que as primeiras cosmovisións con carácter científico do Universo apareceron na Grecia clásica. Dicimos teorías científicas porque, se ben aceptaban sen discusión afirmacións peregrinas baseadas en cuestións de tipo místico ou relixioso, por vez primeira tómase a observación de Sol, estrelas e planetas como base para dar unha explicación dos diferentes fenómenos. Cómpre sinalar que naquela época, ademais da Lúa e o Sol, soamente eran coñecidos seis planetas (Mercurio, Venus, Terra, Marte, Xúpiter e Saturno), e considerábase que había unha esfera que contiña a todas as estrelas fixas (as que forman as constelacións). Naturalmente, as observacións, realizadas dende distintos puntos e en distintas épocas do ano, permitían articular hipóteses diversas, e o resultado deu lugar a visións diferentes, mesmo contraditorias, que foron perfeccionándose co tempo e que podemos resumir en dúas, tomando como característica esencial o corpo celeste que ocupaba en cada modelo o centro do Universo.

### 1.1. O sistema heliocéntrico

Podemos considerar a Filolao (470-380 a. n. e.), un dos principais discípulos de Pitágoras (569-475 a. n. e.), como o iniciador das ideas que darían lugar a este modelo. Para Filolao existía un lume central (a torre de vixilancia de Zeus) arredor do cal xiraba a Lúa, o Sol, os seis planetas coñecidos, a esfera das estrelas fixas e o Antichton ou Contraterra, un astro imposible de observar por estar situado entre a Terra e o lume central para protexer aos antípodas de morreren abrasados (outra hipótese asegura que a Contraterra foi un invento de Filolao para elevar a dez o número de elementos que se desprazaban polo Universo, pois o número dez era sagrado para os pitagóricos,

representando a perfección).

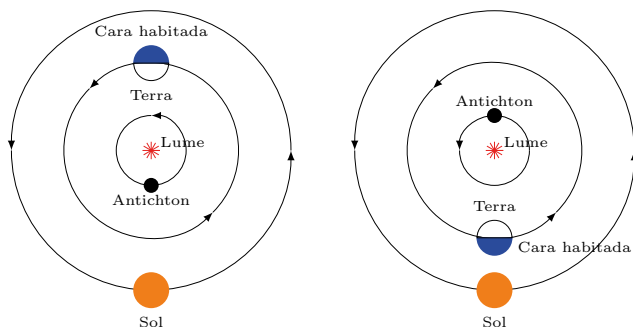


Figura 1.1: Esquema do modelo de Filolao co Antichton ou Contraterra.

O primeiro cambio no modelo foi debido a Heraclides (387-312 a. n. e.), que eliminou o lume central e o Antichton e incorporou a rotación da Terra en torno ao seu eixo. Pero foi Aristarco (310-230 a. n. e.) quen, logo de calcular (erroneamente) a distancia entre o Sol e a Lúa, afirmou que o Sol ocupaba o centro do Universo. Non se conserva o texto onde o asegurou, pero Arquímedes (288-212 a. n. e.) así o reconece no *Arenarius*, ao tempo que sinala esta hipótese como minoritaria:

Agora, ti es consciente de que Universo é o nome dado pola maioría dos astrónomos á esfera cuxo centro é o centro da Terra e cuxo raio é igual á liña recta entre o centro do Sol e o centro da Terra. Esta é a explicación común, como terás oído dos astrónomos. Pero Aristarco de Samos publicou un libro...

As súas hipóteses son que as estrelas fixas e o Sol permanecen inmóbeis, que a Terra xira arredor do Sol na circunferencia dun círculo, o Sol situado no centro da órbita, e que a esfera das estrelas fixas, situada arredor do mesmo centro que o Sol,...

E contamos cunha segunda fonte debida ao moralista e historiador Plutarco (46-120), na obra *Sobre a cara visíbel da Lúa*, onde afirma:

... non nos acusedes de impiedade como Cleanthes que creu que os gregos deberían ter presentado unha acción por impiedade contra Aristarco de Samos, sobre a base de que estaba desprazando á Terra do Universo, porque tentou explicar os fenómenos supoñendo que os ceos están quedos mentres que a Terra xira ao longo da eclíptica e ao mesmo tempo está xirando sobre o seu propio eixo.

Todo isto testemuña que Aristarco foi home de sona na súa época. Pero malia ser un home respectado, o seu traballo non atopou continuadores, se exceptuamos un



Figura 1.2: Representación dun sistema heliocéntrico no gravado *Scenographia Systematis Copernicani* de 1660.

século despois a Seleuco (190 a. n. e.-?), e o modelo heliocéntrico apenas aparece con posterioridade.

## 1.2. O sistema xeocéntrico

Antes de entrar na visión xeocéntrica do Universo é preciso indicar as ideas sobre o Universo dos dous maiores filósofos da antigüidade: Platón (427-347 a. n. e.) e Aristóteles (384-322 a. n. e.). O primeiro afirmou que a forma do Universo debía ser unha esfera perfecta, e que os movementos se producían en círculos perfectos e a velocidade uniforme. O segundo, discípulo do primeiro, considerou o Universo dividido en dúas rexións, a primeira o mundo sublunar, espazo que incluía a esfera da Lúa en cuxo centro estaba a Terra, e a segunda a rexión externa. Os catro elementos que compoñen a primeira rexión móvense en liña recta (terra cara a abaixo, lume cara arriba, aire e auga cara á dereita ou á esquerda). O espazo exterior, inmutábel, está formado por un quinto elemento, o éter, e nel os movementos son circulares (o único movemento perfecto). Esta necesidade de incluír esferas e movementos circulares condicionou o sistema xeocéntrico, no que podemos sinalar dous modelos que comparten a idea de considerar a Terra como o centro do Universo. No primeiro, defendido por Heraclides e coñecido como sistema exipcio, Mercurio e Venus xiraban arredor do Sol mentres este xiraba á súa vez arredor da Terra, ao igual que facían o resto dos planetas.

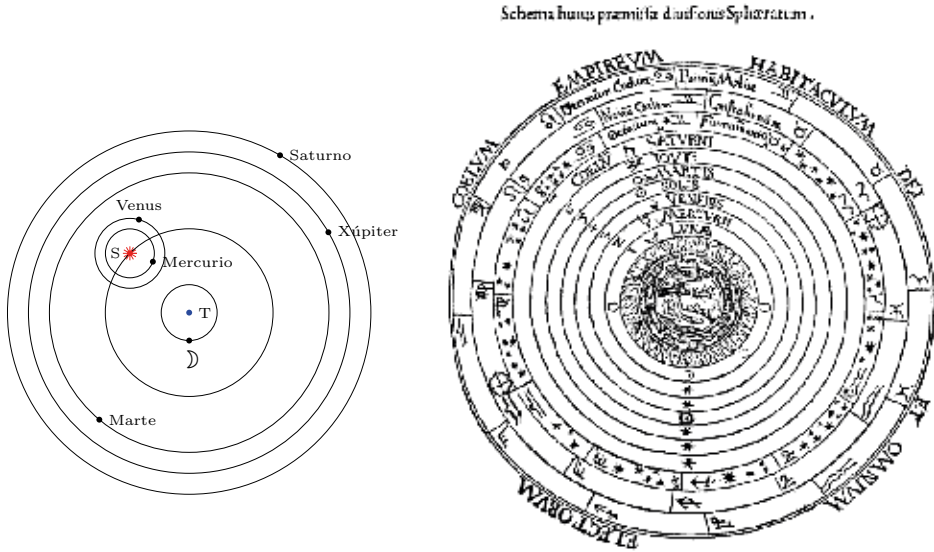


Figura 1.3: Esquema do modelo exipcio e representación do sistema tolemaico.

No segundo, defendido inicialmente por Eudoxo (390-337 a. n. e.), existía un sistema de esferas concéntricas (un total de 27) nas que se movían os diferentes astros. O centro común a todas as esferas estaba ocupado pola Terra, e o Sol, a Lúa e as estrelas fixas xiraban arredor dela. Co tempo o número de esferas preciso foi aumentando, pasando a 34 con Calipo (370-310 a. n. e.) e finalmente a 55 con Aristóteles. Resulta obvio que era un sistema abondo complicado, mesmo fisicamente imposíbel, sendo substituído máis adiante por Apolonio (262-190 a. n. e.) e Hiparco (190-120 a. n. e.) que, mantendo a idea esencial da Terra como centro do Universo, deseñaron un mecanismo que acabou perfeccionando Claudio Tolomeo (85-165) na súa obra *Almagesto*, ata o punto de ser chamado sistema tolemaico. O modelo definitivo situaba a Terra no centro, logo viña a Lúa, e a continuación e por esta orde Mercurio, Venus, Sol, Marte, Xúpiter, Saturno e a esfera de estrelas fixas. A diferenza do sistema heliocéntrico, o sistema xeocéntrico resultou ser máis afortunado e perduraría como explicación do Universo durante máis de 1500 anos, ata a aparición de Nicolás Copérnico (1473-1543).

### 1.3. Problemas dos diferentes modelos

Naturalmente, os dous modelos presentaban inconsistencias detectábeis pola simple observación. Canto ao sistema heliocéntrico, resulta evidente que non é intuitivo. Non percibimos o propio movemento, e resulta obvio que o Sol se despraza polo ceo

durante o decurso do día. Ese movemento tamén se percibe nas estrelas e os planetas. Ademais, e como dicía Tolomeo, no caso de que a Terra se movese, de tirar cara arriba unha pedra, esta non debería caer a carón noso como de feito acontece, senón a unha certa distancia. Por outra banda, de aceptarmos a rotación, como non sentimos constantemente un vento? A maiores, resulta evidente que os obxectos caen buscando o centro do Universo, polo tanto este debe ser a Terra. Pero sobre todo está o problema de que, se a Terra se move arredor do Sol, cando ollamos un planeta deberíamos percibir un cambio na orientación coa que se ve este en función da posición na que nos atopamos. É o problema coñecido como da paralaxe, é dicir, o ángulo formado polas rectas imaxinarias que unen o planeta co Sol e a Terra.

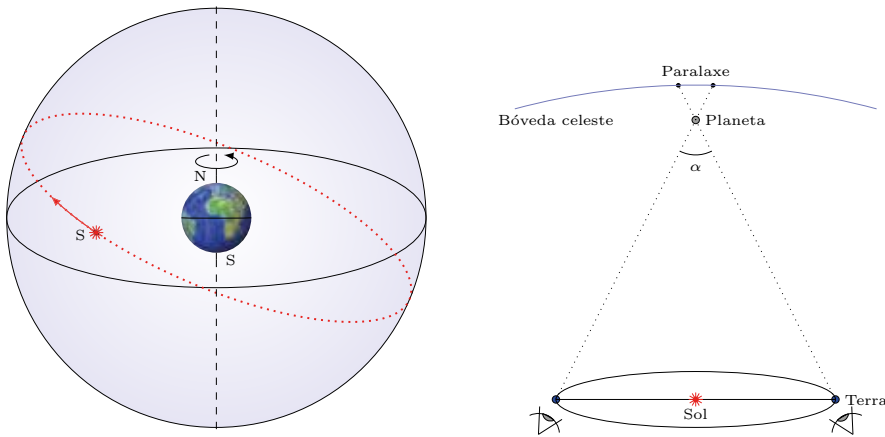


Figura 1.4: Movemento aparente do Sol na eclíptica e esquema da paralaxe.

Este problema pode salvarse se supoñemos un tamaño do Universo suficientemente grande, idea que o propio Aristarco suxeriu, pero que non foi aceptada. De calquera xeito, e aínda sendo o sistema heliocéntrico minoritario fronte á idea aristotélica, o modelo aparece en textos de Cicerón (106-43 a. n. e.), Plinio (23-79), Xuliano (331-363) ou Macrobio (370-430). Pero a auxe do cristianismo converteuno co tempo nunha idea perigosa, contraria á Biblia. Pois, de acordo co libro sagrado, a Terra xa existía antes de seren creados o Sol e as estrelas:

Mandou Deus que houbera luces no espazo para distinguir o día da noite, para dar sinal das festas, das estacións e dos anos, e para que, brillando no espazo, alumasen a Terra. E así foi. Deus fixo dúas luminarias, a grande que rexe o día, a pequena que rexe a noite, e tamén as estrelas. Púxoas no espazo, para alumar a Terra, para rexer o día e a noite e para distinguir a luz das tebras.

E por se isto non abondara para considerarmos a Terra como un corpo inmóbil no centro do Universo temos outros textos na Biblia que deixan claro que o Sol se move arredor dela:

Entón falou Xosué co Señor naquel día en que entregara os amorreos diante dos fillos de Israel, e dixo en presenza do pobo: Sol, está quedo en Gabaón; e ti, Lúa, no val de Aialón. E parouse o Sol e contívose a Lúa, ata que se ergueron sobre os xentís, os seus inimigos.

Xosué, 10, 12-13

[O Sol] ... coma un desposado, sae da súa alcoba e, ledoo coma un heroe, percorre o seu camiño. Ten nun extremo do ceo a saída e, no seu xiro, chega ao outro extremo.

Salmos, 19, 6-7

Sae o Sol, ponse o Sol, volta sen folgos ao seu posto; de alí torna a xurdir.

Eclesiastés, 1, 5



Figura 1.5: Diagrama xeocéntrico do Universo con Atlas no centro (1503). *Margarita philosophica* (wellcomecollection.org).

Pero pola outra banda, tamén o sistema xeocéntrico presentaba problemas. En primeiro lugar, dadas as diferentes velocidades de desprazamento, o natural sería que os planetas fosen atrasándose cada día un pouco máis con respecto ás constelacións ata que, completada unha volta de atraso, aparecen de novo por diante delas. Pero

non acontecía dese xeito, e na realidade os astros semellaban avanzar para logo recuar e volver a avanzar, como se a súa velocidade cambiase, fenómeno coñecido como retrogradación, incompatible coas ideas aristotélicas (o desprazamento debía ser circular e a velocidade uniforme).

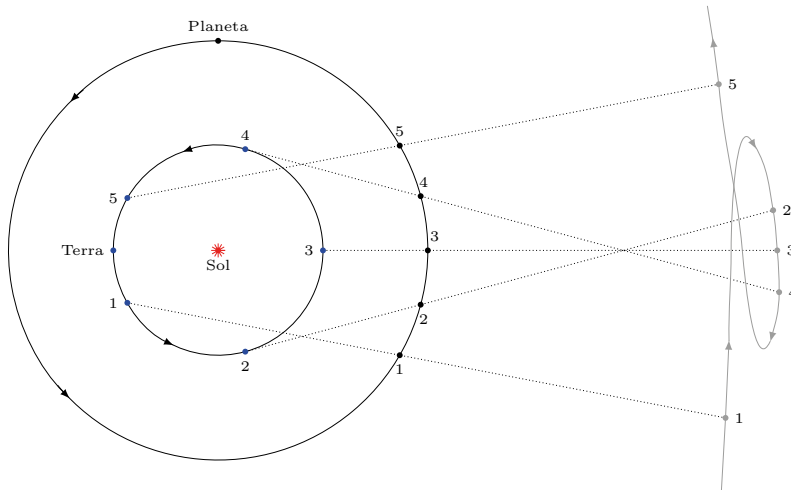


Figura 1.6: Esquema real do movemento de retrogradación dun planeta.

Ademais, había días nos que as estrelas brillaban máis que outros, signo inequívoco de estaren máis preto da Terra, algo imposible se a órbita fose circular. Atopamos aquí un dos principais problemas da ciencia na antigüidade: non se elaboraban teorías conforme ás observacións, senón que se adaptaban a un marco ríxido de ideas preconcebidas (velocidade uniforme, movemento circular) do que non era posible fuxir. Non importaba que o modelo proposto fora fisicamente imposible. O mesmo Claudio Tolomeo xustificábase aceptando que as leis físicas da Terra e dos ceos non teñen por que ser idénticas, pois como dicía Aristóteles o mundo sublunar e o dos ceos máis aló da Lúa obedecen regras diferentes. Faltaban máis de mil anos para que Johannes Kepler (1571-1630) se convencesese (moi ao seu pesar, pois a súa idea inicial coincidía coa tradicional) de que as órbitas eran elípticas e as velocidades non constantes, o que resolvía dun xeito simple os problemas sinalados anteriormente. Pero no entanto, Tolomeo atopou unha explicación convincente, mediante o sistema coñecido como epiciclo-deferente.

A idea consiste en supoñer que os planetas xiran en torno a un punto imaxinario describindo un círculo chamado epiciclo, e este punto imaxinario xira arredor da Terra debuxando unha circunferencia chamada deferente. Con esta idea poden explicarse as retrogradacións e os cambios no brillo das estrelas, se ben a costa de complicar o sistema, pois hai que ir aumentando o número de epiciclos para resolver os problemas que van xurdindo. Para completar a teoría, Tolomeo engadiu a existencia dun punto

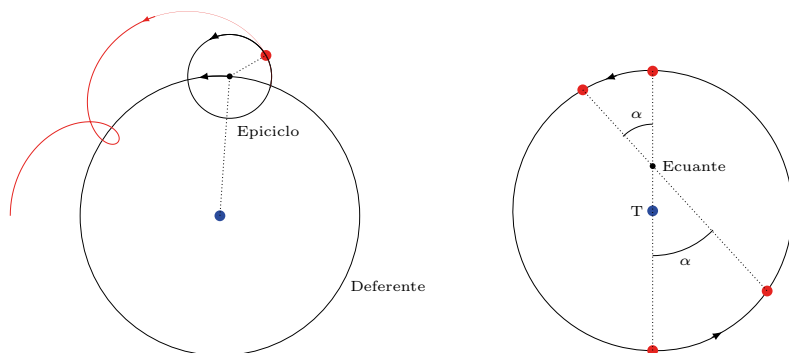


Figura 1.7: Sistema epiciclo-deferente e punto ecuante.

chamado ecuante, punto con respecto ao cal o planeta xira a velocidade angular constante, o que é unha trampa, pois na práctica supón que o seu movemento xa non é a velocidade uniforme, contrariamente ao establecido por Aristóteles. Esta eiva non pasou desapercibida na antigüidade, e acabou sendo a escusa de Copérnico para propoñer a súa proposta, pois as existentes «contraviñan os primeiros principios do movemento uniforme». Trátase dun modelo complicado de máis, que «soluciona» os problemas engadindo máis e máis círculos, cando non saltándose as normas que el mesmo se impón. Non é de estrañar que Alfonso X o Sabio (1221-1284) dixera del que:

Se o Señor todopoderoso me tivese consultado antes de embarcarse na Creación, teríalle recomendado algo máis simple.

De calquera xeito, Tolomeo foi quen de establecer unha teoría minimamente sólida, que plasma en trece libros que foron coñecidos co título de *Megisti sintaxis*, que poderíamos traducir por *Gran colección*. Máis adiante, os árabes engadíronlle o artigo *Al*, e logo pasou a denominarse abreviadamente *Al-majisti*, de onde chegamos a *Almagesto*, título co que pasou definitivamente á historia.

Establecido o sistema tolemaico, decorren cinco séculos perdidos, entre o v e o x, nos que a Biblia tomada ao pé da letra determina a cosmoxía. Así, temos que o firmamento está rodeado por auga, pois:

Quixo Deus que houberse un espazo para arredar as augas das augas. E fixo un espazo, que arredaba as augas de enriba das de abaixo. Ao espazo rematado Deus chamouno ceo. E completouse o segundo día.

Xénese 1, 6-7

E ten forma de tenda, dado que:



Que El reina sobre o orbe da Terra, e que os habitantes da Terra son coma saltóns; que El estende coma unha cortina o ceo, esténdeo coma unha tenda onde habitar...

Isaías 40, 22

Tocante á Terra, preséntasenos con forma de táboa rectangular dúas veces máis longa que ancha, como o tabernáculo descrito no *Libro do Éxodo*, e rodeada polo océano. Rexéitase a posibilidade dunha forma esférica pois, como sinalaba Lactancio (245-325), nese caso os nosos antípodas camiñarían cos pés por enriba das súas cabezas, e choería e nevaría cara arriba, o que era absurdo. Ata chegar a Beda (672-735) non se aceptou de novo que a Terra fose unha esfera. Pero foi Gerberto (946-1003), coñecido como o papa Silvestre II, un home adiantado a súa época e proclive á ciencia, quen favoreceu unha postura máis aberta por parte da relixión.

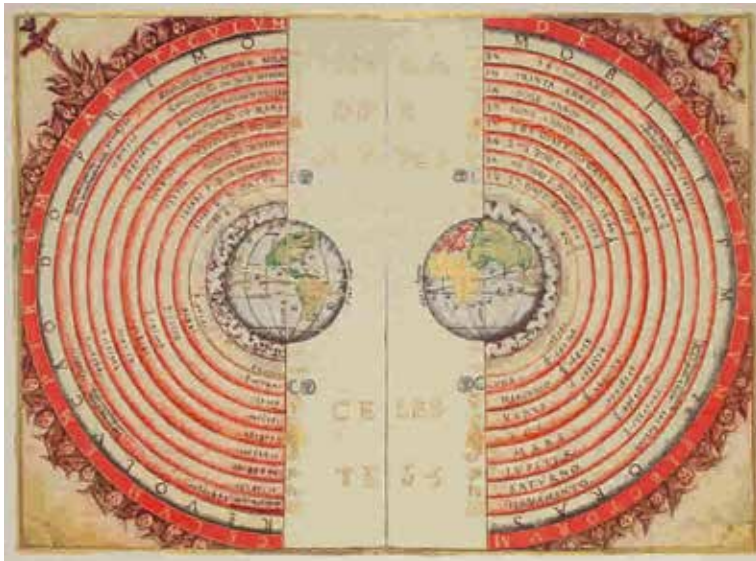


Figura 1.8: O sistema tolemaico polo cartógrafo portugués Bartolomeu Velho (1568).

Tamén axudaron os sabios árabes, que aceptaron o sistema tolemaico engadindo máis e máis epiciclos. Eles foron os primeiros en traducir do grego ao árabe o *Almagesto* na Casa da Sabedoría de Bagdad no ano 827. Dos árabes pasou o coñecemento ao mundo cristián, e co impulso dado á cultura por Alfonso X o texto árabe do *Almagesto* foi traducido ao castelán por Gerardo de Cremona (1114-1187) da escola de tradutores de Toledo, converténdose no texto de referencia nas clases de Astronomía de todas as universidades europeas. Todas estas circunstancias fixeron do modelo xeocéntrico o único universalmente aceptado ata o século XV.

Podemos resumir este triste período coas palabras de Alfred North Whitehead (1861-1947) no seu libro *Science and the Modern World*:

En 1500 Europa sabía menos que Arquímedes, que morreu no ano 212 antes de Cristo.

## Capítulo 2

# Nicolás Copérnico

O ano 1543 marca unha data importante na historia da humanidade, pois foi cando apareceu o *De revolutionibus orbium cælestium* e a data na que o seu autor, Copérnico, morreu. Podería ser considerado o ano no que remata a Idade Media e comeza o mundo moderno, porque marca a fin dun mundo e o comezo dun novo: a fin do mundo antigo e medieval no que ata este momento o propio universo xiraba en torno ao ser humano e ao noso planeta. Con este tamén morre unha tripla orde que regulou a existencia da humanidade ata agora, a orde científica, filosófica e relixiosa.

Niklas Koppernigk (ou Nicolaus Copernicus en latín) naceu o 19 de febreiro de 1473 en Torun, vila pertencente á Prusia Real, integrada en Polonia, sendo o último dos catro fillos do matrimonio formado por Niklas Koppernigk (1420-1483) e Bárbara Watzelrode (1440-1495). Tratábase de xente acomodada, sendo o pai, orixinario de Cracovia, un próspero comerciante (probabelmente en cobre, de aí o nome familiar), e a nai filla dunha importante familia local. No ano 1484 morre o pai, e os catro irmáns quedan a cargo do seu tío Lucas Watzelrode (1447-1512), un cóengo poderoso e autoritario do que se dicía que xamais ninguén o vira rir. O tío Lucas progresou axiña, acadando o bispado de Warmia en 1489, aproveitando o cargo para exercer descaradamente o nepotismo e solucionar economicamente a vida dos seus próximos, comezando polo seu fillo bastardo, do que aseguraba era descendente dunha virxe e ao que colocou na alcaldía de Braunsberg.

Canto aos seus sobriños, a maior das irmás de Copérnico converteuse en abadesa do mosteiro de Kulm, mentres que a segunda casaba cun nobre. Para os varóns tiña destinada unha boa ocupación no seo da igrexa, en concreto como cóengos de Frauenburg. Pero para acadar eses postos era preciso que os dous irmáns se formasen, polo que o tío Lucas decidiu envialos en 1491 á Universidade de Cracovia. Neste punto cómpre subliñar que, se ben Andreas (1470-1519) era o maior, Nicolás gozaba das preferencias do tío. E non se equivocaba este na súa intuición, pois Andreas, de carácter oposto ao de Nicolás, levou unha vida escandalosa, morrendo de sífilis

arredor do ano 1519.

Parece ser que Copérnico permaneceu en Cracovia ata o ano 1495, e probabelmente estudou Matemáticas, Astroloxía e Astronomía. Durante a súa estancia en Cracovia prodúcese un feito relevante: o descubrimento de América, que constitúe un chanzo de cara a formular definitivamente a redondez da Terra. E nesta universidade Copérnico coñecerá os *Elementos* de Euclides, (ca. 325-265 a. n. e.) todo o que rodea ao estudo da esfera, das teorías planetarias, as táboas das eclipses e o *Tetrabiblon* de Tolomeo.

Sen ter rematado os estudos en ningunha das disciplinas cursadas, Copérnico decide regresar a Frauenburg. É probábel que o retorno fora ordenado polo tío Lucas, e estaría motivado pola inminente morte dun cóengo da catedral. O maquiavélico plan do tío consistía en propoñer ao seu sobriño como substituto, pois como bispo gozaba desa prebenda se o pasamento se producía nun mes par (nos meses impares era o papa quen decidía). A mala sorte quixo que o relixioso finase en setembro, e as influencias do tío non serviron fronte a outro candidato máis recomendado, polo que Copérnico debeu agardar dous anos máis ata que en 1495, desta volta en agosto, un novo falecemento lle permitise acadar o ansiado posto de cóengo da catedral de Frauenburg.

Conforme asumiu o cargo, Copérnico marchou a Italia en 1496 para estudar na Universidade de Boloña, na que tampouco se graduou. Sábese que realizou observacións astronómicas, pois rexistrou a eclipse da estrela Palilicium (Alfa Tauri, Aldebarán) pola Lúa o 9 de marzo de 1497.

En 1500 visita Roma, sendo papa Alexandre VI, Rodrigo Borgia (1431-1503). A causa desta estancia na Cidade Eterna pode ser múltiple: acudir ao xubileo, realizar as prácticas de dereito eclesiástico na Curia Romana ou quizá, aínda que sexa pouco plausíbel, dar conferencias de Matemáticas e Astronomía e proporcionarlle ao papa un avance da teoría heliocéntrica. É posíbel deducir a partir das anotacións que o propio autor rexistrou das conxuncións dos planetas coa Lúa ou da eclipse de Lúa que se produciu mentres estaba en Roma, o 6 de novembro de 1500, que nesta época xa estaba callando nel a idea do heliocentrismo.

En 1501 comezou os estudos de Medicina en Padua. Outra volta deixou a carreira sen rematar, e acabou graduándose en Dereito Canónico en Ferrara en 1503 (universidade na que xamais estudou, pero parece ser que o título era máis barato). Durante estes anos non exerceu nunca as funcións do seu posto en Frauenburg, o que dá unha idea das esixencias do traballo. De calquera xeito ao tío Lucas debeulle parecer que as prebendas como cóengo da catedral de Frauenburg non eran abondo, e conseguiu para o seu sobriño o cargo de escolástico da Colexiata da Sagrada Cruz de Breslau (cidade que o interesado probabelmente non visitou xamais), e que mantería ata o ano 1538.

Por fin, en 1503 Copérnico remata os estudos en Italia e volve cara a Polonia, establecéndose no castelo de Heilsberg, residencia oficial do seu tío, do que agora é o seu médico particular, se ben hai constancia de que tamén actúa como unha especie de secretario persoal. Alí permanece ata o ano 1512, no que morre (probabelmente

envenenado) o tío Lucas. Conscientes da súa excepcional valía, as autoridades eclesiásticas seguen confiando nel encargándolle todo tipo de misións de administración e diplomáticas, pero Copérnico non ten a ambición do seu tío e protector, renunciando a unha carreira política de máis alta proxección para conformarse con regresar ao seu inicial cargo de cóengo en Frauenburg.

Do período vivido en Heilsberg hai constancia de que publicou unha tradución ao latín dun texto grego (que dedicou ao seu tío), e cara 1507 escribirá o que suporá un dos documentos máis importantes para a historia da ciencia: o *Commentariolus*. Nel concibirá un sistema heliocéntrico, establecendo por primeira vez a orde do sistema planetario en función da velocidade de revolución de cada un dos planetas. O texto é diferente ao que posteriormente aparecerá na súa obra definitiva, o *De revoutionibus*, e se ben non chegou a publicarse daquela, circulando anonimamente, debeu ter certa difusión, pois hai constancia de que Copérnico foi consultado durante o V Concilio de Letrán (1512-1517), cando o papa León X (1475-1521) introduciu a cuestión da necesaria reforma do calendario. En realidade o *Commentariolus* non será impreso ata 1878, por Maximilian Curtze (1837-1903), que atopou unha das copias na Biblioteca Imperial de Viena.



Figura 2.1: Reprodución dun gravado co retrato de Nicolás Copérnico (1650).

Logo do *Commentariolus*, o único escrito de Copérnico sobre Astronomía foi unha breve recensión sobre o libro *De motu octavae sphaerae* (Sobre o movemento da oitava esfera) encargada polo secretario do rei de Polonia, Bernard Wapowski (ca. 1475-1535). O acontecido dános unha idea da prudencia (entendida como desexo de non romper coa tradición) coa que se desenvolvía Copérnico. O texto en cuestión tratábase da primeira obra no campo da Astronomía do cartógrafo Johannes Werner (1468-1522), e nela o autor criticaba as opinións dos astrónomos da antigüidade relativas ao movemento da esfera de estrelas fixas (a coñecida como oitava esfera). Naturalmente, o feito de que Wapowski recorre a Copérnico confirma que este era xa un astrónomo respectado naquel tempo. O informe, remitido o 3 de xuño de 1524,

é coñecido como a *Carta contra Werner*. Trátase dunha crítica dura, na que Copérnico defende os cálculos e observacións de Tolomeo e sinala a imprecisión dos termos técnicos utilizados por Werner, ademais de indicar erros de vulto como datar con once anos de diferenza a observación de Regulus (a estrela máis brillante da constelación de Leo) feita por Tolomeo. En resumo, para Copérnico, Werner presentaba unha teoría errónea e inconsistente. Por outra banda Copérnico inclúe no documento citas e referencias abundantes a Aristóteles, que constituirán sen dúbida un punto de partida posterior para as súas teorías. Pero a pesar do tono crítico da carta, coñecida como *Epistola ad Bernardum Wapowski contra Wernerum*, (e que foi publicada por primeira vez en 1854), máis adiante, no *De revolutionibus*, Copérnico non tería reparo ningún en utilizar material e ideas do texto de Werner, sen citalo expresamente.

No período entre 1512 e 1530 Copérnico ocupou diferentes cargos relacionados coa administración e a diplomacia, chegando a ser por un tempo Administrador Xeral da Diocese de Warmia. Son anos convulsos, pois a aparición da reforma luterana aviveceu as eternas diferenzas entre os cabaleiros teutóns (protestantes) e Polonia (católicos), iniciándose en 1519 unha guerra na que Copérnico, do bando polaco pero habitante das terras fronteirizas entre uns e outros, pasou non poucos apuros. Con certeza nesta etapa realiza a meirande parte das observacións que logo lle permitirían elaborar as súas teorías.

No plano administrativo, Copérnico escribe varios tratados sobre a reforma monetaria na Prusia Real, e en 1520 terá que encargarse da defensa do Castelo de Olsztyn na guerra levada a cabo contra a Orden Teutónica. Nesta guerra a casa de Copérnico foi arrasada por un incendio e seguramente se perderon os instrumentos que o noso autor utilizaba para as medicións astronómicas.

É probábel que para o ano 1530 rematase a súa obra fundamental, *Sobre as revolucións dos orbes celestes*, que logo describiremos polo miúdo. Pero non a publicou inmediatamente, malia ter coñecemento de que non habería unha especial reticencia por parte da igrexa católica, pois é sabido que en 1536 Copérnico recibiu unha carta do cardeal Nicolás Schönberg (1472-1537) animándolle a publicar o libro. Tamén é sabido que o mesmo Erasmo de Rotterdam (1466-1536) deu a coñecer a súa opinión positiva sobre o autor. Mais estas opinións e mostras de alento tanto dos seus amigos máis achegados como de personaxes desexosos de ordenar o calendario ou de impulsar as novas teorías do Renacemento non son suficientes para decidir a Copérnico a publicar o texto. Enumeraremos máis adiante as diferentes hipóteses que xustifican esta demora, limitándonos polo de agora a afirmar que con certeza o texto non tería visto a luz de non ser pola insistencia dun personaxe do que nos ocuparemos máis adiante: George Joachim Rheticus (1514-1574).

En 1541 Copérnico autoriza a publicación da súa célebre obra. E na primavera de 1542 Rheticus marchou a Nuremberg para dirixir a edición, que debía imprimirse nos talleres de Petreius, especialista na publicación de obras astronómicas. Mais Rheticus foi nomeado titular da cátedra de Matemáticas en Leipzig e non lle quedou outra que deixar o coidado da edición en mans de Andreas Osiander, quen estaba interesado na

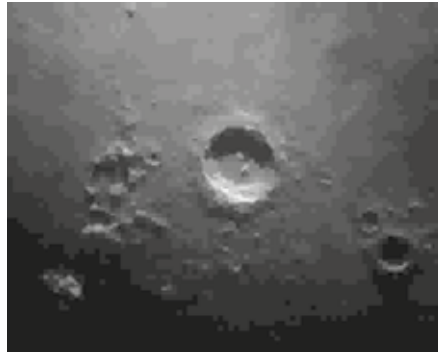


Figura 2.2: Cráter Copérnico na Lúa (Michael L. Umbricht/Ladd Observatory).

obra de Copérnico desde facía algún tempo.

No entanto, a fin de Copérnico achegábase. Un final triste no que o bispo Johannes Dantiscus (1485-1548) o obrigou primeiro a prescindir de Anna, a súa *focaria* (léase concubina), co argumento de que o privaba «do tempo libre necesario para completar a súa obra», co que se viu só aos 63 anos, pois o seu amigo Johannes Sculteti (1450-1526), tamén cóengo da catedral, acabou desterrado logo de negarse á súa vez a separarse da súa focaria e fillos. En realidade o transfondo do enfrontamento entre o bispo Dantiscus e Sculteti era político e non de índole moral, pois é sabido que o primeiro mantiña unha filla e era coñecido polas súas numerosas amantes. O que en realidade estaba en xogo era a loita de poder entre a coroa polaca, representada por Dantiscus, e o poder de Roma, que apoiaba a Sculteti, e o coitado Copérnico acabou pagando as consecuencias de non obedecer a orde de romper relacións co seu amigo. De calquera xeito o resultado foi que nese obrigado ostracismo Nicolás Copérnico pasou varios meses ata que un derrame cerebral, seguido dunha parálise, o deixou prostrado na cama a finais de 1542. Só quedaba agardar polo desenlace, que se produciu o 24 de maio de 1543. Conforme conta o cóengo Tiedeman Giese (1480-1550), compañeiro de Copérnico, o óbito tivo lugar o mesmo día no que viu por vez primeira un exemplar impreso do seu libro.





# Capítulo 3

## De revolutionibus orbium cœlestium

Non é posíbel explicar o contido do máis famoso libro de Copérnico, *Sobre as revolucións dos orbes celestes*, ao que nos referiremos abreviadamente como *De Revolutionibus*, sen aludir previamente ao manuscrito no que Copérnico esboza por vez primeira a súa teoría heliocéntrica. Este tratado, coñecido co nome de *Commentariolus*, foi escrito probabelmente entre 1510 e 1514, e andou perdido durante séculos ata que foron atopadas dúas copias en Viena en 1878 e en Estocolmo en 1881. Trátase dun texto de apenas corenta páxinas que constitúe unha versión preliminar, un avance de resultados, que permitiría, logo das correspondentes correccións e demostracións matemáticas, o establecemento do sistema copernicano. Describamos xa que logo brevemente o *Commentariolus*.

### 3.1. O *Commentariolus*

En primeiro lugar, e como presentación, Copérnico explica a necesidade desta nova teoría, que se asenta na contradición do sistema tolemaico de supoñer a un tempo a existencia do ecuante e a hipótese de velocidades uniformes dos corpos celestes. Ao mesmo tempo sinala a necesidade de contar cun modelo máis simple que o de Tolomeo, entendendo por tal que sendo acorde coas observacións utilice un menor número de círculos para explicar as traxectorias dos astros, pasando dos oitenta do sistema tolemaico a trinta e catro. E a continuación pasa a expoñer os postulados fundamentais da súa teoría:

1. Non todos os corpos celestes xiran arredor do mesmo punto.
2. A Terra non é o centro do Universo, senón unicamente da órbita da Lúa.
3. O Sol é o centro do Universo.

4. A distancia entre a Terra e o Sol é moi pequena en comparación coa distancia da Terra e o Sol coas estrelas fixas.
5. O movemento das estrelas é unha ilusión producida pola rotación da Terra.
6. O movemento do Sol é só aparente; son a Terra e os planetas os que xiran arredor del.
7. A retrogradación dos planetas é consecuencia deste movemento da Terra arredor do Sol.

Atopamos por tanto as ideas fundamentais do sistema heliocéntrico, logo das cales Copérnico describe os seus círculos e epiciclos, advertindo sobre as probas e demostracións matemáticas que «as reservo para a miña obra máis ampla». Se ben esta afirmación establece sen lugar a dúbidas que Copérnico tivo no seu momento en mente a publicación do que logo sería o *De revolutionibus*, o certo é que máis adiante fraqueou nesta determinación, como recoñece na dedicatoria. Por que? Analizarémolo a continuación.

### 3.2. As dúbidas sobre a publicación do texto

Como dicíamos, Copérnico tardou en aprobar a publicación da súa obra máis senlleira. Os estudosos suxiren varias hipóteses, ningunha delas determinante, e a resposta pode ser unha conxunción de todas ou varias delas. Podemos indicar as seguintes:

#### 1. Reservas científicas.

Copérnico sabía que non podía probar as súas afirmacións sobre o movemento da Terra. Tamén era consciente de erros na súa teoría, motivados polas deficiencias nas observacións utilizadas, provenientes de textos antigos. Hai constancia de que usou profusamente as Táboas Alfonsinas, táboas con observacións astronómicas realizadas durante o reinado de Alfonso X o Sabio, e aínda que as mellorou era consciente da súa falla de fiabilidade. Por outra banda, esaxerou o número de círculos do sistema tolemaico, que serían corenta en lugar de oitenta, mentres que no seu propio sistema, debido á supresión do ecuate, e logo de revisar o traballo do *Commentariolus* para redactar o *De revolutionibus*, o número de círculos ascende a corenta e oito. Como consecuencia, desaparece unha das motivacións da publicación, pois o resultado é que se presenta un sistema máis complicado que o tolemaico. Para máis inri, a nova teoría non era mellor que a existente de cara a predicir os movementos dos corpos celestes, algo que sen dúbida Copérnico sabía.

## 2. Influencia das ideas pitagóricas.

Copérnico participaba da idea pitagórica de que o coñecemento debe estar reservado aos iniciados e ser por tanto transmitido «de boca en boca». De acordo con ese razoamento, poñer a disposición do vulgo as súas teorías sería como botar auga limpa nun pozo cheo de sucidade: malgastar a auga para axitar a sucidade (comparación do propio Copérnico recollida nunha carta apócrifa de Lisis a Hiparco que traduciu do grego ao latín e que figuraba no manuscrito ao final do libro primeiro).

## 3. Medo ás burlas e críticas dos filósofos e teólogos.

É sabido que a Copérnico lle preocupaba este aspecto, pois así o recoñece na dedicatoria ao papa Paulo III (1468-1549), pedíndolle pola súa autoridade «fregar as trabadas dos calumniadores», se ben non parece moi confiado no éxito da súa petición, pois un pouco máis adiante recoñece que «non hai remedio contra as trabadas dun sicofanta».<sup>1</sup> Ademais hai constancia dunha carta sobre o particular enviada a Andreas Osiander (1498-1552) durante a elaboración do texto. Este suxeriulle que se anticipase ás críticas presentando a súa teoría como un modelo que explicaba os fenómenos, quitando importancia a que resultase verdadeira ou falsa. Noutras palabras, que renunciase a defender a veracidade do seu modelo, o que desgustou a Copérnico e a un tempo explica o comportamento posterior de Osiander.

## 4. Temor de sufrir represalias.

Non parece que a Copérnico puidera preocuparlle este asunto en exceso. Debemos pensar que estamos nun contexto de particular tolerancia na igrexa católica, camiño iniciado polo papa León X e continuado polos seus sucesores, Clemente VII (1478-1534) e Paulo III. De feito, Copérnico era un personaxe respectado, do que se solicitara colaboración para a reforma do calendario, e consérvase unha carta de 1536 do cardeal Nicolás Schönberg apertándoo non só para que publicase a súa obra senón solicitando tamén que lle enviase «o antes posíbel as túas elucubracións acerca da esfera do Universo». De calquera xeito, Copérnico si debeu ser consciente de que non podía agardar o apoio dos protestantes, pois xa antes da aparición do *De revolutionibus* Martín Lutero (1483-1546), en *Tischreden*, referíase desprezativamente a el nestes termos:

---

<sup>1</sup>A palabra *sicofanta* significaba en orixe 'delator do exportador de figos' (pois a exportación deste froito estaba prohibida na rexión da Ática) e denotaba xa que logo aos que denunciaban este tráfico. Co tempo pasou a designar a un delator profesional, máis ben un calumniador ou chantaxista, pois os cidadáns que realizaban as denuncias recibían parte da fortuna do reo se era condenado, aínda que tamén se arriscaban a pagar unha forte multa no caso de resultar este absolto. Por esta razón era corrente acadar un acordo entre acusador e acusado antes de chegar ao xuízo. O proverbio ao que se refire Copérnico pode estar relacionado cunha anécdota que se conta do filósofo cínico Díoxenes (412-323 a. n. e.) quen, preguntado sobre cal das bestas tiña unha trabada máis prexudicial, replicou: «Das salvaxes, o sicofanta, das domésticas, o adúlador».

Fálase dun novo astrólogo que quere probar que a Terra se move e xira sobre si mesma en vez de ser o ceo, o Sol e a Lúa os que o fan, como se alguén que se estivese movendo nunha carruaxe ou nun buque puidese soste que está sentado inmóbil mentres o chan e as árbores camiñan e se moven. Pero así é como son as cousas hoxe en día: cando un home desexa ser listo cómprelle inventar algo especial, e o modo en que o faga ten que ser o mellor. O estúpido desexa volver do revés toda a arte da Astronomía. Porén, tal como nos contan as Sagradas Escrituras, Xosué fixo deterse ao Sol e non á Terra.

Obviamente e consideradas por xunto, son razóns poderosas para dudar sobre a conveniencia ou non da publicación. Por sorte, a ciencia contou neste caso coa axuda da fortuna, materializada en forma dun discípulo ao que lle debemos probabelmente a aparición do texto: Reticus.

### 3.3. Rheticus

George Joachim von Lauchen, máis coñecido polo seu nome latino, Rheticus, naceu en Feldkich (Austria) en 1514. Perdeu de moi novo o seu pai, executado por bruxería en 1528, e marchou a estudar a Zúrich, onde coñeceu a Paracelso (1493-1541), dirixíndose máis adiante a Wittenberg. En Nuremberg contou como profesor co reputado astrónomo Johannes Schöner (1477-1547), e coñeceu ao impresor Johannes Petreius (1497-1550), que desempeñará un papel importante na publicación do *De revolutionibus*. De confesión luterana, foi apadriñado por Philipp Melancton (1497-1560), e por recomendación deste ocupou unha praza de profesor de Matemáticas e Astronomía na Universidade de Wittenberg. Daquela as relacións entre católicos e protestantes eran aínda aceptábeis, coa esperanza da reconciliación, e en 1538 Melancton concedeu a Rheticus permiso para viaxar á católica Warmia para entrevistarse con Copérnico e coñecer polo miúdo a teoría daquel, en palabras de Lutero, «novo astrólogo que quere probar que a Terra xira sobre si mesma».

O encontro entre os dous homes produciuse no verán de 1539. Copérnico contaba 66 anos, fronte aos 25 do seu interlocutor, que se presentou con regalos de inestimábel valor como presente para a persoa á que no sucesivo chamaría *Domine Praeceptor* (o meu mestre): textos en latín procedentes da imprenta de Petreius (quizais por amosarlle o ben que traballaba este), e edicións en grego dos *Elementos* de Euclides e o *Almagesto* de Tolomeo. Pero de súpeto a tensión entre luteranos e católicos aumentou, ata o punto de que Dantiscus, bispo de Warmia, ditou un edicto considerando herexes os luteranos, ordenándolles abandonar o territorio, ao que seguiu un segundo edicto máis ameazante un ano despois. Por sorte, Rheticus sorteou os perigos e continuou a carón de Copérnico, no castelo de Loebau, residencia do bispo Giese, probabelmente o único amigo co que Copérnico contou en vida.

Coa axuda de Giese, Rheticus foi por fin quen de vencer a resistencia a publicar de Copérnico. Pero o mestre negouse en redondo a que figurase o seu nome na publicación, de xeito que chegaron a un acordo: Rheticus escribiría un resumo, referíndose ao autor como *Domine Praeceptor*, ao que cando fora inevitábel nomearía unicamente como Nicolás de Torun. O texto, escrito en forma de carta dirixida ao astrónomo de Nuremberg Johannes Schöner, é coñecido co nome de *Narratio Prima*.

A *Narratio Prima* é un resumo do *De revolutionibus*, e foi publicada en 1540. Certamente, contén afirmacións extravagantes dificilmente atribuíveis a Copérnico, como relacionar a caída do imperio romano ou a segunda chegada de Cristo con cuestións como a excentricidade da órbita da Terra, pero pola súa transcendencia pode considerarse o texto que facilitou a posterior publicación do *De revolutionibus*. Todos querían ver editado o manuscrito no que aquela narración se baseaba, e Copérnico viuse obrigado a ceder.

A elaboración do texto definitivo do *De revolutionibus* efectuouse entre o verán de 1540 e setembro de 1541. A imprenta escollida para o traballo, especialista en publicacións astronómicas, era a de Johannes Petreius, situada en Nuremberg, territorio de confesión luterana. Foi preciso obter o apoio do duque Alberte I de Prusia (1490-1568), pois os protestantes eran daquela máis reticentes coas ideas copernicanas que os católicos. Por fin, en 1542 comezou o traballo de impresión. Tamén nese mes Copérnico redactou a dedicatoria ao papa Paulo III. Por desgraza, Rheticus debeu desentenderse do proceso, pois debía acudir a Leipzig a tomar posesión da súa cátedra de Matemáticas (ao tempo que fuxía dunha probábel acusación de homosexualidade), e confiou a edición ao luterano Andreas Osiander. E esta saída de escena de Rheticus, que xamais volveu ter contacto co seu admirado mestre, será moi relevante no que aconteceu a continuación e que detallaremos logo, cando analicemos en detalle o texto publicado, pero que resumiremos agora dicindo que Osiander traizoou a confianza depositada nel incluíndo no libro un prefacio claramente contrario ás ideas copernicanas.

### 3.4. Estrutura do libro

Na primavera de 1543 aparece editado o libro *De revolutionibus orbium caelestium*, da autoría de Nicolás Copérnico. O texto completo consta dos seguintes documentos, que analizaremos a continuación:

1. Unha advertencia «Ao lector sobre as hipóteses deste traballo».
2. A carta do cardeal Schönberg de 1536 na que este instaba a Copérnico a publicar o libro.
3. Unha dedicatoria ao papa Paulo III redactada polo propio Copérnico.
4. Unha visión do Universo explicada en seis libros.

## Ao lector sobre as hipóteses deste traballo

Resulta evidente que esta advertencia ao lector non foi redactada por Copérnico, pois nel ponse en dúbida a veracidade do sistema copernicano. En efecto, todo indica que o prefacio é obra do luterano Andreas Osiander quen, se ben loa ao autor, explica que o libro contén absurdos, e que as hipóteses propostas no texto son probablemente falsas, se ben paga a pena dalas a coñecer en tanto son sinxelas e casan coas observacións. Textualmente:

E non é necesario que estas hipóteses sexan verdadeiras, nin sequera verosímiles, senón que basta con que amosen tan só un cálculo congruente coas observacións.

Non pode imaxinarse peor tarxeta de presentación para un texto científico, se ben a favor de Osiander podemos asegurar que seguramente actuaba coa intención de protexer ao autor de futuras críticas e problemas. De calquera xeito, o prefacio botaba por terra todo o traballo posterior, e xa que logo xurde a dúbida de se Copérnico chegou a coñecer estas liñas. Sobre iso hai dúas hipóteses. Por unha banda contamos coa versión de Johannes Praetorius (1537-1616), amigo de Rheticus, polo cal sabía que Copérnico tivo coñecemento previo da advertencia ao lector redactada por Osiander.



Figura 3.1: Portada da edición de *De revolutionibus* de 1543.

Pola contra, Kepler aseguraba que non foi tal. As dúas testemuñas son do mesmo ano, 1609, e hoxe en día os historiadores dan máis credibilidade á primeira, considerando que cita a Rheticus, íntimo colaborador de Copérnico. Tamén é posíbel que, aínda que chegase a coñecer o prefacio, o estado de saúde de Copérnico non lle permitise entendelo. De telo comprendido sen dúbida o tería rexeitado, aínda que non puidese impedir que se incluíse como parte do conxunto do texto. Pero hai un indicio máis que apunta a unha actuación pouco ética, pois a redacción dá a entender que esta advertencia ao lector provén do propio Copérnico, e non será ata unha edición

de Varsovia do ano 1854 que Osiander sexa citado como o seu verdadeiro autor. Esta sospeita de que Osiander se extralimitou nas súas funcións vese confirmada se temos en conta ademais que, aínda que a idea inicial de Copérnico era titular o texto como *De revolutionibus orbium mundi*, ou unicamente *De revolutionibus*, Osiander decidiu cambiálo, sen que saibamos a razón nin conste autorización ningunha por parte de Copérnico, por *De revolutionibus orbium cælestium*. E, aínda que pareza un cambio menor, non é tal, pois a Terra non se considera un orbe celeste. É dicir, mediante este engadido aparentemente inocuo Osiander limita o alcance da teoría copernicana.

### Carta do cardeal Schönberg

Podemos entender esta carta como a escusa perfecta para xustificar ter aceptado a publicación do libro, e dá unha idea da sona que Copérnico tivo na súa época, ao tempo que desminte calquera obxección por parte da igrexa católica sobre a publicación. En efecto, na misiva, o cardeal Schönberg, arcebispo de Capua e home de confianza de Paulo III (como anteriormente o fora dos seus predecesores León X e Clemente VII), anima a Copérnico non só a publicar o libro, senón tamén a enviarlle unha copia das súas teorías sobre o Universo, «xunto coas táboas e calquera outra cousa de que dispoñades relativa ao tema». Polo que parece, Clemente VII tivo coñecemento das teorías de Copérnico por medio do seu secretario, e é probábel que a curiosidade animase ao seu sucesor, o que suxire que o cardeal Schönberg tería redactado a carta por indicación directa do papa Paulo III.

### Dedicatoria ao papa Paulo III

Comeza Copérnico a dedicatoria ao papa Paulo III explicando as súas dúbidas en dar a coñecer o seu modelo que «retido por min estivo en silencio non só nove anos, senón catro veces nove». Certamente non foi tanto tempo, e trátase dunha evidente alusión á *Epístola aos Pisóns* de Horacio (65-8 a. n. e.), onde o poeta latino aconsellaba aos poetas noveis gardar nove anos o que escribisen para volver logo dese tempo sobre isto e corrixilo con distanciamento. A continuación explica que os seus amigos o convenceron de mudar de opinión. Neste punto unicamente cita ao cardeal Schönberg e ao bispo Giese, omitindo calquera referencia ao máis importante impulsor da publicación, Rheticus. Non son coñecidas as razóns desta ofensa, especulándose coa hipótese de ter excluído ao seu discípulo por ser este luterano, coa intención de non desairar ao papa. Pero o certo é que o nome de Rheticus non aparece en parte ningunha do texto. Hai constancia de que este tivo coñecemento da dedicatoria, e probabelmente a decepción foi a causa de que Rheticus desaparecese da vida de Copérnico no verán de 1542. De nada serviron as escusas de Giese tentando xustificar o esquecemento do mestre por razón da súa saúde. Nos máis de trinta anos que viviu con posterioridade, ata a súa morte en 1574, Rheticus mantívose afastado da teoría copernicana, resistindo as presións para que corrixise os erros de cálculo do *De*

*revolutionibus* e continuase o traballo. Nin sequera publicou unha biografía do seu mestre que escribira.

Volvendo á dedicatoria, Copérnico continúa explicando os fallos evidentes do sistema tolemaico, así como a existencia dende moi antigo de hipóteses diferentes sobre o Universo, razóns que lle levaron a pensar na posibilidade de que a Terra se movese, para a continuación comprobar que as observacións dos corpos celestes eran compatíbeis con esta idea. Finalmente, anuncia o contido dos libros, argumentando a solidez da súa teoría nas fórmulas matemáticas, rematando cunha referencia ao Concilio de Letrán sobre a reforma do calendario, empeño fracasado «por causa de que as magnitudes dos anos e dos meses e os movementos do Sol e da Lúa aínda non eran considerados correctamente medidos». Resumindo, tres son as razóns principais de Copérnico para publicar o libro:

1. Explicar o movemento irregular dos corpos celestes dun xeito acorde coa razón.
2. Unificar a Cosmoloxía e a Astronomía para facelas teoricamente compatíbeis.
3. A reforma do calendario.

### 3.5. Unha visión do Universo explicada en seis libros

Por fin entramos no contido dos seis libros que expoñen o sistema copernicano. A estrutura da exposición é moi semellante á do *Almagesto* de Tolomeo.

O texto comeza cunha introdución onde Copérnico sinala sobre Tolomeo que «moitas cousas non concordan coas que se deberían deducir a partir do seu sistema», xustificando a súa intención de presentar os seus descubrimentos por concluír, de acordo con Plutarco, que «ata agora o movemento dos astros venceu a pericia dos matemáticos».

A continuación vai desenvolvendo os catorce capítulos do primeiro libro, dos que nos once primeiros describe o Universo, a situación, e os tres movementos da Terra: rotación, translación e precesión, realizando unha defensa do sistema heliocéntrico como descrición do sistema planetario, e nos tres últimos capítulos trata de trigonometría, reunindo teoremas e táboas.

Temos que dicir que no manuscrito inicial o libro constaba unicamente dos once primeiros capítulos, rematando coa tradución que o propio Copérnico fixo dunha carta de Lisis a Hiparco. Esta carta, que traduce Copérnico do grego ao latín para xustificar os seus receos a publicar, é unha falsificación, algo por outra banda corrente na antigüidade con textos falsos relacionados co pitagorismo, que mediante este truco acadaban aparencia de autenticidade. De calquera xeito, a carta foi eliminada da versión impresa, á que lle foron engadidos tres novos capítulos de contido técnico. Por esta razón neste libro decidimos centrarnos no texto do manuscrito inicial, incluíndo xa que logo a tradución da carta.



Este primeiro libro é fundamental, pois nel se establecen as principais ideas do sistema copernicano, se ben cómpre subliñar que en moitos casos as explicacións que Copérnico aduce en favor das súas teorías non resisten a máis mínima análise. Por esta razón imos deternos especialmente no seu contido, describindo brevemente a continuación cada un dos capítulos.

1. O Universo é esférico.

Copérnico basea a súa afirmación na consideración da esfera como a figura máis perfecta de todas. Entre outras razóns, alude a que é indivisa e a de maior capacidade de todas as figuras dunha superficie dada, sen esquecer que é a forma do Sol, a Lúa e as estrelas, ademais das gotas de auga e en xeral de todos os corpos que tenden a limitarse por si mesmos.

2. A Terra é esférica.

Neste caso argumenta que a observación das estrelas non é a mesma dependendo do punto onde nos atopemos. Así, se imos cara ao Norte deixamos de ver unhas estrelas para pasar a ver outras, e o mesmo acontece se camiñamos cara ao Sur. Por outra banda, non se ven as mesmas eclipses dende todas as partes da Terra. E finalmente atopamos as diferentes visións que os mariñeiros teñen da terra segundo miren dende a cuberta ou dende o alto do mastro dun buque.

3. A Terra xunto coa auga que contén forma unha esfera.

Acude a ideas aristotélicas e cita a Marco Polo (1254-1324) e Cristóbal Colón (1451-1506). A evidencia de que a Terra é unha esfera ven dada pola forma circular da sombra que proxecta sobre a Lúa nas eclipses. Refuta as diferentes teorías da antigüidade grega de Empédocles (século V a. n. e.) e Anaxímenes (ca. 590-525 a. n. e.) (a Terra é plana), Leucipo (?-370 a. n. e.) (ten forma de tambor), Heráclito (540-480 a. n. e.) (ten forma de escafoide), Demócrito (ca. 460-370 a. n. e.) (é cóncava), Anaximandro (ca. 610-545 a. n. e.) (é cilíndrica) ou Xenófanes (ca. 580-475 a. n. e.) (é infinita e chea de raíces na parte inferior).

4. O movemento dos corpos celestes é regular e circular, perpetuo ou composto por movementos circulares.

De acordo coas ideas platónicas, o movemento dos corpos celestes é circular. Certamente as observacións amosan irregularidades, pero estas son periódicas, polo que non son consecuencia de cambios de velocidade. A explicación é que se producen varias combinacións de movementos circulares e uniformes.

5. Sobre se o movemento da Terra é circular e o lugar que ocupa no Universo.

Aristóteles negaba o movemento da Terra argumentando que de ser certo sería violento e provocaría que saíse disparada como «unha pedra nunha tirafonda». Tamén supuña que ocupaba o centro do Universo pois de non ser así tomaría

esa dirección para ocupalo. Copérnico conclúe que non é así. Existe un movemento de rotación da Terra que explica a aparencia de movemento dos restantes corpos. Pero ademais, sendo a Terra unha esfera, debe presentar un movemento circular. Lembra que, segundo Cicerón, tamén eran desta opinión os pitagóricos Heraclides, Ecfanto e Hicetas de Siracusa (século IV a. n. e.). Como consecuencia deste movemento circular, a Terra non pode ocupar o centro de Universo, o que explica a diferenza de brillo das estrelas, pois non están sempre á mesma distancia.

6. Da inmensidade do ceo en comparación coa magnitude da Terra.

Un dos principais problemas da teoría heliocéntrica é a paralaxe, que xa explicamos anteriormente. Para superar este atranco, Copérnico opta por considerar que as distancias entre os distintos corpos celestes son moito maiores do que se pensa. Explica que a Terra é en relación co ceo como un punto en relación a un corpo ou como o finito en relación ao infinito, o cal non entra en absoluto en contradición con que posúa movemento pero explicaría a ausencia da paralaxe.

7. Por que os antigos consideraban que a Terra estaba inmóbil en medio do Universo como se fose o seu centro.

Explica os argumentos contrarios ao movemento da Terra. En primeiro lugar, e de acordo coa física aristotélica, o Universo é esférico e nel o máis pesado sempre caerá en dirección ao centro. Hai cinco elementos, catro na Terra (terra, lume, aire e auga) e un no espazo exterior (éter). Os catro elementos terrestres deben moverse en liña recta, os dous máis pesados (terra e auga) en dirección ao centro, e o lume e o aire dende o centro cara arriba. Canto aos corpos celestes, deben debuxar un movemento circular arredor do centro, ocupado pola Terra, que por tanto permanece inmóbil.

Por outra banda, Copérnico cita tamén os argumentos de Tolomeo en contra dun movemento de rotación da Terra. Para Tolomeo, se así fose, debido ao desprazamento, os corpos non caerían en liña recta. Pero ademais, de producirse, sería un movemento tan violento e rápido que dispersaría todo o terrestre, de xeito que as nubes se verían arrastradas cara ao Oeste.

8. Solución ás ditas razóns e a súa insuficiencia.

Chega o momento de refutar os argumentos anteriores. En primeiro lugar, o movemento de rotación da Terra non debe ser violento, senón natural, o que evita a posibilidade de que poida dispersar o terrestre. De feito, de aceptar este argumento tamén sería de aplicación ao Universo, que acabaría tendo unha velocidade e un tamaño infinitos, e os ceos se desintegrarían. Dado que non é este o caso, convén aceptar que o ceo está quieto. O razoábel é supoñer que a Terra se move, sendo o movemento dos corpos celestes aparente, ao igual que

acontece co navegante que non percibe o movemento da súa nave e parécelle estar quieto mentres fóra do barco todo semella moverse.

Canto a que os corpos que, botados verticalmente cara arriba, retornan ao mesmo punto, a xustificación é que participan do movemento da Terra. Finalmente, se aceptamos que o estado de inmovilidade é máis nobre que o de movemento, (unha especulación platónico-pitagórica) é lóxico adxudicarlle este á Terra, pois resulta máis natural que se mova o contido (a Terra) e permaneza inmóbil o continente (o Universo) a que aconteza o contrario. Por todo isto, resulta máis probábel o movemento da Terra, sobre todo o de rotación.

9. Se poden atribuírse á Terra varios movementos e sobre o centro do Universo.

Unha vez aceptado que a Terra se move, cómpre tratar o número de movementos que posúe, por ver de considerala un astro errante máis no Universo. Certamente, considerando que os planetas se achegan e afastan á Terra, dedúcese que non pode ser o centro do Universo. O natural é considerar ao Sol no centro, estando o amencer e o anoitecer, así como os retrocesos e avances dos planetas orixiados no movemento da Terra. En verdade, conclúe Copérnico, se aceptamos a inmovilidade do Sol entenderemos todos estes fenómenos como consecuencia «da harmonía de todo o Universo».

10. Sobre a orde das órbitas celestes.

Comeza describindo as distintas teorías sobre a orde das estrelas, coincidentes en considerar a Saturno como o planeta máis afastado, para situar despois a Xúpiter e Marte. Logo sinala a discrepancia entre os que consideran que a lista continúa con Venus, Mercurio e o Sol e os que sitúan antes ao Sol para continuar con Venus e Mercurio. Para Copérnico, ningunha das teorías é compatíbel con que a Terra sexa o centro das revolucións planetarias, mentres que as observacións apuntan á seguinte ordenación dos astros, do máis exterior ao máis interior: primeiro a esfera de estrelas fixas, que permanece inmóbil; logo estarían Saturno, Xúpiter, Marte, Terra, Venus e Mercurio, todos xirando arredor do Sol, e a Lúa, que xira arredor da Terra.

É de xustiza recoñecer que Copérnico é o primeiro autor que coloca o Sol e os planetas no lugar correcto. Ao mesmo tempo, calcula o período de revolución de cada planeta (trinta anos para Saturno, doce para Xúpiter, dous para Marte, un para a Terra, nove meses para Venus e oitenta días para Mercurio). Continúa con argumentos de tipo metafísico, asumindo ideas aristotélicas dunha pretendida afinidade entre a Terra e a Lúa, e propostas tan pouco científicas como aceptar que a ordenación proposta é unha mostra da simetría e harmonía do mundo, onde o Sol ocupa o mellor lugar para iluminar todo, ao tempo que a Terra é fecundada polo Sol e, preñada, ten un parto anual.



Figura 3.2: Diagrama coa orde das órbitas no *De revolutionibus*.

### 11. Demostración do triplo movementos da Terra.

Tres son os movementos da Terra segundo Copérnico. O primeiro, o de rotación, de Oeste para Leste, «o círculo dos días iguais», que segue un período de vinte e catro horas. En segundo lugar temos o de translación, tamén de Occidente cara Oriente, que «describe a eclíptica, o círculo zodiacal, en torno ao Sol», cun período dun ano. Finalmente e co mesmo período que o anterior existe o movemento de inclinación, conforme ao cal a inclinación da Terra respecto ao eixo de rotación vai variando (o que explica a existencia das catro estacións meteorolóxicas).

### 12. Das liñas rectas que se subtenden nun círculo.

Primeiro dos tres capítulos de contido matemático. Copérnico proba seis teoremas relativos a cordas subtensas a arcos, para rematar presentando unha táboa das cordas subtendidas nun círculo.

### 13. Sobre os lados e ángulos dos triángulos planos rectilíneos.

Neste capítulo aborda resultados relativos aos lados e ángulos dos triángulos no plano. En concreto, proba (usando resultados de Euclides, ao igual que no capítulo anterior), tres afirmacións ben coñecidas polos estudantes de hoxe:

- Nun triángulo, coñecidos os ángulos coñecemos os lados.
- Nun triángulo, coñecidos dous lados con algún dos ángulos coñecemos o outro lado e os demais ángulos.
- Dados todos os lados dun triángulo, coñecemos os ángulos.

## 14. Sobre os triángulos esféricos.

Neste último capítulo Copérnico presenta quince resultados relativos a lados e ángulos de triángulos esféricos (os que podemos formar sobre a superficie dunha esfera, sendo os lados arcos de círculos máximos).

Logo deste primeiro libro, o *De revolutionibus* continúa con outros cinco, todos de difícil lectura e que polo seu carácter técnico non aportan nada aos propósitos da nosa análise, polo que daremos deles unha brevísima descrición:

- Libro II: dedicado á astronomía esférica. Contén un catálogo de estrelas fixas.
- Libro III: dedicado á precesión dos equinoccios e movementos do Sol.
- Libro IV: sobre a Lúa e os seus movementos.
- Libro V: sobre como calcular a posición das estrelas co seu modelo. Tamén hai táboas dos cinco planetas.
- Libro VI: digresións sobre a latitude dos cinco planetas en relación coa eclíptica.



## *De revolutionibus*. Unha visión crítica

Na actualidade, a expresión xiro copernicano fai referencia a un cambio radical de pensamento respecto a unha idea, aludindo a Copérnico e a súa teoría na que era a Terra a que xiraba arredor do Sol e non á inversa. Pero a realidade é ben diferente, e non podemos considerar revolucionarias ás ideas de Copérnico. De feito, nin sequera eran totalmente orixinais, pois xa Aristarco no século III antes de Cristo propuxo unha explicación heliocéntrica do Universo. E moito máis adiante podemos citar a Nicolás de Oresme (1320-1382), que postulou o movemento da Terra, ao igual que Nicolás de Cusa (1401-1464) o cal ademais sostiña que o Universo era infinito e por tanto non podía ter un centro (do que se deducía que a Terra non ocupaba un lugar de preeminencia entre os corpos celestes). Certamente, é posíbel que Copérnico ignorase estas dúas últimas teorías, se ben sabemos, porque el mesmo o recoñece no texto, que era profundo coñecedor das antigas teorías heliocéntricas do Universo.

Por todo isto, e de cara a avaliar con obxectividade a teoría copernicana, cómpre en primeiro lugar facer unhas breves consideracións sobre o que realmente aporta Copérnico co seu libro. E para iso é imprescindible ter en conta as súas influencias.

### 4.1. Antecedentes do *De revolutionibus*

Consérvanse textos dos que hai certeza que Copérnico utilizou ao longo da súa vida. Por orde de importancia podemos citar o *Almagesto* de Tolomeo e o *Epítome do Almagesto* iniciado por Georg von Peurbach (1423-1461) e rematado polo seu discípulo Johann Müller (1436-1476), alcumado Regiomontano, no século XV. Tamén as Táboas Alfonsinas, con observacións astronómicas realizadas durante o reinado de Alfonso X o Sabio. Ao mesmo tempo, e considerando que Copérnico era un home de ciencia, tiña que estar familiarizado con libros como os *Elementos* de Euclides, a *Cosmographia* de Tolomeo, textos de Regiomontano e outras fontes árabes, entre as que el mesmo cita o traballo de Muhammad al-Battani (ca. 858-929). E chegados a



Figura 4.1: Representación do sistema solar segundo o modelo tolemaico. *Scenographia Systematis Mundani Ptolemaici* (1660/61).

este punto non podemos obviar un autor sobre o que Copérnico non fai referencia ningunha, desta vez quizais intencionadamente. Trátase do astrónomo e matemático sirio Ibn al-Shatir (1304-1375), do que trataremos a continuación.

En 1957 foi presentado un manuscrito astronómico do século XIV. O seu autor, descoñecido ata daquela, era Ibn al-Shatir, *muwaqqit* (encargado do mantemento dos reloxos e de avisar ao muecín das horas das preces) da mesquita central de Damasco. O texto, titulado *A busca final con respecto á rectificación dos principios*, presentaba importantes correccións ao modelo tolemaico, perseguindo a coherencia coas observacións. Para sorpresa de todos, as semellanzas co modelo copernicano eran máis que salientábeis. Se ben al-Shatir coincide con Tolomeo en considerar a Terra no centro do Universo, tamén elimina o ecuante (como máis adiante fixo Copérnico), substituíndoo por dous epiciclos. E entrando en cuestións técnicas, os detalles matemáticos entre o texto de al-Shatir e o *De revolutionibus* son abondo semellantes. En particular, os modelos para a Lúa e Mercurio resultan idénticos (neste último caso compartindo os erros, o que resulta máis sospeitoso), e a impresión xeral é que Copérnico debeu ter coñecemento daquel manuscrito. Un coñecemento probabelmente indirecto, pois non sabía árabe, e o libro de al-Shatir non foi traducido ao latín. Pero puido ter noticias a través dalgún documento en grego, ou durante a súa estada en Italia. De ser certo, a orixinalidade da teoría copernicana veríase reducida á idea (por outra banda fundamental) de recuperar a hipótese de Aristarco de que o Sol era o centro do Universo.

En segundo lugar e dende un punto de vista predictivo o sistema Copernicano non aporta melloras significativas sobre o tolemaico, e comparte con el discrepancias entre a teoría e a realidade. Como sempre, trátase dun problema de método: Copérnico tenta adaptar as observacións a un modelo prefixado e non á inversa. É dicir, aceptamos



un modelo como válido e logo tentamos acomodar as observacións, facendo trampa se é preciso. Así, atopamos que a Terra rota pero sen xerar forzas centrífugas, e dunha lectura atenta do texto dedúcense nove movementos circulares independentes. Todo un desatino, xustificado en calquera caso polos condicionantes da época. Por desgraza o resultado final é que as predicións dun modelo basicamente correcto como o copernicano son peores ca as dun modelo esencialmente incorrecto como o tolemaico, o que sen dúbida tivo nefastas consecuencias de cara á súa aceptación, como veremos deseguido.

## 4.2. A influencia do *De revolutionibus* na concepción do Universo

A priori, poderíamos pensar que unha idea tan revolucionaria como a de que a Terra xiraba arredor do Sol e non á inversa desencadearía un sismo, un tsunami que afogaríaa as vellas cosmoloxías. Nada máis lonxe da realidade. Como dicíamos anteriormente, o modelo copernicano presentaba serias carencias, sendo en moitos aspectos peor que o tolemaico, despropósito que explica en parte a preeminencia do sistema presentado no *Almagesto* fronte ao do *De revolutionibus*, malia ser o primeiro unha miga máis complicado. E de feito, a transcendencia da publicación na súa época foi pouco menos que nula, practicamente irrelevante.

Por que se produciu este fracaso? Se, de acordo co principio da navalla de Ockham (1285-1347), cando dúas teorías se enfrontan en condicións de igualdade sempre debe aceptarse como máis probábel a máis sinxela, que levou aos coetáneos de Copérnico a preferir a visión tolemaica do Universo? Apuntaremos varias razóns, actuando probabelmente todas a un tempo.

### 1. A morte de Copérnico.

O texto verá a luz con Copérnico no leito de morte. Isto limita a súa difusión, considerando que o autor non pode defender nin tentar espallar as súas ideas. Hai que engadir que Rheticus, probabelmente ofendido porque o seu mestre non o citase nos agradecementos, optou por desvencellarse totalmente da publicación, abandonándoa a súa sorte.

### 2. O prefacio de Osiander.

Dalgún xeito, e aínda que a intención de Osiander fora protexer ao mestre, as afirmacións que realiza no prefacio conforme a que a idea de Copérnico non ten máis transcendencia que unha mera hipótese acorde coas observacións, non resultou de axuda. De feito, algún autores, lembrando a confesión protestante de Osiander, aluden a este prefacio como «a traizón de Osiander».

3. A oposición da igrexa luterana.

Lutero criticou abertamente a Copérnico, sen que a igrexa católica contrapoñese o seu apoio. E o seu lugartenente Melanchton escribiu un libro titulado *Doutrinas de Física*, dedicado a refutar a teoría copernicana, cuxo éxito editorial superou con moito o *De revolutionibus*.

4. Os erros do texto.

Copérnico usou táboas de escasa fiabilidade para os seus cálculos, e como consecuencia cometeu erros nas observacións, que non pasaron desapercibidos para os defensores do sistema tolemaico.

5. A redacción do texto.

O *De revolutionibus* consta de catrocentas páxinas escritas nun estilo ilexíbel, que desanima a súa lectura. Non sabemos se é casual ou o propio Copérnico buscaba a escuridade. Pero o resultado non favoreceu en absoluto a aceptación do libro.

6. Ausencia dun verdadeiro avance científico.

Como sinalamos anteriormente, na realidade, o sistema copernicano non supera ao tolemaico nas predicións, limitándose a unha mínima mellora no relativo á simplicidade. Pero ata esta mellora resulta enganosa, pois de feito e para suprimir o ecuante Copérnico vese obrigado a aumentar o número de epiciclos, complicando o sistema. Ao mesmo tempo, e se ben no primeiro libro Copérnico avoga por un sistema heliocéntrico, posteriormente incorre en contradicións coa súa propia teoría, e no libro terceiro a Terra xa non xira en torno ao Sol, senón ao redor dun punto imaxinario que dista do Sol tres veces o seu diámetro, mentres que os restantes planetas móvense describindo epiciclos con centro na órbita da Terra. Todo un despropósito destinado a xustificar a retrogradación dos planetas.

7. Falta de prestixio de Copérnico.

Se ben era un home coñecido no seu tempo, como proba o feito de ser consultado para a reforma do calendario, non debemos tirar a conclusión de que Copérnico tivese un especial prestixio na súa época. Recordemos que a súa produción escrita no campo da Astronomía previa a publicación do *De revolutionibus* redúcese ao *Commentariolus* e a *Carta contra Werner*. Dende logo non chegou á sona que posteriormente acadaron defensores do seu modelo como Johannes Kepler ou Galileo Galilei (1564-1642), probabelmente polo seu carácter prudente e reservado que, todo hai que dicilo, preservouno en vida de moitos problemas.

#### 8. Resistencia ao cambio de paradigma.

Como sinala Thomas Kuhn (1922-1996) no seu libro *A estrutura das revolucións científicas*, calquera cambio de paradigma prodúcese logo dunha intensa batalla entre os defensores do vello paradigma e os do novo, e o triunfo das novas ideas prodúcese moitas veces pola desaparición dos defensores das antigas. Non hai dúbida ningunha de que o paso do sistema xeocéntrico ao heliocéntrico representa un exemplo de cambio de paradigma, e xa que logo non podía ser alleo a esta resistencia natural.

Por todo o apuntado, non resulta estraño que o *De revolutionibus* fose un absoluto fracaso editorial. Arthur Koestler (1905-1983) defíneo como «o libro que ninguén leu». Probabelmente é unha afirmación esaxerada, pois investigacións máis recentes aseguran que os principais astrónomos da época coñecían o texto, se ben non valoraban especialmente a teoría proposta. De feito, durante o século XVI atopamos que se explica simultaneamente aos dous autores, Tolomeo e Copérnico, usando as táboas e os métodos de cálculo copernicanos pero considerando o sistema tolemaico como o máis próximo á realidade, o que dá unha idea das eivas do método científico da época.

Un feito obxectivo que proba que o libro non foi un éxito é a comparación con outros textos de Astronomía da época, mesmo con algúns anteriores á aparición da imprenta. Así, o *De sphaera mundi* de John Hollywood (1195-1256), coñecido como Sacrobosco, acadou 59 edicións, e xa na época de Copérnico, antes de que o *De revolutionibus* coñecese unha segunda edición, o libro de Melanchton *Doutrinas de Física*, escrito para refutar as teorías copernicanas, levaba nove. Fronte a eses best-sellers, do texto de Copérnico realizouse unha primeira edición en 1543, coñecendo logo catro reedicións nos seguintes 400 anos (Basilea en 1566, Amsterdam en 1617, Varsovia en 1854 e Torun en 1873), ademais de dúas versións en alemán, unha arredor de 1589 e a outra en 1879. Por outra banda a súa difusión, máis que polas novidosas ideas sobre o Universo, era debida ás táboas astronómicas que presentaba, corrixidas e publicadas en 1551 por Erasmus Reinhold (1511-1553), citando a Copérnico como autor das observacións pero sen facer referencia ningunha á súa teoría, e coñecidas como *Calculatio Copernicana*. Como curiosidade final podemos sinalar que a primeira tradución ao inglés é do ano... 1952!

Unha vez analizado todo o anterior, xorde unha pregunta obvia: que explica a posterior influencia da obra, iniciada máis de cincuenta anos despois da publicación? O mesmo título, *De revolutionibus*, en alusión ás voltas que dan os planetas e a Terra arredor do Sol, acabou co tempo incorporando o significado de cambio radical, e a Copérnico debemos que a palabra revolucionario teña hoxe o sentido de defensor dunha idea radicalmente oposta á comunmente aceptada. Un cráter da Lúa (Copernicus), un asteroide (Coppernicus) e un elemento químico (Copernicium), levan o seu nome. E, como sinala Simon Singh (1964-) en *Big Bang*, a palabra köpperneksch (que provén da forma de dicir Copérnico en alemán) alude en Baviera a unha proposición ilóxica ou incríbel. Probabelmente o verdadeiro mérito do libro de Copérnico foi abrir

o camiño para que outros autores afondaran no seu sistema, perfeccionándoo. Por exemplo, Thomas Digges (1546-1595) foi o primeiro en expoñer o sistema copernicano en inglés, descartando a idea da esfera fixa de estrelas inamovíbeis para propoñer a existencia dun número infinito de estrelas. Pero o maior impulso ás ideas copernicanas é debido a tres persoeiros que correron sortes ben diferentes, e que lle deron pulo: Giordano Bruno (1548-1600), Johannes Kepler e Galileo Galilei.

## Giordano Bruno

Nado en 1548, adoptou como monxe dominico o nome de Giordano, levando unha vida rebelde, opoñéndose a católicos en Italia e logo a calvinistas en Xenebra, para rematar en Londres logo dunha estadía en Francia. Sen ser un científico, como defensor das teorías de Copérnico e dun Universo infinito que por tanto non pode ter un centro, as teorías de Giordano Bruno probabelmente alertaron á igrexa do perigo que agochaba o sistema copernicano, onde perdían importancia a Terra, e con ela os homes feitos por Deus a súa imaxe e semellanza. Podemos considerar a Giordano como a persoa que prendeu a mecha que convertería a Copérnico nun autor perigoso. A súa fin resultou dramática. Cando retornou a Italia foi denunciado por herexe e condenado pola Inquisición a morrer na fogueira. Un dos membros do tribunal foi o cardeal Roberto Belarmino (1542-1621), coñecido como o *martelo de herexes*, que despois terá protagonismo ao falarmos de Galileo Galilei. A sentenza foi executada na praza do Campo dei Fiori de Roma o 17 de febreiro de 1600. Ao condenado non se lle ofreceu a posibilidade de renegar das súas crenzas, o que permitía executalo antes de prender a chama, polo que Bruno foi queimado vivo. Catrocentos anos despois, en febreiro do ano 2000, a igrexa católica declarou publicamente «lamentar profundamente» esa condena.

## Johannes Kepler

Discípulo de Tycho Brahe (1546-1601), ao que substituíu como matemático imperial, Kepler foi sen dúbida un dos principais científicos dos séculos XVI-XVII e o primeiro en describir con certa exactitude o movemento dos planetas. Home de extraordinaria intuición e profunda relixiosidade, a súa idea inicial era ao primeiro confirmar que as traxectorias dos planetas eran circulares e non elípticas, como se viu obrigado a aceptar polas observacións. Logo atopou outro punto de conflito coa teoría clásica cando se decatou de que as velocidades dos planetas non eran constantes, senón que estas aumentaban canto máis próximos estaban do Sol. Con todos estes datos formulou as tres leis que describen o sistema solar e que son as seguintes:

### Primeira lei de Kepler

Os planetas móvense ao redor do Sol describindo órbitas elípticas, ocupando o Sol un dos focos.

### Segunda lei de Kepler

Na órbita dos planetas ao redor do Sol estes cubren áreas iguais en tempos iguais.

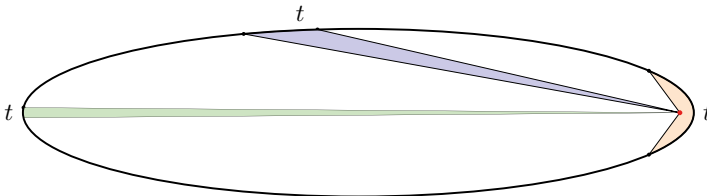


Figura 4.2: Esquema explicativo da segunda lei de Kepler.

### Terceira lei de Kepler

O cadrado dos períodos da órbita dos corpos celestes é proporcional ao cubo da distancia entre estes e o Sol, polo que o tempo que un planeta tarda en dar unha volta ao Sol é proporcional á distancia que os separa, tardando máis tempo canto máis lonxe está.

Kepler defendeu a teoría copernicana, difundíndoa no seu libro *O segredo do Universo*, pois as observacións de Copérnico coincidían coas que se deducían da súa teoría dun Universo no que encaixaban os cinco sólidos platónicos, sinal inequívoco da obra de Deus. En realidade había certas discrepancias, pero considerábaas consecuencia de erros nas táboas usadas por Copérnico. Dado o seu prestixio, podemos asegurar que con el comeza a teoría copernicana a ser considerada como algo máis que unha hipótese sen conexión coa realidade.

## Galileo Galilei

Sen obviar a contribución dos outros dous autores, resulta evidente que o impulso definitivo á teoría copernicana veu con Galileo Galilei (contemporáneo de Kepler, ao que tratou con certo desprezo). Como home do Renacemento, Galileo traballou en moitas áreas, tanto de ciencias como de humanidades. Está considerado o inventor do termoscopio (unha especie de termómetro) e de ter mellorado o telescopio. Este último invento foi vital para o traballo dos astrónomos, permitíndolles descubrir novas estrelas e catro satélites de Xúpiter. Pero o máis importante é que desbotou as teorías aristotélicas sobre os corpos celestes, ao tempo que confirmaba que a Terra non podía ser o centro do Universo.

O libro de Galileo recollendo estas teorías, titulado *Sidereus nuncius*, do que existe unha tradución ao galego,<sup>1</sup> tivo unha enorme repercusión na súa época, espertando

<sup>1</sup>[www.muncyt.es/stf/s/MUNCYT/publicaciones/sidereus\\_gallego.pdf](http://www.muncyt.es/stf/s/MUNCYT/publicaciones/sidereus_gallego.pdf)

a preocupación da igrexa. Era preciso que aquel fervente copernicano se retractase, algo que Galileo debeu facer para salvar a vida, se ben a lenda asegura que logo de negar as súas ideas sobre o movemento da Terra engadiu o famoso comentario «*eppur si muove*» (anécdota falsa case con seguridade). Iniciada a persecución, a sorte do libro de Copérnico, orixe de tantas ideas perigosas, estaba botada. E nun decreto da Sagrada Congregación do 5 de marzo de 1616 a igrexa incluíu o libro de Nicolás Copérnico *De Revolutionibus*, xunto con outro de Diego de Zúñiga (1536-1598), no seu índice de libros prohibidos:

Tamén chegou a coñecemento desta Congregación que a doutrina pitagórica que é falsa e por completo oposta á Sagrada Escritura, do movemento da Terra e da inmovilidade do Sol, que tamén é ensinada por Nicolás Copérnico en *De revolutionibus orbium cælestium* e por Diego de Zúñiga en *Sobre Job*, está difundíndose agora no estranxeiro e sendo aceptada por moitos ... Polo tanto, para que esta opinión non poida insinuarse en maior profundidade en prexuízo da verdade Católica, a Sagrada Congregación decretou que a obra do susodito Nicolás Copérnico, *De revolutionibus orbium coelestium*, e de Diego de Zúñiga, *Sobre Job*, sexan suspendidas ata que sexan corrixidas.

O *Index librorum prohibitorum et expurgatorum* era un catálogo de textos que polo seu contido non debían ser de acceso ao público común, estando algún deles permitido para persoas que gozaran dunha autorización especial. Nese índice figuraban obras prohibidas na súa totalidade xunto con outras que unicamente debían ser expurgadas, é dicir, ás que se lle debían eliminar certos parágrafos. Nas primeiras edicións os libros ordenábanse no índice en función da súa potencial perigosidade, de xeito que o castigo se modulaba atendendo ao lugar que ocupaba o texto prohibido. A verdade era que non había que reunir demasiados méritos para ser incluído na lista, pois hai edicións con máis de mil páxinas, e ata algunha tradución da Biblia figurou no *Index* coa escusa de que podía inducir ideas heréticas en xente non preparada.

O feito de entrar no índice de libros prohibidos implicaba que calquera persoa que fose sorprendida cun exemplar debía enfrontar cargos diante da Santa Inquisición, nun Auto de Fe que con frecuencia remataba coa excomuñón, é dicir, a expulsión da fe católica, castigo que naquela época tiña especial relevancia. De cara a evitar problemas, os libeiros resistíanse a dispoñer dun exemplar do *Index* (para alegar descoñecemento no caso de seren sorprendidos), e malia a severidade do castigo e que se fomentaba a delación existía un lucrativo mercado negro de obras prohibidas.

Naturalmente, o *De revolutionibus* figuraba dende 1616 nunha das primeiras follas do *Index*, se ben en xustiza hai que recoñecer que a inclusión ditouse no entanto non se efectuaron as correccións adecuadas ao texto, algo que se fixo catro anos despois, se ben estas edicións non tiveron unha especial difusión. Xa no século XVIII, o papa Benedicto XIV (1675-1758) autorizou que se puidesen publicar obras que considerasen



Figura 4.3: Copérnico, Galileo e Kepler na edición do *Index* de 1819.

o movemento da Terra como hipótese, e non como tese, é dicir, como algo de interese puramente matemático en tanto permitía afinar os cálculos astronómicos, pero entendendo que o sistema xeocéntrico era o que se axustaba á realidade. Isto fixo que o *De revolutionibus*, no que o propio Copérnico afirmaba que trataba o movemento da Terra como mera hipótese, podía ser publicado sempre que a edición abordase as correccións axeitadas. De calquera xeito o libro seguiu figurando no índice de libros prohibidos por non incluír as devanditas correccións, e alí permaneceu ata o ano 1835. En 1966, o papa Paulo VI (1897-1978) derogou definitivamente o *Index*.





## Parte II

# Sobre as revolucións dos orbes celestes. Libro I



# Nicolás Copérnico de Torun

## Sobre as revolucións dos orbes celestes<sup>2</sup>

En seis libros

Tes nesta obra recentemente creada e publicada, interesado lector, os movementos das estrelas, tanto as fixas coma os planetas, reconstruídos grazas ás observacións, tanto ás antigas como ás recentes, e ademais fornecidas con novas e admirábeis hipóteses. Tes tamén unhas táboas moi accesíbeis a partir das que poderás calcular moi doadamente eses movementos en calquera momento. Así pois, mércaa, lea e gózaa.

Que ninguén que descoñeza a Xeometría entre nela.<sup>3</sup>

Nuremberg. Johannes Petreius

---

Ano MDXLIII

---

<sup>2</sup>A. G. Kästner, *Geschichte der Mathematik*, Bd. II, p. 367, Göttingen, 1797, afirma que foi Andreas Osiander o que engadiu «orbium cælestium» ao título orixinal que propuxera Copérnico, que sería *De revolutionibus libri sex*. A pesares disto parece non haber dúbida de que Copérnico cría na existencia de orbes e de esferas celestes. De feito Copérnico usa frecuentemente a expresión «revolutio orbium cælestium», particularmente na carta do prefacio dirixida ao papa Paulo III. Semella que Copérnico acepta a imaxe que Aristóteles se figura do Universo, composto por esferas concéntricas.

<sup>3</sup>Esta última frase está escrita en grego no orixinal. A tradición sostén que estaba gravada na entrada da Academia de Platón, e así o recolle, por exemplo, Elías no *Comentario ás categorías de Aristóteles* (algúns autores atribúen este comentario a David): καὶ διὰ Πλατόνα ἐπιγράψαντα πρὸ τοῦ μουσείου ἀγεωμέτρητος μέδεις εἰσὶτω, “Na Academia de Platón, diante do templo das Musas estaba escrito «Non entre ninguén que descoñeza a Xeometría»”.



# Ao lector sobre as hipóteses desta obra<sup>4</sup>

Non me estraña que algúns eruditos se ofenderan vehementemente, espallada xa a fama da novidade das hipóteses desta obra, que sostén que a Terra se move e que o Sol permanece inmóbil no centro do Universo, e que consideren que non convén modificar as disciplinas liberais asentadas correctamente xa desde antigo. Mais se se quere sopesar isto con obxectividade, atoparán que o autor desta obra non fixo nada polo que mereza ser reprendido. Pois é propio do astrónomo compor a historia dos movementos dos astros cunha observación dilixente e hábil, e ademais inferir e configurar as causas destes ou as súas hipóteses, cando non se poidan ter como seguras as causas a partir do seu razoamento, e así, conformadas estas hipóteses, poder calcular con exactitude, a partir dos principios da Xeometría, ditos movementos tanto no pasado coma no futuro. O presente autor fixou excelentemente ambas cousas, as causas e as hipóteses.

E non é necesario que estas hipóteses sexan verdadeiras, nin sequera verosímiles, senón que basta con que amosen tan só un cálculo congruente coas observacións, a non ser que alguén sexa tan ignorante da Xeometría ou da Óptica que teña por veraz o epiciclo de Venus ou crea que esa é a causa pola que unhas veces precede ao Sol e outras o segue a uns corenta graos ou mesmo a máis. Admitindo isto, quen non se dá conta que necesariamente se conclúe que o diámetro do planeta é máis de catro veces maior no perixeo ca no apoxeo e o seu corpo máis de dezaseis veces maior, cousa que se opón á experiencia de calquera época?<sup>5</sup>

Hai nesta ciencia tamén outras incoherencias non menores, que non é necesario

---

<sup>4</sup>Rheticus encomendoulle a edición do *De revolutionibus* a Andreas Osiander, que foi quen redactou este prefacio. Na primeira edición da obra, en 1543, este apareceu de forma anónima, probabelmente sen sabelo e contra a propia vontade de Copérnico, a quen lle foi atribuído durante algún tempo. A controversia precisamente deste prefacio consiste na afirmación por parte de Osiander do carácter hipotético das teorías de Copérnico expostas neste libro. En efecto, para Copérnico estas teorías non eran meras hipóteses, senón a demostración fidedigna dunha realidade.

<sup>5</sup>Hai aquí unha crítica ao sistema de Claudio Tolomeo, polígrafo do século II, autor do tratado astronómico coñecido como *Almagesto*, nome árabe de 'H Μεγάλη Σύνταξις, no que se describe o sistema xeocéntrico e o movemento aparente das estrelas e dos planetas.

examinar polo de agora. É claro que para esta arte son descoñecidas por completo e absolutamente as causas dos movementos aparentemente non uniformes. E se algunhas causas son concibidas pola súa imaxinación (que, por certo, concibe moitísimas), non as presenta para convencer a ninguén, senón tan só para establecer con exactitude a base dos cálculos. Porén, como son ofrecidas diferentes hipóteses para un e o mesmo movemento (por exemplo, para a excentricidade e o epiciclo do movemento do Sol),<sup>6</sup> o astrónomo tomará como primeira elección aquela que é máis doada de comprender. Quizá un filósofo busque máis a verosimilitude, pero ningún dos dous comprenderá ou establecerá nada certo, a non ser que lle fora revelado pola divindade.

Permitamos, pois, que estas novas hipóteses se dean a coñecer xunto ás antigas, que non son máis verosímiles, especialmente porque son ao mesmo tempo admirábeis e sinxelas, e portan con elas un inxente tesouro de doutísimas observacións. E non agarde ninguén, polo que atinxe ás hipóteses, algo certo da Astronomía (pois non pode aportalo), non sexa que alguén acepte como verdade ideas concibidas con outro propósito e que saia desta disciplina máis estúpido do que entrou. Adeus.

---

<sup>6</sup>Cf. Tolomeo, *Almagesto*, III, 3, no que se presentan as dúas hipóteses, a do epiciclo e a excéntrica.

# Carta de Nicolás Schönber<sup>7</sup>

## NICOLÁS SCHÖNBER, CARDEAL DE CAPUA, A NICOLÁS COPERNICO, SAÚDE.

Posto que desde anos atrás chegoume noticia do teu talento, do que todos falaban constantemente, comecei entón a terte xa na maior da miña estima, e a felicitar os nosos contemporáneos entre os que ti gozas de tanto prestixio. Comprendín que ti non só coñecías profundamente os achados dos antigos matemáticos, senón que tamén formulaches unha nova Cosmoloxía, coa cal demostras que a Terra se move, que o Sol ocupa a parte máis profunda do Universo e polo tanto a parte central; que o oitavo ceo permanece inmóbil e perpetuamente fixo; que a Lúa, xunto cos demais elementos incluídos na súa esfera, situada entre os ceos de Marte e Venus, xira ao redor do sol nun ciclo anual; que escribiches uns comentarios sobre todo o sistema da Astronomía, e que foron expostos en táboas, despois de extraelos con cálculos, os movementos dos planetas, con gran admiración de todos.

Polo tanto, doutísimo señor, se non te molesto, pídoche encarecidamente unha e outra vez que comuniques aos estudosos este teu achado e que me envíes tamén a min o antes posíbel as túas elucubracións acerca da esfera do Universo, xunto coas táboas, e todo o que teñas acerca deste asunto.

---

<sup>7</sup>Nicolás Schönberg, tamén alcumado *Il Capuano* ou *Di la magna*, nado en Rothschönberg, foi un frade dominicano arcebispo e cardeal de Capua. Falante de varias linguas, viaxou por toda Europa, Xerusalén e o Imperio Otomán antes de asentarse en Roma en misións diplomáticas; seguramente nunha delas, en Polonia, foi onde coñeceu a Copérnico. Como profesor da Sapienza, pronunciou varios discursos publicados en 1512. Foi unha das persoas máis influentes da primeira metade do século XVI, sendo conselleiro dos papas Clemente VII e de Paulo III, quen o nomeou cardeal de Capua.

Mentres, dei encargo a Teodorico de Reden<sup>8</sup> para que se copie e se me envíe desde alí todo isto ao meu cargo. Se me compraces neste asunto, verás que o fixeches cun home que admira o teu nome e que desexa facer xustiza a tan gran talento. Adeus.

Roma, 1 de novembro de 1536

---

<sup>8</sup>Teodorico de Reden foi compañeiro de Copérnico en Warmia, e serviu como representante do capítulo na corte papal en Roma. Cando retornou a Frauenburg serviu como un dos catro executores das últimas vontades e do testamento de Copérnico.



# Ao santísimo Señor Paulo III, Pontífice Máximo<sup>9</sup>

## PREFACIO DE NICOLÁS COPÉRNICO AOS LIBROS SOBRE AS REVOLUCIÓN S

Podo imaxinar perfectamente, Santísimo Pai, o que sucederá tan pronto como algúns se dean conta de que nestes libros meus, nos que describo as revolución s das esferas do Universo, atribúolle certos movementos ao globo terrestre, e clamarán que eu sexa condenado xunto coas miñas opinión s. En efecto, non me compracen tanto as miñas teorías como para non ter en conta o que outros van opinar acerca delas. E aínda que saiba que os pensamentos dunha persoa que filosofa non son suxeito do xuízo do vulgo, sobre todo porque o afán desa disciplina é discriminar a verdade en todas as cousas, na medida en que Deus llo permite á razón humana, porén, considero que debemos fuxir das outras opinión s que son erróneas. E reflexionei que aqueles que teñen como contrastada, pola experiencia de moitos séculos, esta opinión de que a Terra permanece situada inmóbil no medio do ceo, considerarían esta miña cantiga,<sup>10</sup> que asevera que a Terra se move, totalmente absurda; así pois, durante moito tempo debatín comigo mesmo se dar a luz os meus comentarios para demostrar ese movemento, ou se chegaría con seguir o exemplo dos pitagóricos e dalgúns outros que acostumaban transmitir os segredos da filosofía tan só aos amigos e achegados, e non por escrito, senón oralmente. Así o testemuña unha carta de Lisis a Hiparco.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup>Trátase de Alexandre Farnesio, papa desde o ano 1534, sucedendo así a Clemente VII. Resultan controvertidas algunhas facetas do seu papado: foi protector das artes e das ciencias e apaixonado da astroloxía, propulsou a contrarreforma, aprobou a Compañía de Xesús, convocou o Concilio de Trento, restableceu a inquisición e mediante a bula *Defensa dos indíxenas* prohibiu a escravitude dos indíxenas que se estaba levando a cabo a partir do descubrimento de América.

<sup>10</sup>En grego no orixinal: ἀκρόαμα.

<sup>11</sup>Este Hiparco non debe ser confundido co célebre astrónomo do século II a. n. e.; trátase dunha carta apócrifa pitagórica.

E a min seméllame que o facían así non por receo a comunicar as súas teses, como pensan algúns, senón para que temas tan fermosísimos, obxecto de investigación con moito esforzo por parte de grandes homes, non sexan ridiculizados por aqueles aos que lles dá preguiza esforzarse nalgún exercicio das letras agás se é lucrativo, ou por aqueles que, aínda que sexan arrastrados polos consellos ou polo exemplo doutros ao estudo liberal da filosofía, por causa da estupidez do seu enxeño se comporten entre os filósofos como os abázcaros entre as abellas.

Considerando estas cuestións no meu interior, o desprezo que debía temer a causa da novidade e do absurdo da miña opinión case me empurrara a abandonar totalmente a obra xa emprendida.<sup>12</sup>

Mais mentres dubidaba e mesmo me resistía, os meus amigos fixéronme cambiar de opinión. Entre eles o primeiro foi Nicholas Schönberg, Cardeal de Capua, célebre pola súa sabedoría en todos os campos.<sup>13</sup> Próximo a el estivo un home que aprecio moito, Tiedeman Giese,<sup>14</sup> bispo de Chelmno, unha persoa moi estudosa das letras sagradas así como de todo bo saber. Este alentoume repetidas veces e mesmo me apremou, engadindo con frecuencia reproches, a que publicase este libro e que permitise finalmente que saíse á luz, pois eu tivérao agochado e encerrado non só nove anos, senón xa catro veces nove.<sup>15</sup>

O mesmo comportamento tiveron comigo non poucos outros homes eminentísimos e doutísimos,<sup>16</sup> exhortándome a que non dilatase máis o meu rexeitamento, a causa

<sup>12</sup>Segundo Mínguez (2009) podería tratarse dunha alusión a un xuízo despectivo formulado por Lutero, ou a Philipp Melanchton quen se manifestou tamén en contra do astrónomo que defendía o movemento da Terra e detiña o Sol. Tamén pode estar debaixo desta alusión unha ridiculización dun cóngo que contemplaba os astros que se fixo en Elbing cara 1531 durante o entroido.

<sup>13</sup>Esta afirmación de Copérnico semella máis ben unha cortés adulación antes que unha testemuña real das habilidades culturais de Schönberg, pois a súa produción intelectual foi exígua.

<sup>14</sup>Giese, cóngo e compañeiro de Copérnico a partir de 1504 e un dos seus amigos máis achegados. Converteuse en bispo de Chelmno en 1537 e en 1549 en bispo de Warmia. Foi un escritor prolífico e como teólogo publicou en 1525 en Cracovia e en dúas edicións, a instancia de Copérnico, un polémico traballo sobre a reforma da Igrexa.

<sup>15</sup>Na súa *Epistula ad Pisones*, máis coñecida como *Ars poetica* (388-389), Horacio aconsellou aos autores noveles a gardar durante nove anos, sen publicalo antes, o que escribisen:

nonumque prematur in annum	(garda os pergameos na casa
membranis intus positis	reservándoos durante nove anos)

Evidentemente estamos ante unha esaxeración literaria tanto no caso de Horacio como cando Copérnico afirma que tivo agochado o seu traballo durante trinta e seis anos, e en ningún caso se refire a que tardou este tempo en elaboralo.

<sup>16</sup>A partir do feito de que Copérnico non menciona nesta pasaxe a Rheticus, como tampouco na carta dedicatoria nin en ningún outro lugar da obra, hai autores que falan da «traizón a Rheticus». Porén Dobrzycki (1978) opina que non existe tal traizón, posto que Rheticus declarou publicamente o seu afecto por Copérnico sen ningún tipo de resentimento, e explica que Rheticus probablemente se dese conta de que o seu nome, sendo el protestante e sendo o seu pai decapitado por suposta bruxería, estaría fóra de lugar nun prefacio dirixido ao papa Paulo III e en honor do cardeal de Capua e do bispo de Chelmno.

do medo que sentía, a entregar a miña obra para a común utilidade dos estudosos das Matemáticas,<sup>17</sup> argumentando que canto máis absurda parece agora á maioría a miña teoría sobre o movemento da Terra, tanto máis me granxearía admiración e agradecementos, unha vez que, ao ser publicados os meus comentarios, visen como se desdexaba a calixe da absurdeza grazas aos meus clarísimos argumentos. Unha vez persuadido por eles e con esta esperanza permitín aos meus amigos que levasen a cabo a publicación da obra que durante tempo me solicitaran.

Porén a Súa Santidade non se sorprenderá tanto porque me atrevera a publicar os meus estudos, despois de dedicarlle tanto esforzo ao realizalos, como por non dubidar en poñer por escrito tamén os meus pensamentos acerca do movemento da Terra.<sup>18</sup> Pero o que máis se espera de min é oír que foi o que me veu á cabeza para ter ousado imaxinar algún movemento da Terra contra a tradicional opinión dos Matemáticos e sobre todo contra o sentido común.

E así non desexo ocultar á súa Santidade que o que me levou a pensar noutro sistema para explicar o movemento das esferas do Universo non foi outra cousa que o feito de dar-me conta de que os matemáticos non se poñen de acordo nas súas investigacións. Primeiro, porque estaban ata tal punto inseguros acerca do movemento do Sol e da Lúa que non podían demostrar nin observar unha duración constante do ano enteiro.<sup>19</sup> En segundo lugar, porque ao establecer os movementos, non só deses dous astros, senón tamén dos cinco planetas,<sup>20</sup> non utilizaban os mesmos principios, supostos e demostracións nas súas revolucións aparentes e nos seus movementos.

De feito uns empregan só círculos homocéntricos,<sup>21</sup> outros, excéntricos e epíclidos,<sup>22</sup> cos que non conseguen o que buscan. Pois os que se basean nos homocéntricos, aínda que evidenciaran que, a partir deles, algúns dos movementos non uniformes poderían ser demostrados, porén non puideron establecer con seguridade ningún resultado incontestábel que respondese aos fenómenos. Mais os que pensaron nos excéntricos, aínda que parece que dese modo resolvían en gran parte os movementos aparentes

---

<sup>17</sup>Baixo o manto das Matemáticas tamén estaba o estudo da Astronomía.

<sup>18</sup>Probabelmente alude aquí ao *Comentariolus*, escrito por Copérnico algo antes de 1514.

<sup>19</sup>Para Copérnico, así como para os astrónomos anteriores a el, era unha preocupación constante ligar o calendario coa duración do ano. Nicolás de Cusa xa propuxera no século xv, no Concilio de Basilea, unha reforma do calendario.

<sup>20</sup>Isto é, os cinco planetas que se podían ver a simple vista, sen instrumentos: Mercurio, Venus, Marte, Xúpiter e Saturno.

<sup>21</sup>Alusión ás teorías de Eudoxo de Cnido e de Calipo de Cizico das que Aristóteles derivou o seu propio sistema. Por outra banda, as esferas homocéntricas, todas xirando ao redor do mesmo centro, que sería a Terra en repouso no centro do Universo, eran as únicas unidades cosmolóxicas admitidas por Aristóteles e os aristotélicos. Este principio de homocentralidade nunca foi capaz de explicar todos os fenómenos celestiais coñecidos por entón.

<sup>22</sup>Esta é a teoría máis difundida e importante transmitida polos matemáticos antigos, en particular por Apolonio de Pérgamo, Hiparco de Nicea e Tolomeo, que foi quen culminou o sistema astronómico a partir de excéntricas e epíclidos no século II da nosa era. O texto grego do *Almagesto* foi impreso por primeira vez en Basilea en 1538, e foi Rheticus quen lle presentou esta primeira edición a Copérnico, aínda que este utilizou dúas traducións latinas publicadas anteriormente.

por medio de cálculos axeitados, porén admitían ao mesmo tempo que semellaba que contraviñan os primeiros principios do movemento uniforme.<sup>23</sup>

Tampouco puideron achar ou deducir partindo deles o máis importante, isto é: a estrutura do Universo ou a simetría exacta das súas partes.<sup>24</sup> Pois sucedulle como se alguén tomase de distintos lugares as mans, os pés, a cabeza e outros membros, certamente de moi boa aparencia, pero desproporcionados para un mesmo corpo, non correspondéndose entre si, e compuxese máis un monstro ca un corpo humano.<sup>25</sup> En consecuencia, no proceso de demostración ou método,<sup>26</sup> tal como eles o definen, ou ben semella que omitiron algo necesario ou admitiron algo estraño que non pertence ou atinxe en absoluto á cuestión. E isto non lles sucedería en ningún momento se tivesen seguido principios sólidos. Pois se as hipóteses seguidas por eles non fosen falsas, todo o que delas se deduce podería ser confirmado sen ningún xénero de dúbida. Porén, o que agora digo, aínda que poida parecer escuro, será aclarado no seu xusto lugar.

Así pois, reflexionando durante moito tempo sobre esta confusión da tradición matemática á hora de calcular os movementos das esferas do Universo, comezou a anoxarme que, para os filósofos, que noutras cuestións investigaran tan meticulosamente as miudezas das cousas ao respecto do mundo, non fose firme ningún cálculo dos movementos da máquina deste orbe,<sup>27</sup> construído para nós polo mellor e máis

<sup>23</sup>A uniformidade dos movementos planetarios é un dogma da dinámica copernicana. Aquí o noso autor acusa a Tolomeo de non respectar o axioma básico da uniformidade dos movementos circulares dos corpos celestes. De feito no sistema tolemaico a distancia desde o centro do epiciclo ao centro do excéntrico permanece constante, mais o ángulo formado polo centro do epiciclo no centro do excéntrico nos mesmos tempos é diferente. Esta é a contradición dos primeiros principios do movemento uniforme que o noso autor critica.

<sup>24</sup>O tema da harmonía e a orde do Universo é común a Copérnico e Kepler, que seguen aos pitagóricos.

<sup>25</sup>Alusión novamente á *Epistula ad Pisones* (1-5) de Horacio:

Humano capite cervicem pictor equinam  
iungere si velit, et varias inducere plumas  
undique conlatis membris, ut turpiter atrum  
desinat in piscem mulier formosa superne,  
spectatum admissi risum teneatis amici?

-.-

(Se un pintor une voluntariamente o pescozo dun cabalo a unha cabeza humana e lle pinta plumas rechamantes á marfallada de extremidades dese corpo de maneira que o que era unha muller fermosa arriba acabe sendo un horrendo peixe negro, aguantariades a gargallada, amigos, se vos invitan a ver semellante espectáculo?)

<sup>26</sup>En grego no orixinal: μέθοδος.

<sup>27</sup>A concepción de Copérnico do Universo como unha máquina vincúlala ao principio do movemento uniforme circular que para el é unha necesidade mecánica. O funcionamento suave desta máquina, da máquina do orbe, tamén é para el fermosa, unindo así a concepción ideal da beleza coa concepción ideal do Universo.

sistemático Artífice de todos.

Por isto asumín o labor de reler os libros de todos os filósofos que puidese conseguir, co obxectivo de indagar se algún opinaba que existían outros movementos das esferas do Universo distintos daqueles que propoñen os que ensinan Matemáticas nas escolas.

E en efecto atopei en Cicerón<sup>28</sup> que Hicetas de Siracusa<sup>29</sup> foi o primeiro en supor que a Terra se move. Despois tamén en Plutarco<sup>30</sup> atopei que houbo algúns outros coa mesma opinión, e decidín transcribir aquí as súas palabras para que sexan accesíbeis para todos:

Algúns pensan que a Terra permanece quieta. Pero Filolao o Pitagórico di que se move, coma o Sol e a Lúa, ao redor do lume nun círculo oblicuo. Heraclides do Ponto e Ecfanto<sup>31</sup> pensan que a Terra se move pero non en translación, senón xirando á maneira dunha roda, ao redor do seu propio

---

<sup>28</sup>En *Academica priora*, II, 123, escrito polo orador no 45 a. n. e. en forma de diálogo en dous libros, cuxos interlocutores son Lúculo e Catulo, e dos que se conserva só o libro segundo, *Lúculus*. O fragmento é o seguinte:

Hicetas Syracosius, ut ait Theophrastus, caelum solem lunam stellas supera denique omnia stare censet, neque praeter terram rem ullam in mundo moveri; quae cum circum axem se summa celeritate convertat e torqueat, eadem effici omnia quasi stante terra caelum moveretur. Atque hoc etiam Platonem in Timaeo dicere quidam arbitrantur, sed paulo obscurius.

--

(Segundo Teofrasto, Hicetas de Siracusa cre que o ceo, Sol, Lúa, estrelas, en fin, todos os corpos celestes permanecen inmóbeis, e que nada no Universo se move agás a Terra; se esta se move e xirase ao redor do seu eixe a toda velocidade produciría os mesmos efectos que se se move o ceo estando a Terra inmóbil. Ademais algúns opinan que Platón tamén afirma isto no Timeo, pero de forma un pouco máis escura.)

<sup>29</sup>Segundo parece, o manuscrito de Cicerón ao que Copérnico tivo acceso na biblioteca da Sala Capitular de Frombork levaba engadido erroneamente un N inicial ao nome de Hicetas, ao igual que as primeiras edicións impresas da obra ciceroniana. Hicetas de Siracusa foi astrónomo e filósofo da escola pitagórica.

<sup>30</sup>*De placitis philosophorum*, XIII. Trátase dun texto atribuído a Plutarco en tempos de Copérnico, aínda que hoxe considérase falsamente atribuído. Copérnico cita o texto grego omitindo dúas palabras, ἀλλὰ τρεπτικῶς, que tamén estaban omitidas na edición de Aldine do 1509 que foi a que o noso autor manexou. O feito de que o texto cite aos pitagóricos incidiu aínda máis nas razóns para incluír a obra do noso autor no *Index Librorum Prohibitorum et Expurgatorum* ata a súa corrección. De feito o decreto que suspendeu a publicación da obra di ao comezo:

Chegou ao coñecemento da Sagrada Congregación que a doutrina pitagórica da mobilidade da Terra e a inmovilidade do Sol, doutrina que é falsa e completamente contraria ás Divinas Escrituras e que Nicolás Copérnico ensina no seu *De revolutionibus orbium caelestium*...

Lembremos que o libro permaneceu no *Index* máis de dous séculos nos que non se editou nunca a obra.

<sup>31</sup>Filolao foi un filósofo e matemático pitagórico. Heraclides do Ponto foi un filósofo e astrónomo grego seguidor de Platón. Ecfanto foi un astrónomo e filósofo pitagórico grego.

centro, desde Occidente cara Oriente.<sup>32</sup>

Desta maneira, aproveitando a ocasión comecei tamén eu a matinar na mobilidade da Terra. E aínda que a opinión semellaba absurda, porén eu sabía que esta liberdade lle fora concedida a outros antes ca a min, de modo que imaxinaban algúns círculos para demostrar os fenómenos celestes. Tamén pensei que doadamente se me permitiría experimentar, tendo como premisa algún movemento da Terra, se se poderían atopar na revolución das esferas celestes demostracións máis firmes do que eran aquelas dos meus predecesores.

E eu, supostos así os movementos que máis adiante atribuío á Terra, cun longo e intenso estudo atopei finalmente que se se relacionan os movementos dos demais planetas coa órbita da Terra, e se se calculan con respecto á revolución de cada astro, non só se poden concluír os seus fenómenos, senón que tamén se relacionan a orde e a magnitude dos astros e das súas órbitas, e incluso do ceo mesmo, de tal modo que en ningunha parte se pode cambiar nada, sen causar a desorde das demais partes ou de todo o Universo.

De aí que se siga tamén no transcurso da obra este método: no primeiro libro describirei todas as posicións das órbitas xunto cos movementos que eu atribuío á Terra, de modo que este libro case conteña a estrutura xeral do universo. Despois, nos restantes libros relaciono o movemento dos demais planetas e de todas as esferas co movemento da Terra, para que se poida deducir en que medida os movementos e as aparencias dos demais planetas e esferas se poden salvar se se relacionan co movemento da Terra. E non dubido de que os enxeñosos e doutos matemáticos concordarán comigo se, como ante todo esixe esta disciplina, quixeran coñecer e explicar, non superficialmente senón con profundidade, o que eu argumento nesta obra para a demostración destas teorías.

Mais para que tanto os doutos como os indoutos vexan igualmente que eu non trataba de ningunha maneira evitar o xuízo de ninguén, preferín dedicar estas miñas elucubracións á Súa Santidade antes ca a ningún outro, porque neste remotísimo recuncho da Terra, onde eu vivo, vós sodes considerado a máis alta autoridade non só debido ao seu rango senón tamén polo seu amor a todas as letras e ás matemáticas. Así, coa vosa autoridade e xuízo facilmente poderedes frear as trabadas dos calumniadores, aínda que, como está escrito no proverbio, non hai remedio contra as trabadas dun sicofanta.<sup>33</sup>

<sup>32</sup>Transcribimos o texto grego orixinal:

οί μὲν ἄλλοι μένειν τὴν γῆν, Φιλόλαος δ' ὁ Πυθαγόρειος κύκλῳ περιφέρεισθαι περὶ τὸ πῦρ κατὰ κύκλον λοξοῦ ὁμοιοτρόπῳς ἡλίῳ καὶ σελήνῃ. Ἡρακλείδης ὁ Πουτικὸς καὶ Ἐκφαντος ὁ Πυθαγόρειος κιοῦσι μὲν τὴν γῆν, οὐ μὴν γε μεταβατικῶς, «ἀλλὰ τρεπτικῶς» τροχοῦ δίκην ἐνηξονισμένην ἀπὸ δυσμῶν ἐπ' ἀνατολὰς περὶ τὸ ἴδιον αὐτῆς κέντρον.

<sup>33</sup>Este proverbio grego, que Copérnico cita en latín, non aparece en ningún escritor clásico romano. A primeira tradución ao latín débese a Erasmo que o atopou en Aristófanes (444-385 a. n. e.) nos seus *Adagiorum ζυλιάδες*. Dado que o contacto de Copérnico con Erasmo e a súa obra era nulo, é moi

Se<sup>34</sup> por casualidade aparecen rexoubeiros que, alegando ser capaces de emitir un xuízo sobre calquera cousa relacionada coas matemáticas, aínda sendo ignorantes delas e terxiversando maliciosamente algunha pasaxe da Escritura<sup>35</sup> para o seu propósito, ousen atacar e rexeitar esta miña empresa, eu non fago caso deles ata o punto de desprezar o seu xuízo cualificándoo de temerario. Pois non é descoñecido que Lactancio,<sup>36</sup> por outra parte célebre escritor, pero matemático mediocre, falou puerilmente da forma da Terra, cando se mofou dos que afirmaron que a Terra ten forma de globo. E así aos estudiosos non lles debe semellar asombroso se outros desa clase se rin tamén de nós.

As matemáticas escríbense para os matemáticos, aos que este traballo, se non me engana a miña opinión, pareceralles que fai algunha contribución á República Eclesiástica, cuxo principado ostenta neste momento a Súa Santidade.

Deste modo, non hai moito, baixo León X, o Concilio de Letrán<sup>37</sup> considerou

---

probábel que Copérnico coñecese este proverbio a través de Tiedemann Giese, bispo de Chelmno, amigo de Copérnico e coñecedor da obra de Erasmo.

<sup>34</sup>Na primeira emenda, o *Index* esixiu a supresión deste parágrafo ata a primeira liña do parágrafo segundo. Neste último aparece a famosa frase lapidaria e chea de sentido «*Mathemata mathematicis scribuntur*» (As Matemáticas escríbense para os matemáticos).

<sup>35</sup>Estas pasaxes alegadas contra o movemento da Terra poderían ser, entre outros (citas sacadas de [www.abibliagalea.com](http://www.abibliagalea.com)):

Entón falou Xosué co Señor naquel día en que entregara os amorreos diante dos fillos de Israel, e dixo en presenza do pobo: Sol, está quedo en Gabaón; e ti, Lúa, no val de Aialón. E parouse o Sol e contívose a Lúa, ata que se ergueron sobre os xentís, os seus inimigos.

Xosué 10:12-13

Trema a Terra na súa presenza.  
El afianzou o orbe, e non se moverá.

1 Crónicas 16:30

Reina o Señor, vestido de maxestade,  
o Señor está vestido, cinguido de poder,  
e o mundo non abanea, está firme.

Salmos 93:1

Sae o Sol, ponse o Sol,  
volta sen folgos ao seu posto;  
de alí torna a xurdir.

Eclesiastés 1:5

<sup>36</sup>Lactancio, *De divinis institutionibus*, III, 24. Lactancio foi un escritor, filósofo, historiador e poeta.

<sup>37</sup>Mentres se celebraba o Concilio de Letrán, entre 1512 e 1517, o papa León X solicitou axuda dos máis grandes expertos en Teoloxía e Astronomía cun chamamento xeral para reformar o calendario, chamamento ao que se uniu o emperador do Sacro Imperio Romano Xermánico, Maximiliano I de Habsburgo (1459-1519), cominando aos expertos a que acudisen a Letrán ou a mandar por escrito a súa opinión ao respecto. Nos informes presentados por Paulo de Middelburg (1446-1534), bispo de

reformular o Calendario Eclesiástico, aínda que todo quedou sen decidir só por causa de que as magnitudes dos anos e dos meses e os movementos do Sol e da Lúa aínda non eran considerados correctamente medidos. Desde ese momento, dirixín o meu esforzo a observar estas cousas moi detalladamente, estimulado polo ilustrísimo señor Paulo, bispo de Fossombrone, que entón tiña ao seu cargo estas cuestións.

Mais o que logrei neste asunto déixoo en particular ao xuízo da Súa Santidade e tamén ao dos demais doutos matemáticos, e para que non lle pareza á Súa Santidade que prometo máis utilidade na miña obra da que realmente poida cumprir, paso xa a desenvolvela.

---

Fossombrone, ao papa León X, Copérnico figura entre os que enviaron a súa opinión por escrito e non acudiron a Roma. Lamentablemente o escrito de Copérnico está desaparecido. O feito de que Galileo afirmou que «Copérnico foi chamado a Roma desde as máis remotas partes de Alemaña» fixo concibir a falsa idea de que o noso autor participou no regulamento do calendario gregoriano de 1582.



# Libro primeiro

## Introdución<sup>38</sup>

Entre os numerosos e variados estudos das artes e das letras, cos que son fortalecidos os enxeños dos homes, penso que principalmente é necesario abrazar e seguir con moitísima ansia aqueles que versan sobre as cousas máis fermosas e máis merecedoras de saberse. Como por exemplo as que tratan sobre as revolucións asombrosas do Universo, sobre o curso dos astros, as dimensións, as distancias, o orto, o ocaso e sobre as causas doutros fenómenos no ceo, e que explican toda a súa aparencia. Pois, en efecto, que hai máis fermoso ca o ceo, que contén sen dúbida toda a beleza? O seu propio nome indícao: *caelum* e *mundus*, este último significando pureza e ornamento e o anterior, a perfección da forma.<sup>39</sup> A este, por causa do seu esplendor excelso os filósofos téñenlle chamado o Deus Visíbel.<sup>40</sup> Polo tanto, se o valor das artes é xulgado segundo o valor das materias que tratan, o que algúns chaman Astronomía, outros Astroloxía,<sup>41</sup> e moitos entre os autores antigos cualifican como a consumación das Matemáticas, sería entón a arte máis elevada. Esta é con toda seguridade o cumio das artes do espírito, a máis digna do home libre, e apóiase en case todas as ramas das Matemáticas. A Aritmética, a Xeometría, a Óptica, a Xeodesia, a Mecánica, e se hai algunha máis, todas conflúen nela. E como é propio de todas as boas artes apartar

---

<sup>38</sup>Este prefacio, que foi escrito por Copérnico en xuño de 1542, non apareceu ata a edición de Varsovia de 1854.

<sup>39</sup>Copérnico tirou estas etimoloxías de Plinio, *Historia naturalis*, II, 3, 8: «namque et Graeci nomine ornamentum appellaverunt eum et nos a perfecta absolutaque elegantia mundum».

<sup>40</sup>O noso autor está pensando aquí no *Timeo* de Platón, en Cicerón e Plinio entre outros, que se manifestaron de acordo coa mesma idea. Probabelmente Copérnico coñeceu a tradución ao latín das obras de Platón realizada por Marsilio Ficino (1433-1499).

<sup>41</sup>Para Copérnico aquí a Astroloxía carecía do valor pexorativo que ten na actualidade que afirma que dalgunha maneira os asuntos humanos están regulados polos movementos dos planetas e das estrelas. Neste sentido podemos apartar por completo as teorías de Copérnico da Astroloxía, feito que non sucede en Galileo, Brahe ou Kepler que se dedicaron a ela, ou con Rheticus que si cría nesta pseudociencia.

dos vicios e guiar a mente do ser humano cara o mellor, tal función pode ser realizada máis perfectamente por esta, proporcionando ademais un incríbel pracer intelectual. Pois cando unha persoa dirixe a súa mente cara materias que ve ordenadas con fermosura e axuntadas pola providencia divina, acaso a súa contemplación asidua e o contacto con elas non será estimulada cara o mellor e cara a admiración do Facedor de todo, no que está toda a felicidade e todas as cousas boas? Acaso aquel divino salmista<sup>42</sup> non se proclamaría en van satisfeito co traballo do Señor e exultante polas obras das mans de Deus, a non ser que por medio destas materias, coma levados por un carro, sexamos conducidos á contemplación das cousas máis fermosas?

Platón xa sinalou<sup>43</sup> con moitísimo acerto canta utilidade e beneficio esta arte lle outorga á República (obviando as enormes vantaxes para as persoas particulares), xa que no sétimo libro d' *As Leis* considera que esta debe ser cultivada en primeiro lugar, para que co seu estudo se fixen as solemnidades e os sacrificios e a división do tempo en días, semanas, meses e anos, e así se manteña viva e vixiante a cidade. E se alguén negase –di el– que é necesaria para o home que queira aprender calquera das máis altas artes pensaría con gran estupidez; o propio Platón cre que está ben lonxe de chegar a ser ou ser considerado divino quen non teña suficientes coñecementos sobre o Sol, a Lúa ou os demais corpos celestes.

Aínda así esta ciencia máis divina ca humana, que procura as causas máis profundas, non carece de dificultades, sobre todo porque vemos que moitos dos que tentaron achegarse aos seus principios e suposicións, que os gregos denominan hipóteses, estiveron en desacordo, e nin sequera utilizaron os mesmos cálculos. A maiores outra razón é que o movemento dos planetas e a revolución das estrelas non podían ser determinadas con precisión numérica e información completa, agás co transcurso do tempo e coa contribución de moitas observacións precedentes, a través das que se

---

<sup>42</sup>Salmo 92:5:

As túas obras, Señor, danme alegría,  
as accións das túas mans fanme cantar.

<sup>43</sup>En *Leis*, VII 809 C-D e 818 C-D:

... O que é útil para todo o que atinxe aos seres divinos que realizan revolucións, é dicir, das estrelas, do Sol e da Lúa, todo o que debe organizar unha cidade en relación a isto; de que estamos a falar? Da orde dos días nos períodos dos meses e dos meses en cada ano, para que as estacións, os sacrificios e as festas [...] honren os deuses e fagan máis intelixentes os homes nestes asuntos.

E tamén:

... Estaría moi lonxe de chegar a ser unha persoa divina se [...] descoñecera as revolucións da Lúa, do Sol e dos demais corpos celestes. É unha enorme estupidez pensar que todos eses coñecementos non son indispensábeis para quen vaia posuír calquera dos coñecementos máis fermosos. Cal hai que aprender en particular, en que profundidade e cando, e cal xunto con cal, e cal separada do resto, e como combinalas, iso é o que é necesario aprender.

transmitían, por así dicir, de man en man para a posteridade. Pois aínda que Claudio Tolomeo de Alexandría, que sobresaie entre os demais pola súa admirábel capacidade e estudo, levou case á perfección toda esta arte, grazas ás observacións levadas a cabo durante máis de catrocentos anos, e semellase que non faltaba nada que el non tivera abordado, porén vemos que moitas cousas non concordan coas que se deberían deducir a partir do seu sistema, nin con algúns outros movementos descubertos despois que el non puido coñecer.<sup>44</sup> De aí que Plutarco,<sup>45</sup> ao falar do ano de revolución do Sol, afirme: “ata agora o movemento dos astros venceu a pericia dos matemáticos”. En efecto, tomando o propio ano como exemplo, creo que é ben coñecido como de diversas foron as opinións acerca deste problema, ata tal punto que moitos abandonaron a esperanza de que puidese ser un cálculo seguro acerca del.

Así, coa axuda de Deus, sen O que nada podemos, vou tentar facer un estudo máis amplo sobre estas materias respecto ás outras estrelas, posto que temos máis datos para reforzar a nosa teoría, porque nolos subministra o intervalo de tempo que transcorreu entre nós e os autores desta arte que nos precederon, con cuxas achegas teremos que confortar os novos descubrimentos que nós fixemos. Admito, polo demais, que vou tratar varios temas de diferente forma que o fixeron os meus predecesores, aínda que me vallo deles, xa que por primeira vez abriron a primeira porta á investigación destas mesmas cuestións.<sup>46</sup>

---

<sup>44</sup>Un exemplo sería a teoría lunar de Tolomeo, segundo a cal na súa aproximación máis preto da Terra a Lúa estaría á metade de distancia ca desde o punto no que está máis afastada da Terra.

<sup>45</sup>Efectivamente Plutarco en *Quaestiones romanas*, 24, fala da Lúa e dos meses, pero non do ano tropical do Sol.

<sup>46</sup>Cf. Plinio, *Naturalis historia*, II, 13, 62: «Nestes temas transmitiremos moitas cuestións de maneira moi diferente aos que nos precederon, pero hai que recoñecer que tamén lles debemos isto á achega deles».



## Capítulo I: O universo é esférico

En primeiro lugar temos que sinalar que o universo é esférico, ou ben porque esta é incomparabelmente a forma máis perfecta de todas, e ademais non ten puntos de unión;<sup>47</sup> ou ben porque esta é a máis espazosa das figuras,<sup>48</sup> a que máis convén para pechar e reter todas as cousas; ou ben porque tamén todas as partes illadas do universo (quero dicir: o Sol, a Lúa e as estrelas) son percibidas con esta forma; ou ben porque con esta forma tratan de ser delimitadas todas as cousas, como semella nas pingas de auga e nos demais corpos líquidos, cando estes intentan auto delimitarse. Polo tanto ninguén cuestionará a atribución de tal forma aos corpos celestes.<sup>49</sup>

## Capítulo II: A Terra tamén é esférica<sup>50</sup>

Tamén a Terra é esférica, posto que se apoia no seu centro desde calquera parte. Porén non é recoñecida inmediateamente como unha esfera perfecta pola gran elevación das súas montañas e pola profundidade dos seus vales, aínda que varían en moi pouco a redondez total da Terra. E isto demóstrase polo seguinte: para un viaxeiro que se dirixa desde calquera lugar cara o norte, o polo da rotación do día elévase pouco a pouco, descendendo proporcionalmente o outro polo, e semellan non poñerse moitas estrelas no norte, mentres que algunhas estrelas no sur semellan non erguerse. Así en Italia non se distingue Canopus,<sup>51</sup> visíbel desde Exipto. Porén en Italia vese a última estrela de Fluvius,<sup>52</sup> que non é familiar na nosa rexión de clima máis frío. Polo contrario, para os que van cara o sur elévanse estas, mentres que descenden as que están máis elevadas nos nosos ceos.

Ademais as inclinacións dos polos teñen a mesma proporción vistos desde calquera parte en relación a porcións medidas da Terra, feito que non sucede en ningunha outra forma que non sexa unha esfera. De onde se colixe que a Terra tamén está delimitada por polos e por isto é esférica.

<sup>47</sup>Cf. Plinio, *Naturalis historia*, II, 2, 5: «nularum egens compagium».

<sup>48</sup>En efecto, de todas as superficies pechadas de área dada, a esfera é a que encerra un maior volume. Este resultado foi enunciado por Pappus de Alexandría (ca. 290-ca. 350), aínda que non o probou, e pasou á historia co nome de problema isoperimétrico, que non foi resolto na súa completa xeneralidade ata o século XIX. A demostración é complicada, e baséase en probar a coñecida como desigualdade isoperimétrica, que di que en calquera superficie pechada de área  $A$  e volume  $V$ ,

$$A^3 \geq 36\pi V^2$$

e a igualdade dáse se e só se a superficie é unha esfera.

<sup>49</sup>En todo este capítulo Copérnico segue as ideas vixentes na súa época, procedentes da antigüidade, nomeadamente de Plinio e Tolomeo.

<sup>50</sup>A concepción esférica do Universo, de orixe grega, seguiu vixente no mundo antigo e no medieval. As catro causas que dará Copérnico para a esfericidade do Universo eran lugares comúns desde a antigüidade.

<sup>51</sup>Cf. Plinio, *Naturalis historia*, II, 70, 178: «non cernit [...] Canopum Italiam».

<sup>52</sup>Corresponde coa constelación Eridanus, e refírese á  $\alpha$  de Eridanus.

Engádaselle que os habitantes de Oriente non ven as eclipses vespertinas do Sol e da Lúa, nin os que habitan o Occidente contemplan as da mañá; polo que respecta ás que se producen no medio, son observadas polos orientais máis tarde e polos occidentais máis cedo. Tamén as augas sucadas polos navegantes son percibidas coa mesma forma, posto que a Terra que non é vista desde a nave, pode ser avistada desde o máis alto dun mastro; e a súa vez, se é colocada unha luz no máis alto do mastro, unha vez que comeza a afastarse a nave da Terra, os que están na ribeira enxergan como a luz descende pouco a pouco ata que finalmente desaparece como se fora o ocaso.

Tamén é evidente que as augas, que por natureza flúen, sempre buscan o nivel máis baixo, o mesmo ca a Terra, e non retornan desde o litoral máis arriba do que a altura deste lle permite. Polo que está admitido que a Terra é tanto máis alta canto se eleva sobre o océano.

### Capítulo III: Como a Terra xunto coa auga forman un globo

Así pois, o océano, rodeando a terra e expandindo as augas por todas partes enche as súas cavidades máis profundas. Por isto conviña que houbera menos auga ca terra, para que a auga non absorbera todo o chan (porque ambas pola súa gravidade tenden ao mesmo centro) e deixase libre para a supervivencia dos seres vivos algunhas partes da terra e numerosas illas que se deixan ver por todas partes. Que outra cousa é o propio continente e o orbe das terras, senón unha illa maior ca as demais? E non é necesario prestar atención a algúns dos peripatéticos,<sup>53</sup> que afirmaron que a totalidade da auga é dez veces maior ca a da terra, porque é evidente que na transmutación dos elementos unha parte da terra transfórmase en dez de auga. Aceptando esta conxectura sosteñen que a terra emerxe ata un certo punto porque, sendo cavernosa, non se equilibra en todas as partes segundo a súa gravidade, e así defenden que un é o seu centro de gravidade e outro o centroide.<sup>54</sup> Mais engánanse porque descoñecen a arte da Xeometría, ao non saber que a auga non podería ser nin sequera sete veces maior e deixar algunha parte da Terra en seco a non ser que a terra se afastase completamente do seu centro de gravidade e fixese sitio ás augas, coma se estas fosen máis pesadas ca ela. Pois as esferas son proporcionais ao cubo do seu diámetro.<sup>55</sup> En consecuencia, se

<sup>53</sup>Refrese aos discípulos de Aristóteles, pois a súa escola, chamada Liceo, estaba situada a carón do templo dedicado a Apolo Licio, e nel había un xardín por onde o mestre ensinaba aos seus acólitos mentres paseaban. Como pasear en grego dise περιπατεῖν (peripatein), os seguidores de Aristóteles acabaron sendo coñecidos como peripatéticos, sendo a escola o Περίπατος (Perípatos).

<sup>54</sup>Novamente amosa Copérnico os seus coñecementos matemáticos. En concreto, é consciente da diferenza entre o centro de gravidade dun corpo (o punto de equilibrio onde se condensa o seu peso), e o centroide ou centro de simetría do mesmo, para concluír que na Terra, como en calquera esfera, ambos deben coincidir.

<sup>55</sup>Dado que o volume dunha esfera de raio  $r$  é  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$  e tendo en conta que o diámetro é o dobre do raio, é dicir,  $r = \frac{d}{2}$ , entón  $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{4}{3}\pi \frac{d^3}{8} = \frac{1}{6}\pi d^3$ .

para sete partes de auga houbera unha oitava de terra, o diámetro desta non podería ser maior ca distancia desde o centro á circunferencia das augas. E moito menos se a auga é dez veces maior.

E que non hai ningunha diferenza entre o centro de gravidade da Terra e o centro da súa magnitude pode ser entendíbel porque a convexidade da terra que emerxe fora do océano non aumenta sempre dunha maneira continua, pois senón rexeitaría indefinidamente as augas mariñas e non permitiría de ningunha maneira que os mares interiores e as vastas enseadas se formasen. Por outra banda a profundidade do abismo a partir da ribeira do océano non cesaría nunca de aumentar, de maneira que nin ningunha illa, nin farallón, nin ningún tipo de terreo sería avistado polos navegantes que fixesen grandes viaxes. E ademais consta que entre o Mar dos Exipcios e o Golfo Árabe, case no medio do orbe terrestre, hai apenas máis de quince estadios de largura.<sup>56</sup> E, por outra parte, Tolomeo, na súa *Cosmografía*, estende a Terra habitábel ata o círculo medio,<sup>57</sup> deixando o resto da Terra como descoñecida, onde os autores máis recentes colocaron Catai<sup>58</sup> e outras rexións máis extensas ata os 60 graos de lonxitude, de maneira que a terra deshabitada é agora maior ca a ocupada polo resto do océano. A isto engádeselle aínda por riba as illas descubertas no noso tempo polos príncipes de España e de Portugal, e sobre todo América, chamada así polo nome do seu descubridor, un almirante, á que consideran outro continente porque non se coñecen as súas dimensións, ademais das moitas outras illas antes descoñecidas, de forma que non nos sorprenderíamos que houbera antípodas ou Antichton.<sup>59</sup> Así, o cálculo xeométrico obriga a crer que América ocupa unha situación diametralmente oposta á da India do Ganxes pola súa situación.<sup>60</sup>

Por todo isto xulgo evidente que a Terra e a auga apóianse ambas nun único centro de gravidade, e que este non é outro ca o centro da magnitude da Terra. Como esta é máis pesada enche con auga as súas partes deprimidas, sendo consecuentemente menor cantidade de auga en comparación coa da Terra, aínda que na superficie se poida percibir máis auga. Sen dúbida é necesario que a Terra coas súas augas que a

<sup>56</sup>Un estadio eran 600 pés. Pero as medidas para un pé variaban en función da polis grega considerada. Se tomamos como referencia Olympia, pois a súa medida para o pé era a máis empregada, a lonxitude dun estadio andaría arredor dos 185 metros.

<sup>57</sup>Tolomeo, en *Geographia*, vi, 16, entende por círculo medio o meridiano de 180° contando como meridiano 0° o que pasa polas Illas Canarias.

<sup>58</sup>Catai é o nome que se lle deu nos relatos de Marco Polo a unha rexión que comprendía os territorios situados nas cuncas dos ríos Iangtzé e Amarelo, na actualidade parte de China. Mais Copérnico co termo *Cathagiam* podería designar só o norte da China, aínda que este termo tamén se aplicou á totalidade do país.

<sup>59</sup>Cf. Agustín de Hipona (354-430), *De civitate Dei*, xvi, 9.

<sup>60</sup>Evidentemente non se refire a todo o continente americano, descuberto despois. Nas afirmacións relativas ao descubrimento e configuración de América, Copérnico probabelmente estea seguindo a *Cosmographiae introductio*, libro escrito por Martin Waldseemüller (1470-1520) que tivo moita repercusión en tempos do noso autor. Tampouco se pode afirmar, como fan algúns autores, que Copérnico ignorara os descubrimentos de Colón, que aquí non menciona, en favor de Américo Vesputio (1454-1512).

rodean teña a forma que amosa a súa sombra, que debido ao seu contorno perfectamente circular ocasiona un perfecto círculo nas eclipses de Lúa.<sup>61</sup> En consecuencia a Terra non é plana, como afirmaban Empédocles e Anaxímenes, nin coa forma dun tambor como cría Leucipo, nin escafoide como pensaba Heráclito, nin de ningunha maneira cóncava, como ensinaba Demócrito; nin cilíndrica como opinaba Anaximandro, nin é infinita na súa parte inferior, estendéndose cara abaixo, segundo estimaba Xenófanes, senón que é dunha esfericidade perfecta, como pensan os filósofos.<sup>62</sup>

## Capítulo IV: O movemento dos corpos celestes é uniforme, circular e perpetuo ou composto de movementos circulares<sup>63</sup>

Despois do dito anteriormente, referiremos que o movemento dos corpos celestes é circular. En efecto o movemento propio dunha esfera é xirar en círculo, expresando mediante o mesmo acto, como o corpo simple que é, a súa forma, pois non se pode atopar principio nin fin, nin distinguir nin o un nin o outro, ao moverse a través dos mesmos sobre si mesma. Mais hai moitos movementos porque hai multitude de esferas. O máis evidente de todos é a revolución diaria, que os gregos chaman *νυχθημερον*,<sup>64</sup> isto é, o intervalo dun día coa súa noite. Por isto crese que o Universo se despraza de Oriente cara Occidente, agás a Terra. Esta revolución enténdese como a medida común de todos os movementos, posto que medimos o propio tempo polo número de días.

Despois vemos outras revolucións en sentido contrario, isto é, desde o ocaso cara o orto, por exemplo do Sol, a Lúa e os cinco planetas. Desta maneira o Sol dános o ano, e a lúa os meses que son as medidas máis coñecidas; da mesma forma os outros cinco planetas completan cada un a súa órbita. Existen, porén, moitas diferenzas: en primeiro lugar, porque non xiran nos mesmos polos que aquel primeiro movemento, senón que avanzan sobre a elíptica do círculo do Zodíaco; despois porque na súa

<sup>61</sup>Cf. Aristóteles, *De caelo*, II, 14.

<sup>62</sup>Copérnico basea estes xuízos en Pseudo-Plutarco, *De placitis philosophorum*, III, 9-11. Empédocles non dixo nada acerca da Terra, senón que afirmou que a Lúa era plana. Quizá Copérnico siga a Aristóteles, *De caelo*, II, 11, que dicía que «o que é certo dun corpo celestial e certo para todos». Tampouco, segundo Dióxenes Laercio (180-240), Heráclito non falou da natureza da Terra. Xunto a Empédocles e Heráclito, Anaxímenes, Leucipo, Demócrito, Anaximandro e Xenófanes foron filósofos presocráticos. Por outra banda, todo o mundo minimamente instruído na época de Copérnico pensaba que a Terra era unha esfera e todas as universidades europeas ensinaban desta maneira a xeografía. Colón mesmo cría que a Terra tiña forma de pera.

<sup>63</sup>A astronomía teórica grega antiga estaba convencida de que os movementos celestiais debían ser circulares, e isto foi así ata que Kepler demostrou en 1609 na súa *Nova astronomía* que as órbitas planetarias son elípticas. Porén, para Copérnico o Universo é unha esfera que o abarca todo, que contén esferas menores, e como a esfera é circular está dotada da propiedade do movemento circular. A tarefa do astrónomo será, pois, rastrexar os patróns destes movementos.

<sup>64</sup>Cf. Tolomeo, *Almagesto*, I, 8.



propia órbita non parecen moverse uniformemente. En efecto, o Sol e a Lúa semellan moverse unhas veces máis lentamente e outras máis rapidamente. Ademais percibimos que os cinco planetas errantes<sup>65</sup> algunhas veces se atrasan e mesmo quedan ás veces estacionarios. Mentres o Sol percorre sempre o seu camiño directo, aqueles andan errantes de diferentes modos, vagando unhas veces cara o Norte e outras cara o Sur, polo que son chamados astros errantes. Engádase tamén que unhas veces están máis cerca da Terra, e dise que están no perixeo, e outras están máis afastados, isto é, no apoxeo. Convén, non obstante, recoñecer que os seus movementos son circulares ou compostos de moitos círculos, porque manteñen as súas irregularidades segundo unha lei fixa e retornando á súa posición orixinal, feito que non podería acontecer se non fosen circulares.

Pois só un círculo pode repetir o camiño recorrido. Así, por exemplo, o Sol, por un movemento composto de círculos, repite para nós o ciclo da irregularidade das noites e dos días e as catro estacións do ano, no que se poden recoñecer varios movementos, porque é imposible que un corpo celeste simple se mova irregularmente nun só círculo. Para que isto acontecese sería preciso que a forza motriz fose inconstante -fose debida a unha causa externa ou interna- ou que houboese modificacións no corpo que xira.<sup>66</sup> Mais como a intelixencia rexeita ambas explicacións e resulta inaceptábel que isto suceda en corpos que se atopan establecidos nunha orde perfectísima, é coherente pensar que percibimos irregulares os seus movementos, aínda que sexan regulares, ben porque os polos dos seus círculos son diferentes entre si ou ben porque quizá non estea situada no centro dos círculos nos que aqueles se moven, e a nós, que observamos desde a Terra os movementos destes astros, a causa do seu movemento irregular, seméllannos máis grandes cando están máis próximos que cando están máis afastados (como se ten demostrado en Óptica). Así, observados desde unha distancia diferente, os movementos en arcos iguais dunha esfera semellarán desiguais, en intervalos iguais de tempo.

Por esta razón creo necesario, ante todo, que verifiquemos con sumo coidado cal é o comportamento da Terra en relación ao Ceo para, querendo estudar cousas tan elevadas, non ignorar as que están máis próximas a nós, e a causa deste erro non atribuír ao Ceo o que pertence á Terra.

---

<sup>65</sup>Os planetas diferenciábanse das estrelas fixas en que a súa posición relativa respecto dos outros corpos celestes variaba, de aí que se denominasen estrelas «errantes». Etimoloxicamente, ese é precisamente o significado de planeta.

<sup>66</sup>Cf. Aristóteles, *De caelo*, II, 6.

## Capítulo V: Acáelle o movemento circular á Terra? Sobre a súa posición

Xa foi demostrado que a Terra ten forma dunha esfera. Propoño que se vexa tamén se o seu movemento corresponde á súa forma, e que lugar ocupa no universo, sen o que non é posíbel saber cal é a razón segura dos fenómenos celestes. Aínda que entre os autores a maioría concorda en que a Terra está inmóbil no centro do Universo, de tal maneira que xulgan incomprendíbel e mesmo ridículo pensar o contrario, porén, se consideramos esta teoría máis atentamente, veremos que esta cuestión non está de ningún modo resolta, e por isto, tampouco debe ser rexeitada. Así, todo cambio de posición que se percibe, ou é debido ao movemento do elemento observado, ou do observador, ou ao movemento diferente dun e doutro. Porque entre obxectos que se moven igualmente na mesma dirección non se percibe ningún movemento, é dicir, entre o observador e o observado. Agora ben, a Terra é desde onde vemos aquela rotación celeste que se presenta á nosa ollada. Se se lle atribúe algún movemento á Terra, o mesmo movemento aparecerá en todo o universo que lle é exterior, pero en sentido oposto e á mesma velocidade; é o caso en primeiro lugar da rotación diúrna. Pois esta parece arrastrar todo o mundo agás a Terra e as cousas que están ao seu redor. Porén, se admitimos que o Ceo non ten ningún destes movementos e que a Terra xira do ocaso cara o orto, se alguén examinase seriamente todo o relativo ao orto e o ocaso aparente do Sol, da Lúa e das estrelas, atopará que estas cousas suceden así. E como é o Ceo o que contén e abarca todo e constitúe o espazo común a todas as cousas, non se ve inmediatamente porque é atribuído o movemento máis ao contido ca ao continente, é dicir, ao localizado máis ca ao que proporciona a localización.

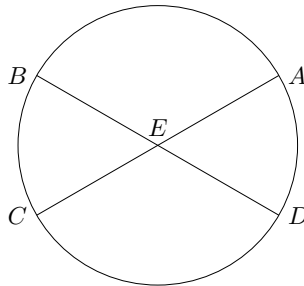
Eran desta opinión con razón os pitagóricos Heraclides e Ecfanto (século IV a. n. e.), así como Hicetas de Siracusa, segundo Cicerón, que imaxinaban a Terra dando voltas no centro do Universo. Por isto pensaban que as estrelas desaparecían ao anteporse a Terra, e que nacían cando esta, ao moverse, permitía a súa visión. Se se admite isto, xorde outro problema, non menor, en relación á posición da Terra, aínda que crían, e é aceptado case por todos, que esta está no centro do Universo. Posto que se alguén negase que a Terra ocupa o centro ou o medio do Universo, e non admitise tampouco que a súa distancia en relación con este é tan grande como para ser comparábel á distancia coa esfera das estrelas fixas, pero que é importante e apreciábel en comparación coas distancias do Sol e das outras estrelas, e se crese ademais que os seus movementos aparecen irregulares en tanto que están ordenados en relación a outro centro distinto do centro da Terra, podería presentar unha explicación non absurda do movemento aparentemente non uniforme. Pois o efecto de que os planetas se vexan unhas veces máis próximos e outras máis afastados da Terra proba necesariamente que o centro da Terra non é o centro das súas órbitas. E non está claro se a Terra se aproxima ou se afasta deles ou eles da Terra. E non sería estraño que alguén opinase que ademais da rotación diaria a Terra tivese outro movemento.

En efecto, cóntase que Filolao o Pitagórico, un matemático salientábel, opinou que a Terra xiraba e que mesmo se desprazaba con distintos movementos, e que era un máis entre os astros. Platón mesmo, para velo, non dubidou en desprazarse a Italia, segundo transmiten os que escribiron a vida do filósofo.<sup>67</sup>

Pero moitos pensaron que se podería demostrar co cálculo xeométrico que a Terra está no centro do Universo como se fose un punto desempeñando a función de centro na inmensidade do Ceo, e que por esta causa é inmóbil; dado que o Universo se move, o centro permanece inmóbil, movéndose máis lentamente aquilo que está máis próximo a ese centro.

## Capítulo VI: Sobre a inmensidade do ceo comparada co tamaño da Terra

Que esta masa tan grande da Terra é ben pequena en relación coa magnitude do ceo, pódese entender polo feito de que os círculos que son límites (correspondentes ao termo grego ὀρίζοντας) cortan a esfera celeste en dúas metades, cousa que non podería suceder se a magnitude da Terra ou a súa distancia do centro do Universo fosen comparábeis ás do Ceo. Así pois, un círculo que corta en dúas metades unha esfera pasa polo centro e é o máis grande dos círculos circunscribíbeis.



De acordo con isto, sexa ABCD o círculo do horizonte, e a Terra onde está centrada a nosa perspectiva e o centro do horizonte sexa o punto E, desde a que se separan as estrelas visíbeis das non visíbeis. Servíndonos dunha dioptra ou dun horoscopio ou dun corobate<sup>68</sup> colocados en E, vese nacer a primeira estrela de Cáncer no punto C, e xusto nese momento a primeira estrela de Capricornio vese ao poñerse no punto A. E como os puntos A, E, C están en liña recta, segundo a dioptra, resulta por iso que esa liña é un diámetro da eclíptica do Zodíaco, pois seis signos do Zodíaco visíbeis

<sup>67</sup>Copérnico tomou esta información de Bessarión de Nicea (1403-1472), *In calumniatorem Platonis*, I, 5, 1.

<sup>68</sup>A dioptra era un instrumento astronómico e topográfico; o horoscopio era un reloxo universal en forma de cuadrante que ofrecía valores de tempo en calquera latitude; finalmente, o corobate era unha ferramenta de comprobación de niveis de auga.

delimitan un semicírculo, e o seu centro E é o mesmo ca o do horizonte. Pero unha vez rematada a revolución, de modo que a primeira estrela de Capricornio naza en B, verase que agora Cáncer terá o seu ocaso en D, e BED será unha liña recta e un diámetro da eclíptica do Zodíaco: e queda patente que E, o centro, atópase na súa intersección.

Así, polo tanto, o círculo do horizonte sempre divide pola metade a eclíptica, que é o círculo máximo da esfera. Mais nunha esfera, se un círculo bisecta un dos círculos máximos tamén é este un círculo máximo e, polo tanto, o horizonte é un dos círculos máximos e o seu centro é tamén o centro da eclíptica, polo menos aparentemente. Porén, é necesario que a liña trazada a partir da superficie da Terra teña que ser distinta á trazada a partir do centro. Pero a causa da súa extensión inmensa en relación á Terra, semellan paralelas, e parecen unha soa liña a causa das súas inmensas extensións, pois o espazo entre elas é moi pequeno comparado coa súa extensión, segundo se demostra en Óptica. Por esta razón certamente parece bastante claro que o ceo é inmenso en comparación coa Terra e ofrece o aspecto dun tamaño infinito, segundo é percibido polos sentidos, e a Terra é en relación co Ceo como un punto en relación a un corpo ou como o finito en relación ao infinito. Mais disto non se poden tirar máis conclusións, e tampouco que a Terra estea parada no centro do Universo. E aínda sería máis asombroso que tan extenso Universo faga unha rotación en vinte e catro horas ca que o faga a mínima parte del que é a Terra. Porque cando din que o centro é inmóbil e que as cousas próximas ao centro son as que se moven menos, non proba que a Terra estea inmóbil no medio do Universo, e o mesmo ocorre cando din que o Ceo xira pero que os seus polos están inmóbeis e que as cousas que están máis próximas aos polos son as que se moven menos. Do mesmo modo obsérvase que Cinosura<sup>69</sup> se move máis lentamente ca Agüa e Canícula,<sup>70</sup> porque estando máis próxima ao polo describe un círculo menor, pois son partes dunha única esfera cuxa velocidade de movemento diminúe en relación ao seu eixo, non permitindo que todas as súas partes teñan un movemento igual, aínda que a rotación de toda a esfera os faga regresar á súa posición orixinal no mesmo intervalo de tempo, mais non de espazo.

Nesta razón baséase a lóxica do argumento: a Terra é parte da esfera celeste, da mesma especie e do mesmo movemento, de modo que estando máis próxima ao centro móvese pouco. Así ela mesma moverase coma un corpo e non coma un centro, no mesmo tempo e describindo circunferencias semellantes ao círculo celeste, aínda que máis pequenas. Que isto é falso resulta máis claro ca a luz, pois sería necesario que nun lugar fose sempre mediodía e noutro medianoite, de modo que non se poderían producir os ortos e os ocasos diarios ao ser un e inseparábel o movemento do todo e da parte.

Pero a relación entre as cousas que se diferencian por unha razón substancial é moi diferente, de maneira que aquelas que están limitadas por un círculo máis curto

---

<sup>69</sup>Cinosura é a Ursa Menor, a Osa menor.

<sup>70</sup>Siro.

percórrenos máis rapidamente ca as que percorren un círculo maior. Así, Saturno, o máis afastado dos planetas, completa a súa revolución en trinta anos, e a Lúa, que sen dúbida é a máis próxima á Terra, completa o seu xiro nun mes; e a mesma Terra, finalmente, semellará que fai a súa rotación nun día e nunha noite. Así pois, xurdirá a mesma dúbida acerca da rotación diaria.

E mesmo aínda deberase confirmar a posición da Terra, que é menos segura mesmo polo que se dixo anteriormente. Pois dita demostración non aporta ningunha outra cousa a non ser que o ceo é ilimitado en relación á Terra. Mais non é nada seguro ata onde se estende esta inmensidade do Ceo. Pero sucede o mesmo que, no extremo oposto, nos corpúsculos mínimos e indivisíbeis, que son chamados átomos, que posto que non son perceptíbeis, non forman de inmediato un corpo visíbel, nin sequera duplicándose o multiplicándose máis, pero poden multiplicarse ata tal punto que sexan visíbeis cunha magnitude aparente. Así, ocorre tamén con respecto á posición da Terra, que aínda que non estea no centro do mundo, porén a súa distancia do centro non é comparábel sobre todo se a consideramos en relación á esfera das estrelas fixas.

## Capítulo VII: Por que os antigos creron que a Terra estaba inmóbil no medio do Universo coma se fose o seu centro

Os filósofos antigos con outras razóns trataron de soste que a Terra está no centro do Universo, e alegan como causa principal a da gravidade e da lixeireza. Pois a Terra é o elemento máis pesado e todas as cousas que teñen peso son arrastradas por ela, tendendo cara o seu centro interior. Xa que a Terra é esférica, cara ela son arrastrados os corpos máis pesados pola súa propia natureza desde todas as direccións, formando ángulos rectos coa súa superficie, e se non fosen retidas na súa superficie, precipitaríanse no seu centro, dado que unha liña recta que cae perpendicular a unha superficie plana tanxencial da esfera conduce ao centro. Agora ben, as cousas que se dirixen cara o centro semella que necesariamente no centro quedan inmóbeis. En consecuencia, toda a Terra estará parada no centro,<sup>71</sup> e este quedará inmóbil polo seu propio peso ao caer todas as cousas nel.

Tentan probar esta mesma teoría en razón do movemento e da súa natureza. Di Aristóteles<sup>72</sup> que o movemento dun corpo simple é simple. Pero entre os movementos simples hai un recto e outro circular; entre os rectos, porén, uns son cara arriba e outros cara abaixo. Polo que todo movemento simple ou ben se dirixe cara o centro, é dicir, cara abaixo, ou ben parte do centro, é dicir, cara arriba, ou ben ao redor do centro, que é o movemento circular. Estímase que é propio da Terra e da auga, posto que son considerados pesados, o feito de seren empurrados cara abaixo, é dicir, que procuran o centro; porén o lume e o aire, que se destacan pola súa lixeireza, tenden a moverse cara arriba e a afastarse do medio. Semella apropiado a estes catro elementos

<sup>71</sup>Cf. Aristóteles, *De caelo*, II, 14.

<sup>72</sup>Cf. Aristóteles, *De caelo*, I, 2; *Phisica*, II, 1; V, 2.

atribuírlles o movemento rectilíneo, e en cambio aos corpos celestes atribuírlles o movemento nunha órbita ao redor do centro. Isto afirma Aristóteles.

Se polo tanto, afirma Tolomeo de Alexandría,<sup>73</sup> a Terra se move ao menos cunha rotación diaria, debería suceder o contrario do que se afirma arriba. En realidade debería ser un movemento velocísimo e que a súa velocidade fose insuperábel, xa que en vinte e catro horas recorrería todo o ámbito da Terra. Pero este movemento repentino lanzaría todas as cousas e semellarían ser incapaces de unirse, antes ben dispersaríanse se estivesen unidas, a non ser que algunha forza de coherencia as mantivese na súa unidade; e desde hai tempo, di el, a Terra dispersada teríase precipitado no mesmo Ceo (o que é totalmente ridículo), e, sobre todo, nin os seres vivos e nin todos os corpos pesados e dispersos poderían permanecer estábeis. Pero aínda menos os corpos que caen caerían en liña recta e perpendicularmente ao lugar que tiñan destinado,<sup>74</sup> ao ser desprazada a súa posición por tan grande velocidade. E veríamos tamén as nubes e todas as cousas suspendidas no aire continuamente desprazarse cara occidente.

## Capítulo VIII: Refutación das teorías presentadas e a súa insuficiencia<sup>75</sup>

En verdade por esta e outras razóns semellantes afirman que a Terra está inmóbil no centro do Universo, e que así é sen dúbida. Mais se alguén pensase que a Terra xira, diría que este movemento é natural e non violento.<sup>76</sup> De feito, as cousas que son segundo a Natureza producen resultados contrarios aos que son provocados pola violencia. En efecto, é necesario que os obxectos aos que se lles aplica a forza ou a violencia acaben destruídos e non poden subsistir durante moito tempo. Porén, o que sucede conforme á natureza está no seu estado perfecto e consérvase na súa perfecta composición. En van, entón, Tolomeo teme que a Terra e todos os obxectos terrestres acaben dispersándose a causa dunha rotación producida pola forza da natureza, que é moi diferente do que pode ser conseguido mediante a arte ou polo enxeño humano.

Pero por que non se suxire a mesma cuestión, aínda con máis razón acerca do Universo cuxo movemento ten que ser tanto máis rápido canto o Ceo é maior ca a Terra? Ou volveuse o Ceo tan inmenso porque foi desviado do centro por un movemento indescribíbel e acabaría tamén por caer se se detén? En verdade se este argumento fose razoábel a magnitude do Ceo tendería cara o infinito. Pois canto máis alto sexa transportado polo impulso do movemento, tanto máis rápido será ese movemento debido ao crecemento continuo da circunferencia que ten que percorrer nun período de vinte e catro horas; e á vez, crecendo o movemento, crecería tamén a inmensidade do Ceo.

<sup>73</sup>Tolomeo, *Almagesto*, I, 7.

<sup>74</sup>Cf. Aristóteles, *De caelo*, II, 14.

<sup>75</sup>Ningunha parte da obra de Copérnico molestou tanto á Sagrada Congregación do *Index* como o inicio deste capítulo, onde bosqueja unha teoría física de acordo co movemento da Terra.

<sup>76</sup>Cf. Aristóteles, *Phisica*, VIII, 4 e *De caelo*, I, 2.

Así a velocidade aumentaría o movemento e o movemento aumentaría a velocidade ata o infinito. Mais segundo aquel axioma da Física -o infinito non pode ser atravesado ou movido de ningunha maneira- o Ceo necesariamente permanecerá inmóbil.

Pero din que fóra do Ceo non hai nin corpo, nin espazo baleiro, nin lugar nin absolutamente nada, e que non existe nada cara onde o Ceo poida estenderse. Entón é sorprendente certamente que algunha cousa poida ser limitada polo nada. Mais se o Ceo fose infinito e non só fose finito na súa concavidade interior, tal vez se confirmaría con máis forza que nada existe fóra do Ceo, posto que unha vez que todas as cousas estarían dentro del sexa cal sexa o espazo que ocupen, o Ceo mesmo permanecería inmóbil. Xa que o argumento máis poderoso no que se apoian para demostrar que o mundo é finito é o movemento.

Pero deixemos a controversia dos filósofos acerca de se o mundo é finito ou infinito, tendo nós como certo que a Terra é limitada polos seus polos e contida por unha superficie esférica. Entón, por que dubidamos aínda en outorgar movemento a aquilo que ten unha superficie apropiada para isto pola súa natureza, en lugar de crer que todo o Universo se despraza, cuxos límites ignóranse e non se poden coñecer? E por que non admitiremos que a rotación diaria é aparente no Ceo pero real na Terra? Pois esta cuestión é como dixera o Eneas de Virxilio: «Nós saímos do porto e a Terra e as cidades recúan».<sup>77</sup>

Posto que cando un navío flota sobre ondas tranquilas, todo o que lle é externo seméllalle aos navegantes que se move polo reflexo do seu propio movemento e por outra banda pensan que eles e todo o que levan canda eles están inmóbeis. Así, en relación ao movemento da Terra pode suceder que se crea que todo mundo xira.

Que diremos, pois, das nubes e de certos corpos da mesma especie que están suspendidos no aire, que descenden ou que de novo soben? Nada, senón que a Terra, coa auga que está unida a ela, se move así, mais tamén unha parte non pequena do aire e todas as cousas que, da mesma maneira, están ligadas a ela, ou ben porque o aire circundante mesturado con materia acuosa ou térrea segue á Terra, ou ben porque o movemento do aire é adquirido, pois partilla coa Terra a súa rotación incesante sen resistencia debido á contigüidade.<sup>78</sup> Por outra banda e con igual sorpresa afirman que a rexión superior do aire segue o movemento do Ceo, tal como indican aqueles astros que aparecen de forma repentina, quero dicir, os cometas chamados polos gregos *πυρώνιας*,<sup>79</sup> aos que lle asignan esa mesma rexión para formarse, e que nacen e se poñen coma os outros astros. Nós podemos afirmar que pola súa grande distancia á Terra, esa parte do aire está privada do movemento terrestre. Igualmente aparecerá tranquilo o aire que está próximo á Terra así como os obxectos nel suspendidos, a non ser que sexan axitados polo vento ou por calquera outra forza, como realmente

<sup>77</sup>Virxilio (70-19 a. n. e.), *Eneida*, III, 72.

<sup>78</sup>Cf. Aristóteles, *Meteorologica*, I, 3, 7.

<sup>79</sup>En latín no orixinal, *pogoniae*, que poderíamos traducir como «peludas». Cf. Plinio, *Naturalis historia*, II, 22, 89.

pasa. Que outra cousa pode ser, entón, o vento no ar, senón coma as ondas no mar?<sup>80</sup>

Hai que confesar, entón, que o movemento dos corpos que caen e que ascenden no Universo é un movemento dobre, composto dun movemento en todos os casos recto e outro circular, en comparación co mundo. E en canto as cousas que caen polo seu propio peso, estando na súa maior parte compostas de terra, é indubidábel que as partes conservan a mesma natureza ca o todo. O mesmo sucede nas cousas que son impelidas cara arriba pola forza da súa natureza ígnea. Pois tamén este lume terrestre é alimentado sobre todo con natureza terrestre, e a chama defínese como “fume que arde”.<sup>81</sup> Porén, é propiedade do lume dilatar aquilo no que entra, e faino con tanta forza ao liberarse do seu cárcere que non se pode impedir con ningún procedemento nin con ningunha máquina que logre o seu obxectivo.<sup>82</sup> E este movemento esténdese do centro cara o exterior e, así, se algunha parte da Terra se incendia é empurrada cara as rexións máis elevadas.

En consecuencia, tal como din, o movemento dun corpo simple é simple (isto verifícase en primeiro lugar no movemento circular) dado que o corpo simple permanecerá totalmente en si mesmo e na súa unidade coma un corpo en repouso. Porén, o movemento rectilíneo maniféstase nos corpos que abandonan a súa posición natural ou son arrastrados fóra dela ou que dalgún modo están fóra dela. Mais nada repugna tanto á orde e forma do Universo como que haxa algo fóra do seu lugar. Así, o movemento recto non acontece senón nos corpos que non se atopan no seu propio estado nin en harmonía perfecta coa súa natureza e que abandonan a súa unidade. Sobre todo os corpos que se moven cara arriba e cara abaixo, e non teñen un movemento simple, uniforme e regular, agás o circular, pois non poden estar en equilibrio debido á súa lixeireza ou polo impulso do seu propio peso. E todos os corpos que caen, aínda que ao principio teñan un movemento lento, aumentan de velocidade ao caer. Por outra banda percibimos que este lume terrestre (pois non vemos outro) impulsado cara o alto se debilita inmediatamente, manifestando así que a causa da súa violencia era a materia terrestre. Con todo, o movemento circular prosegue sempre uniformemente porque ten unha causa constante; porén, o rectilíneo para de acelerarse porque ao cambiar a súa posición os obxectos deixan de ser pesados ou lixeiros e cesan nese movemento. Xa que o movemento circular é propio do todo mentres que as partes teñen un movemento rectilíneo, podemos dicir que ambos movementos coexisten, como acontece cun ser vivo e un enfermo. E seguramente o feito de que Aristóteles divida en tres categorías o movemento simple, é dicir, desde o centro, para o centro e ao redor do centro, sexa un mero exercicio lóxico, coma cando diferenciamos entre liña, punto e superficie, aínda que ningún destes poida subsistir sen o outro e ningún deles sen un corpo.

A isto engádese que a inmovilidade é considerada unha condición máis nobre e

<sup>80</sup>Cf. Plinio, *Naturalis Historia*, II, 44, 114.

<sup>81</sup>Cf. Aristóteles, *De generatione et corruptione*, II, 4, e *Meteorologica*. IV, 9.

<sup>82</sup>O uso de armas de fogo e de canóns era familiar a Copérnico que participou na guerra Polaco-Teutónica.



máis divina ca o cambio e ca inestabilidade, que son máis propias da Terra ca do Universo. Engado ademais que semellaría bastante absurdo atribuír movemento ao continente e ao que localiza e non ao contido e ao que é localizado, que é a Terra. Finalmente, sendo evidente que os planetas están unhas veces máis preto e outras máis lonxe da Terra, o movemento dun só corpo en torno ao centro – que queren que sexa o centro da Terra- será tamén centrípeto e centrífugo. Convén, en consecuencia, que o movemento, que se realiza ao redor do centro, sexa considerado de maneira máis xeral, e é suficiente que todo movemento se apoie no seu propio centro.

Vedes así que por todas estas razóns é máis probábel que a Terra se mova ca que estea parada, sobre todo con respecto ao movemento de rotación diaria que é moito máis propia da Terra. E creo que isto é suficiente para a primeira cuestión.

## Capítulo IX: Pódese atribuír varios movementos á Terra? O centro do Universo

Como nada se opón a que a Terra se mova, proponño que se vexa agora se pode ter aínda máis movementos, e mesmo que poida considerarse que é un planeta.<sup>83</sup>

Que esta non é efectivamente o centro de todas as órbitas amósano o movemento non uniforme e aparente dos planetas e as súas diferentes distancias á Terra. Estes fenómenos non poden explicarse con círculos concéntricos á Terra. Habendo, pois, varios centros,<sup>84</sup> non será ousado dubidar se o centro do Universo será o centro de gravidade terrestre ou calquera outro punto. Polo que a min respecta, creo que a gravidade non é outra cousa que un certo desexo natural introducido nas partes pola divina providencia do Creador do Universo para que tendan a unirse e integrarse de novo, reuníndose en forma de esfera. Pódese crer que esta forma de actuar tamén é propia do Sol, da Lúa e dos demais planetas, para que, polo seu efecto, poida conservar a esfericidade coa que se amosan, aínda que percorran as súas órbitas de forma absolutamente diferente.

Se, en consecuencia, a Terra realiza outros movementos, por exemplo ao redor dun centro, deben ser necesariamente semellantes aos que exteriormente aparecen en moitos planetas nos que atopamos unha órbita anual. Posto que se o movemento se cambiase de solar a terrestre, admitindo a inmovilidade do Sol, o nacemento e ocaso dos signos do Zodíaco e das estrelas fixas matutinas e vespertinas aparecerían da mesma maneira; tamén as estacións, retrocesos e avances dos planetas serían considerados non coma un movemento propio, senón coma da Terra, que se verían como reflectidos. Finalmente pensarase que o propio Sol ocupa o centro do Universo, o que nos vén ensinado polo principio da orde segundo a cal unhas cousas suceden a outras e pola

<sup>83</sup>Esta idea de considerar a Terra coma un astro máis non era nova, pois fora enunciada por Nicolás de Cusa en *De docta ignorantia*, II, 12.

<sup>84</sup>Aquí Copérnico afástase de Aristóteles, suxerindo que existen múltiples centros, aínda que non prefigura un indicio da idea posterior da gravitación dos distintos astros.

harmonía de todo o Universo, se, como se di, abrimos ben ambos ollos e observamos atentamente.

## Capítulo X: A orde das esferas celestes

Vexo que ninguén dubida que o Ceo das estrelas fixas é o que hai máis alto en todo o visíbel. Nós vimos que os antigos filósofos quixeron establecer a orde dos planetas en harmonía coa extensión das súas órbitas segundo o principio de que os corpos que se moven á mesma velocidade semellan avanzar máis lentamente se están máis distantes, como Euclides demostra na súa *Óptica*.<sup>85</sup> Por isto pensan que a Lúa completa a súa órbita circular no máis curto espazo de tempo porque, estando máis próxima á Terra, xira cunha órbita máis pequena. Pero opinan que Saturno está situado o máis alto, pois completa a súa órbita no tempo máis longo. Debaixo deste está Xúpiter, e despois Marte. Acerca de Venus e Mercurio hai opinións diversas, pois estes planetas non ocupan posicións moi afastadas do Sol, coma os outros. Por esta razón uns colócanos enriba do Sol, como o *Timeo* de Platón, outros, debaixo del, como Tolomeo<sup>86</sup> e unha boa parte dos autores modernos. Alpetraxio<sup>87</sup> coloca a Venus por riba do Sol e a Mercurio, debaixo. Así, os que seguen a Platón, que estiman que todos os planetas, que son corpos sen luz propia, brillan debido á luz recibida do Sol,<sup>88</sup> sosteñen que se estivesen debaixo do Sol, pola pouca distancia deste, serían vistos sen unha metade ou faltándolles parte da súa esfera. Pois a luz recibida reflíctena cara arriba, isto é, cara o Sol, tal como vemos a Lúa nova ou en Cuarto Minguante. Afirmar, porén, que algunhas veces o Sol se eclipsa por que os planetas se interpoñen e a súa luz faltaríalle en proporción ao seu tamaño; como isto non ocorre nunca, cren que en ningunha circunstancia pasan debaixo do Sol.<sup>89</sup>

Polo contrario, os que sitúan a Venus e Mercurio debaixo do Sol ofrecen como argumento a amplitude do espazo que atopan entre e o Sol e a Lúa. En efecto, descubriran que a maior distancia entre a Terra e a Lúa era de sesenta e catro e un sexto de unidades, tomando o raio da Terra como unidade de distancia, e esta distancia está contida case dezaioito veces na máis curta distancia entre o Sol e a Terra, é dicir, 1160 unidades.<sup>90</sup> Polo tanto entre o Sol e a Lúa hai 1096 unidades. Así, para que tan

<sup>85</sup>Cf. Euclides, *Optica*, Theor. LVI, prov. LVII.

<sup>86</sup>*Almagesto*, IX, 1.

<sup>87</sup>Abū Ishāq Nūr al-Dīn al-Bitrūyī ou Alpetragius (1185-1204) na súa forma latinizada, foi un cosmólogo andalusí.

<sup>88</sup>«O deus prendeu unha luz que actualmente chamamos Sol, para que todo o ceo se iluminase completamente». Platón, *Timeo* (39B).

<sup>89</sup>Debido a unha incorrecta interpretación desta pasaxe, afirmouse que Copérnico predixo o descubrimento das fases de Venus e Mercurio. A invención do telescopio case medio século despois da morte de Copérnico permitiu que as fases dos planetas internos fosen percibidas por primeira vez.

<sup>90</sup>Copérnico inclúe neste capítulo aproximacións das distancias entre os astros. En particular, a distancia entre a Terra e a Lúa é  $64 + \frac{1}{4}$  veces o raio da Terra; entre a Terra e o Sol 1160 veces o raio da Terra; e entre o Sol e a Lúa, 1096 veces o raio da Terra. Canto ao cálculo do apoxeo, ou

grande extensión non permaneza baleira, a partir dos intervalos entre os ápsides polos que se calcula o espesor daquelas esferas, achan que estas distancias serían case completadas, de tal maneira que ao apoxeo da Lúa séguelle o perixeo de Mercurio, e ao apoxeo de Mercurio séguelle o perixeo de Venus, cuxo apoxeo finalmente case alcanza o perixeo do Sol. E en efecto, entre as ápsides de Mercurio calculan aproximadamente unhas 177 unidades das mencionadas antes, e o restante espazo é practicamente completado polas 910 unidades do intervalo de Venus.

Por tanto non admiten que haxa neses astros algunha opacidade semellante á da Lúa, senón que afirman que brillan con luz propia ou senón porque todos eles están bañados pola luz do Sol; e que non ocultan a luz do Sol porque moi raramente sucede que se interpoñen entre nós e o Sol, pois normalmente desvíanse pola latitude. Outra razón é que son corpos pequenos en comparación co Sol, xa que sendo Venus aínda maior ca Mercurio mal pode ocultar unha centésima parte do Sol, como afirma Albatenio de Arato,<sup>91</sup> que estima que o diámetro do Sol é dez veces maior ca o de Venus, e en consecuencia non é doado avistar unha mancha tan pequena baixo unha luz tan brillante. Porén Averroes,<sup>92</sup> na súa *Paráfrase a Tolomeo*, lembra que viu unha mancha escura cando observou a conxunción do Sol e Mercurio segundo o que calculara. Por isto opinan que estes dous planetas se moven baixo a esfera do Sol.

Mais tamén se manifesta pouco firme e incerto este argumento polo feito de que aínda que, segundo Tolomeo, haxa unha distancia de 38 unidades iguais ao raio da Terra ata o perixeo da Lúa, unha estimación máis veraz cifrao en máis de 49, como se mostrará máis adiante; porén sabemos que un espazo tan grande non contén, como sabemos, máis ca aire e tamén se aceptamos esta teoría, o elemento que chaman lume. Ademais o diámetro do epiciclo de Venus, como se demostrará no capítulo axeitado máis adiante,<sup>93</sup> polo que se separa do Sol 45 graos máis ou menos a cada lado, debe ser seis veces maior ca a distancia desde o centro da Terra ao perixeo de Venus. Que dirán entón que hai contido neste espazo moito máis grande para que contivese a Terra, o ar, o éter, a Lúa e Mercurio, e que abarcaría o enorme epiciclo de Venus, se xirase en torno da Terra inmóbil?

Que resulta pouco convincente a argumentación de Tolomeo segundo a cal o Sol

---

maior distancia entre a Terra e a Lúa, é correcto. Tendo en conta que, aproximadamente, o raio da Terra é de 6371 quilómetros, multiplicando esta cifra por  $64 + \frac{1}{6}$  obtemos 408 805 quilómetros, sendo a distancia real de 406 700 quilómetros. Tocante á distancia entre a Terra e o Sol o cálculo é erróneo. Así, se multiplicamos os 6371 quilómetros do raio da Terra por 1160 obtemos 7,3 millóns de quilómetros como distancia entre a Terra e o Sol. Unha aproximación moi baixa, pois a distancia real é, ou ben de 152,1 millóns de quilómetros no punto máis afastado (afelio) ou de 147,1 millóns de quilómetros no máis próximo (perihelio). Algo semellante acontece se consideramos a distancia entre o Sol e a Lúa, no que a distancia calculada é moi inferior á real.

<sup>91</sup>Muhammad al-Battani foi un astrónomo e matemático árabe.

<sup>92</sup>Ibn Ruchd, mais coñecido como Averroes (1126-1198), fiel seguidor de Aristóteles, foi considerado como un dos máis importantes filósofos do mundo árabe, escribiu en árabe a paráfrase a Tolomeo, que despois viría traducida ao hebreo en 1231 por Jacob Anantoli de Nápoles (1194-1256).

<sup>93</sup>IV, 21.

debería ocupar o medio necesariamente entre os planetas que se afastan en todos os sentidos ou que non se afastan, demóstrase porque a Lúa sepárase ela mesma en todos os sentidos. Mais, que razón alegarán aqueles que sitúan a Venus debaixo do Sol e despois a Mercurio, ou os separan noutra secuencia, para explicar por que Venus e Mercurio non executan órbitas separadas e diferentes do Sol, coma os outros planetas, sen alterar a súa ordenación en relación á rapidez ou lentitude deles?

En consecuencia será necesario que a Terra non sexa o centro ao que se refire a ordenación dos planetas e das esferas, ou non haberá, nin aparecerá unha razón segura de orde, pola que se lle dá a Saturno antes ca a Xúpiter ou a calquera outro unha posición máis alta. Por isto creo que non debe ser desprezado o que opinaron Marciano Capella,<sup>94</sup> que escribiu unha enciclopedia, e algúns outros autores latinos.<sup>95</sup> Pois pensan que Venus e Mercurio fan a súa órbita ao redor do Sol que está no medio deles, e pensan que por esta causa non se afastan del mais do que lles permite a curvatura das súas esferas, pois non xiran ao redor da Terra como os demais, senón que teñen as súas áspides xiradas en sentido oposto. Que outra cousa queren dicir, senón que o centro das súas esferas están próximas ao Sol? Así, a órbita de Mercurio convén que estea contida dentro da órbita de Venus, que debe ser dúas veces maior ou máis, e encontrará dentro, pola súa amplitude, espazo suficiente para ela.

Se alguén, asumindo isto, atribúe a Saturno, Xúpiter e Marte ese mesmo centro, entendendo a súa magnitude tan grande como para conter no que neles hai e rodear a Terra, non se equivocará. Isto demóstrao a orde canónica dos seus movementos. Pois consta que están máis preto da Terra na súa saída vespertina, ou sexa cando están opostos ao Sol, e a Terra se atopa entre eles e o Sol; porén están máis lonxe da Terra cando ten lugar o seu ocaso vespertino, cando se esconden preto do Sol, mentres temos o Sol entre eles e a Terra. Estes feitos indican suficientemente que o seu centro remite máis ao Sol e sucede o mesmo con Venus e Mercurio que tamén completan as súas órbitas ao redor del.

Pero tendo todos estes un único centro, é necesario que o espazo que hai entre a órbita convexa de Venus e a cóncava de Marte sexa considerado como outra esfera homocéntrica en relación con aquelas, con respecto ás dúas superficies, e que conteña a Terra xuntamente coa Lúa, o seu satélite, e todo o que está contido baixo o globo lunar. Evidentemente non podemos separar a Terra da Lúa, que se atopa indiscutiblemente moi próxima a ela, pois hai neste espazo un lugar adecuado e suficientemente amplo para ela.

Por isto non nos avergoña afirmar que todo este espazo contido entre a esfera da Lúa e o centro da Terra se traslada a través desa gran órbita entre os planetas nunha revolución anual ao redor do Sol. O centro do Universo está próximo ao Sol e, permanecendo este inmóbil, todo o que aparece como un movemento do Sol verifícase mellor coa mobilidade da Terra. Pero a magnitude do Universo é tan grande que, aínda

<sup>94</sup>Marciano Capella (360-428) escribiu no século v. Copérnico refírese aquí a *De nuptiis Philologiae et Mercurii*, VIII, 857: «Venus e Mercurio [...] rodean o Sol nunha revolución completa».

<sup>95</sup>Quizá aquí inclúa a Vitrubio (81-15 a. n. e.), *De architectura libri decem*, IX, VI.

que a distancia da Terra ao Sol é notábel, en comparación con calquera outra órbita dos planetas en relación ás súas magnitudes, porén non é perceptíbel en relación á esfera dos planetas. Penso que é moito máis doado conceder isto ca confundir a intelixencia cunha multiplicidade case infinita de órbitas, como están obrigados a admitir os que afirman que a Terra está no centro do Universo. Antes ben hai que comprender a sabedoría da Natureza que, así como foi particularmente coidadosa en crear algo superfluo e inútil, do mesmo modo outorgoulle a veces a unha mesma cousa varias propiedades.

Sendo todo isto moi difícil e case inconcibíbel, e naturalmente oposto á convicción da maioría, porén, coa axuda de Deus, farémolo a medida que vaiamos avanzando con máis claridade ca a luz do Sol, cando menos para os que non ignoran a arte das Matemáticas. E se o primeiro argumento permanece válido, porque ninguén presentará outro máis evidente ca medir a magnitude das órbitas pola cantidade de tempo, a orde das esferas é a seguinte comezando pola máis alta.



A primeira e máis alta de todas é a esfera das estrelas fixas que se contén a si

mesma e a todas as cousas, sendo por tanto inmóbil. É, pois, onde se sitúa o Universo, con respecto ao que se relaciona o movemento e posición de todos os demais astros. E se algúns consideran que esta tamén se move dalgunha maneira, nós atribuírémolle unha causa distinta explicando por que semella así, ao deducir o movemento da Terra.<sup>96</sup>

Despois segue Saturno, o primeiro dos planetas que percorre a súa órbita en 30 anos. Tras deste, Xúpiter, que completa a súa órbita en 12 anos. Despois Marte, que o fai en dous anos. Nesta orde, a órbita anual ocupa a cuarta posición, na que está situada a Terra xunto coa órbita da Lúa como un epiciclo. En quinto lugar está Venus, que cada nove meses volve ao inicio da súa órbita. En sexto lugar finalmente está Mercurio que se move nun espazo de oitenta días. No medio de todos está o Sol.<sup>97</sup> Pois, neste fermosísimo templo, quen colocaría esta lámpada noutro lugar mellor ca naquel desde onde pode alumear todas as cousas ao mesmo tempo. E non sen razón, en verdade, o Sol foi chamado por uns a «lucerna do mundo», por outros a «súa mente», e por outros o «seu guieiro».<sup>98</sup> Trimexisto chamoulle o «Deus Visíbel»,<sup>99</sup> e Sófocles na súa *Electra*, «O que contempla todo».<sup>100</sup> Así, en realidade, o Sol está coma sentado nun solio real gobernando a súa familia de astros que xiran en torno a el. Tampouco a Terra de ningunha maneira será privada dos servizos da Lúa, mais como di Aristóteles no seu libro *De animalibus*, a Lúa ten coa Terra unha afinidade íntima.<sup>101</sup> Mentres, a Terra é fecundada polo Sol e, preñada, ten un parto anual. Nós verificamos, polo tanto, nesta ordenación a marabillosa simetría do Universo así como un nexo seguro de harmonía entre o movemento e a lonxitude das órbitas que non se pode atopar de ningunha outra maneira.

Aquí, en efecto, o observador atento pode advertir por que o progreso e a retrogradación aparecen maiores en Xúpiter ca en Saturno e menores ca en Marte, e á vez maior en Venus ca en Mercurio. Podemos tamén comprender por que esta alternancia aparece máis frecuentemente en Saturno ca en Xúpiter e máis raramente en Marte e en Venus ca en Mercurio ou por que Saturno, Xúpiter e Marte están máis próximos á Terra cando nacen ao poñerse o Sol ca no seu ocaso ou na súa reaparición. Pero sobre todo Marte, cando é visíbel durante toda a noite e parece igual a Xúpiter en tamaño, aínda que se lle distingue pola cor avermellada. Porén, distínguese con dificultade noutra posición entre as estrelas de segunda magnitude, sempre que se busque cunha

<sup>96</sup>En I, 11.

<sup>97</sup>Copérnico é o primeiro autor que coloca o Sol e os planetas coñecidos no lugar correcto.

<sup>98</sup>Cf. Plinio, *Naturalis historia*, II, 4, 13 e Cicerón *De republica*, VI; *Somnium Scipionis*, 17.

<sup>99</sup>Por esta observación algúns autores asociaron a Copérnico coa maxia hermética do Renacemento ou o misticismo neoplatónico, pero con fundamento insuficiente. Por outra banda no extenso corpo de escritos atribuídos a Hermes Trimexisto non se atopa a cita de Copérnico.

<sup>100</sup>A cita de Sófocles (496-406 a. n. e.) pertence a *Odipus Coloneus*, 869. Cf. Plinio, *Naturalis historia*, II, 4, 13.

<sup>101</sup>En realidade Copérnico está citando a Averroes, *De substantia orbis*, II, publicado en Venecia no século XV xunto cunha tradución latina dalgunhas das obras de Aristóteles. Porén, Aristóteles en *De generatione animalium*, IV, 10, considera a Lúa coma «un segundo e menor Sol».

observación moi atenta e con sextante. Todos estes fenómenos proceden da mesma causa: o movemento da Terra.

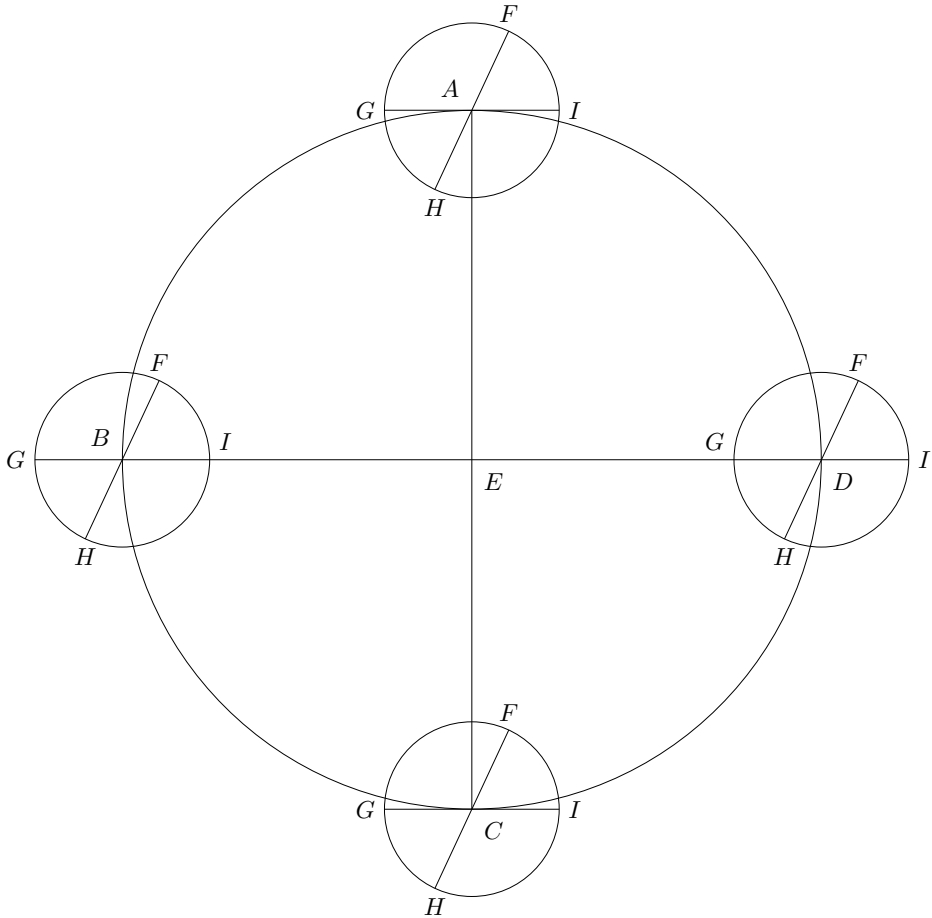
Mais posto que ningún destes fenómenos aparece nas estrelas fixas, demostra a súa inmensa altitude, o que tamén provoca que desapareza da nosa vista a órbita do movemento anual e a súa imaxe, porque todo obxecto visíbel ten un límite de distancia do que máis alá non é posíbel velo, como se demostra na Óptica. Que entre o máis alto dos planetas, Saturno, e a esfera das estrelas fixas hai unha enorme distancia dedúcese das súas escintilantes luces. E por tal indicio os planetas distínguense particularmente, pois tiña que haber unha enorme diferenza entre os astros que se moven e os que non se moven. Tan marabillosa é esta divina obra do Mellor e Máximo [Creador]!

## Capítulo XI: Demostración do triplo movemento da Terra

Unha vez que tantas e tan grandes testemuñas dos planetas concordan en que a Terra se move, exporemos agora brevemente ese movemento e, tomándoo como hipótese, demostraremos cando menos os fenómenos aparentes. É preciso admitir que se trata dun movemento triplo. O primeiro é aquel que, como dixemos, era chamado *νοχθημερινόν*, a rotación do día e da noite ao redor do eixo da Terra, de Oeste para Leste, aínda que se perciba que o Universo é levado en dirección oposta, describindo o círculo equinoccial, ao que algúns chaman “o círculo dos días iguais”, imitando o termo usado polos gregos *ισημερινος*. O segundo é o movemento anual do centro, que describe a eclíptica, o círculo zodiacal, en torno ao Sol, igualmente de Occidente cara Oriente, ou sexa, en consecuencia, avanzando entre Venus e Marte (como dixemos en I, X) con todo o que os rodean. Isto provoca que o mesmo Sol, cun movemento similar, pareza atravesar o Zodíaco. Por isto, cando, por exemplo, o centro da Terra atravesa Capricornio, o Sol semella percorrer Cáncer, e coa Terra en Acuario, o Sol parece estar en Leo e así sucesivamente, como dicíamos. É necesario saber que o ecuador e o eixe da Terra teñen unha inclinación variábel en relación ao círculo e ao plano da eclíptica. Porque se permanecesen fixos, e non fixeran outra cousa que seguir simplemente o movemento do centro, non debería haber ningunha desigualdade de días e noites, senón que serían sempre iguais o solsticio de verán ou de inverno, os equinoccios, a primavera e o inverno ou calquera outra estación.

Logo segue o terceiro movemento, o de inclinación, tamén unha revolución anual mais en sentido oposto á orde dos signos, isto é, na dirección oposta á do centro. Así, por estes movementos case iguais e contrarios entre si, sucede que o eixe da Terra e o seu maior paralelo de latitude, o Ecuador, miran case sempre cara a mesma parte do mundo, coma se estivesen permanentemente inmóbeis. Mentres tanto o Sol, seguindo o movemento do centro da Terra, semella moverse pola oblicuidade da eclíptica, como se este fose, e non doutra forma, o centro do Universo, sen esquecer que a distancia entre o Sol e a Terra é imperceptíbel á nosa vista en relación á esfera das estrelas fixas.

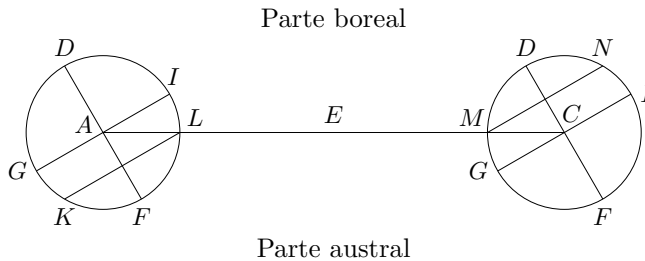
Dado que para entender estas cuestións é mellor que as poñamos diante dos ollos ca que falar delas, tracemos o círculo ABCD, que representará a rotación anual do centro da Terra no plano da eclíptica, e sexa E o Sol, no seu centro. Dividirei este



círculo en catro partes trazando os diámetros AEC e BDE. Supóñase que A representa o principio de Cáncer, B o de Libra, C o de Capricornio e D o de Aries. Supoñamos agora que o centro da Terra está primeiro en A, sobre o que trazarei o ecuador terrestre FGHI, pero non no mesmo plano, senón de maneira que o diámetro GAI sexa a sección común dos círculos, isto é, do ecuador e da eclíptica. Tracemos despois o diámetro FAH, formando ángulos rectos con GAI, e sexa F o límite de maior inclinación cara o sur e H cara o norte. Partindo destes presupostos, certamente os habitantes da Terra verán o Sol no centro E, no seu solsticio de inverno, en Capricornio, que provoca H, máxima inclinación setentrional volteada cara o Sol. En efecto a inclinación do ecuador



en relación á liña AE describe, na rotación diúrna, o solsticio de Inverno, paralelo ao ecuador nun intervalo comprendido polo ángulo de inclinación EAH. Agora fagamos mover o centro da Terra cara o leste e ao mesmo tempo, movamos tamén F, límite da máxima inclinación, cara o oeste, ata que en B ambos recorran un cuadrante dos seus círculos. Mentres tanto o ángulo EAI permanecerá sempre igual a AEB pola igualdade das súas revolucións, e os diámetros permanecerán sempre paralelos, FAH a FBH, GAI a GBI, e o ecuador paralelo ao ecuador. Polas razóns xa comentadas varias veces, parecen coincidir na inmensidade do Ceo. Así, desde B, principio de Libra, E aparecerá en Capricornio e a liña de intersección dos círculos coincidirá coa recta GBIE, á que a rotación diaria non lle permitirá inclinación ningunha, pois calquera inclinación será no plano lateral. E así o Sol aparecerá no seu equinoccio de primavera. Supoñamos que o centro da Terra continúa movéndose do xeito antes aceptado. Cando teña recorrido un semicírculo en C, entón parecerá que o Sol entra en Cáncer. Mais F, o punto máis ao sur da inclinación do ecuador, quedará volteado cara o Sol, e así provocará que o Sol se vexa ao norte, percorrendo o solsticio de verán, en relación co ángulo de inclinación ECF. Entón, xirando F cara o terceiro cuadrante do círculo, a liña de intersección GI caerá de novo na liña ED, polo que o Sol, visto Libra, parecerá que alcanzou o equinoccio de outono. Finalmente, neste mesmo proceso, HF xirará gradualmente cara o Sol, e regresará á posición do principio, cando comezamos a nosa exposición.



Outra demostración. Sexa da mesma maneira AEC o diámetro do plano da eclíptica e tamén a intersección común do círculo ABC perpendicular ao mesmo plano. Neste, en A e C, é dicir, en Cáncer e en Capricornio respectivamente, tracemos un círculo DGFI, e sexa DF o eixe da Terra, D, o polo norte, F, o polo sur, e GI o diámetro do ecuador. En consecuencia, cando F xira cara o Sol, que está en E, sendo a inclinación do ecuador cara o norte en relación ao ángulo IAE, entón o movemento ao redor do eixe da Terra describirá un círculo cara o sur, paralelo ao ecuador, segundo o diámetro KL e a distancia LI, que aparecerá con respecto ao Sol como o trópico de Capricornio. Ou, para dicilo máis rigorosamente, este movemento ao redor do eixe describe na dirección AE unha superficie cónica co seu vértice no centro da Terra e cuxa base é paralela ao círculo de ecuador. No punto oposto, C, todo acontece da mesma maneira, pero en sentido contrario. Así é evidente de que maneira os dous movementos,

isto é, os movementos do centro e o da inclinación, opostos reciprocamente, forzan ao eixe da Terra a manterse na mesma dirección e nunha posición semellante, e todos estes fenómenos aparecen como movementos do Sol.

Pero dicíamos que a rotación anual do centro e da inclinación eran case iguais, pois se isto ocorrese exactamente así, sería necesario que os puntos dos equinoccios, dos solsticios e a oblicuidade total da eclíptica non puidesen cambiar nunca en relación á esfera das estrelas fixas. Como, porén, a diferenza é moi sutil, non se manifesta máis ca co paso dun espazo de tempo grande. Certamente, desde Tolomeo ata o noso tempo a precesión dos equinoccios e solsticios chega case a 21 graos. Por isto algúns consideraron que tamén a esfera das estrelas fixas se movía e por isto pareceulles que había unha novena esfera superior; e por se isto non era suficiente agora os máis modernos engaden unha décima, sen atinxir o obxectivo que nós esperamos alcanzar co movemento da Terra, que utilizaremos como o principio e hipótese na demostración dos outros movementos.

Agora ben, aínda que admitamos que os movementos do Sol e da Lúa poden ser demostrados así como o da inmovilidade da Terra, porén isto é menos adecuado para os restantes planetas. Filolao creu no movemento da Terra por esta e semellantes razóns, e moitos contan que Aristarco de Samos foi da mesma opinión, sen estar condicionados pola causa que alega e rexeita Aristóteles.<sup>102</sup> Mais como se trata de asuntos que non se poden comprender se non é cun enxeño agudo e perseverante estudo, estes permaneceron descoñecidos para a maior parte dos filósofos, e foron ben poucos aqueles que naquel tempo coñecían as leis dos movementos celestes, e mesmo Platón non o ocultou. Pero aínda que estas teorías fosen coñecidas por Filolao ou calquera outro pitagórico, probabelmente non foron transmitidos para a posteridade. En efecto, era costume dos pitagóricos non divulgar as súas observacións por escrito nin facer públicos os arcanos da filosofía a todo o mundo, senón confialos só a parentes e amigos pasándoos de man en man. Como proba deste costume perdura unha carta<sup>103</sup> de Lisis a Hiparco que polas súas notábeis opinións e para mostrar o valor que a filosofía tiña entre eles, crin oportuno inserila aquí para acabar o primeiro libro con ela. Velaquí, pois, a carta, que traduzo do grego, da seguinte maneira:

De Lisis a Hiparco, saúde.

Despois da morte de Pitágoras nunca tería crido que a súa irmandade de discípulos fose disolvida. Mais agora, como contra toda esperanza fomos desprazados por aquí e por alá e dispersados como despois de sufrir un naufraxio, é un acto de piedade lembrar

<sup>102</sup>Cf. *De caelo*, II, 14.

<sup>103</sup>A carta de Lisis a Hiparco, absolutamente apócrifa, debía servir como conclusión ao primeiro libro do *De revolutionibus*. Copérnico puido ter coñecemento dela na tradución ao latín aparecida no *In calumniatorem Platonis* de Basilio Besarión, tamén chamado Bessarión de Nicea. Este texto foi omitido na edición de 1543 e nas sucesivas, substituídas por tres capítulos dedicados á trigonometría esférica.

os seus divinos preceptos e non comunicar os bens da filosofía a aqueles que nin sequera soñaron coa purificación da alma. Porque en efecto non convén ofrecer a todos aqueles aquilo que con tanto esforzo conseguimos, o mesmo que non se pode amosar aos homes profanos os segredos das deusas eleusinas,<sup>104</sup> e considerar inicuos e impíos a quen o faga. Por outra banda é útil ter presente canto tempo consumimos en limpar as manchas que se agarraban aos nosos corazóns ata, pasados cinco anos, sermos receptivos ás súas ensinanzas.<sup>105</sup> Pois tal como os tintureiros, despois de lavalas, fixan con determinado ácido a pintura das teas para que se embeban dunha cor indelével, de maneira que posteriormente non se poida descolorar; así aquel home divino preparou os amantes da filosofía, para que ninguén se vise frustrado na esperanza que cada un deles concibira ao respecto do seu propio talento. Pois non vendía un coñecemento mercenario, nin engadía para dar forza á verdade aqueles enganos cos que moitos sofistas avolven a mente dos mozos, senón que era un mestre de cousas divinas e humanas.

Porén, algúns, imitando a súa doutrina, levan a cabo moitas e grandes cousas e instrúen a mocidade, pero segundo un orde perverso e non como convén, polo que os converten en discípulos impertinentes e insolentes. Pois mesturan os puros preceptos da filosofía con costumes turbios e impuros. É como se alguén botara lama nun pozo profundo de auga pura e clara: revolve a lama e perde a auga. Así lles acontece a aqueles que ensinan, e tamén aos que aprenden, desta maneira. Pois densos e opacos bosques ocupan a mente e o corazón daqueles que non foron iniciados segundo os ritos, e impiden calquera tranquilidade e moderación do seu espírito. Vagan por este bosque todos os tipos de vicios que devoran, afastan e de ningunha maneira permiten que a razón progrese.

Entre estes vicios que os asaltan, nomearemos primeiramente, como nais deles, a incontinencia e a avaricia. Ambos son fecundísimos. Pois a incontinencia dá a luz incestos, borracheiras, estupros e praceres contra natura e os impulsos violentos que empurran á morte e ao abismo. Pois, en verdade a libido inflamou algúns ata o punto de non respectar nin nais nin fillos, e a estes mesmo os empurrou contra as leis, a súa patria, a súa cidade e os seus gobernantes, e envólveos con ataduras, de maneira que, amarrados, os conduce cara o suplicio final. Da avaricia, por outra banda, nacen os roubos, os parricidios, os sacrilexios, os envelenamentos e outras irmás do mesmo xénero. Convén, pois, disipar co lume, co ferro e con todo esforzo as tebras deste bosque no que se agochan esas paixóns. E cando comprendamos que a nobre razón

---

<sup>104</sup> Refírese aos misterios de Eleusis, unha das máis importantes celebracións de culto secreto, reservado unicamente a iniciados, que tiñan prohibido baixo pena de morte revelar os detalles dos ritos aos profanos.

<sup>105</sup> Alude Copérnico á escola pitagórica. De acordo coas regras desta, antes de seren aceptados na irmandade os candidatos debían recibir as ensinanzas en absoluto silencio durante cinco anos. Eran chamados *acusmáticos*, pois non podían ver nin tratar ao mestre, unicamente memorizar os coñecementos. Pasado ese período pasaban a ser *matemáticos*, xa non estaban obrigados ao voto de silencio e podían participar activamente na instrución, que recibían directamente do propio Pitágoras.

se liberou deses afectos, entón sementaremos nela a mellor e máis fecunda virtude.

Tamén ti, Hiparco, aprenderas estas cousas con non menor afán. Porén durouche pouco, meu bo home!, despois de ter probado o luxo siciliano, o cal nunca debiches de poñer diante de nada. Din moitos, en efecto, que ti ensinas filosofía publicamente, cousa que Pitágoras prohibiu. Este deixou en testamento á súa filla Dama algúns breves comentarios, e ordenou que non llos transmitise a ninguén que non fose da súa familia. Ela podería telos vendido por moi alto prezo, pero non quixo, senón que estimou máis ca o ouro a pobreza e os mandados do seu pai. Din tamén que Dama, cando morreu, deixou á súa filla o mesmo fideicomiso. E nós, de sexo viril, somos desleais ao mestre e transgresores da nosa profesión de fe. Aínda así, se te emendas, aledareime; se non, estarás morto para min.

Parte III

Apéndices



# Apéndice **A**

## Cronoloxía

- **19 de febreiro de 1473** Nace en Torun Nicolás Copérnico, fillo de Niklas Koppernigk e Bárbara Watzelrode.
- **1484** Morre o seu pai. Copérnico queda baixo a protección do seu tío Lucas Watzelrode.
- **1491-1495** Realiza estudos en Cracovia.
- **1495** É nomeado cóengo da catedral de Frauenburg.
- **1496-1503** Estuda en diversas universidades: Boloña, Padua e Ferrara. Nesta última gradúase en Dereito Canónico.
- **1504-1512** Vive no Castelo de Heilsberg como médico e secretario particular do seu tío. Realiza as primeiras observacións astronómicas.
- **1512** Logo da morte do seu tío, Copérnico ocupará ata o ano 1530 diversos cargos administrativos e diplomáticos.
- **1514** É consultado en relación coa reforma do calendario.
- **1529** Realiza as últimas observacións astronómicas.
- **1530** Remata a obra *De revolutionibus orbium coelestium*.
- **1533** As teorías copernicanas chegan a coñecemento do papa Clemente VII.
- **1536** Recibe unha carta do cardeal Nicolás Schönberg animándolle a publicar o libro.
- **1539** Coñece a Rheticus.

- **1540** Publicación da *Narratio Prima*.
- **1540-1541** Redacción do *De revolutionibus*.
- **Maio de 1542** O impresor Petreius recibe en Nuremberg o encargo de editar o *De Revolutionibus*.
- **Xuño de 1542** Copérnico escribe a dedicatoria ao papa Paulo III.
- **Outubro de 1542** Rheticus marcha cara a Leipzig. A supervisión do traballo queda en mans de Andreas Osiander, que escribe un prefacio ao texto.
- **Decembro de 1542** Copérnico sofre un ictus cerebral, quedando paralizado.
- **Marzo de 1543** Sae publicado en Nuremberg o *De Revolutionibus*.
- **24 de maio de 1543** Copérnico morre en Frauenburg, o mesmo día no que viu por vez primeira un exemplar do seu libro.



# Apéndice B

## Sentenza de Galileo Galilei

A aparición do telescopio supuxo un golpe mortal para o paradigma imperante na cosmoxía de comezos do século XVII. O universo aristotélico non era perfecto, pois o Sol tiña manchas e a Lúa presentaba montañas e cráteres. Pero tamén foi o tiro de graza para o sistema tolemaico. Descóbreanse as fases de Venus e os satélites de Xúpiter. Todo apuntaba a que o sistema heliocéntrico era a correcta explicación dos fenómenos observábeis. Así o entendeu Galileo Galilei, profesor de Matemáticas na Universidade de Padua e autor destes descubrimentos logo de perfeccionar por si mesmo aquel marabilloso invento. E decidiu recoller os seus achados nun libro, *Sidereus nuncius* (Mensaxeiro sideral), publicado en latín en 1610.

Malia cuestionar abertamente o sistema xeocéntrico, o libro non foi inicialmente mal recibido. Galileo, que contaba coa protección do gran duque de Toscana, foi invitado ao Vaticano en 1611 para expoñer as súas teorías. Pero os partidarios do sistema tolemaico unicamente andaban a organizarse para o contraataque, e conseguen que o libro *De revolutionibus* de Copérnico sexa incluído no índice de libros prohibidos, declarándose a teoría copernicana como «formalmente herética». E a Inquisición, que leva tempo á espreita das actividades de Galileo, convócao en 1616 a unha reunión co cardeal Belarmino, o cal no nome do papa esíxelle abandonar a opinión do movemento da Terra e inmovilidade do Sol, e absterse no futuro de defender ou soste tal teoría. Non era unha advertencia para tomar a broma. Belarmino interviñera activamente no proceso a Giordano Bruno que acabou coa condena deste a morrer na fogueira. Galileo aceptou a orde, pero habilmente pediu e conseguiu un documento asinado polo cardeal onde, se ben Belarmino o cominaba a non defender nin soste o sistema copernicano, non explicitaba a prohibición de ensinalo, sequera como hipótese, como mera construción matemática allea á realidade física. E para Galileo esa era unha baza importante para o futuro.

En 1621 morre o cardeal Belarmino, única testemuña daquel encontro. E no ano 1623 é elixido papa Maffeo Barberini, declarado amigo e admirador de Galileo, que

gobernará a Igrexa co nome de Urbano VIII (1568-1644). Estas dúas circunstancias, unidas á protección do gran duque, animan a Galileo a dar un paso adiante na defensa das súas ideas. E en 1632 publica o *Diálogo sobre os dous máximos sistemas do mundo, tolemaico e copernicano*, onde tres personaxes debaten sobre o Universo, apoiando un deles o sistema xeocéntrico (Simplicio, probablemente unha caricatura do papa), outro o heliocéntrico (Salviati, *alter ego* de Galileo), e adoptando o terceiro unha posición neutral (Sagredo). Da lectura do texto resulta obvia a postura do autor sobre o particular. E a maquinaria da igrexaponse de novo en marcha mediante unha denuncia ante o Santo Oficio. E desta volta os inimigos de Galileo conseguen que sexa formalmente acusado de herexía.

O xuízo comezou en Roma o 12 de abril de 1633. Galileo baseou a súa defensa no escrito de Belarmino, no que o cardeal non prohibía ensinar o sistema copernicano como hipótese, e que da redacción do seu texto non se podía deducir que el sostivese o heliocentrismo. O argumento non foi aceptado polo tribunal, que decidiu condenar a Galileo o 22 de xuño de 1633 ademais, por suposto, de prohibir o seu libro. Pero, dada a importancia de Galileo e desexando non engadir un novo mártir, como acontecera con Bruno anos atrás, negociaron co reo a posibilidade dunha condena benévola a cambio da humillación pública. Galileo debía abxurar das súas perniciosas opinións, rexeitando publicamente a teoría heliocéntrica. E a tal fin redactouse un escrito que o condenado debía ler. Logo, ordenouse aos nuncios do Vaticano a lectura da sentenza e abxuración nas principais cidades, en presenza «do maior número posíbel de mestres de Filosofía e Matemáticas».

En 1810, Napoleón Bonaparte (1769-1821) ordenou trasladar a París os arquivos papais, entre os que se encontraban os textos orixinais da sentenza e abxuración, que unha vez recuperados os documentos uns anos despois, acabaron por perderse. Porén hai copias abondo fidedignas. Para este libro decidimos traducir dende o italiano a que figura nos arquivos secretos vaticanos.

A continuación transcribimos o texto. Como curiosidade queremos sinalar que, se ben interviñeron no xuízo dez cardeais, unicamente asinan a sentenza sete deles, o que podería suxerir que o fallo non foi unánime. E en segundo lugar, para entender mellor o texto, onde na sentenza se di que Galileo foi sometido a un «rigoroso exame» debe entenderse «baixo ameaza de tortura». E un pouco máis adiante, «respondiches catolicamente», significa «confesaches o que os inquisidores querían escoitar».

Roma, 22 de xuño de 1633  
Arquivos do Estado en Módena  
Inquisición. Procesos 1632-1633.

Nós,

Gasparo do título da Santa Cruz en Xerusalén Borgia;  
Frei Felice Centino do título de Santo Anastasio, coñecido como d'Ascoli;  
Guido do título de Santa María del Popolo Bentivoglio;  
Frei Desiderio Scaglia do título de San Carlo, coñecido como Cremona;  
Frei Antonio Barberino, coñecido como S. Onofrio;  
Laudivio Zacchia do título de San Pietro in Vincoli, coñecido como San Sixto;  
Berlingero do título de San Agostino Gesso;  
Fabricio do título de San Lorenzo in Pane e Perna Verospio, chamado Preti;  
Francesco do título de San Lorenzo in Damaso Barberino e Martio de Santa María Nova Ginetto, diáconos.

Pola misericordia de Deus, dos cardeais da Santa Igrexa Romana, en toda a República Cristiá contra a herética depravación, inquisidores xerais da Santa Sé Apostólica especialmente delegados.

Sendo que ti, Galileo, fillo do defunto Vincenzio Galilei, florentino, da idade de setenta anos, fuches denunciado en 1615 a este Santo Oficio, por manter como verdadeira a falsa doutrina, ensinada por algúns, de que o Sol está no centro do mundo e inmóbil, e que a Terra se move mesmo cun movemento diúrno; que tiñas discípulos aos que ensinabas a mesma doutrina; que sobre o mesmo tema mantiñas correspondencia con algúns matemáticos da Alemaña; que publicaches algunhas cartas tituladas *Manchas solares*, nas que explicabas a mesma doutrina como verdadeira; que ás obxeccións que ás veces se che fixeron, quitadas das Sagradas Escrituras, respondías glosando as Escrituras conforme á túa interpretación; e que posteriormente se presentou unha copia dun escrito, en forma de carta, a cal dicíase que foi escrita por ti para un discípulo, e nela, seguindo as ideas de Copérnico, contiñanse varias proposicións contrarias ao verdadeiro sentido e autoridade das Sagradas Escrituras.

Querendo por isto este sagrado Tribunal previr a desorde e o dano que dende aquí xurdía e ía medrando con prexuízo da Santa Fe, da orde da Súa Santidade e dos Eminentísimos e Reverendísimos cardeais desta Suprema e Universal Inquisición, os

Cualificadores Teolóxicos cualificaron as dúas proposicións da estabilidade do Sol e do movemento da Terra, como segue:

Que o Sol estea no centro do mundo e inmóbil no seu lugar, é unha proposición absurda, filosoficamente falsa, e formalmente herética, por ser expresamente contraria ás Sagradas Escrituras.

Que a Terra non estea no centro do mundo nin inmóbil, senón que se mova e tamén con movemento diúrno, é igualmente unha proposición absurda e filosoficamente falsa, e considerada en Teoloxía polo menos errónea na Fe.

Pero querendo daquela proceder con el con amabilidade, foi decretado pola Sagrada Congregación, reunida ante a Súa Santidade o 25 de febreiro de 1616, que o Eminentísimo Cardeal Belarmino che ordenase abxurar completamente desta falsa opinión, e de negarte ti a facelo, que o Comisario do Santo Oficio che requirise a renunciar desta doutrina, e que non puideses ensinala a outros, nin defendela nin tratar con ela, e de non obedecer este precepto deberías ser encarcerado; e en execución do mesmo decreto, o día seguinte, no palacio e na presenza do citado Eminentísimo Cardeal Belarmino, logo de ser ao mesmo tempo benignamente avisado e amoestado polo cardeal, ti fuches cominado polo Comisario do Santo Oficio, que nese intre fixo precepto, ante notario e testemuñas, a renunciar totalmente da túa falsa opinión, e que no futuro non a podías manter nin defender nin ensinar de maneira ningunha, nin oralmente nin por escrito. E tendo prometido ti obedecer, fuches despedido.

E para que unha doutrina tan perniciosa puidese ser extirpada, e para que non andase máis tempo en grave prexuízo da verdade católica, emitíuse un decreto da Sagrada Congregación do Índice, co cal foron prohibidos os libros que tratan de tal doutrina, declarándoa falsa e totalmente contraria ás Sagradas e Divinas Escrituras.

E tendo aparecido aquí recentemente un libro, publicado en Florencia o último ano, cuxa inscrición probaba ser da túa autoría, dicindo o título *Diálogo de Galileo Galilei sobre os dous principais sistemas do mundo, tolemaico e copernicano*; e informada logo a Sagrada Congregación de que coa impresión do libro cada día prendía máis e se estendía a falsa opinión do movemento da Terra e a estabilidade do Sol; foi dito libro diligentemente considerado, e atopouse expresamente a transgresión do precepto antes mencionado que se che fixo, tendo defendido ti no mesmo libro a opinión declarada ante a túa presenza como condenada; aínda que no libro con moitas circunlocucións ti tentas persuadir de que o deixas indeciso e unicamente como probábel, o cal é así mesmo un erro gravísimo, pois non pode de xeito ningún ser probábel unha opinión declarada e determinada como contraria ás divinas Escrituras.

Por iso por orde nosa fuches chamado a este Santo Oficio onde, baixo xuramento, recoñeches o libro como escrito e publicado por ti. Confesaches que, sobre dez ou doce anos despois de ter sido dada a orde antes mencionada, comezaches a escribir dito libro; que pediches licencia para publicalo, pero sen dicirlle a aqueles que che

deron tal permiso que tiñas a orde de non manter, defender ou ensinar de modo ningún esta doutrina.

Confesaches tamén que pola redacción do dito libro o lector pode formarse o concepto de que os argumentos para a doutrina falsa son presentados de tal xeito que animan con máis eficacia a convencer que a unha fácil refutación, desculpándote por ter caído nun erro alleo á túa intención, como dixeches, por ter escrito en diálogo, e pola natural compracencia que cada un sente das súas propias sutilezas e por mostrarse máis enxeñoso que o común dos homes ao atopar, mesmo para as falsas proposicións, argumentos intelixentes e aparentemente plausíbeis.

E séndoche asignado un tempo prudencial para facer a túa defensa, amosaches un certificado escrito pola man do Eminentísimo señor Cardeal Belarmino, que conseguiches, como dixeches, para defenderte das calumnias dos teus inimigos, que afirmaban que abxuraras das túas opinións e foras castigado polo Santo Oficio, e no cal se di que ti non abxuraras nin foras castigado, senón que unicamente se che comunicara a declaración feita pola Súa Santidade e publicada pola Sagrada Congregación do Índice, na cal se declara que a doutrina do movemento da Terra e a estabilidade do Sol é contraria ás Sagradas Escrituras, e por iso non pode ser mantida nin defendida; polo que, non facéndose alí mención de dous artigos da orde, é dicir, “non ensinar” e “de xeito ningún”, debemos crer que no decurso de catorce ou dezaseis anos perdistes toda memoria, e que por esta razón gardaches silencio sobre a orde cando solicitaches licencia para dar o libro á imprenta, e que todo isto dixeches non para escusar o erro, senón para que sexa atribuído a vana ambición máis que a malicia.

Pero a partir deste certificado, escrito na túa defensa, quedas maiormente agravado, pois nel dise que esta opinión é contraria ás Sagradas Escrituras, e así e todo tes a ousadía de tratala, defendela e argumentar que é probábel; nin hai atenuante ningunha na licencia que artificialmente e calorosamente arrincaches, sen ter notificado a orde recibida.

E parecéndonos que non dixeches toda a verdade sobre as túas intencións, xulgamos necesario proceder contra ti nun rigoroso exame, no cal, aínda que sen prexuízo ningún sobre as cousas que confesaches e contra ti se deducen como sobre as túas intencións, respondiches catolicamente.

Por tanto, tendo visto e considerado en detalle as circunstancias do teu caso, coas túas confesións e escusas e cantas razóns debían verse e considerarse, nós chegamos á sentenza final contra ti, que escribimos a continuación.

Invocando o sagrado nome do Noso Señor Xesús Cristo e da súa gloriosa Nai, sempre Virxe María; ditamos a nosa sentenza final, na cal, reunindo os tribunais os consellos e opinións dos Reverendos Mestres da Sagrada Teoloxía e Doutores de ambos dereitos, os nosos asesores, detallamos neste escrito relativo á demanda e aos xuízos que temos ante nós entre o Magnífico Carlo Sinceri, doutor en ambos dereitos, Procurador fiscal deste Santo Oficio, por unha banda, e ti, Galileo Galilei, reo aquí presente, acusado, xulgado e convicto, pola outra:

Dicimos, pronunciamos, sentenciamos e declaramos que ti, Galileo, polos feitos

deducidos no proceso e que antes confesaches, fixécheste vehementemente a ti mesmo ante este Santo Oficio sospeitoso de herexía, é dicir, de ter mantido e crido a doutrina falsa e contraria ás Sagradas e divinas Escrituras, de que o Sol é o centro do mundo e que non se move de leste a oeste, e de que a Terra se move e non é o centro do mundo; e que unha opinión pode ser mantida e defendida como probábel logo de ter sido declarada e decretada como contraria á Sagrada Escritura; e consecuentemente ti incorriches en todas as censuras e sancións impostas e promulgadas nos canons sagrados e outras constitucións xerais e particulares contra delinquentes desta clase. Visto o cal, desexamos que sexas absolto, sempre que antes, cun corazón sincero e fe verdadeira, diante de nós abxures, maldigas e detestes os mencionados erros e herexías e calquera outro erro e herexía contrario á Igrexa Católica e Apostólica, do xeito e maneira que agora se che dirá.

E para que este grave e pernicioso erro e transgresión teu non quede de todo impune, e sexas máis cauto no futuro e exemplo para que outros se absteñan de tales delitos, ordenamos que sexa prohibido por edicto público o libro *Diálogos* de Galileo Galilei. Condenámosche a prisión formal deste Santo Oficio ao noso arbitrio.

E como saudábel penitencia impoñémosche que durante os tres próximos anos recites unha vez á semana os sete salmos penitenciais.

Reservámonos a facultade de moderar, cambiar ou suprimir en todo ou en parte a devandita pena ou penitencia.

E así dicimos, pronunciamos, sentenciamos, declaramos, ordenamos e reservamos nisto e en calquera outra forma mellor que poidamos e debamos razoar.

Así pronunciamos os cardeais citados a continuación:

F. Cardeal d'Ascoli.	G. Cardeal de Bentivoglio.
D. Cardeal de Cremona.	A. Cardeal de S. Onofrio.
B. Cardeal de Gesso.	F. Cardeal de Verospio.
M. Cardeal de Ginetto.	

## Abxuración de Galileo Galilei

Roma, Convento de Santa María Sopra Minerva, 22 de xuño de 1633. Un ancián de setenta anos de idade, sostendo unha vela acesa na súa man esquerda e tocando as Sagradas Escrituras coa súa man dereita, axeónllase diante de sete dos dez membros do tribunal da Inquisición que o acaba de condenar por herexe. Non será a única humillación do día. Tamén deberá contemplar como os seus xuíces queiman un exemplar do seu libro *Diálogo sobre os dous máximos sistemas do mundo, tolemaico e copernicano*, orixe da súa desgraza. Por sorte, o tribunal foi clemente, permitíndolle evitar a morte a cambio da renuncia pública ás súas ideas. E Galileo Galilei, aínda sabendo que a razón está da súa parte, cumpre o pactado, lendo o texto acordado.

---

Eu, Galileo, fillo do defunto Vincenzo Galileo de Florencia, de setenta anos de idade, citado persoalmente a xuízo e axeonllado ante vós, Eminentísimos e Reverendísimos Cardeais, inquisidores xerais en toda a República Cristiá contra a depravación herética; tendo ante os meus ollos os sacrosantos Evanxeos, que toco coas miñas propias mans, xuro que sempre crin, creo agora, e coa axuda de Deus creerei no futuro, todo aquilo que sostén, predica e ensina a Sagrada Igrexa Católica e Apostólica.

Pero logo que deste Santo Oficio recibín xuridicamente a orde de abandonar totalmente a falsa opinión de que o Sol estea no centro do Universo e que non se mova e que a Terra non estea no centro do Universo e si se mova, e que non manteña, defenda nin ensine de xeito ningún, nin por voz nin por escrito, a devandita falsa doutrina; e logo de serme notificado que esta doutrina é contraria ás Sagradas Escrituras; escribín e publiquei un libro no que trato da mesma doutrina xa condenada e apporto razóns moi convincentes a favor dela, sen dar solución ningunha.

Por iso fun xulgado vehementemente como sospeitoso de herexía, é dicir, de ter mantido e crido que o Sol está no centro do Universo e inmóbil e que a Terra non está no centro e que si se mova.

Por tanto, ao querer afastar das mentes das vosas Eminencias e de todo fiel cristián esta vehemente sospeita, xustamente concibida, con corazón sincero e fe non finxida abxuro, maldigo e detesto os erros e herexías antes mencionados, e en xeral calquera outro erro, herexía ou sectarismo contrario á Santa Igrexa; e xuro que para o futuro xamais volverei dicir nin afirmarei, oralmente ou por escrito, cousas tales polas cales se poda ter unha sospeita similar de min; pero se coñecese algún herexe ou alguén sospeitoso de herexía o denunciarei a este Santo Oficio, o ao Inquisidor ou Ordinario do lugar onde me encontre.

Xuro ademais e prometo cumprir e observar enteiramente todas as penitencias que me foron ou me sexan impostas por este Santo Oficio; e de contravir algunha destas miñas promesas ditas e xuramentos, que Deus non o queira, sométome a todas as penas e castigos impostas e promulgadas polos canons sagrados e outras constituicións xerais e particulares contra delinquentes deste tipo.

Así, coa axuda de Deus e dos seus Santos Evanxeos, que toco coas miñas propias mans, eu, o citado Galileo Galilei, abxurei, xurei, prometín e obrigueime ao dito anteriormente; e como proba de veracidade, da miña propia man subscribín o presente escrito da miña abxuración e a recitei palabra por palabra, en Roma, no convento de Minerva, neste día 22 de xuño de 1633.

Eu, Galileo Galilei, abxurei como se di enriba, coa miña propia man.

Lida a abxuración, Galileo é absolto *ad cautelam*, e o Santo Oficio encárgase de que toda Europa teña puntual coñecemento do acontecido. Será un eficazísimo aviso a navegantes: René Descartes (1596-1650) decide adiar a publicación do seu libro *El Mundo*, onde xunto coa súa filosofía presenta unha visión heliocéntrica do Universo.



Figura C.1: Monumento funerario a Galileo.

Tocante a Galileo, o seu destino será o arresto domiciliario a perpetuidade, primeiro en Siena e despois en Florencia. E na súa casa de San Giorgio permanecerá ata a súa morte, o 8 de xaneiro de 1642. Pero non rematará aí a persecución eclesiástica. Informado o papa Urbano VIII da intención do gran duque de erixir un monumento funerario a Galileo na igrexa da Santa Croce de Florencia (fronte ao sepulcro de Miguel Ángel Buonarroti (1475-1564), pintor da Capela Sixtina do Vaticano) mobiliza



con éxito a poderosa diplomacia vaticana para impedilo. Finalmente, o monumento é erixido en 1736, case cen anos despois da morte de Galileo.

Logo de 359 anos, 4 meses e 9 días de ditada esta sentenza e pronunciada a pactada abxuración, o 31 de outubro de 1992 o papa Xoán Paulo II (1920-2005) rehabilitou a Galileo Galilei, recoñecendo que a condena fora inxusta.



# Apéndice **D**

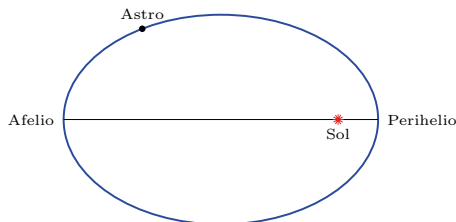
## Glosario

### A

**Antichton** De acordo co sistema astronómico elaborado polo pitagórico Filolao, a Terra, a Lúa, o Sol e os planetas xiraban arredor dun lume central. O Antichton, tamén chamado antiterra ou contraterra, era un planeta situado entre a Terra e este lume central. Non era visíbel pois a Terra xiraba arredor del ofrecéndolle sempre a mesma cara.

**Apoxeo** Do grego *apó* 'lonxe de' e *geo* 'terra'. Se consideramos un corpo que percorre unha órbita elíptica arredor da Terra, o apoxeo é o punto no que ese corpo se atopa máis afastado do centro desta.

**Ápside** Do grego *haptain*, 'unir, tocar'. En Astronomía indica o punto de menor (periápside) ou maior (apoápside) distancia ao centro de atracción dun corpo que percorre unha órbita elíptica. Se o corpo que exerce a atracción é a Terra falaremos de perixeo e apoxeo. Se é o Sol, perihelio e afelio.



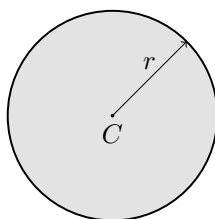
**Aritmética** Do grego *arithmos* 'número' e *tikos* 'relativo a'. É a rama da Matemática que estuda os números e as operacións elementais que podemos facer con eles.

**Astroloxía** Do grego *aster* 'estrela' e *logia* 'estudo'. A Astroloxía trata de establecer unha relación entre a posición dos astros e o futuro, polo que hoxe é considerada unha pseudociencia.

**Astronomía** Do grego *aster* 'estrela' e *nomos* 'norma, regra'. É a ciencia que estuda o Universo.

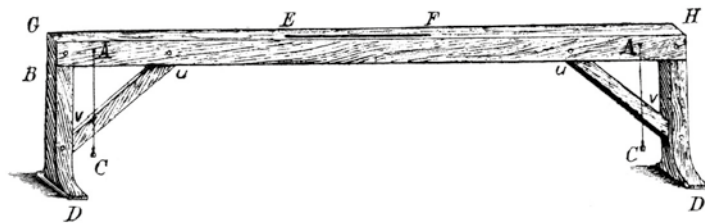
## C

**Círculo** Lugar xeométrico dos puntos do plano cuxa distancia a outro punto fixo, chamado centro, é menor ou igual ca unha cantidade constante, chamada raio.



**Cometa** Do grego *kometés* derivado de *komé* 'cabeleira'. Un cometa é un corpo celeste que orbita arredor do Sol, normalmente nunha órbita moi excéntrica, é dicir, tardando moito tempo en completar cada volta.

**Corobate** Tomado do grego *chorobates*, de *chora* 'campo' e *batein* 'marchar ou percorrer'. Era un instrumento formado por unha vara longa cunha estría con auga que servía para comprobar a nivelación dun terreo. Un nivel de auga.



**Cosmloxía** Do grego *kosmos* 'mundo, universo' e *logia* 'estudo'. A Cosmloxía é a ciencia que estuda o universo no seu conxunto.

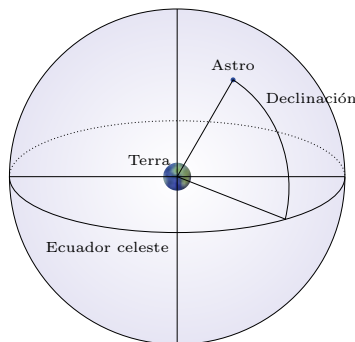
**Cuadrante** Instrumento utilizado para medir ángulos. Consiste nun arco graduado coa forma dun cuarto de círculo (de aí o de cuadrante), e un peso que colga do vértice para indicar a dirección vertical. En Astronomía usábase para medir a altura dos astros con respecto ao horizonte.



(Autor: Jerónimo Roure Pérez. Dorieo. Licencia CC-BY-SA 4.0)

## D

**Declinación** Do latín *declinatio* 'caída'. En Astronomía defínese a declinación como o ángulo que forma un astro co ecuador celeste, ou sexa, o círculo cuxo centro pasa polo centro da Terra e é perpendicular ao seu eixo de rotación.

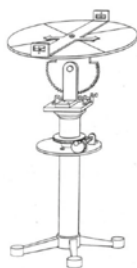


**Deferente** Do latín *deferens* 'respectuoso'. O deferente é o círculo grande ao longo do cal se supoñía que os planetas se movían describindo círculos máis pequenos chamados epiciclos. O deferente sería o percorrido que describe o centro do epiciclo.

**Diámetro** Do grego *dia* 'a través' e *metron* 'medida'. Nunha circunferencia, o diámetro é o segmento de recta que pasando polo centro a divide en dúas partes iguais.

Se consideramos unha esfera trátase de calquera segmento que pase polo centro e toca os extremos na superficie desta.

**Dioptra** Do grego *dia* 'a través' e *ops* 'vista'. A dioptra era un instrumento do século III a. n. e. que se usaba en Astronomía para medir distancias e ángulos.



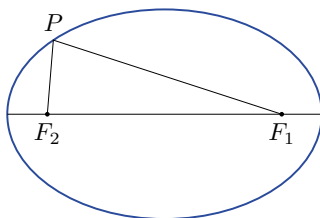
## E

**Eclipse** Do grego *éklepsis* 'que falta'. Fenómeno no que a luz dun corpo celeste resulta bloqueada por outro. A destacar a eclipse lunar, na que a Terra se coloca entre o Sol e a Lúa, e a solar, na que é a Lúa a que se interpón entre o Sol e a Terra.

**Eclíptica** Do grego *ekleiptiké* 'que falta'. Trátase da curva que describe o Sol cando o observamos dende a Terra.

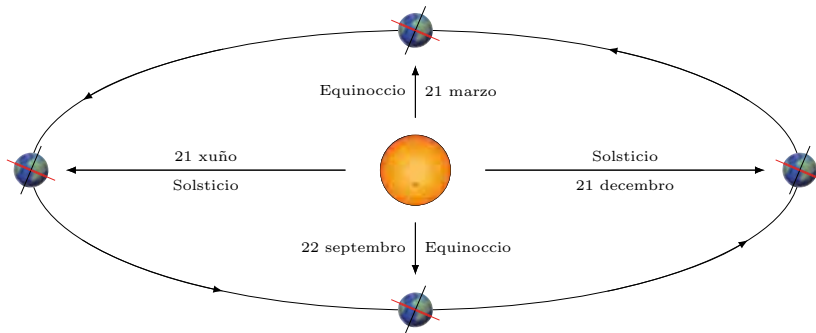
**Ecuante** Punto introducido por Tolomeo para explicar o movemento dos planetas. De acordo coa súa teoría, os planetas xiraban a velocidade constante respecto del, non respecto do centro do círculo da órbita.

**Elipse** Do grego *elleipsis* 'falta'. En Matemáticas designa o lugar xeométrico dos puntos do plano tales que a suma das súas distancias a dous puntos fixos denominados focos é constante. No caso de que sexa un único foco teríamos unha circunferencia. Por tanto, a forma dunha elipse é a dun círculo achatado, imperfecto, de aí o seu nome, pois unha elipse sería un círculo imperfecto.



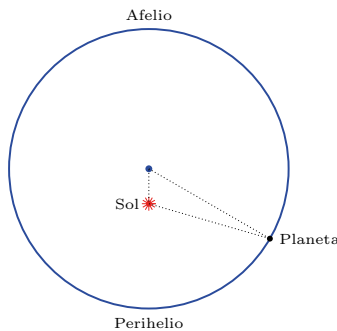
**Epíclilo** Do grego *epi* 'enriba' e *kyklos* 'círculo', é dicir, 'enriba do círculo'. O epíclilo designa o círculo pequeno que percorre un planeta que á súa vez xira arredor dun corpo describindo un círculo máis grande chamado deferente.

**Equinoccio** Do latín *aequinoctium*, unión de *aequus* 'igual' e *nocte* 'noite'. Cada un dos instantes do ano en que o Sol está exactamente sobre o ecuador celeste, que se corresponde coas datas en que o día e a noite teñen igual duración. Durante o ano hai dous equinoccios, un arredor do 21 de marzo e o outro arredor do 22 de setembro, que coinciden un co inicio da primavera e co comezo do outono no hemisferio norte (outono e primavera no hemisferio sur).



**Esfera** Do grego *sphaira* 'pelota'. É a superficie formada polo conxunto de puntos do espazo que equidistan dun punto chamado centro.

**Excéntrica** Do grego *ex* 'fora de' e *kentron* 'aguillón'. Que está afastada do centro, que ten o centro desviado dun punto dado. Nos sistemas tolemaico e copernicano refírese as órbitas (ou deferentes) nas que a Terra, ou o Sol, non están situados no seu centro xeométrico.



**Excentricidade** Do grego *ex* 'fora de' e *kentron* 'aguillón'. A excentricidade dunha órbita elíptica expresa o grao de desviación con respecto a unha órbita circular.

## H

**Heliocéntrico** Do grego *helios* 'sol' e *kentron* 'aguillón'. Teoría do universo que situaba o Sol no centro coa Terra e os demais planetas xirando arredor del en órbitas circulares.

**Horoscopo** Reloxo universal, deseñado para coñecer a hora en calquera latitude. Para iso incluía táboas de alturas e distancias dos corpos celestes aos planetas para coñecer a hora.



(Autor: Peter Presslein)

## O

**Órbita** Do latín *orbis* 'círculo, roda'. Trátase da traxectoria (normalmente circular ou elíptica) descrita por un corpo que se despraza arredor doutro atraído por unha forza.

**Orto** Do latín *ortus* 'nacemento'. É o punto no que un corpo celeste pasa a ser visíbel. No caso do Sol, trátase do momento no que amence.

## P

**Paralaxe** Do grego *paralaxis* 'diferenza, cambio'. É a desviación angular da posición aparente dun obxecto, dependendo do punto de vista elixido.

**Perixeo** Do grego *peri* 'arredor' e *geo* 'terra'. Se consideramos un corpo que percorre unha órbita elíptica arredor da Terra, o perixeo é o punto no que ese corpo se atopa máis preto do centro desta.



**Precesión (dos equinoccios)** Movemento retrógrado dos puntos equinocciais que fai que se anticipen un pouco de ano en ano.

## R

**Revolución** Do latín *revolutio* 'dar voltas cara atrás'. No título do libro, Copérnico referíase ás traxectorias dos corpos celestes. Co tempo e por efecto da súa obra, a palabra revolución acabou designando tamén un sinónimo de cambio radical.

**Retrogradación (dos planetas)** É o movemento aparente dun planeta nunha dirección oposta á doutros corpos dentro do seu sistema.

## S

**Sextante** Do latín *sextans* 'sexta parte'. É un instrumento para medir a separación angular entre dous obxectos.

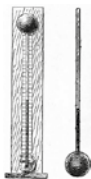


(Autor: Jerónimo Roure Pérez. Dorieo. Licencia CC-BY-SA 4.0)

**Solsticio** Do latín *solstitium* de *sol* e *statum*, é dicir, cando o Sol está estático. Son os momentos do ano nos que, por estar o Sol no punto máis alonxado do ecuador, hai unha maior diferenza entre a duración do día e a da noite. Durante o ano hai dous solsticios, un arredor do 21 de xuño e o outro arredor do 21 de decembro, que marcan o inicio do verán e o inverno no hemisferio norte (inverno e verán no hemisferio sur).

## T

**Termoscopio** Do grego *thermos* 'calor' e *skop* 'ver'. Era un aparato para ver os cambios de temperatura, ao que co tempo se lle engadiu unha escala, dando lugar ao termómetro.



## V

**Velocidade angular** Medida da velocidade de rotación, ou sexa, do ángulo xirado por unidade de tempo.

## X

**Xeocéntrico** Do grego *geo* 'terra' e *kentron* 'aguillón'. Teoría do universo que situaba a Terra no centro co Sol e os demais planetas xirando arredor dela en órbitas circulares.

**Xeodesia** Do grego *geo* 'terra' e *daien* 'dividir'. É dicir, a Xeodesia é a ciencia que estuda a forma e as dimensións da Terra.

**Xeometría** Do grego *geo* 'terra' e *metron* 'medida'. A Xeometría é a parte das Matemáticas dedicada a estudar as propiedades das figuras no plano ou no espazo.

# Índice onomástico

- Agustín de Hipona, 75  
Alberte I de Prusia, 33  
Alfonso x o Sabio, 20, 21, 30, 43  
Alpetraxio, 86  
Anantoli, Jacob, 87  
Anaximandro, 37, 76  
Anaxímenes, 37, 76  
Apolonio, 16, 63  
Aristarco, 8, 14, 17, 43, 44, 94  
Aristófanés, 66  
Aristóteles, 15, 16, 19, 20, 26, 37, 55,  
63, 74, 76, 81, 82, 84, 85, 90,  
94  
Arquímedes, 14, 22  
Averroes, 87, 90  
  
Beda, 21  
Belarmino, Roberto, 48, 101, 102, 104,  
105  
Bessarión de Nicea, 79, 94  
Bonaparte, Napoleón, 102  
Brahe, Tycho, 48, 69  
Bruno, Giordano, 8, 9, 48, 101, 102  
Buonarroti, Miguel Ángel, 108  
  
Calipo, 16, 63  
Capella, Marciano, 88  
Cicerón, 17, 38, 65, 69, 78, 90  
Colón, Cristóbal, 37  
  
Copérnico, Andreas, 24  
Curtze, Maximilian, 25  
  
Dantiscus, Johannes, 27, 32  
Demócrito, 37, 76  
Descartes, René, 108  
Digges, Thomas, 48  
Dióxenes, 31  
  
Ecfanto, 38, 65, 78  
Empédocles, 37, 76  
Erasmus de Rotterdam, 26  
Euclides, 24, 32, 40, 43, 86  
Eudoxo, 16, 63  
  
Ficino, Marsilio, 69  
Filolao, 13, 65, 111  
  
Galilei, Galileo, 8, 9, 46, 48, 49, 51,  
68, 69, 101–109  
Gerardo de Cremona, 21  
Giese, Tiedeman, 27, 32, 35, 62, 67  
Guillermo de Ockham, 45  
  
Heraclides, 14, 15, 38, 65, 78  
Heráclito, 37, 76  
Hicetas, 38, 65, 78  
Hiparco, 16, 31, 36, 61, 94  
Horacio, 35  
  
Ibn al-Shatir, 8, 44

- Kepler, Johannes, 19, 34, 46, 48, 51, 64, 69, 76
- Koestler, Arthur, 7, 8, 47
- Kopernik, Niklas, 23, 99
- Kuhn, Thomas, 47
- Lactancio, 21, 67
- Laercio, Dióxenes, 76
- Leucipo, 37, 76
- Lisis, 31, 36, 61, 94
- Lutero, Martín, 31, 32, 46, 62
- Macrobio, 17
- Maximiliano I, 67
- Melanchton, Phillipp, 32, 46, 47, 62
- Muhammad al-Battani, 43, 87
- Nicolás de Cusa, 43, 63, 85
- Nicolás de Oresme, 43
- Osiander, Andreas, 26, 31, 33-35, 45, 55, 57, 100
- Papa
- Alexandre VI, 24
  - Benedicto XIV, 50
  - Clemente VII, 31, 35, 59, 61, 99
  - León X, 25, 31, 35, 67
  - Paulo III, 31, 33, 35, 55, 59, 61, 62, 100
  - Paulo VI, 51
  - Silvestre II, 21
  - Urbano VIII, 102, 108
  - Xoán Paulo II, 109
- Pappus de Alexandría, 73
- Paracelso, 32
- Paulo de Middelburg, 67
- Petreius, Johannes, 7, 26, 32, 33, 55, 100
- Peuerbach, Georg von, 43
- Pitágoras, 13, 94, 95
- Platón, 15, 55, 69
- Plinio, 17, 69, 71, 73, 83, 90
- Plutarco, 14, 36, 65, 71
- Polo, Marco, 37
- Praetorius, Johannes, 34
- Regiomontano, 43
- Reinhold, Erasmus, 47
- Rheticus, George Joachim, 9, 26, 32-35, 45, 57, 62, 63, 69, 99
- Sacrobosco, 47
- Schönberg, Nicolás, 26, 31, 33, 35, 59, 62, 99
- Schöner, Johannes, 32, 33
- Sculteti, Johannes, 27
- Seleuco, 15
- Sinceri, Carlo, 105
- Singh, Simon, 47
- Sófocles, 90
- Teodorico de Reden, 60
- Tolomeo, Claudio, 16, 17, 19, 20, 24, 26, 29, 32, 36, 38, 43, 44, 47, 57, 58, 63, 64, 71, 73, 75, 82, 86, 87, 94, 114
- Vespucio, Américo, 75
- Virxilio, 83
- Vitrubio, 88
- Waldseemuller, Martin, 75
- Wapowski, Bernard, 25
- Watzelrode, Bárbara, 23, 99
- Watzelrode, Lucas, 23-25, 99
- Werner, Johannes, 25, 46
- Whitehead, Alfred North, 22
- Xenófanes, 37, 76
- Xuliano, 17
- Zúñiga, Diego de, 50

# Bibliografía

Incluimos a continuación os textos máis utilizados na elaboración deste libro, así como as traducións consultadas. Para os lectores máis interesados engadimos tamén un pequeno listado de referencias complementarias.

## Textos básicos

- Copérnico, N. (1543). *De revolutionibus orbium cælestium*. Nuremberg: Johannes Petreius.
- Crombie, A. C. (1974). *Historia de la Ciencia. De San Agustín a Galileo*. Madrid: Alianza Universidad.
- de León, M., J. C. Marrero e D. M. de Diego (2009). *Las Matemáticas del Sistema Solar*. Editorial Catarata.
- Dorce, C. (2006). *Ptolomeo. El astrónomo de los círculos*. Editorial Nivola.
- García, J. L. (2009). *Copérnico y Kepler. La rebelión de los astrónomos*. Editorial Nivola.
- Hawking, S. (2003). *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la Física y la Astronomía*. Crítica.
- Koestler, A. (1986). *Los sonámbulos*. Biblioteca científica Salvat. Salvat.
- Pagano, S. (2009). *I Documenti Vaticani del processo di Galileo Galilei (1611-1741)*. Città del Vaticano: Archivio segreto Vaticano.
- Rosen, E. (1959). *Three copernican treatises*. Dover Publications, Inc.
- Swerdlow, N. M. e O. Neugebauer (1984). *Mathematical astronomy in Copernicus's De revolutionibus*. Springer Science+Business Media, LLC.

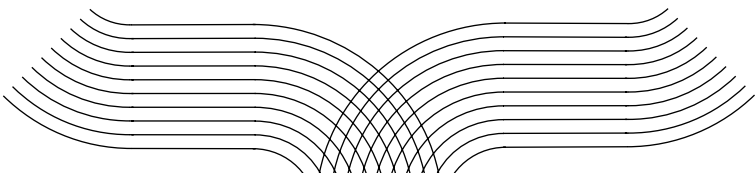
## Traducións consultadas

- Dias, A. e G. Domingues (1984). *As revoluções dos orbes celestes*. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa.
- Duncan, A. M. (1976). *On the revolutions of the heavenly spheres*. Newton Abbot, Londres.
- Koiré, A. (1934). *Des Révolutions des orbes celestes*. F. Alcan.
- Mínguez, C. (2009). *Sobre las revoluciones (de los orbes celestes)*. Tecnos, Madrid.
- Peyroux, J. (1987). *Sur les révolutions des orbes célestes*. Blanchard, París.
- Rodríguez, E. e V. Navarro (2000). *De les revolucions dels orbes celestes*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- Rosen, E. (1992). *Nicholas Copernicus. On the Revolutions*. Johns Hopkins University Press.
- Tagüeña, M. e C. Moreno (1969). *Revoluciones de las órbitas celestes*. Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del Instituto Politécnico Nacional de México.
- Viventi, C. (1975). *De revolutionibus orbium cælestium. La costituzione generale dell'universo*. Einaudi, Turín.
- Wallis, C. G. (1952). *On the revolutions of the heavenly spheres*. Encyclopaedia Britannica, Great Books of the Western World.
- Zeller, F. e K. Zeller (1949). *De revolutionibus orbium cælestium libri sex*. München R. Oldenburg.

## Textos complementarios

- Baranowski, H. (1958). *Bibliografia Kopernikowska*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Dorce, C. (2008). *Azarquiel. El astrónomo andalusí*. Editorial Nivola.
- Duhem, P. (1909). “Un précurseur français de Copernic: Nicole Oresme (1377)”. En: *Revue générale des Sciences pures et appliquées*.
- Paz, X. (2019). *Galileo no espello da noite*. Edicións Xerais de Galicia, S. A.
- Sartiaux, F. (1926). *Foi es science au Moyen-Âge*. Paris: F. Rieder at Cie.
- Swerdlow, N. M. (1973). “The derivation and first draft of Copernicus’s planetary theory. A translation of the Commentariolus with commentary”. En: *Proceedings of the American Philosophical society* 117.6, pp. 423–512.
- (1981a). “On establishing the text of De revolutionibus”. En: *Journal for the History of Astronomy* 12, pp. 35–46.
- (1981b). “Translating Copernicus”. En: *Isis* 72.1, pp. 73–82.
- Whitehead, A. N. (1970). *Science and the Modern World*. The Free Press.
- Zinner, E. (1943). *Entstehung und Ausbreitung der Copernicanischen Lehre*. Erlangen Universität.







# Monografías

Serie Científico-Tecnológica

## Últimas publicacións na colección

*A rama atmosférica do ciclo hidrolóxico. Dende a evaporación oceánica ate a precipitación nos continentes (2021)*

Marta Vázquez, Iago Algarra, Jorge Eiras-Barca e Rogert Sorí

*Turbomáquinas hidráulicas (2019)*

Concepción Paz Penín, Eduardo Suárez Porto, Miguel Concheiro Castiñeira e Marcos Conde Fontenla

*A lista de Hilbert (2018)*

José Nicanor Alonso Álvarez

*El cobre en suelos de viñedo del noroeste de la Península Ibérica (2018)*

David Fernández Calviño, Juan Carlos Novoa Muñoz e Manuel Arias Estévez

*Técnicas estadísticas con hoja de cálculo y R. Azar y variabilidad en las ciencias naturales (2018)*

Miguel Ángel Mirás Calvo e Estela Sánchez Rodríguez



# O libro que ninguén puido ler

*Sobre a revolución dos orbes celestes*

Frauenburg, 24 de maio de 1543. No leito de morte, Nicolás Copérnico ve por vez primeira un exemplar da obra que acaba de publicar, titulado *De revolutionibus orbium coelestium*. Trátase dun conxunto de libros científicos nos que presenta unha idea revolucionaria, que dubidou moito tempo antes de dar a coñecer, pois sabe que con ela se abrirá a caixa de Pandora: é a Terra a que xira ao redor do Sol e non á inversa. Ese mesmo día morre, quedando a salvo de represalias. Non tardará o texto en pasar a formar parte da lista de libros prohibidos pola Igrexa. Pero nada evitará que outros tomen o testemuño, sufrindo por elo duros castigos: Giordano Bruno morrerá na fo-

gueira, e Galileo Galilei deberá abxurar en público desta idea. Pero aínda que tarde, a verdade acabará por abrirse camiño. Neste libro presentamos o primeiro libro de Copérnico, traducido directamente ao galego dende o orixinal en latín, así como unha biografía do autor e un estudo crítico da obra. En homenaxe aos seus continuadores incluímos tamén a tradución ao galego da sentenza que condenou a Galileo en 1633 e a abxuración que se viu obrigado a pronunciar para salvar a vida.

Servizo de Publicacións

Universidade de Vigo

