



## Nicolás Copérnico y la historia de la ciencia

Copérnico, hombre de gran genio y lo que es más importante, de pensamiento libre.

Kepler

En los libros antiguos está escrito lo que era ser un justo y un sabio. La lectura de la obra de Copérnico recuerda esta frase del poema de Brecht, ya que de sus páginas surgen los rasgos de la personalidad del sabio que la forjó y su respeto profundo por los astrónomos que lo precedieron.

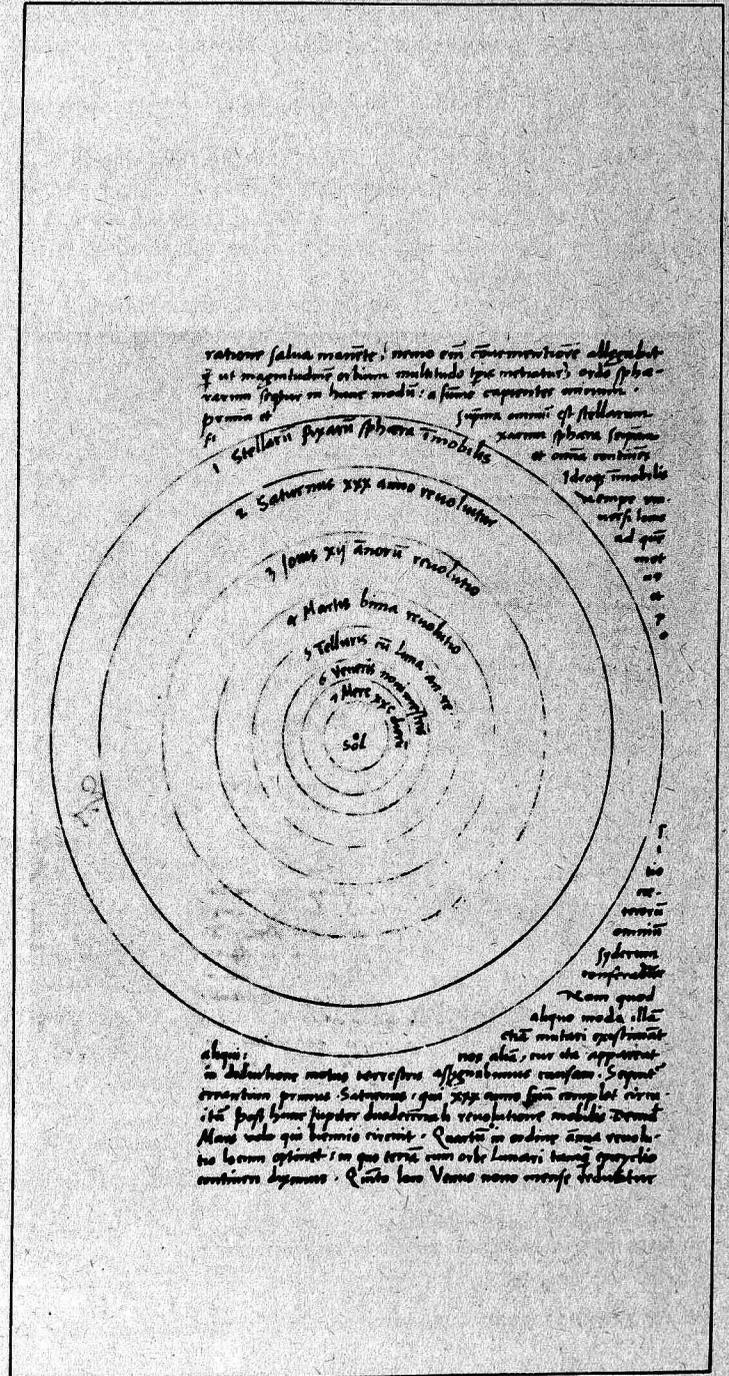
Copérnico es uno de los seres que podemos llamar, como dice Heine, amigos en el tiempo y en la distancia. Su trato enriquecería nuestra vida. Conocer lo que se relacione con él tiene el significado de acercárnosle un poco; de saber a qué fuerza interior recurría en momentos de crisis; de poder contemplar el proceso creador de una mente libre, profunda y aguda; y de seguirlo en sus dudas y en las satisfacciones íntimas que deben haberle proporcionado cada una de las etapas superadas en la creación de su tratado.

*De Revolutionibus* tomó forma "no en nueve años, sino en cuatro veces nueve años, en este remotísimo ángulo de la Tierra", como él mismo dice. Al iniciar con esta obra la concepción científica del cosmos, destruyó el dogma en el que se habían transformado los conocimientos astronómicos de todas las generaciones anteriores. Su futuro lo constituye nuestra ciencia contemporánea.

La polémica suscitada alrededor de la vida y la obra de Copérnico aun no ha terminado. Sus biografías y los capítulos dedicados a él en los textos de astronomía y en los libros de la historia de las ciencias, permiten conocer solamente una parte de su personalidad. Durante los últimos años se han publicado artículos escritos por especialistas de tan diversas ramas del conocimiento, que al reclamarlo para sí, hacen que la imagen que se tenía del astrónomo se diversifique y deslumbre aún más.

Al tener acceso a los aspectos casi desconocidos de su vida es posible decidir cuales de las hipótesis formuladas acerca de él son las que corresponden a lo que se pueda recuperar del verdadero Copérnico.

De los estudios comparativos se obtiene una cierta claridad respecto a las interpretaciones de los datos que son aún objeto de controversia. Poco a poco se ha ido estableciendo la validez de muchas aseveraciones que acerca de él se afirmaron, en algunos casos, durante siglos. Se plantean grandes contradicciones entre diversos autores. Se le llama unas veces con enorme respeto, otras con indiferencia o incluso con desprecio; solitario, huraño, cauteloso. Se dice que no se atrevió a publicar su obra hasta el día de su muerte por temor a represalias; se acepta que no se sabe cuál es la génesis de su trabajo, que jamás observó a Mercurio; que no se dio cuenta de la importancia de lo que hizo; y se ignora en definitiva la trascendencia que para la Astronomía en particular y para las ciencias y la filosofía en general, tuvo su obra.





Frombork, según un grabado del siglo XVII.

Lo más sorprendente, es que al recurrir a *De Revolutionibus* se encuentran, en el prólogo que él escribió, las respuestas a todas estas preguntas.

Los hechos de su vida diaria lo revelan además como hombre de gran carácter y de firmes decisiones.

Su historia es la historia de un sabio dedicado por entero a la ciencia y al servicio de su comunidad. Refleja la historia de su patria, la cultura y costumbres de su época y el estado en que la astronomía se encontraba cuando él empezó sus estudios en la Universidad de Cracovia.

Representante perfecto de los hombres del Renacimiento, Copérnico es uno de los grandes genios que construyeron el mundo actual. Ocupa un lugar de honor en una de las épocas de creatividad más profunda de todas las épocas. Contemporáneo de Leonardo da Vinci, Miguel Angel, Durero, Rafael, Holbein, Maquiavelo, Erasmo de Rotterdam, Paracelso, Vesalio, Agrícola, Servet, Colón, Vasco de Gama, Magallanes, Tomás Moro, Lutero, Calvino; vivió en el tiempo en que fueron colocadas por gigantes las bases del conocimiento moderno.

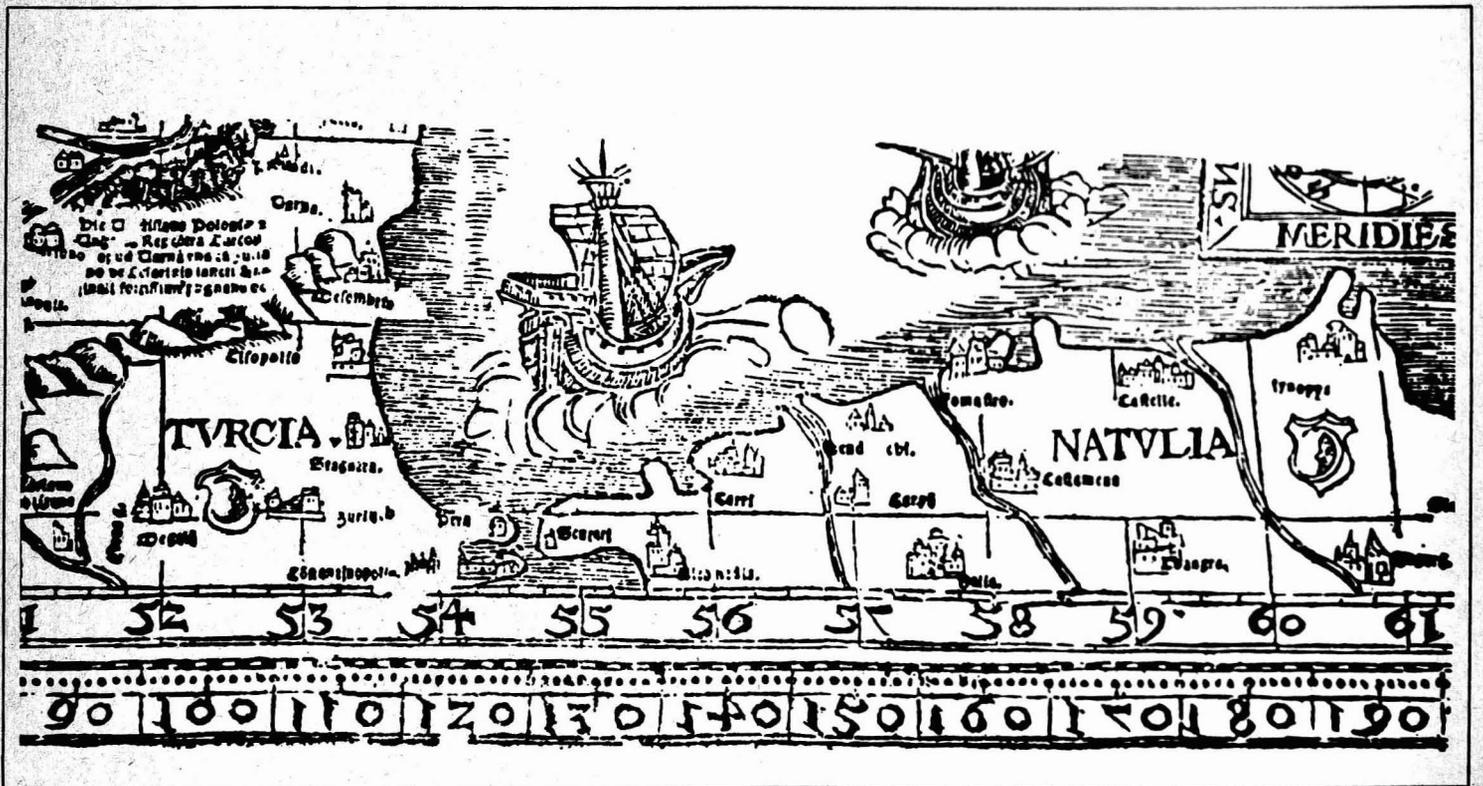
Copérnico adquirió una formación universal. Cuando termina su larga asimilación de diferentes culturas, es legista eclesiástico, astrónomo, matemático, médico y filósofo. Es humanista que además hace incursiones en las artes plásticas al dibujar su autorretrato.

El diploma que obtuvo en Ferrara es otorgado "... al respetable y sabio hombre Nicolás Copérnico de Prusia, canónigo de Warmia y escolástico en la Iglesia de la Santa Cruz, quien estudió en Cracovia, Bolonia y en Padua y se confirma en derecho canónico, en ausencia de objeciones y se eleva al grado de Doctor".

Dedicó mucho tiempo y esfuerzo a los asuntos relacionados con la vida política de su patria. Durante varios años fue administrador de los bienes del Capítulo y de la Diócesis de Warmia. Se encargó del establecimiento de colonos en la aldea de Gryzliny y realizó diversos viajes por la región arreglando asuntos administrativos.

Cuando su patria estuvo en peligro, dirigió personalmente la defensa de la ciudad de Olsztyn.

Los problemas monetarios que existían en Prusia Real y en



Mapa trazado por Bernard Wapowski, amigo de Copérnico

Polonia, lo llevaron a investigar teorías económicas, su tratado "Sobre la Valoración de la Moneda", hace que se le considere como un pionero en esta ciencia.

Había aprendido medicina como se enseñaba entonces: según Galeno y Avicena, con disecciones ocasionales que ilustraban las clases. Una receta que él copió dos veces, una en la cubierta posterior de los "Elementos de Geometría de Euclides" y otra en el margen de un volumen de cirugía, contiene los siguientes ingredientes que nos dan idea perfecta de la medicina de su época: esponja de Armenia, canela, maderas de cedro y de sándalo, raspaduras de marfil, azafrán, manzanilla en vinagre, cáscaras de limón, perlas, esmeralda, jacinto rojo, zafiro, un corazón de ciervo, coral rojo, un escarabajo, el cuerno de un unicornio, oro, plata y azúcar. Sin embargo, en esta época se revivió también a Hipócrates y Paracelso, como respuesta a la ignorancia, iniciando la nueva medicina.

Como médico, Copérnico, asistió siempre a los obispos y a los canónigos y existe una tradición que nos dice que atendía a los pobres de la región. En los años en que elaboró su teoría heliocéntrica, dedicaba gran parte de su tiempo al cumplimiento de sus deberes de ciudadano. Sirvió a su país y a la ciencia cuanto pudo; no se puede llamar a este hombre un solitario.

El prólogo escrito por Copérnico a su obra, redactado en forma de dedicatoria al Papa Pablo III, es uno de los pocos documentos de contenido astronómico suyos que se conocen y es además un retrato perfecto de su carácter y de su pensamiento. En él se encuentran descritos los problemas que enfrentaba la astronomía de su época, cuya solución lo llevó a reformarla hasta darle su condición de ciencia verdadera y construir su nuevo sistema del universo:

"... Porque no hace mucho, bajo León X, cuando en el Concilio de Letrán se trataba de la reforma del calendario eclesiástico, quedó entonces indecisa, por la única razón de que la magnitud de los años y los meses, y los movimientos del Sol y de la Luna, todavía no se había medido con suficiente precisión. Desde ese tiempo presté mayor atención a hacer observaciones más exactas de esas cosas. ..."

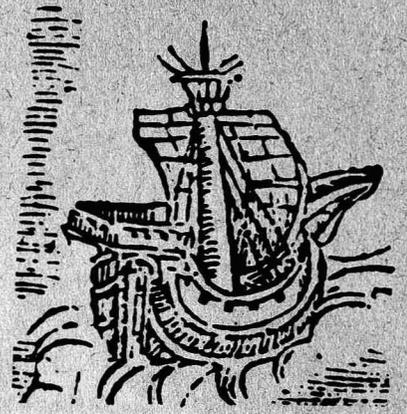
La génesis de su trabajo puede encontrarse también en esta dedicatoria: "... qué es lo que me vino a la mente y tanto dudé para que me decidiera a imaginar algún movimiento de la Tierra, contra la opinión general de los matemáticos y casi contra el sentido común. ... que nada me movió más a pensar en otra razón para deducir los movimientos de las esferas del mundo, que el haber sabido de los matemáticos, que ellos mismos no están de acuerdo sobre aquéllos. Porque, en primer lugar, los matemáticos han estado tan inciertos del movimiento del Sol y de la Luna, que no pudieron observar y demostrar la perpetua magnitud del ciclo anual, luego al establecer los movimientos solares y lunares, y de las otras cinco estrellas errantes, no utilizaron los mismos principios, suposiciones y de-

## Theophilacti scolastici Simocatae eptae morales: rurales et amatorie interpretatione latina:



Theophilact Simocatta; 1509.





predecesores. Y así establecidos por mí los movimientos que asigno a la Tierra en mi obra, después de muchas y largas observaciones encontré al fin, que si los movimientos de los demás astros errantes se relacionan con el movimiento circular de la Tierra, y si los movimientos se calculan de acuerdo con la revolución de cada planeta, no sólo se explicarán todos los fenómenos, sino que también se enlazarán de tal manera los astros en todos los órdenes y magnitudes de sus esferas y órbitas y con el propio cielo, que nada puede desplazarse en algún lugar sin confundir las partes restantes y todo el universo. . . de modo que puede deducirse lo que puede salvarse del movimiento aparente de los restantes planetas y de sus órbitas, si a la Tierra se le conoce movimiento. . .”

El interés por la obra de Copérnico se manifestó notablemente ya en vida de su autor. Conocida a través de relaciones orales y del “*Commentariolus*”, primer bosquejo de su cosmología, que no fue publicado, despertó una actitud favorable y hasta cierto punto entusiasta. No se conoce ninguna polémica católica alrededor de ella anterior a 1539. Pero el mismo Copérnico previó lo que sucedería años después y dice: “. . . Si tal vez hay charlatanes que aunque ignorantes de todas las matemáticas, se decidan ellos mismos a opinar, y distorsionen malamente algún lugar de las Sagradas Escrituras, para su propósito de censurar y atacar mi obra, nada me importa, hasta el punto que también consideraré sus juicios como temerarios. . .”

En estas frases se puede ver nuevamente que no era un hombre temeroso. Las razones por las cuales tardó tanto en publicar su obra eran muy otras que el miedo o el temor a represalias.

Copérnico alude a la libertad que tuvieron sus predecesores, que los condujo a proponer teorías avanzadas y se refiere a su propia libertad interior. Sabe que su trabajo será considerado como una contribución a las matemáticas, entre los matemáticos: “. . . El temor al desprecio que me viniese por la novedad y lo absurdo de mi opinión, casi me obligó a abandonar por completo la obra propuesta. . . porque mi obra no me agrada de tal modo que no considere lo que de ella otros juzgaren. . .” Todo esto revela la duda interior del creador que teme exponer su obra, en este caso la obra de una vida, a la crítica, no de los ignorantes, sino de los entendidos y estudiosos para quienes está escrita.

Existen diversas opiniones acerca de cómo fue editado el manuscrito de Copérnico. Algunos de sus biógrafos dicen que el original fue enviado a través de Giese, amigo de toda la vida de Copérnico, a Rético, discípulo del astrónomo, y se procedió a su edición en Nuremberg. Pero otros estudios recientes hacen creer —ya que el manuscrito original no muestra huellas del trabajo de los tipógrafos— que durante los tiempos en que Rético estuvo en Frombork se hizo una copia del manuscrito, hoy extraviada, que Rético entregó al editor en Nuremberg y que sirvió para la primera

impresión de la obra. En un principio, Rético estuvo encargado del cuidado de la impresión, pero tuvo que abandonar la ciudad y encargó esta tarea a Andreas Osiander, un clérigo protestante interesado en astronomía. Osiander insertó un Prólogo escrito por él, que no firmó, haciéndolo aparecer como del autor. Aseguraba en él que lo allí propuesto nada tenía que ver con la realidad, que era sólo una más entre tantas hipótesis y que no era una descripción de la verdadera estructura del universo.

Quizá lo hizo de buena fe, pero desvirtuó completamente la esencia de la obra. Cambió también el título de ella, añadiéndole a *De Revolutionibus, el Orbium Caelestium*. Giese y Rético protestaron al conocer la obra impresa, pues sabían muy bien que ni el Prólogo ni el título eran de Copérnico; sin embargo, durante casi tres cuartos de siglo se creyó que eran suyos. Cuando Kepler supo por un amigo de Nuremberg el nombre del autor de Prólogo, lo denunció claramente en la portada de su propio libro sobre Marte.

Copérnico recibió una copia de su obra ya publicada el 24 de mayo de 1543. La tuvo en sus manos horas antes de morir ese mismo día.

Los sabios que el mismo Ptolomeo llamaba antiguos, habían descrito ya los diversos movimientos de la Tierra, su forma y su lugar en el universo. Tales de Mileto, Anaximandro, Aristarco de Samos, Eratóstenes, Arquímedes, Heráclides del Ponto, Nicetas, Ecfanto, Filolao, Pitágoras, Eudoxo, Hicetas de Siracusa, Anaxógoras, Hiparco de Rodas, se refirieron al movimiento de rotación de la Tierra, a su traslación alrededor del Sol, al movimiento de precesión, a la oblicuidad de la eclíptica, a la esfericidad de la Tierra y a la existencia de las antípodas; pudieron predecir eclipses y explicar la causa de ellos. No sólo consideraban a los astros como cuerpos físicos, sino que sabían que las estrellas estaban en el cielo tanto de día como de noche, pero que la luz del Sol impedía que fueran vistas en las horas diurnas. Intentaron y lograron efectuar las primeras medidas espaciales.

Se atribuye a Tales de Mileto el conocimiento de la esfericidad de la Tierra; Heródoto relata que predijo el eclipse solar del año 548 a.C. Pitágoras también habla de la esfericidad de la Tierra, y de la existencia de antípodas. Decía que la Tierra daba una vuelta alrededor de un eje una vez al día; se le atribuye haber sido el primero que estableció que la estrella matutina, Venus, es la misma que la estrella vespertina y que reconoció la oblicuidad de la eclíptica.

Aristarco de Samos intentó comparar las distancias relativas de la Tierra a la Luna y de la Tierra al Sol, así como los diámetros relativos de estos cuerpos. Arquímedes habla de él en su *Cómputo de los granos de arena*: “. . . Ya que Aristarco supone que el Sol y la esfera de las estrellas fijas son inmóviles, dice que la Tierra gira alrededor del Sol en círculo, entonces la esfera de las estrellas, tiene un centro común con el Sol. . .” Aristarco sabía que su

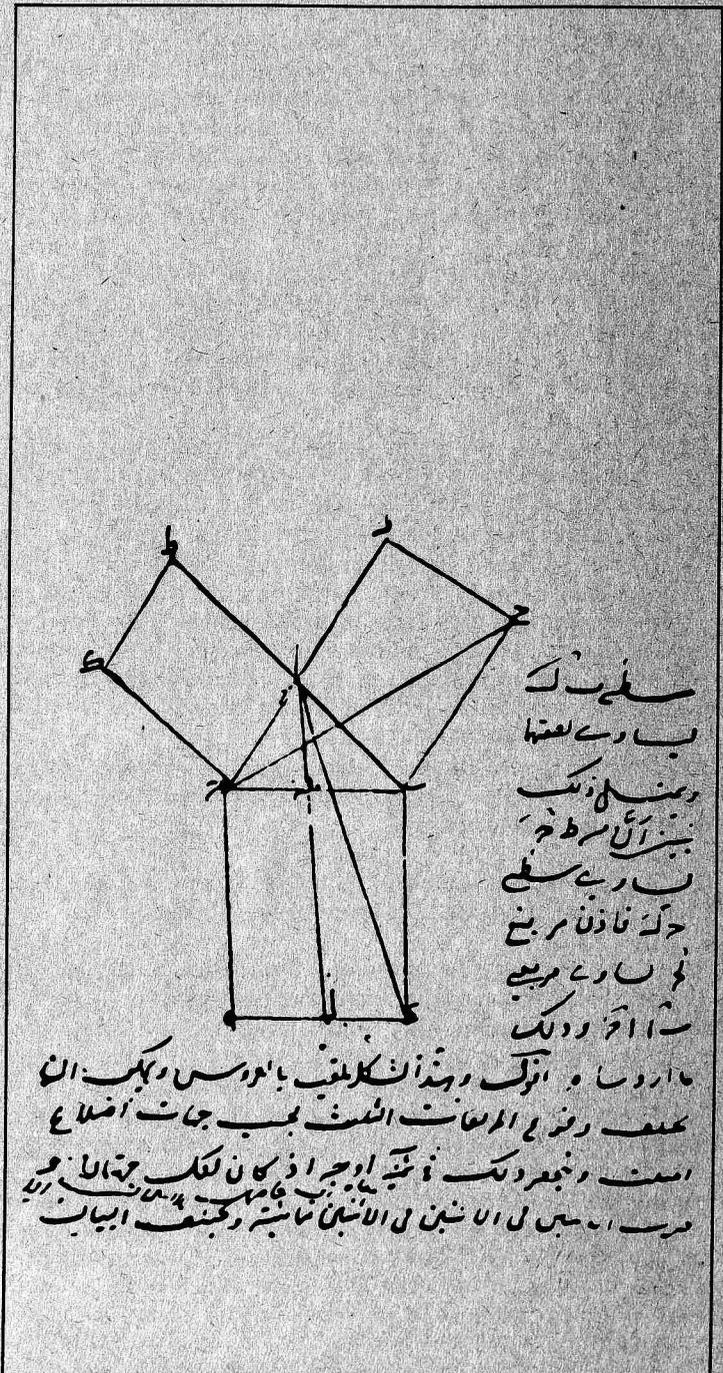


Tierra no ocupaba el centro del deferente, ni el planeta ficticio el centro del epiciclo. Posteriormente, cuando el conocimiento de los movimientos de los planetas se hizo más preciso, los astrónomos árabes añadieron epiciclo tras epiciclo, hasta que el sistema se hizo muy complicado. Cuando en 1537 apareció en Europa la traducción de un antiguo tratado árabe, cuyo autor no se detiene en ataques y críticas a Ptolomeo, Copérnico, en la hoja titular, escribe debajo el nombre del autor: . . . gran calumniador de Ptolomeo. . .”, expresando así nuevamente su respeto por el astrónomo griego, creador del sistema geocéntrico, a quien él mismo se refiere diciendo: “Yo dirijo mis flechas al mismo objetivo y con los mismos métodos que Ptolomeo, a pesar de que el arco y las flechas estén elaborados de diferente material.”

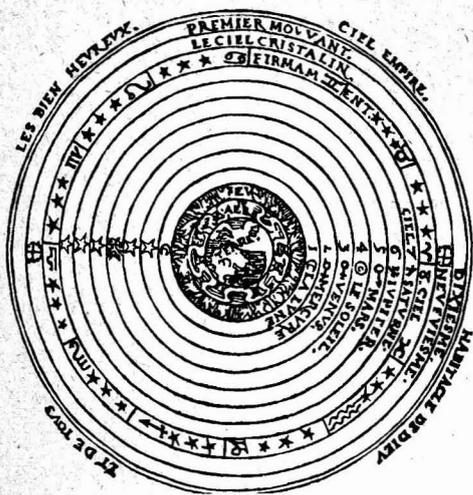
Durante la Edad media, en el siglo VII D. C., la parte astronómica de los trabajos de Isidro de Sevilla nos muestra el atraso a que se llegó en astronomía en Europa; las estrellas reciben luz del Sol, la Luna gira en ocho años, Mercurio en veinte, el Sol en diecinueve años y Marte, que es la estrella de la tarde, en uno; tal fue el colapso del mundo antiguo. En el año 999 d.C., el Papa Silvestre II, geómetra, músico y astrónomo, tuvo tal influencia, que con él termina la parte más oscura de la Edad Media a este respecto. Desde entonces la forma esférica de la Tierra, en el centro del universo y rodeada de las esferas de los planetas y la de las estrellas fijas, volvió a ser aceptada. El sistema antiguo de Heráclides, en el que Mercurio y Venus eran satélites del Sol, fue revivido y circularon dibujos de las órbitas planetarias entre algunas personas, pero nada de esto repercutió en la filosofía predominante de la época. La astronomía en Europa, durante mil años fue útil sólo para determinar el momento de la Pascua y de otras festividades de la iglesia y para servir de base a la astrología.

A los astrónomos árabes pertenece el mérito de haber preservado para el futuro, durante este periodo, los trabajos astronómicos de los griegos, a los que añadieron sus propias observaciones de los cielos. A principios de este milenio, estudiaban detalles muy precisos de los movimientos de los planetas. Habían aprendido y traducido las teorías de Ptolomeo, descubriendo que en ellas no encajaban los hechos tal como los observaban. Las teorías de Ptolomeo servían para predecir las posiciones de los planetas en su tiempo, pero con el transcurso de los siglos, las predicciones eran cada vez más erróneas, lo cual hizo evidente lo inadecuadas que eran. Los astrónomos árabes hicieron muchas observaciones, algunas de las cuales, desgraciadamente, fueron poco precisas. Copérnico confió absolutamente en ellas y esto lo condujo a proponer un movimiento inexistente de la Tierra, que pudiera explicarlas. Pero no podía decidir cuáles observaciones antiguas eran correctas y cuáles no.

Al redescubrirse a los griegos en el siglo XIII, a través de Tomás de Aquino se concilió la filosofía de Aristóteles con la doctrina



El teorema de Pitágoras.



“Cosmographie” de Petrus Apianus, 1551.

cristiana. Aristóteles era anterior a la teoría de los epiciclos, partidario del sistema de Eudoxo, del idealismo filosófico y de la inmovilidad de la Tierra, colocada en el centro del universo. A través de los árabes, el centro del desarrollo astronómico pasó a España en esta época; Alfonso X, llamado el Sabio, dio un gran apoyo a la astronomía y fueron calculadas las *Tablas Alfonsinas* en 1272. Bajo su tutela la Universidad de Salamanca se desarrolló hasta ser, durante los siguientes doscientos años, una de las cuatro mejores de Europa.

La iglesia fue desarrollando cada vez más la noción de la posición central de la Tierra en el universo, ya que era la morada del hombre, y que el universo fue creado para servir al hombre y éste para servir a Dios. El geocentrismo permaneció así sostenido por la iglesia; el sistema de Ptolomeo coexistía con el sistema homocéntrico de Eudoxo.

En su época de estudiante, Copérnico aprendió estas teorías. Antes de él, durante catorce siglos el pensamiento científico estuvo dominado por las ideas de Ptolomeo y de Aristóteles. Romper con una tradición de mil cuatrocientos años es otro de sus méritos.

Copérnico estableció la rotación diaria de la Tierra alrededor de su eje, rechazada por Ptolomeo, y demostró que podía explicarse así completamente el movimiento diurno aparente de las estrellas. También demostró que los movimientos conocidos de los planetas podían explicarse suponiendo que giraban alrededor del Sol y que la Tierra era sólo uno de ellos. Su sistema planetario es casi igual al que se acepta actualmente.

El movimiento de precesión era llamado, en la Edad Media, movimiento de la octava esfera. Ptolomeo determinó su duración: 36,000 años; Dante habla de él:

...de aquí a mil años, horas, ¡ay!, ligeras junto a la eternidad, sólo un parpadeo junto al más lento andar de las esferas. . .

Durante la Edad Media los astrónomos introdujeron el concepto de la novena esfera, para que le transmitiera movimiento a la octava, la esfera de las estrellas fijas. Consideraban que se mueve lentamente de occidente a oriente, alrededor de un eje y así explicaban el movimiento de precesión. Desde el punto de vista de la astronomía, la explicación del movimiento de precesión es el más admirable descubrimiento que hizo Copérnico; descubrimiento que le pertenece esta vez solamente a él, ya que no se encuentra ninguna alusión a su explicación, ni entre los antiguos griegos ni entre los astrónomos medievales. Lo explica diciendo que la octava esfera está fija y que dando una lenta rotación al eje terrestre alrededor de una perpendicular al plano de la órbita de la Tierra, se produce el movimiento observado de la precesión de los equinoccios. Este movimiento de precesión, es nuevamente también expresión de un movimiento de la Tierra; más exactamente,

de su eje. Le llama movimiento declinatorio.

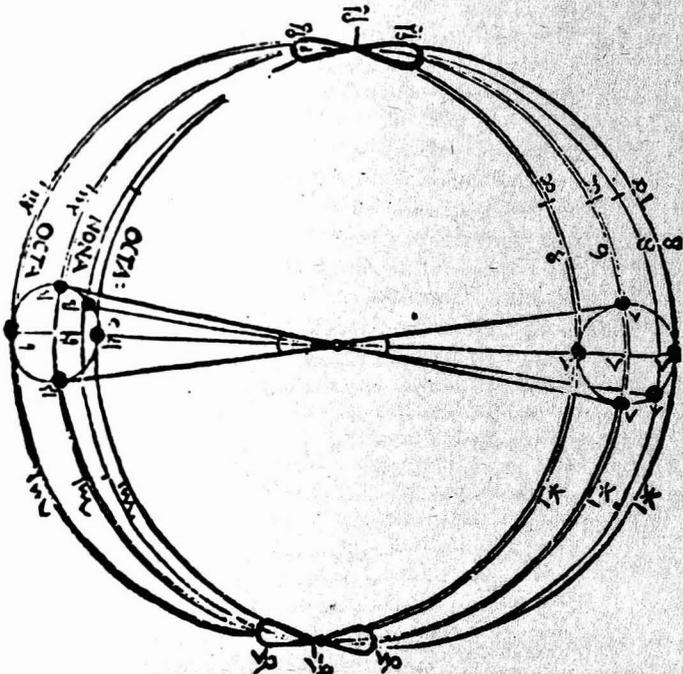
La esencia del pensamiento de Copérnico, que cambió el concepto del cosmos, consiste en dos principios: el primero, que llevó casi hasta su fin último, el uso del concepto del movimiento relativo para el estudio de todos los movimientos percibidos por nosotros desde la Tierra; el segundo, su exigencia de que las teorías astronómicas coincidan en la naturaleza de las cosas, como único criterio para probar la veracidad de esas teorías. La aplicación más directa y evidente de su principio del movimiento relativo, es la proposición de que la Tierra gira alrededor de su eje. Respecto al movimiento anual, dice desde el *Commentariolus*: “... Todo lo que se nos presenta como movimientos del Sol, tiene lugar, no por su movimiento, sino por el movimiento de la Tierra, junto con la cual, nosotros giramos alrededor del Sol, como cualquier otro planeta. Así, la Tierra tiene más de un movimiento y los movimientos aparentes de los planetas, tienen lugar debido a sus propios movimientos y a los de la Tierra. . .” De allí en adelante, deja establecido que los postulados que formule el astrónomo, deberán ser correctos, y que debe utilizar hipótesis que puedan explicar los hechos observados y predecir los del futuro; sirviéndose de ellas para calcular los fenómenos astronómicos. Nunca más deberán proponerse explicaciones que sirvan solamente para “salvar el fenómeno”, como se había hecho durante milenios.

Copérnico propuso aumentar la precisión y simplicidad de las teorías astronómicas transfiriéndole al sol muchas de las funciones atribuidas previamente a la Tierra, que antes de él, era el centro fijo alrededor del cual los astrónomos calculaban los movimientos de las estrellas y de los planetas.

Aristarco fue el primero en proponer el sistema heliocéntrico. Su genio es indiscutible; aún cuando Copérnico hubiera tenido acceso a su obra, no se sabe cuáles argumentos adujo Aristarco para sostener su teoría, ya que no se conoce nada escrito por él a este respecto y Arquímedes sólo nos transmite su hipótesis. Al crear la teoría heliocéntrica, Copérnico creó simultáneamente las bases de la ciencia astronómica, al exigir la concordancia de las teorías con la realidad y la necesidad de que pudieran predecir los fenómenos. En esto reside la diferencia entre estos dos planteamientos aparentemente iguales, ya que Aristarco propuso su teoría como una explicación alternativa de la realidad en una época en que la teoría existente también explicaba los hechos observados, aunque no existía todavía la evidencia a que los siglos sometieron la teoría geocéntrica y demostrando su invalidez como teoría científica.

El hecho de que Copérnico estableciera la base de que las teorías científicas, para serlo, deben concordar con la realidad y predecirla, hizo que desde entonces se tuviera una nueva actitud frente a la investigación científica; Kepler, por ejemplo, renuncia a las órbitas circulares y durante muchos años busca otras formas

### Theorica motus octauæ Spharæ.



La novena esfera.

para las órbitas planetarias. Galileo realiza innumerables experimentos y observaciones del cielo. ¿Cuánto tiempo debió esperar Newton, ya con su teoría formulada, para que se conociera mejor la distancia de la tierra a la Luna que una teoría que era perfecta desde su concepción, concordara con la realidad?

La reforma en los conceptos fundamentales de la astronomía es sólo uno de los significados de la revolución copernicana. Al aceptar que la Tierra es uno de los millones de cuerpos celestes, se aceptó un modelo cósmico muy diferente del que se tuvo durante toda época anterior. La revolución copernicana, de esta manera también creó nuevos valores filosóficos.

Durante la vida de Copérnico la iglesia católica estuvo interesada en su trabajo, pero, después de su muerte, aparentemente le prestó poca atención. Quizá el prefacio apócrifo de Osiander impidió ver sus enormes implicaciones. Hacia fines del Siglo XVI tenía pocos adeptos reconocidos, la iglesia romana era aún indiferente y, los protestantes, antagonistas decididos.

Astrónomo con buena estrella, Copérnico vivió fuera del alcance de Lutero y de Calvino. Lutero se refirió a él como "... nuevo astrólogo, que intenta demostrar que la Tierra es la que se mueve y no el firmamento", y dice: "... el loco quiere trastornar toda la ciencia de la astronomía. Pero en las Escrituras dice que Josué ordenó al Sol que se detuviera, no a la Tierra...". Calvino también condena la hipótesis como una "... superstición propia de locura...".

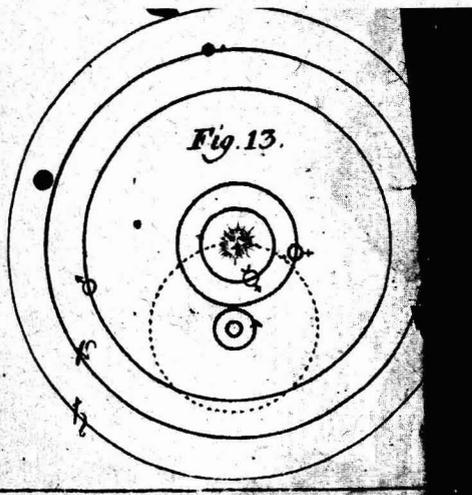
El sucesor inmediato de Copérnico fue Tycho Brahe. A partir de sus observaciones del cometa de 1577, Tycho sugirió por primera vez que un cuerpo celeste se podía mover en una curva que no se compusiera de movimientos circulares.

Tycho no aceptó el sistema copernicano y construyó él mismo otro sistema en el que revivía la hipótesis de que Mercurio y Venus giran alrededor del Sol y éste alrededor de la Tierra. Los planetas exteriores giran alrededor del Sol también en órbitas mucho mayores que incluyen a la Tierra. La teoría de Tycho, otra más entre las descripciones del universo, a pesar de no ser correcta, ayudó a destruir la confianza en la autoridad del sistema geocéntrico y estimuló la independencia del pensamiento.

La exactitud de las observaciones que hizo Tycho Brahe es excepcional; hizo un catálogo de estrellas precedido solamente por los de Hiparco, Ptolomeo y el del príncipe astrónomo Ulugh Bey nieto de Tamerlán que en el siglo XV observaba el cielo en Samarcanda.

Kepler heredó todas las observaciones de Tycho, que había sido su maestro. A pesar de su gran respeto hacia él, no aceptó su sistema y fue un entusiasta adepto de la teoría de Copérnico; su primera obra es una defensa y explicación públicas de ella.

En 1610, a través de su telescopio, Galileo, demostró que Venus presenta gases, que Júpiter tiene satélites, que la Vía Láctea

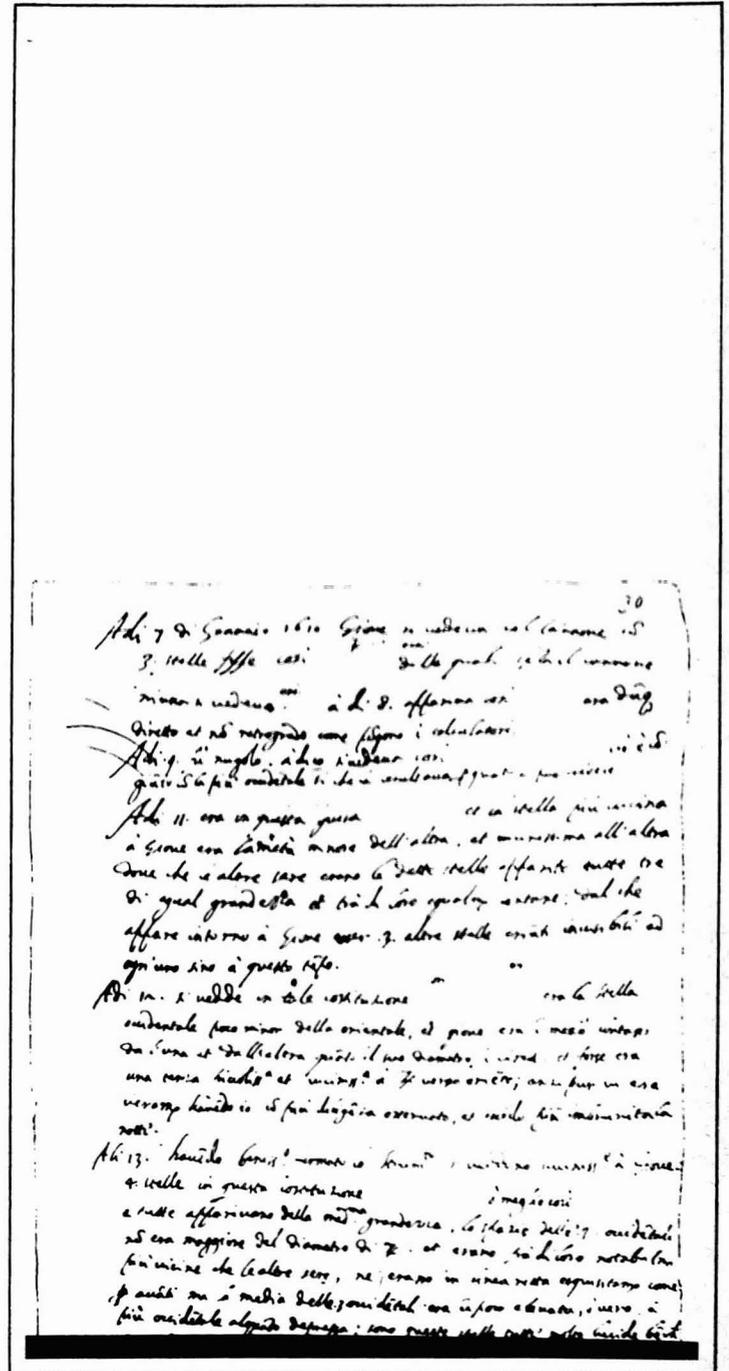


El sistema de Tycho Brahe

está constituida por millones de estrellas; mostró también las manchas solares, que destruyeron el concepto de la perfección divina de los cuerpos celestes propuesta por Aristóteles; observó la apariencia extraña de Saturno y la naturaleza de la superficie de la Luna; pruebas oculares de que el viejo sistema debería ser abandonado. El año en que murió Galileo nació Newton (aunque este dato sea válido sólo con respecto al calendario anterior a la obra de Copérnico, ya que Inglaterra aceptó la reforma gregoriana hasta fines del siglo XVIII). Su demostración de la aplicación universal de la ley de la gravitación, es definitiva en el desarrollo de la teoría heliocéntrica. En los años sucesivos, fueron añadiéndose otras pruebas también irrefutables de la validez del sistema copernicano: Roemer midió la velocidad de la luz, Bessel descubrió la paralaje estelar y Foucault demostró experimentalmente la rotación de la Tierra. En la actualidad, los viajes espaciales y las observaciones hechas desde satélites artificiales y desde la Luna, no dejan duda al respecto. Sin embargo, existe aún hoy día una sociedad dedicada a sostener la idea de la Tierra plana. ¿Cuántos de los seres humanos que poblamos la Tierra sabemos actualmente que nuestro planeta gira alrededor del Sol y gira sobre su propio eje? ¿Qué piensa al respecto el inmenso número de seres que no tiene acceso ni siquiera a las más elementales enseñanzas del conocimiento científico?

La historia de la aceptación de la teoría heliocéntrica del mundo, contiene algunas de las páginas más negras de la historia del hombre. Durante los primeros tiempos, quizá no encontró oposición tan definitiva ya que no era todavía irrefutable, pero Galileo aportó pruebas incontestables: sus observaciones al telescopio, que eran mucho más peligrosas por evidentes. Entonces la Iglesia romana se percató del peligro que entrañaba. Giordano Bruno y Galileo fueron para la Iglesia enemigos considerados más peligrosos que el protestantismo. Bruno había aceptado la teoría heliocéntrica, que fue la base de todo su pensamiento filosófico. El rompimiento con los sistemas cosmológicos rígidos antiguos, implica con él una liberación que envuelve un nuevo concepto del hombre mismo y de la sociedad. Extiende el sistema copernicano a todo el universo. En 1584, sostiene que el Sol es un cuerpo sólido metálico, pero después dice que su luz y su calor se producen por cambios químicos en las partes líquidas de su cuerpo; que el Sol se mueve entre las estrellas de las cuales es sólo una, y que gira en su eje. Conjetura que los otros soles pueden tener planetas girando a su alrededor. Bruno desarrolla la filosofía del universo infinito.

La Inquisición Romana no podía permitir la existencia de este Príncipe de los Herejes. Después de ir muchos años de país en país y de universidad en universidad y de verse obligado a abandonar todo, recibe una invitación de un veneciano, Moecenigo, para ir a Venecia a ser su tutor; vuelve a Italia ante el asombro de sus contemporáneos y al aceptar la invitación que ocultaba una trampa



Apuntes de Galileo en la que registró los movimientos de los satélites de Júpiter.



mortal, cae en 1592 en manos de los inquisidores. En su juicio frente a la Inquisición Veneciana, en 1599, relató la historia de su vida y dejó claras sus convicciones al contestar los innumerables cargos hechos contra él. Demostró que no sólo había aceptado completamente la teoría heliocéntrica, sino que la había llevado mucho más allá de la concepción de su autor. Fue condenado y murió en la hoguera; sus obras fueron puestas en el *Indice de Libros Prohibidos*, donde aún permanecían en 1917, si es que después no han sido retiradas alguna vez de él. Tal ensañamiento contra la vida de un hombre, que se prolongó hasta que fue quemado, y contra su obra que ha permanecido condenada durante siglos, da la medida de su gigantesca estatura. La furia del ataque demuestra también que la herida infringida por Bruno al oscurantismo fue mortal.

Galileo era en ese tiempo profesor de matemáticas en la universidad de Padua y supo perfectamente lo acaecido a Bruno. En una carta que le dirige a Kepler habla de su completa aceptación de la teoría heliocéntrica. Repudió públicamente el antiguo esquema y enseñó el nuevo. Su brillante trabajo y su gran popularidad, combinados con sus ataques contra las ideas científicas de la época, le crearon enemigos; los jesuitas resintieron particularmente su influencia y su poder. Desde 1611 su nombre apareció en los libros secretos del Santo Oficio. Estaba ya bajo sospecha. La denuncia formal de Galileo ante el Santo Oficio se produjo en Roma en 1615 y la maquinaria de la Inquisición empezó a funcionar secretamente. Años después la situación se agudizó y el Papa ordenó que Galileo apareciera ante la Sagrada Congregación. Prometió obedecer, pero tenía casi setenta años y estaba muy enfermo. A pesar de todo, llegó a Roma en 1633; fue interrogado bajo amenaza de tortura y obligado a abjurar, de rodillas en presencia de toda la Congregación, de todas sus creencias y obligado también a prometer denunciar a otros herejes. Ciego y prisionero en su villa murió en 1642. Sin embargo, Galileo tampoco fue derrotado; su obra quizá más importante, *Dialoghi delle Nuove Scienze* se publicó tres años después de su condenación, en 1636, y es uno de los fundamentos de la física.

El Sol recibió autorización de la Iglesia para ser el centro del sistema solar en 1822. Se ordenó que no se rehusaran las licencias para la publicación de libros que contuviesen el concepto de la movilidad de la Tierra y la inmovilidad del Sol, "...de acuerdo a la opinión de los astrónomos modernos..." La siguiente edición del *Indice de Libros Prohibidos*, no contiene ya ni la obra de Copérnico ni las de Galileo y Kepler, que habían aparecido en cada edición desde 1616 y 1619.

Ocho años después de la publicación de *De Revolutionibus*, Erasmo Reinhold se declaró en favor del movimiento de la Tierra, completando las tablas astronómicas que se hicieron indispensables para todos los astrónomos, creyeran o no en el

sistema copernicano, y que se usaron para reformar por fin el calendario en 1582.

La vida y la obra de Copérnico reflejan la fuerza interior que le permitió mover la Tierra, hacer posible la medición precisa del transcurrir del tiempo y crear los cimientos de la ciencia.

La historia del hombre es un complicado ramaje: los destellos con que florece los producen los héroes, los artistas, los sabios; el fuego que lo alimenta es labor de la cultura y el esfuerzo de pueblos enteros.

El espíritu del ser humano se manifiesta a través de su deseo de conocimiento, entre otras formas elevadas de creación. El anhelo de saber lo que parece hoy incongnoscible, es una de las fuerzas que han llevado hacia adelante a la humanidad.

El prestigio de los sabios ha sido siempre evidente; cuando para resolver sus más angustiosos problemas el hombre consulta a los dioses, sus representantes basan la autoridad de su palabra refiriéndose a su sabiduría: "...Sé el número de la arena y la medida del mar..." son las palabras pronunciadas, según Herodoto, en el Oráculo antes de interpretar los signos.

La historia de la astronomía es una gran parte de la historia del concepto que el hombre tiene del universo; lo más vasto, inalcanzable e infinito que puede imaginar. Los descubrimientos que ha hecho a través de su existencia toda, lo han obligado a reubicarse infinidad de veces en su mundo. Con gran dificultad ha debido ir desde el antropocentrismo hasta el geocentrismo, y de allí al heliocentrismo. Más tarde tuvo que desechar también incluso la posición central que creía ocupar en la Vía Láctea, para aceptar que se encuentra casi en el borde de una galaxia, que es sólo una entre los millones de galaxias que forman el universo.

¿Cuál será la próxima adaptación a la que tengamos que enfrentarnos y que debamos aceptar? ¿La comunicación con otras especies habitantes de nuestro planeta? ¿La comunicación con seres de otro sistema planetario? ¿La existencia de otros universos? O quizá es llegado ya el tiempo en que tengamos que reorientarnos dentro de un nuevo concepto del tiempo mismo.

[Este trabajo se realizó en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, y en el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, en homenaje a Nicolás Copérnico en el V Centenario de su nacimiento.]

Deseo expresar mi agradecimiento a Ana María Cetto, Luis de la Peña y Juan de Oyarzábal por el tiempo que dedicaron a la lectura del original y a las discusiones y sugerencias que tanto lo enriquecieron. Agradezco igualmente a Carlos Chavarría, Luis Estrada, Julieta Fierro, Juan Manuel Gutiérrez Vázquez, Rosario Peniche e Ilse Schüler su valiosa colaboración como críticos y revisores del original.

Las ilustraciones fueron reproducidas, a partir de las fuentes incluidas en la bibliografía, por Gerard Kohlmann, cuyo trabajo cuidadoso se transformó en labor artística.]