



El Correo

Una ventana abierta al mundo

Abril 1973 (año XXVI) - España : 26 pesetas - México : 4,5 pesos

SUPLEMENTO
PARA LOS NIÑOS

COPERNICO y la génesis del pensamiento moderno





TESOROS DEL ARTE MUNDIAL

76

GRECIA

El dios de las Cícladas

A fines del tercer milenio antes de nuestra era surgió en el archipiélago griego de las Cícladas, en el mar Egeo, un tipo original de arte que se caracterizaba por la pureza y sencillez de las formas. Prueba de ello es esta cabeza de divinidad, tan admirablemente estilizada y «modernista» (diríase un Brancusi). Descubierta en la isla de Amorgos, data de entre los años 2400 y 2200 a. de J.C. La reproducción está tomada de un volumen suntuosamente ilustrado que acaba de aparecer en la editorial Mazenod, de París, y cuya edición en lengua española, a cargo de la editorial Gustavo Gili de Barcelona, saldrá a la luz dentro de unos meses.

Foto © Jean Mazenod, tomada de «L'art grec», editorial Mazenod, París 1972

ABRIL 1973
AÑO XXVI

PUBLICADO EN 14 IDIOMAS

Español	Italiano
Inglés	Hindi
Francés	Tamul
Ruso	Hebreo
Alemán	Persa
Arabe	Portugués
Japonés	Neerlandés

Publicación mensual de la **UNESCO**
(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

Venta y distribución
Unesco, Place de Fontenoy, 75700-París

Tarifa de suscripción anual : 17 francos.
Bienal : 30 francos.

Número suelto : 1,70 francos; España : 26 pesetas.



Los artículos y fotografías de este número que llevan el signo © (copyright) no pueden ser reproducidos. Todos los demás textos e ilustraciones pueden reproducirse, siempre que se mencione su origen de la siguiente manera : "De EL CORREO DE LA UNESCO", y se agregue su fecha de publicación. Al reproducirse los artículos y las fotos deberá hacerse constar el nombre del autor. Por lo que respecta a las fotografías reproducibles, serán facilitadas por la Redacción siempre que el director de otra publicación las solicite por escrito. Una vez utilizados estos materiales, deberán enviarse a la Redacción tres ejemplares del periódico o revista que los publique. Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista de la Unesco o de la Redacción de la revista.



Redacción y Administración
Unesco, Place de Fontenoy, 75700-París

Director y Jefe de Redacción
Sandy Koffler

Subjefe de Redacción
René Caloz

Asistente del Jefe de Redacción
Olga Rödel

Redactores Principales

Español : Francisco Fernández-Santos
Francés : Jane Albert Hesse
Inglés : Ronald Fenton
Ruso : Georgi Stetsenko
Alemán : Hans Rieben (Berna) †
Arabe : Abdel Moneim El Sawi (El Cairo)
Japonés : Kazuo Akao (Tokio)
Italiano : Maria Remiddi (Roma)
Hindi : Kartar Singh Duggal (Delhi)
Tamul : N.D. Sundaravadivelu (Madrás)
Hebreo : Alexander Peli (Jerusalén)
Persa : Fereyduh Ardalan (Teherán)
Portugués : Benedicto Silva (Rio de Janeiro)
Neerlandés : Paul Morren (Amberes)

Redactores

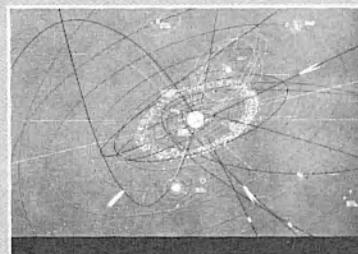
Español : Jorge Enrique Adoum
Inglés : Howard Brabyn
Francés : Philippe Ouannès
Ilustración : Anne-Marie Maillard

Composición gráfica
Robert Jacquemin

La correspondencia debe dirigirse al Director de la revista.

Página

5	TRAS LAS HUELLAS DE COPERNICO <i>por Jerzy Bukowski</i>
10	LOS ALBORES DEL PENSAMIENTO MODERNO <i>por Owen J. Gingerich</i>
14	EL LARGO CAMINO DE LA VERDAD CELESTE <i>por Olaf Pedersen</i>
1 a XVI	COPERNICO CONTADO A LOS NIÑOS Suplemento especial <i>por Jean-Claude Pecker</i>
20	LA GRAN REVOLUCION CULTURAL DEL RENACIMIENTO <i>por Paolo Rossi</i>
24	PARA MEDIR EL CIELO Fotos
26	COPERNICO O LA RAZON ABIERTA AL INFINITO <i>por Vincenzo Cappelletti</i>
31	UNAS CUANTAS OBRAS SOBRE COPERNICO
32	UNA NUEVA VISION DEL UNIVERSO <i>por René Maheu</i>
33	LOS LECTORES NOS ESCRIBEN
34	LATITUDES Y LONGITUDES
2	TESOROS DEL ARTE MUNDIAL El dios de las Cícladas (Grecia)



Fotos © Hallwag, Berna, Suiza

Foto Paul Almasy — «El Correo de la Unesco»

COPERNICO Y LA GENESIS DEL PENSAMIENTO MODERNO

Si se ha dicho de Copérnico que su nombre debe figurar entre las estrellas, justo es que en un mapa del cielo se destaque su rostro. Se trata de la copia de un autorretrato hoy desaparecido, copia realizada en el siglo XVI y conservada en el Ayuntamiento de Torun, ciudad natal del sabio polaco. El interés de este mapa celeste publicado por la editorial Hallwag de Berna (Suiza) radica en que en él se establece la posición que habrán de ocupar las estrellas en el año 2000. El mapa ha sido realizado bajo la dirección de Werner Merkli. En nuestra contraportada, una reproducción parcial del mapa del sistema solar publicado por la misma editorial. En ella aparecen, en primer plano, los planetas Marte, Júpiter y Saturno y se indican las dimensiones de todos los planetas en relación con el Sol.

Nº 4 - 1973 MC 73-2-287

LOS VARIOS ROSTROS DEL GENIO. Copérnico visto por siete jóvenes artistas polacos cuyas obras esperan en un depósito el veredicto del jurado de admisión de una exposición de escultura en Torun, la ciudad natal del gran astrónomo (véase también la pág. 27).

Foto Paul Almasy - "El Correo de la Unesco"



«La historia nos ofrece pocos ejemplos de descubrimientos científicos que hayan tenido una repercusión tan profunda en el desarrollo espiritual de la humanidad como el del eminente astrónomo polaco Nicolás Copérnico.» Con estas palabras, el Director General de la Unesco, señor René Maheu, inició en París el 19 de febrero un acto conmemorativo del quinto centenario del nacimiento del hombre que osó destronar a la Tierra en favor del Sol y desencadenó de ese modo una revolución sin precedentes en la esfera de la metodología y el pensamiento científicos.

Este número de El Correo de la Unesco analiza la decisiva contribución de Copérnico al progreso de la ciencia y, con carácter excepcional, publica un suplemento de 16 páginas sobre el gran astrónomo, dedicado a los niños. El fotógrafo de nuestra revista, Paul Almasy, ha realizado un viaje especial a Polonia y otros lugares para seguir las huellas de Copérnico, volviendo con un reportaje gráfico sobre la vida y la época de una de las máximas figuras de la ciencia, que supo guiarse siempre por el principio de «buscar la verdad de todas las cosas».

TRAS LAS HUELLAS DE COPERNICO

por Jerzy Bukowski

NICOLAS Copérnico, el primero de los grandes sabios de los tiempos modernos, nació el 19 de febrero de 1473 en Torun, al norte de Polonia. El horóscopo astrológico del creador de la teoría del sistema heliocéntrico, que aun se conserva, señala incluso la hora exacta de su nacimiento: las cuatro y cuarenta y ocho minutos de la mañana, lo que muy bien puede ser pura imaginación.

Copérnico, famoso por su teoría heliocéntrica, es menos conocido en su faceta de humanista; sin embargo, uno de sus primeros biógrafos le describe como «inflamado por una ardiente pasión por la verdad», manifestando siempre una vastísima erudición y

un profundo interés por los más diversos problemas. Era un sabio lleno de perspicacia en la investigación y un espíritu resueltamente crítico. Dotado de una inteligencia excepcional, que le sitúa a la altura de los más grandes genios de la humanidad, fue al mismo tiempo un ciudadano profundamente comprometido con los problemas de su país.

Carecemos de datos históricos documentados sobre la infancia y la primera adolescencia del gran astrónomo. Su padre, que se llamaba también Nicolás, procedía de una familia originaria de Silesia, vinculada a las ciudades de Pomerania por múltiples intereses. Negociante de Cracovia, se afincó en 1458 en Torun, siendo admitido en los círculos burgueses de la ciudad y alcanzando muy pronto en ella la categoría de miembro del patriado local. Murió en 1483, y sus hijos —el pequeño, Nicolás, tenía entonces diez años— quedaron bajo la tutela de su tío materno Lucas Watzenrode, futuro obispo de Warmie, alto dirigente de la Iglesia y eminente hombre de Estado en la corte real de Cracovia.

En aquella época Cracovia era la capital de Polonia, país entonces en el apogeo de su poderío del que uno de los célebres humanistas italianos de comienzos del siglo XVI dijo: «Entre los países transalpinos, ninguno iguala a Polonia en amor a la ciencia».

Torun era una ciudad próspera. Gracias al desarrollo de su comercio y de su artesanía ocupaba un lugar importante en el sistema económico de Polonia, sirviendo de intermediario en los intercambios de mercancías que se efectuaban a través de los puertos de Gdansk y Elblag con los países de ultramar. Cracovia y Torun, que todavía conservan su aspecto medieval, están situadas junto al Vístula, la primera en la parte superior del río y la segunda en la parte inferior. Próximas a la desembocadura del Vístula, que se encuentra dividida en numerosas ramificaciones, están las ciudades portuarias antes mencionadas. En la región oriental de la llanura inferior del Vístula, no lejos de Elblag, se halla situada la ciudad de Frombork (antiguamente Frauenburg), donde transcurrieron los últimos años de la vida de Copérnico y donde murió, en 1543.

JERZY BUKOWSKY, profesor y antiguo rector de la Escuela Politécnica de Varsovia, es presidente del Comité Nicolás Copérnico de la Unión Internacional de Historia y de Filosofía de las Ciencias. Ha sido presidente del Comité de Historia de las Ciencias y las Técnicas de la Academia de Ciencias polaca y actualmente es vicepresidente del Comité Polaco de la Paz.

SIGUE A LA VUELTA

A mediados del siglo XV, la situación política de las ciudades de la provincia costera del Báltico era muy compleja. Estas ciudades, encabezadas por Gdansk, Elblag y Torun, luchaban con ardor por liberarse definitivamente de la hegemonía de la Orden Teutónica, instalada en la región desde el siglo XIII. La paz de Torun, firmada en 1466, restableció la soberanía de los reyes de Polonia sobre los territorios costeros del Báltico, incluido el delta del Vístula con sus principales ciudades y el ducado episcopal de la diócesis de Warmie. Tanto Nicolás Copérnico padre como la familia Watzzenrode obraron en favor de este acuerdo. Hasta su muerte, Lucas Watzzenrode ejerció gran influencia en la vida del joven Nicolás Copérnico, orientando sus estudios y su futura carrera eclesiástica y política.

Una segunda fecha confirmada por documentos de los años juveniles de Copérnico es la de su matriculación en la Universidad Jagellon de Cracovia: otoño de 1491. Esta universidad, que por entonces había alcanzado la plenitud de su desarrollo, era la única en Europa que poseía dos cátedras de astronomía. Su renombre era debido al nivel excepcionalmente alto de la enseñanza de las ciencias matemáticas. Se manejaban en ella tratados de sabios del Islam, y no solamente los de los antiguos griegos.

Fue en Cracovia donde el joven Nicolás aprendió las primeras nociones de astronomía. La tradición cita entre sus maestros el nombre de Wojciech de Brudzewo, célebre astrónomo y matemático. En su época de estudiante en la Universidad Jagellon, Copérnico adquirió un conocimiento profundo de la astronomía aristotélica y ptolemaica, así como de la geometría euclidiana. A juzgar por los libros que compró en esta época —y que, por suerte, se conservan— su interés se centraba sobre todo en la geometría, la trigonometría esférica y la astronomía teórica.

Aunque divergentes en cuestiones de detalle, las teorías aceptadas desde hacía más de un milenio —la de Aristóteles y la de Ptolomeo— tenían en común dos principios fundamentales: 1) el lugar asignado a la Tierra como centro inmóvil del universo, y 2) la atribución a todos los cuerpos celestes —fueran estrellas fijas o planetas, sin descartar el Sol ni la Luna— de un movimiento uniforme en órbitas circulares. Este segundo principio, axioma propuesto por Platón, influyó en la primitiva forma que Copérnico dió a su sistema heliocéntrico del universo.

Aristóteles y los continuadores de su filosofía, al igual que los astrónomos, encabezados por Claudio Ptolomeo en su tratado conocido con el nombre de «Almagesto», describían admirablemente los movimientos de los cuerpos celestes, apoyándose en los dos citados principios, pero sin poder evitar a veces ciertas contradicciones y anomalías inexplicables.

Copérnico se percató de la inconsecuencia de los sistemas generalmente aceptados. Mediante el análisis matemático y la síntesis geométrica, tras laboriosas observaciones del cielo, desarrolló gradualmente la idea del sistema heliocéntrico del universo.

Parece ser que Copérnico residió en Cracovia durante cuatro años. En el otoño de 1495 volvemos a encontrarlo en el círculo de su tío Lucas Watzzenrode, quien intentó infructuosamente conseguir para su sobrino el nombramiento de canónigo capitular de Warmie, en Frombork.

Es probable que este fracaso decidiera el destino del joven Nicolás. Su tío le envió, para que allí prosiguiera sus estudios, a la Universidad de Bolonia, en la que él mismo había estudiado en su juventud, recomendándole firmemente que alcanzase el grado de doctor en derecho canónico, para preparar su carrera eclesiástica.

Copérnico partió hacia Italia en el otoño de 1496, permaneciendo en Bolonia hasta la primavera del año jubilar de 1500, pese a que el obispo Watzzenrode, ya en 1497, había hecho elegir a su sobrino para cubrir un puesto de canónigo capitular de Warmie. Sin abandonar sus estudios canónicos, y tal vez incluso antes de comenzarlos, Copérnico aprovechó la ocasión que le brindaba la presencia en la Universidad de Bolonia de famosos sabios para perfeccionar sus conocimientos astronómicos.

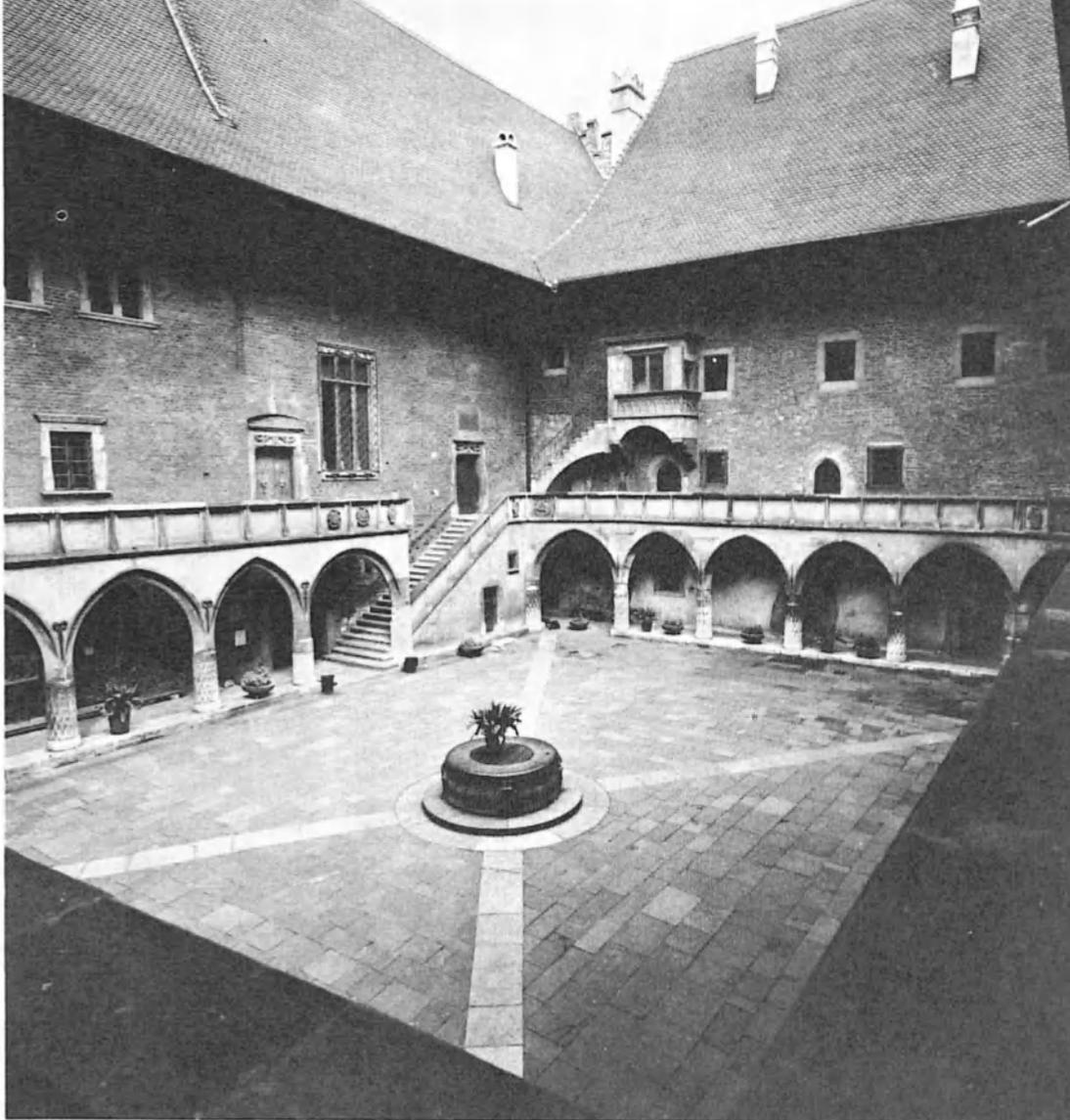
DE esta época data la primera observación conocida, hecha por Copérnico el 9 de marzo de 1497, sobre la ocultación de Aldebarán tras la Luna. La observación, que tuvo lugar en Bolonia, contradecía la teoría ptolemaica del movimiento de nuestro satélite y, aunque no atentaba contra los fundamentos de la astronomía geocéntrica, era ya un indicio del espíritu crítico de Copérnico respecto de las verdades tradicionalmente aceptadas.

Según la teoría de Ptolomeo, la Luna, durante los cuartos creciente y menguante, debería estar mucho más cerca de la Tierra que durante los periodos de luna nueva y de plenilunio. La observación que Copérnico efectuó cuidadosamente en Bolonia indicaban, por el contrario, que el paralaje de la luna en cuarto era prácticamente igual que el paralaje del plenilunio, lo que suponía que en ambas posiciones la distancia entre la Tierra y la Luna era prácticamente la misma.

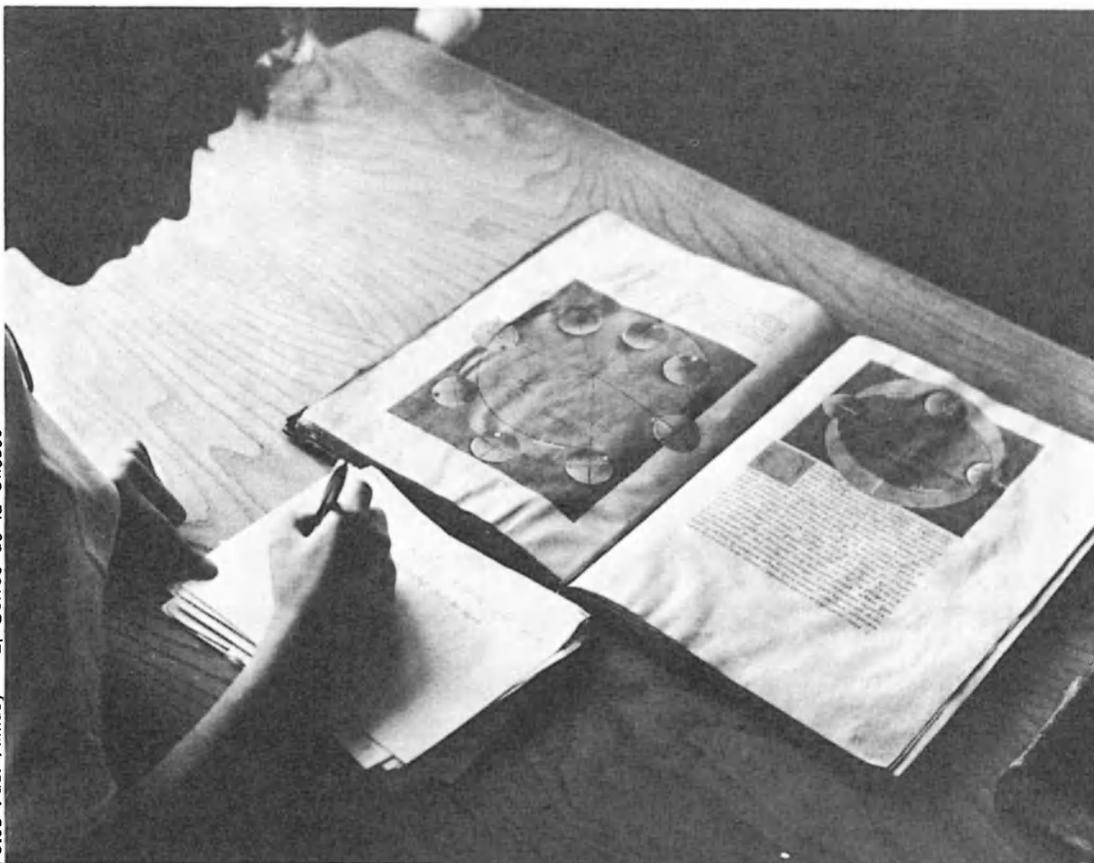
Pero la crítica y el repudio de los viejos sistemas dieron pronto paso a investigaciones positivas que condujeron a la edificación —sobre los escombros de las teorías superadas— de un nuevo sistema, más cercano a la verdad. Así lo atestiguan los constantes estudios que Copérnico emprendió. La



Estudiante en Cracovia



Arriba, el patio del Collegium Maius de la Universidad Jagellon de Cracovia donde Copérnico estudió de 1491 a 1495. A la izquierda, la Fuente del Jaque, cerca de la Iglesia de Santa María, en Cracovia, con la estatua de un estudiante vestido a la usanza de la época de Copérnico. Durante siglos se aplicó a los universitarios el sobrenombre polaco de «Jaque», aunque se ignora el origen de tal costumbre. Abajo, una estudiante de nuestros días toma notas de un libro de astronomía que data de los tiempos de Copérnico.



celebración del año jubilar de 1500 le llevó a Roma, pero no es mucha la información que poseemos sobre su estancia en la Ciudad Eterna. Durante algún tiempo trabajó en la Cancillería del Vaticano y, según la tradición, impartió cursos públicos de astronomía.

En la primavera de 1501 el joven científico regresó a Polonia, para incorporarse oficialmente a su puesto, de conónigo capitular de Warmie. Pero el cabildo le autorizó a volver a Italia, encomendándole esta vez que llevase a cabo estudios de medicina en la Universidad de Padua. Durante dos años, Copérnico residió en esta ciudad, con un solo intervalo de varias semanas que pasó en Ferrara, donde, el 31 de mayo de 1503, obtuvo el título de doctor en derecho canónico.

Buena prueba de la amplitud de los estudios médicos que Copérnico hizo en Padua, así como del interés que en este campo de la ciencia manifestó después, lo dan las quince obras de medicina y de ciencias naturales, llenas de numerosas anotaciones marginales, que se conservan en la biblioteca universitaria de Upsala y que provienen de su biblioteca privada.

A fines de 1503 Copérnico volvió a Warmie y se instaló en el palacio episcopal de Lidzbark, residencia de su tío, el influyente Lucas Watzenrode. En calidad de médico y secretario de éste, acompañó al obispo en numerosos viajes. Sus funciones le permitían practicar la medicina ampliamente, y así lo confirman las fuentes históricas. Muchos personajes importantes iban a consultarle para casos de muy variadas enfermedades. Anotemos también sus posteriores actividades como higienista y epidemiólogo, simultaneadas con sus funciones administrativas en el Cabildo de Warmie.

El periodo de casi diez años que Copérnico pasó junto al obispo Watzenrode le introdujo por fuerza en la vida política, punto en el que no podemos detenernos. También en esta época comienza su creciente interés por los problemas económicos, que ya conocía desde que pudo observar, durante sus años de estudiante, la expansión del comercio y de la industria en las ciudades italianas.

No obstante, hay que hacer hincapié en que su estancia en Lidzbark no desvió a Copérnico del principal objeto de su interés intelectual, es decir, de la astronomía. Fue por entonces cuando formuló categóricamente su genial idea de que nuestro planeta no es el centro del universo y se decidió a redactar las tesis fundamentales de la nueva astronomía. Cosa que hizo en un tratado titulado «Nicolaï Copernici de hypothesisibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus», que no se imprimió y se distribuyó en una cantidad limitada de copias manuscritas.

No se sabe con exactitud la fecha en que nuestro autor escribió el «Com-



Foto Paul Almasy - «Correo de la Unesco»

8 Estatua de Copérnico frente a la casa donde transcurrió su infancia desde la edad de siete años, en Torun. El edificio fue demolido en 1906 para construir en su lugar un gran almacén, pero los dos últimos pisos fueron reconstruidos según el estilo de la época.

En este castillo de Olsztyn (Polonia) vivió varios años Copérnico, entonces canónigo de la catedral de Frombork, los bienes de cuyo capítulo administró de 1516 a 1519. Un poco después, de 1520 a 1521, al reanudarse las hostilidades entre Polonia y los Caballeros Teutónicos, el gran astrónomo residió nuevamente en el castillo, que fortificó para protegerlo de los merodeadores. Pese a estas actividades administrativas, Copérnico no interrumpió nunca sus trabajos astronómicos, que realizaba en la gran sala del primer piso, cuyas ventanas se ven en la fachada. En la parte izquierda de la foto, una vieja escultura de Warmie que ya existía en el mismo lugar en vida de Copérnico.



Copérnico anotó sus primeras observaciones astronómicas cuando estudiaba en la Universidad de Bolonia (Italia), entre 1496 y 1500. Instalado en el tejado del observatorio de la universidad (a la derecha), el joven estudiante utilizó su cuadrante de altura, cuya silueta aparece aquí contra el cielo del atardecer, para observar un eclipse de Luna el 9 de marzo de 1497. Junto a un astrolabio pueden verse las tablas planetarias alfonsinas que sabios árabes, judíos y cristianos compilaron para Alfonso X el Sabio de Castilla entre 1248 y 1252, y una de las primeras ediciones impresas del « Almagesto », la enciclopedia astronómica y matemática escrita en el siglo II por Claudio Ptolomeo de Alejandría.

Los albores del pensamiento moderno

De como Copérnico puso en movimiento no sólo a la Tierra sino también el espíritu de libre investigación

por Owen J. Gingerich

PARA un científico de hoy día, la ciencia del siglo XV tiene algo de insólito e inquietante. En la época en que nació Copérnico, los hombres creían que un Sol cristalino y sin peso giraba cada día en torno a la Tierra. Para explicar los movimientos celestes se los relacionaba con tendencias inherentes a la materia. Según los maestros de física, cuando se arrojaba una piedra, ésta seguía una trayectoria rectilínea hasta que perdía su *impetus* y luego caía directamente al suelo.

En 1543 se publicó «De revolutio-

nibus orbium coelestium», la obra maestra de Copérnico, y a partir de esa fecha, durante un siglo, las curiosas explicaciones científicas que se tenían por ciertas en la Antigüedad y la Edad Media fueron dando paso a las ideas que constituyen los cimientos de la ciencia moderna. Lo que se produjo entonces fue un cambio extraordinario, una verdadera revolución, en cuya vanguardia figura Copérnico. Su obra y la de sus continuadores han modelado mucho más el mundo de hoy que las luchas políticas con su cortejo de transformaciones efímeras.

Pero, si es innegable que la aportación de Copérnico desencadenó toda una serie de ideas que han llegado a constituir la ciencia moderna, cabe preguntarse por qué ese acontecimiento no se produjo sino hace 500 años. ¿Qué fue lo que impidió que apareciera un Copérnico uno o dos siglos antes? ¿Imposibilitaban el dogmatismo y la ignorancia un des-

arrollo más temprano de la ciencia?

O, considerando el fenómeno desde otro punto de vista, ¿debemos estimar que la ciencia es una planta delicada y frágil que sólo florece plenamente en condiciones particulares de fertilidad? Tal vez no es una simple coincidencia que el gran astrónomo fuera contemporáneo de Colón, Durero, Leonardo, Erasmo y Lutero. En este sentido podríamos emprender una investigación fascinante: ¿cuáles fueron los factores que contribuyeron al auge extraordinario de la ciencia simbolizado por Copérnico?

En la época del astrónomo polaco la astronomía geocéntrica llevaba reinando más de mil años; su éxito se debía a que concordaba perfectamente con la imagen que el hombre tenía de sí mismo y con la física primitiva de Aristóteles. Ciertamente es que prelados instruidos advertían que la Semana Santa llegaba demasiado pronto en el calendario anual, y unos pocos astrólogos

OWEN J. GINGERICH, destacado astrofísico norteamericano, es profesor de astronomía y de historia de la ciencia en la Universidad de Harvard y ha participado en las investigaciones organizadas por ésta en diversos países, entre ellos Sri Lanka y Libano. Además, en su calidad de astrofísico, pertenece al Smithsonian Astrophysical Observatory de Cambridge, Massachusetts. Entre sus obras figuran varios estudios sobre la historia de la astronomía y sobre la utilización de computadoras en esta esfera.

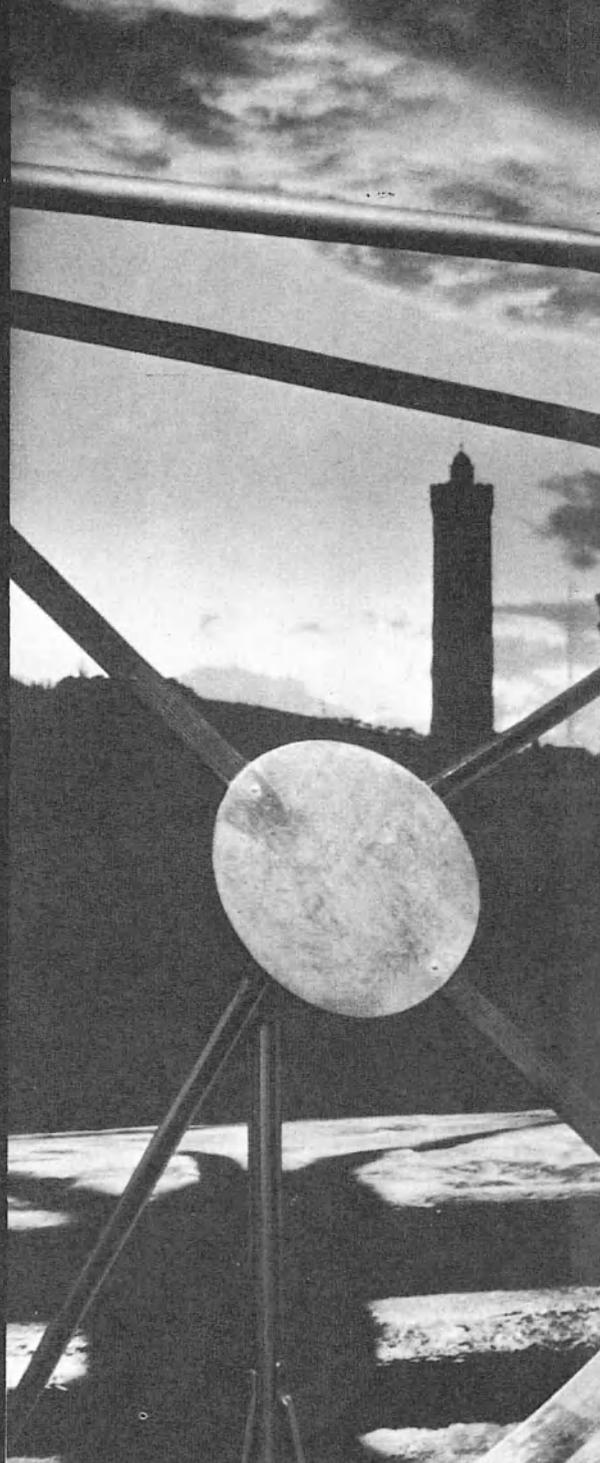




Foto © Erich Lessing - Magnum, París

sabían que la posición de los planetas divergía a veces, en varios grados, de la que podía preverse con las tablas basadas en la venerable teoría de Ptolomeo. Pero, a decir verdad, la astronomía siguió enfrentada después de Copérnico con tantos problemas como antes, ya que el calendario continuó siendo el mismo y las previsiones sobre los planetas apenas mejoraron.

Nadie sabe a ciencia cierta cómo ni cuándo el astrónomo polaco concibió por vez primera la idea de un sistema planetario con el Sol como centro. Lo cierto es que hacia 1515 había comenzado apenas el manuscrito de su «De revolutionibus», la obra que iba a contener al mismo tiempo su nueva cosmología y una cuidadosa revisión de las observaciones antiguas y recientes sobre los planetas.

Los eruditos tampoco saben por qué Copérnico adoptó una concepción heliocéntrica del cosmos, dado que las informaciones con que se contaba en

aquella época no permitían probar ni desmentir su teoría. Sin embargo, hay ciertas indicaciones en su obra. Toda ella se halla impregnada de un sentimiento eufórico de la belleza. Por ejemplo, escribe Copérnico: «En este templo, el más hermoso que existir pueda, ¿quién encontraría para esta luminaria un lugar diferente o mejor que aquél desde el cual ilumina simultáneamente todas las cosas?... Así descubrimos una maravillosa simetría del universo y un concatenamiento armoniosamente determinado que no podría producirse de otra manera... Tal es la inmensidad de esta obra divina del Todopoderoso». Vemos, pues, como una concepción estética guiaba a Copérnico en su análisis del universo celeste.

Señalemos también el hecho curioso y casi olvidado de que la revolución copernicana estuvo a punto de no producirse. En efecto, veinte años después de comenzar su libro Copérnico se

sentía agotado. Pasados ya los sesenta años de edad, había escrito el tratado de astronomía más profundo desde hacía mil años; sin embargo, había algunos detalles técnicos a los que les faltaba una ordenación lógica y que aun debían ser pulidos antes de adoptar su forma definitiva. Su manuscrito era una obra hermosa, exquisitamente ilustrada con dibujos y con láminas a dos colores, pero esos folios habían sido al parecer concebidos como el producto final, no destinado a la impresión ni a la difusión.

Sus funciones de canónigo de la catedral de Frombork, en el norte de Polonia, le habían procurado la seguridad económica y el tiempo necesarios para la meditación, pero le privaban de un medio intelectual que pudiera estimularle. En suma, no tenía Copérnico con quién hablar de su libro admirable que le ocupó tantos años de meditación y de trabajo.

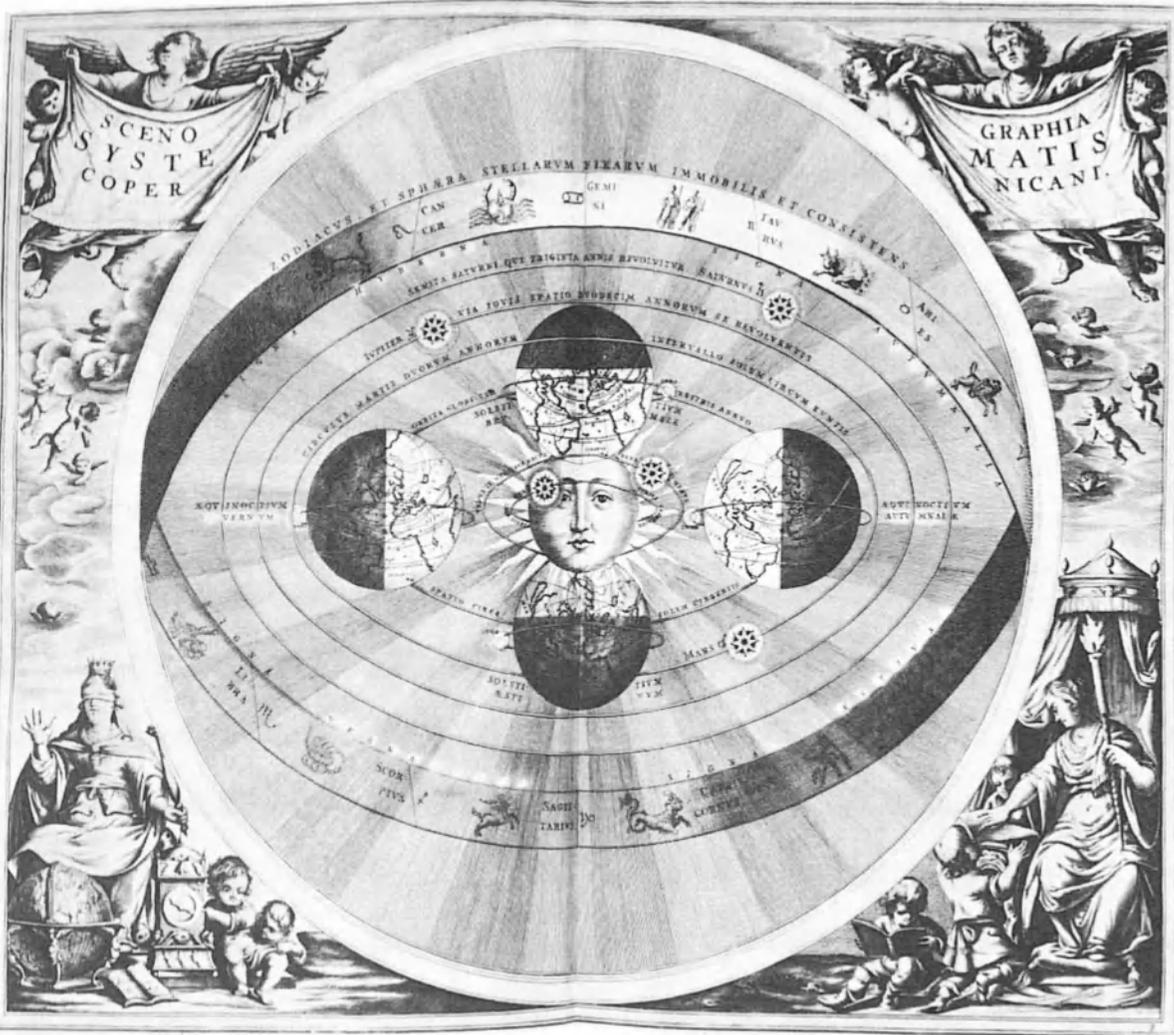
Aunque nuestro astrónomo había

SIGUE A LA VUELTA

EL LIBRO QUE DESTRONO A LA TIERRA

El manuscrito original de «De revolutionibus», de Copérnico, es al mismo tiempo un tratado científico fundamental y una obra de arte. El texto, escrito con la caligrafía cursiva de la época, se halla ilustrado con numerosos diagramas astronómicos intercalados en algunos pasajes o en los márgenes de las páginas. Para conmemorar el quinto centenario del nacimiento del autor, se han publicado en varios países ediciones facsímiles en color del original, que se conserva en la Biblioteca de la Universidad Jagellon de Cracovia. A la derecha, el famoso diagrama de Copérnico en el que se sintetiza su concepción del Universo, con la Tierra siguiendo una órbita en torno al Sol, exactamente como los demás planetas. A la izquierda, una ilustración del sistema copernicano publicada por Andreas Cellarius en su «Harmonia macrocosmica», aparecida en Amsterdam en 1661. Aunque esta obra se editó más de cien años después de la muerte de Copérnico, en ella se incluye una sola ilustración de su teoría heliocéntrica.

Foto © H. Roger Viollet, Paris



LOS ALBORES DEL PENSAMIENTO MODERNO (cont.)

encontrado obras impresas que resultaron indispensables para sus propios estudios, la imprenta seguía siendo un invento relativamente reciente de cuyo auge inicial él mismo fue testigo. Aun no había impresores en Frombork y Copérnico, que ya había envejecido, no tenía al parecer la intención de publicar su obra en otro lugar. Así, «De revolutionibus» parecía condenado a acumular el polvo de la biblioteca de la catedral, para terminar olvidado e ignorado. Un destino semejante nos parece inconcebible hoy y, sin embargo, tal debió ser el de innumerables obras medievales de astronomía.

Pero en 1539, hacia el final de la vida de Copérnico, apareció en Frombork un joven matemático alemán, ávido de conocer en detalle las ideas del astrónomo. Georg Joachim Rheticus, que a los veinticinco años era ya profesor de Wittenberg, había oído algunos rumores sobre la innovadora teoría astronómica de Copérnico. Aunque el joven profesor provenía de un hogar luterano, el católico astrónomo polaco lo acogió cordialmente y sin temor.

Estimulado por el entusiasmo de su joven discípulo, Copérnico introdujo las últimas revisiones en su obra y le confió una copia a fin de que la publicara. Rheticus llevó el manuscrito a un impresor de Nuremberg, quien en 1543 terminó de imprimir varios centenares de ejemplares que fueron vendidos a eruditos y bibliotecas de toda Europa. Fue así como la naciente técnica de la imprenta pudo desempeñar

un papel absolutamente decisivo en la preservación y difusión de la nueva astronomía.

Los lectores del tratado de Copérnico aceptaron de buen grado sus novedosas observaciones sobre los planetas y la meticulosa atención con que analizaba en detalle las órbitas planetarias, pero la concepción heliocéntrica del mundo encontró escasa aceptación. El sistema descubierto por Copérnico nos parece natural y hasta obvio en nuestra época de exploraciones espaciales en la que el hombre ha podido contemplar a gran distancia como gira la Tierra suspendida en el firmamento. Pero, a fines del siglo XVI, la idea de una Tierra en movimiento atraía poco a la mayoría de los astrónomos, imbuidos de la física aristotélica. En su lugar, preferían adherir a una fórmula primitiva de relatividad.

Al seguir considerando la Tierra como punto fijo de referencia, veían en el sistema de Copérnico un hábil modelo matemático, un poco más complicado que el de Ptolomeo, pero que no constituía una verdadera descripción del mundo físico. En verdad, nada probaba la evidencia de una Tierra en movimiento y de un Sol central inmóvil. Galileo observó más tarde que nunca admiraría bastante a quienes aceptaron el sistema de Copérnico a pesar del testimonio de sus sentidos.

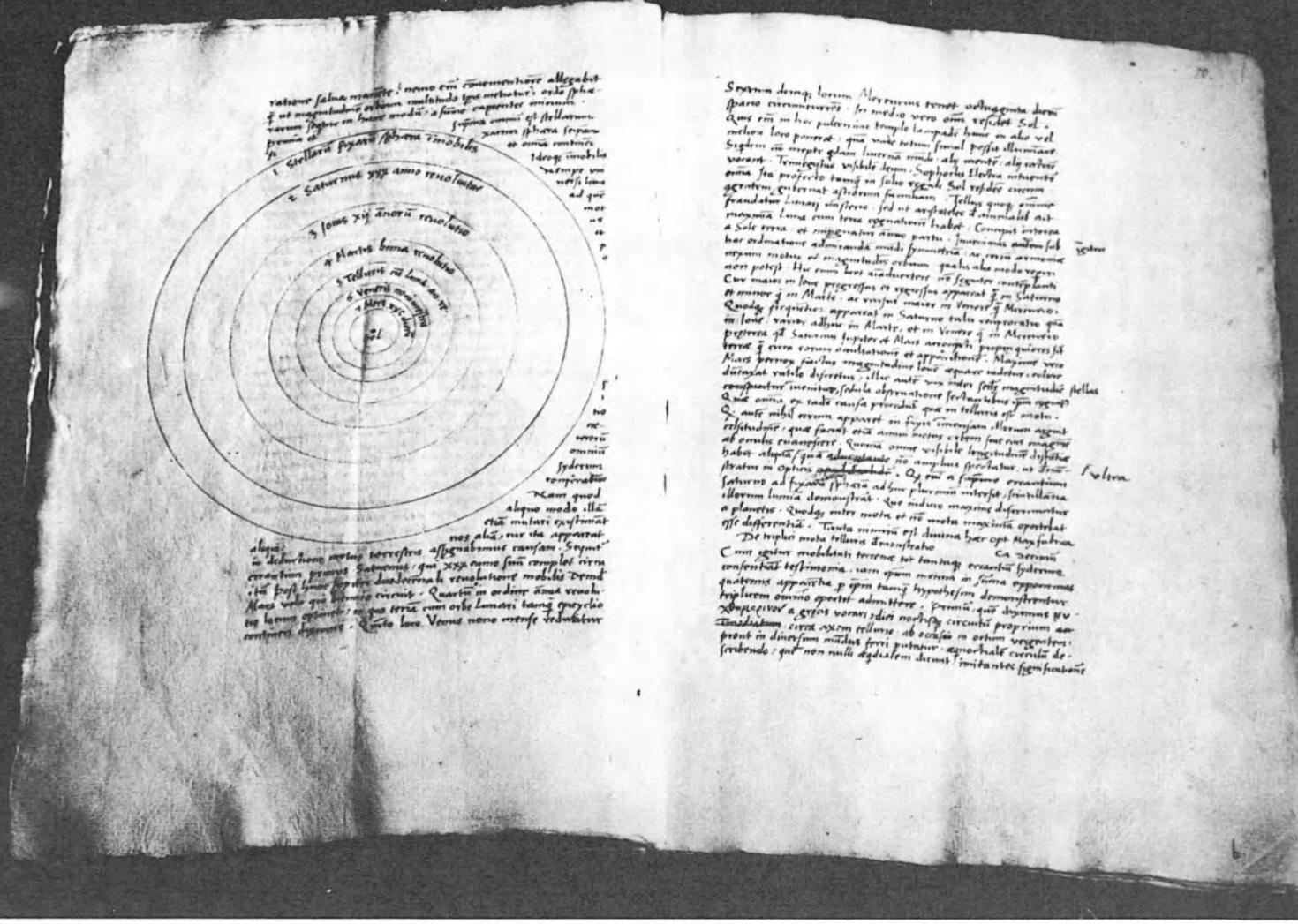
De todos modos, «De revolutionibus» actuó como una bomba retardada. Hacia el año 1600 dos grandes científicos descubrieron, cada uno por su cuenta, que el sistema heliocéntrico

de Copérnico encerraba una verdad que iba más allá del simple modelo geométrico. El alemán Johannes Kepler halló en la disposición de los planetas en torno al Sol una relación armoniosa y estética que podía expresarse en términos matemáticos, concibió una fuerza que emanaba del Sol y elaboró una «nueva astronomía o física celeste fundada en causas».

En Italia, Galileo Galilei apuntó hacia el firmamento el telescopio, recientemente inventado, y sus descubrimientos le llevaron de sorpresa en sorpresa. La Luna, cubierta de montañas y llanuras, cruzaba el cielo como otro planeta parecido a la Tierra. Y Júpiter, con su propio séquito de lunas, era prácticamente el sistema copernicano en miniatura. Para Galileo, la unidad del universo no era comprensible a menos que se considerara la Tierra como un planeta que giraba en torno al Sol distante e inmóvil.

Tanto Kepler como Galileo discrepaban enérgicamente de una introducción anónima que se había añadido a «De revolutionibus» en el momento de su impresión. En ella el teólogo luterano Andreas Osiander sostenía una opinión filosófica sumamente difundida, a saber, que las teorías astronómicas eran modelos matemáticos destinados a predecir los fenómenos astronómicos y que, por tanto, no importaba que en definitiva fuesen verdaderas o falsas.

Tal hipótesis era lógica y coherente en sí misma, pero Kepler y Galileo estaban convencidos de que su astro-



nomía proporcionaba una representación verdadera del universo. Esta afirmación, unida a su opinión de que, en lo que a la ciencia se refiere, la Biblia no hace sino hablar en los simples términos del sentido común, puso a ambos sabios en conflicto con la Iglesia católica, por lo que varias de sus obras fueron incluidas en el *Índice*.

PARA un científico del siglo XX, familiarizado con el concepto de relatividad, puede parecer sin importancia la cuestión de saber si es la Tierra o el Sol lo que hay que tomar como punto fijo de referencia. Pero en el siglo XVII la pugna entre el dogma religioso y la nueva representación del mundo ejerció una influencia considerable en la concepción que el hombre tenía del origen y la naturaleza verdaderos de su mundo físico.

Y en el siglo XVII sí era importante concebir el universo en términos geocéntricos o heliocéntricos, ya que únicamente el sistema solar heliocéntrico podía conducir a la física newtoniana. A su vez, las leyes del movimiento y la ley de la gravitación universal descubiertas por Newton permiten describir la órbita de los satélites y esclarecer los enigmas del espacio.

Esto quiere decir que hay una línea directa que va desde Copérnico, a través de Kepler, Galileo y Newton, hasta las maravillas de nuestra era espacial.

No hay duda de que Copérnico se habría asombrado al saber que el mundo iba a asociar un día el aniversario de su nacimiento a la celebración de la ciencia moderna. Revolucionario a pesar suyo, su finalidad fue hacer que la ciencia volviera a su estado más puro, que él concebía como los círculos perfectos de la Grecia antigua. Buscaba una visión «agradable al espíritu» y dio al espíritu una nueva manera de mirar el cosmos.

Sin embargo, la pregunta que planteamos al comienzo vuelve a inquietarnos de modo insistente. ¿Por qué esta nueva visión tuvo que esperar hasta comienzos del siglo XVI? La respuesta no hay que ir a buscarla en la ciencia sino en la sociedad y en sus nuevos medios de comunicación. La invención de la imprenta y el auge de las universidades estimularon el intercambio de informaciones y de ideas nuevas.

El descubrimiento de América, en la época en que Copérnico aun era un estudiante de Cracovia, contribuyó a demostrar que los conocimientos tradicionales resultaban insuficientes e inadecuados. Esa época se caracteriza por la existencia de un ambiente intelectual en eferescencia, desconocido uno o dos siglos antes. Además, Copérnico gozaba del patrocinio del capítulo de la catedral de Frombork, que le permitió viajar a Italia para graduarse en sus estudios y le liberó de las preocupaciones económicas. Pero más importante aun es el hecho de que disponía de tiempo y de liber-

tad para reflexionar y adoptar criterios de renovación científico-intelectual.

En esa época de transformaciones, una nueva corriente de ideas suministró a Copérnico los conocimientos que necesitaba para elaborar su sistema, y al final de su vida es una combinación similar de viajes, de libertad y de invenciones como la imprenta la que salvó su obra del olvido.

La libertad de investigación, recientemente conquistada, junto con los indispensables recursos intelectuales y la disciplina necesaria para descubrir las consecuencias y comprobar las informaciones, contribuyó en mayor medida a la fundación de la ciencia moderna que la idea concreta de una cosmología cuyo centro es el Sol.

Aprender de la tenacidad de Copérnico, de su avidez por adquirir conocimientos más allá de las fronteras de su provincia, de su disposición a compartir cuanto sabía con personas ajenas a su religión y a su país, es mucho más importante en nuestra época que todo lo que pueda aportarnos su monumental tratado de astronomía o su himno a la cosmología heliocéntrica.

Desde su «rincón remoto del mundo», Nicolás Copérnico puso en movimiento no sólo la Tierra sino todo el espíritu de investigación que ha enriquecido inmensamente nuestra comprensión del universo. Pero la razón última para conmemorar su aniversario es el compromiso reiterado de preservar la frágil libertad de la investigación y las condiciones que hacen ésta posible. ■

El largo camino de la verdad celeste

¿Por qué no satisfacían a Copérnico las concepciones astronómicas de su época?

por **Olaf Pedersen**

CUANDO Pope escribió su célebre dístico:
Natura y sus leyes se ocultaban en la
Dios dijo «¡Hágase Newton!» y todo

expresaba una opinión muy común sobre las grandes figuras de la historia de la ciencia. La posteridad ha propendido siempre a considerar que hombres como Newton o Darwin o Einstein fueron innovadores radicales que, bruscamente y sin previa advertencia, modificaron el rumbo general de la ciencia y, por ende, trastocaron la actitud de la humanidad ante el universo. No cabe negar que esto se aplica a Copérnico, quien, más que ningún otro científico, ha sido ensalzado como el primer heraldo de la astronomía moderna, tras el largo sopor científico de la Edad Media.

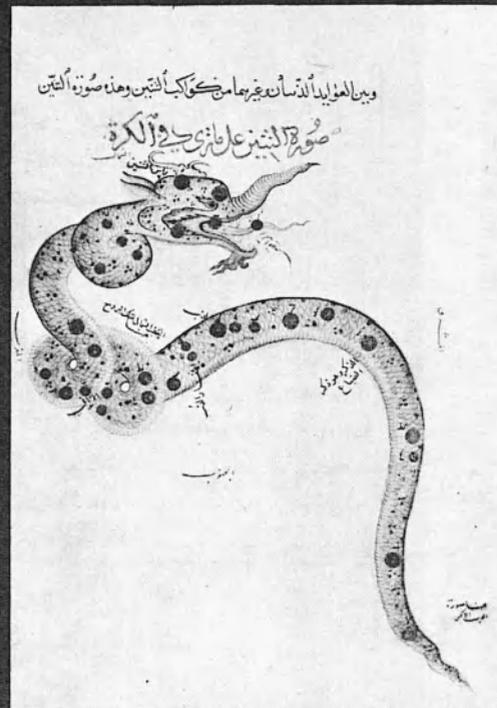
Ello se debe sin duda al hecho de que los principios básicos de la cosmología copernicana eran lo bastante simples como para resultar accesibles a un amplio público. En primer lugar, la Tierra gira alrededor de su propio eje. Con palabras de Copérnico: «Junto con los elementos que la circundan, durante cada movimiento

diurno la Tierra realiza una revolución completa en torno a sus polos fijos, al paso que el firmamento y los cielos más altos permanecen inmóviles.» Ciertamente es que esta idea no era nueva ni desconocida a fines de la Edad Media, pero se oponía tan directamente a unas concepciones tan arraigadas que eran muy pocos los que estaban en condiciones de creer en ella o de afirmar su veracidad.

La Tierra quedaba, además, desplazada de su posición tradicional: «El centro de la Tierra no es el centro del Universo. [...] Todas las esferas giran alrededor del Sol que es su punto central y, por lo tanto, el Sol es el centro del Universo», esto es, del sistema planetario y de la esfera distante de las estrellas fijas, la cual seguía siendo el límite exterior de un mundo que, incluso para Copérnico, no había dejado de ser esférico ni de tener un tamaño finito.

Por último, se privaba a la Tierra de su carácter singular y se la reducía a la condición de simple planeta entre otros muchos: «Lo que se nos antoja un movimiento del Sol no se debe a movimiento alguno de ese astro sino a un desplazamiento de la Tierra [...] durante el cual giramos en torno al Sol como cualquier otro planeta.»

Semejantes afirmaciones no sólo eran claramente incompatibles con la concepción tradicional del Universo sino también con la creencia de que la morada del hombre ocupaba una posición privilegiada junto al centro mismo de toda la creación. Por ese motivo, el conflicto inevitable entre unas cosmologías rivales no podía por menos de rebasar los círculos cientí-



La Constelación del Dragon

Un antiguo mapa del cielo

La Constelación de la Virgen



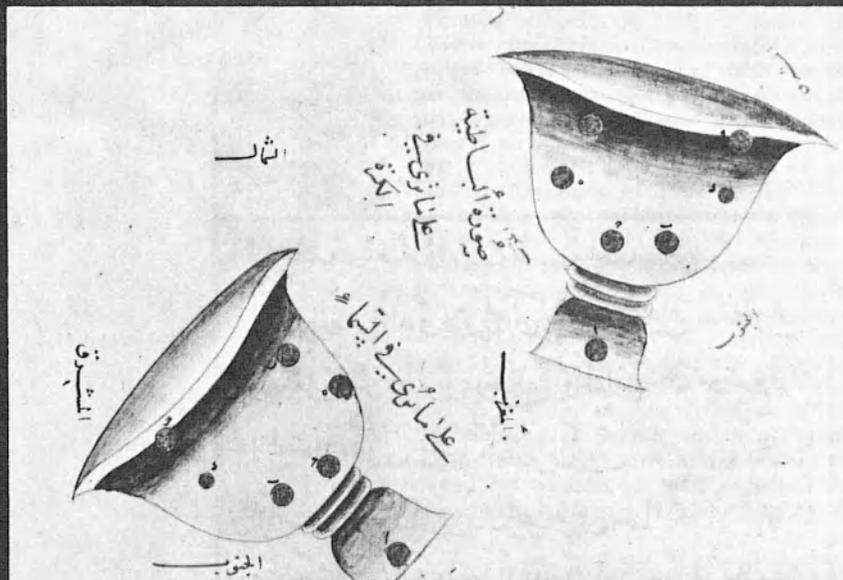
OLAF PEDERSEN, destacado especialista danés en historia de la astronomía, es profesor de historia de las ciencias y director del Instituto de Historia de las Ciencias Exactas de la Universidad de Aarhus (Dinamarca). Es miembro de la Unión Astronómica Internacional y del Comité de la Unión Internacional de Historia y de Filosofía de las Ciencias. Ha escrito numerosos artículos sobre la astronomía de la Edad Media y actualmente prepara un comentario del «Almagesto» de Ptolomeo y una introducción a la historia de la física clásica.

El célebre astrónomo árabe Abd Al-Rahman Al-Sufi, que vivió en el siglo X en Ispahán (Persia), estableció una «Tabla de las estrellas fijas», obra escrita en árabe hacia el año 965 de la que muy bien pudo tener noticia Copérnico, quien en De revolutionibus se refiere a observaciones realizadas por los antiguos astrónomos árabes. A comienzos del siglo XV, Uluj Beg, nieto de Tamerlán y soberano del imperio de los timúridas, ordenó que se hiciera en Samarcanda una copia caligrafiada y bellamente iluminada de la obra de Al-Rahman Al-Sufi, que quedó terminada hacia 1435, para que la utilizaran un grupo de astrónomos convocados por dicho soberano. Las ilustraciones, únicas en el arte musulmán, son seguramente obra de un artista persa que trabajaba en Samarcanda y que había vivido posiblemente en China, puesto que imitaba la técnica de la aguada simple ligeramente coloreada sólo en los bordes, característica de la pintura china de la época. Los vestidos son de tipo mongol, de acuerdo con la moda del imperio timúrida. Las inscripciones, escritas en árabe culto, indican los puntos cardinales, las constelaciones y el ángulo desde el cual pueden ser vistas.



El « Hombre Fuerte » o Constelación de Orión

Pegaso. La inscripción dice: « Pudiera ser que la Luna haya bajado a la aldea del zorro »



Dos posiciones de « La Copa », en el hemisferio sur

Aristarco de Samos, un heliocentrismo olvidado

ficos y suscitar un combate ideológico implacable y de proporciones tales que el mundo no presenció nada semejante hasta que el evolucionismo puso en tela de juicio otro sistema de ideas distinto pero igualmente arraigado, el relativo al carácter único del hombre.

Así pues, la revolución copernicana constituyó un factor sobresaliente en el desarrollo intelectual de la humanidad y tenemos razones sobradas para honrar la memoria de quien inició tal proceso.

Ahora bien, paralelamente a esas discusiones populares o generales los astrónomos profesionales deliberaban más prudentemente sobre las consecuencias más técnicas de la nueva teoría, que el propio Copérnico había revestido del bien conocido lenguaje matemático de la astronomía tradicional. Por ello, «De revolutionibus» resultaba inteligible para todos los que conocían y comprendían el «Almagesto» de Ptolomeo, que aquel había tomado como modelo. De ese modo, todos los astrónomos competentes se vieron muy pronto obligados a reconocer que la astronomía copernicana resultaba aceptable como hipótesis matemática coherente.

Pero no era éste el meollo de la cuestión. El lector cuidadoso de «De revolutionibus» podía advertir que Copérnico iba mucho más lejos al afirmar que su teoría era cierta en el sentido de que proporcionaba una

descripción correcta de la estructura física del universo. Esa afirmación fue el punto de partida del extraordinario progreso científico que vino en pos de la astronomía copernicana. Por un lado, suscitó el afán de comprobar la nueva teoría por medio de observaciones y, sobre todo, buscando el movimiento paraláctico de las estrellas fijas que implica el desplazamiento de la Tierra alrededor del Sol. Ese estudio ocupó a generaciones sucesivas de astrónomos experimentales, desde Tycho Brahe hasta Bessel, que, en 1838, consiguió determinar el paralaje de la estrella 61 de la Constelación del Cisne.

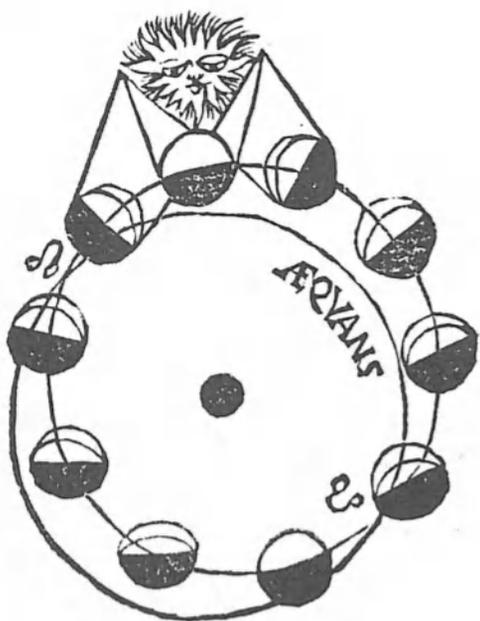
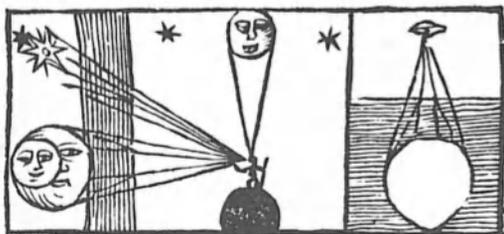
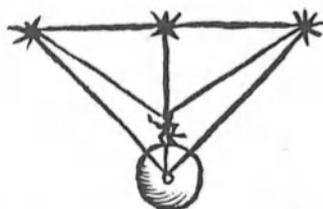
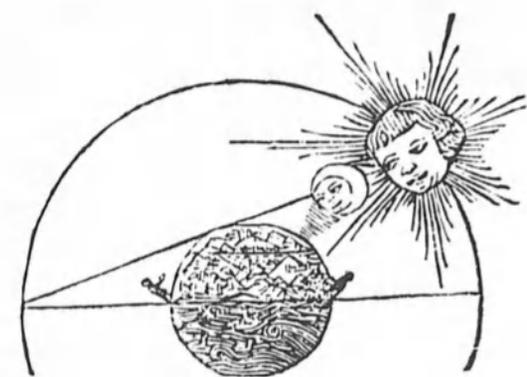
Por otro lado, la idea de que el sistema copernicano era correcto en un sentido físico inspiró a Galileo y a otros muchos físicos en sus intentos de formular una teoría de la mecánica compatible con la nueva astronomía y que pudiera eliminar los obstáculos que suscitaba la física aristotélica tradicional, en particular la tesis del movimiento y de la posición naturales y la concepción de la gravedad como una fuerza dirigida hacia el centro del universo. La estructura majestuosa de la mecánica newtoniana clásica fue el resultado final de esos esfuerzos.

Estas pocas observaciones bastarán para justificar la opinión de que Copérnico es uno de los fundadores del mundo moderno, tanto en el plano ideológico como en el científico. No es pues de extrañar que la historia de las ideas y la de la ciencia hayan

Abajo, varias obras que pertenecieron a Copérnico y que se conservan en Upsala, Suecia; el volumen ilustrado con esferas es el gran calendario romano de 1518, establecido por el astrónomo suavo Johann Stöffler, muerto en 1531; el de la derecha es la primera edición impresa en 1515 del «Almagesto» de Ptolomeo, el astrónomo griego cuya teoría del geocentrismo tuvo fuerza de ley hasta los descubrimientos de Copérnico.



Foto Owen Gingerich, Cambridge, EUA



El primer tratado europeo de astronomía, «Sphaerae Mundi», fue escrito hacia 1230 por un eclesiástico inglés, Jean de Hollywood, que firmaba en latín con el nombre de Johannes de Sacro Bosco. Para escribirlo se inspiró en el «Almagesto» de Ptolomeo, a través de un tratado elemental árabe. Ampliamente difundida en Europa, la obra de Ptolomeo seguía sosteniendo, mucho después de los descubrimientos de Copérnico, que la tierra permanecía inmóvil en el centro del universo. El geocentrismo de Jean de Hollywood se advierte claramente en los grabados que adornan el volumen impreso en 1567, anotados por un teólogo florentino. De arriba abajo: 1. posición de la Luna en una línea recta que va de la Tierra al Sol; 2. eclipses de Luna; 3. eclipses de Sol.

encontrado un venero de materiales en la herencia dejada por el gran astrónomo y que ese venero diste mucho todavía de haber quedado agotado.

Por otra parte, hemos de reconocer que Copérnico plantea otros problemas mucho más complejos. Para demostrar su importancia basta desde luego con remitirse a las consecuencias de su labor, mas para poder ponderar su grandeza es también necesario examinar los antecedentes de su obra.

En la historia intelectual de la humanidad no hay ningún acontecimiento que surja por generación espontánea. Todos tienen un origen y, si bien de vez en cuando un científico dado logra aportar al mundo una idea nueva, existen siempre unas influencias determinantes que el historiador ha de descubrir, no para privar al verdadero innovador de su genio creador sino para situarlo en una perspectiva más amplia y para destacar la continuidad fundamental del proceso histórico.

COPERNICO recibió su iniciación científica en la Universidad de Cracovia, que estaba entonces profundamente penetrada del espíritu de los astrónomos vieneses Peurbach y Regiomontano. Como buenos humanistas que eran, habían éstos intentado reformar la astronomía volviendo deliberadamente a sus fuentes clásicas, realizando por ejemplo una nueva y más exacta traducción del «Almagesto» de Ptolomeo.

En el prólogo a su gran obra «De revolutionibus orbium coelestium» (1543), Copérnico reconoce que ha seguido un criterio humanista similar; de hecho, su escrutinio de los autores clásicos le había llevado a los astrónomos pitagóricos Hicetas y Ecfanto, quienes suponían que la Tierra no era inmóvil. Ahora bien, eso es prácticamente todo lo que sabemos de ellos, y resulta un poco temerario considerar una tradición tan liviana como fuente de una de las revoluciones cosmológicas más importantes de todos los tiempos.

En «De revolutionibus», justo debajo del primer diagrama impreso del nuevo sistema del mundo, encontramos un pasaje delicioso que empieza con las palabras decisivas *In medio vero omnia residet Sol* (Pero en medio de todas las cosas está el Sol), y que prosigue con esta explosión de lirismo: «En este templo, el más hermoso que existir pueda, ¿quién encontraría para esta luminaria un lugar diferente o mejor que aquel desde el cual ilumina simultáneamente todas las cosas? (...) Hay quienes lo llaman con razón la luminaria del mundo, otros lo consideran su espíritu y otros más su gobernador. [Hermes] Trismegisto le califica de dios visible y en la Electra de Sófocles se dice de él: 'El ve todas las cosas.' Porque el Sol es quien en verdad gobierna la familia toda de las estrellas en movimiento, sentado en su trono regio.»

Pero cabe considerar que estas reflexiones copernicanas de carácter más bien estético sobre la posición idónea de un cuerpo tan augusto como el Sol no son sino una secuela de su descubrimiento científico y carecen de importancia real para la formulación de su cosmología.

Una fuente de inspiración mucho más verosímil pudo ser el célebre Aristarco de Samos, que en el siglo III antes de Cristo discurrió una cosmología heliocéntrica muy parecida al sistema copernicano. De hecho, en el manuscrito original de «De revolutionibus» se dedica un largo pasaje a Aristarco, que por consiguiente era bien conocido de Copérnico. A pesar de ello, éste suprimió dicho pasaje en la versión impresa de su libro. Esta notable omisión resulta desde luego difícil de explicar; es posible que Copérnico temiera que el repudio al que fue sometido en la Antigüedad el sistema heliocéntrico pudiera ir en detrimento de la aceptación de sus propias teorías.

El hecho de suponer que Copérnico encontró en Aristarco un punto de partida para su propia concepción no nos da la respuesta a esta pregunta fundamental: ¿por qué no le satisfacían las ideas astronómicas predominantes en su época, hasta el punto de que tuvo que buscar otra explicación a los fenómenos celestes? Es éste un problema complejo que no cabe tratar recurriendo a consideraciones meramente cosmológicas, sin referencia alguna a la astronomía teórica y a la teoría planetaria.

Es evidente que Copérnico no tenía la intención de renovar los instrumentos matemáticos de la astronomía tradicional. Al igual que Hiparco y que Ptolomeo, describió los movimientos de los planetas elaborando unos modelos geométrico-cinéticos que simulaban del modo más exacto posible los fenómenos observables. En último término, todo había de quedar reducido a la interacción de unos movimientos circulares uniformes en torno a sus centros respectivos, supuesto fundamental que Copérnico defendía más rigurosamente todavía que Ptolomeo. En este sentido, el gran astrónomo polaco aparece todavía apegado a la tradición, y hubo de ser Kepler quien introdujera concepciones esencialmente nuevas al imaginar la existencia de órbitas elípticas.

A esos modelos geométricos había que darles unos parámetros numéricos derivados de la observación. También en este punto procedió Copérnico exactamente igual que muchos astrónomos árabes o latinos, esto es, se basó en los datos consignados por Ptolomeo o por otros observadores de la Antigüedad y los completó con algunas observaciones personales.

Como había pasado ya mucho tiempo desde la Antigüedad, era natural que se hubiera llegado a una evaluación más exacta de las diversas revoluciones medias. Pero importa recordar que esos perfeccionamientos

son independientes de toda consideración cosmológica. No basta con pasar sin más de las coordenadas de un marco geocéntrico a otro heliocéntrico para que la exactitud de las teorías astronómicas aumente. Hemos pues de llegar a la conclusión de que el deseo de formular teorías más exactas no constituye una explicación del sistema copernicano.

Por otra parte, no fue posible demostrar ni refutar el nuevo sistema hasta que no se pudo disponer de observaciones astronómicas lo suficientemente correctas como para poder determinar si las estrellas fijas tienen o no un paralaje, es decir, un pequeño movimiento debido a la revolución anual de la Tierra. Esto fue lo que impulsó a Tycho Brahe y a otros astrónomos posteriores a mejorar las técnicas de observación, hasta que Bessel descubrió finalmente ese efecto en 1838.

DE un modo inesperado se aclararon los detalles más técnicos de la obra de Copérnico cuando, en 1957, V. Roberts demostró que la bella teoría del movimiento lunar expuesta en «De revolutionibus» es en todo punto idéntica a la teoría lunar del astrónomo damasceno del siglo XIV Ibn ash-Shatir. Nuevos estudios de V. Roberts, E. S. Kennedy y F. Abbud han puesto de manifiesto que también la estructura geométrica de la teoría de Mercurio es la misma en ambos autores.

En particular, uno y otro utilizaron un dispositivo cinético especial para producir un movimiento rectilíneo por medio de dos movimientos circulares combinados. Ese mecanismo fue inventado en el siglo XIII por un sabio de Maragha, Nasir al-Din al-Rusi. W. Hartner ha afirmado de modo muy convincente que esa notable concordancia demuestra que Copérnico fue influido por la astronomía musulmana, a través de unos cauces que todavía no conocemos exactamente.

Estos descubrimientos no merman la originalidad de Copérnico. En ninguno de los astrónomos orientales antes citados existe el más mínimo rastro de heliocentrismo, y el mérito de ser el autor del avance más importante en la historia de la astronomía sigue correspondiendo plenamente al autor de «De revolutionibus orbium coelestium».

En definitiva, la explicación más verosímil del nuevo sistema consiste en afirmar que Copérnico deseaba ardientemente llegar a una cosmología que confiriera a la astronomía teórica mayor sencillez y uniformidad que la antigua concepción geocéntrica del Universo. En especial, parecen haberle preocupado dos fallos de la astronomía ptolemaica. En primer lugar, aunque Ptolomeo tuvo que utilizar toda una gama de modelos geométricos para explicar los movimientos de los distintos planetas, se vio obligado además a proporcionar a cada modelo un movimiento circular, con una revo-

lución que duraba exactamente un año. En segundo lugar, Ptolomeo no consiguió determinar las distancias absolutas y relativas de los planetas con respecto a la Tierra, por lo que su orden de colocación, comúnmente aceptado, no era sino un convencionalismo arbitrario.

Estas dos circunstancias eran conocidas desde la Antigüedad, pero no parecen haber inquietado seriamente a ningún astrónomo hasta que Copérnico demostró que podían explicarse empleando un único y mismo método. Hemos de reconocer a este respecto que la teoría heliocéntrica fue verdaderamente un hallazgo genial. Gracias a ella, el periodo anual de todas las revoluciones planetarias dejaba de ser una coincidencia misteriosa para convertirse en una mera consecuencia del movimiento anual de la Tierra alrededor del Sol. De este modo se daba una explicación racional a una de las características más enigmáticas del movimiento de los planetas.

Había otra consecuencia más: Copérnico podía prescindir de los cinco círculos —habitualmente llamados epiciclos— que en la astronomía ptolemaica explicaban el carácter anual de las revoluciones de los cinco planetas ordinarios. Y con ello la geometría de todo el sistema planetario quedaba simplificada, al sustituirse esos cinco epiciclos por una órbita de la Tierra.

El éxito final del sistema copernicano se debió precisamente a esta última circunstancia. Ptolomeo había sabido ya determinar (a partir de sus observaciones) la relación entre el radio de cada epiciclo y la distancia media del planeta correspondiente. La teoría copernicana reducía todos los epiciclos a una misma dimensión (a saber, la de la órbita de la Tierra). Por consiguiente, las distancias medias de todos los planetas podían expresarse en unidades de radio de la órbita terrestre. Así, a la mayor claridad y sencillez de su sistema Copérnico podía añadir el orden correcto de posición y unas distancias exactas de los planetas al Sol. Por primera vez en la historia de la astronomía, el sistema solar se presentaba como un todo ordenado, y no como una estructura arbitraria.

El sistema copernicano tenía una prehistoria integrada por muchos elementos distintos: las especulaciones cosmológicas de los antiguos astrónomos, los instrumentos matemáticos heredados de Ptolomeo y de los árabes, y una serie de observaciones realizadas en la Antigüedad y posteriormente hasta la época del propio Copérnico.

Pero el verdadero genio de éste estriba en el hecho de que fue el primero que intentó explicar la razón de unas coincidencias misteriosas y de unas convenciones arbitrarias que desde hacía ya mucho tiempo venían aceptando sin discusión otros espíritus menos grandes que el suyo. ■

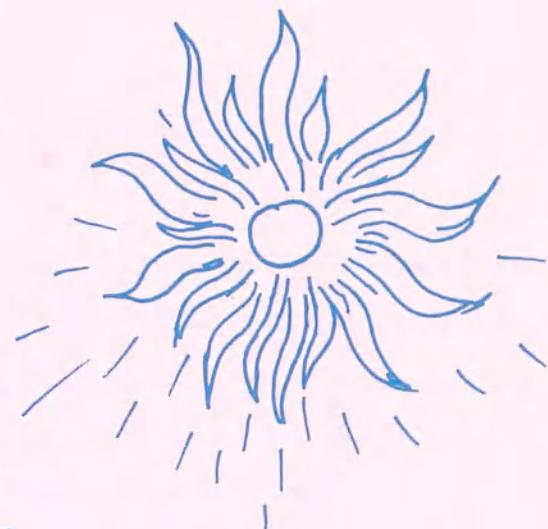
El liceo de Torun, ciudad natal de Copérnico, lleva, como es de rigor, el nombre del gran astrónomo. En la fotografía, un grupo de alumnas levantan el busto de su "patrón" para colocarlo en su pedestal.



Foto © S. Figlarowicz, "La Pologne", Varsovia

Suplemento especial para los niños

El relato que en las páginas siguientes publicamos, con el título *Copérnico contado a los niños*, ha sido escrito especialmente para *El Correo de la Unesco* por el conocido científico francés Jean-Claude Pecker, profesor del « Collège de France », director del Instituto de Astrofísica del Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia y Secretario General (de 1964 a 1967) de la Unión Astronómica Internacional. El profesor Pecker es además miembro de la Comisión Nacional Francesa para la Unesco. Se le deben numerosos trabajos científicos y obras de divulgación. Para los niños ha escrito *Papa dis-moi, l'astronomie qu'est-ce que c'est ?* (París, 1971).



De como la Tierra se puso a girar en torno al Sol o COPERNICO

contado
a los niños

Texto y dibujos
de *Jean-Claude Pecker*
Profesor de astrofísica
del « Collège de France »



«Papá, se está tan bien esta noche junto al fuego que no quiero acostarme todavía. ¿Por qué no me cuentas un cuento?»

«¿Cuál quieres que te cuente? ¿El del señor que se había tragado (¡de veras!) su paraguas? ¿O el del mariposo que daba taconazos para asustar a su mujer la mariposa? ¿O bien quieres uno de los mil y un cuentos de Oriente? ¿O uno de los mil y un cuentos de Occidente, uno de los mil cuentos (y uno más, que me olvidaba) del Septentrión? ¿O tal vez uno de los novecientos noventa y nueve (y dos más, que volví a olvidar) del gran Sur?...»



«¡No! ¡No!... ¡Todos esos (o casi todos) los conozco! Siempre repites los mismos; todos tus cuentos maravillosos se parecen... ¡Lo que yo quiero es una HISTORIA REAL!»

«¿Una historia REAL? ¿Qué historia REAL?»

«No sé... Mira, por ejemplo, la de ese señor que está en la portada de esa revista y que he visto también en muchos libros de tu biblioteca... Tiene el pelo largo, los ojos muy claros, parece un hombre bueno, y lleva una cosa rara en la mano... ¿Quién es?»



«¿De quién hablas? ¿Qué revista? ¿Esta? Es el programa de la televisión, y tu hombre del pelo largo es el célebre cantante...»

«¡No! ¡Ese está en una funda de discos!
No, el que me interesa es ése de allá, el del periódico.»

«¿NICOLAS COPERNICO?»

«SÍ. ¿QUIEN ES COPERNICO?»



«Deberías decir "¿quién fue?"
porque murió hace ya mucho
tiempo. En 1973 se celebra
el quinto centenario de su
nacimiento... Por eso
está en muchas de las revistas
que leo.»

«¿Fue hace mucho tiempo?
¿En la época de tu abuelo?»

«¡Oh, no! ¡Hace mucho más!
Tú misma puedes calcular:
cinco siglos son 500 años...
y mi abuelo nació hace
solamente cien años.»

... ¡Era una época extraña! Europa acababa apenas
de salir de la EDAD MEDIA. Había habido las cruzadas,
la guerra de los cien años... ¡qué sé yo cuantas cosas más!
La gente vivía en pequeñas ciudades de calles
estrechas... Tenían miedo de aventurarse en los bosques
(había muchos lobos -- ¡ahuuuuú!-- y osos... y bandidos)
o en las montañas. Pero en esas pequeñas ciudades,
tranquilas y activas, se creaban las universidades (¡sí! ¡sí!
¡universidades! Como la de Salamanca, la de México, la de Lima...)

Los monasterios recibían a gran número de monjes que comenzaban a dedicarse, exactamente como ahora tu papá, ¡a la INVESTIGACION!

Oh, a veces se trataba de una investigación un poco rara: los monjes manipulaban un montón de retortas y de alambiques complicados y buscaban la "piedra



filosofal", que cambia el **PLOMO** en **ORO**

Era ni más ni menos que la alquimia... También había la astrología. Es decir, se creía que los astros (cosa explicable, porque no se tenía idea de su distancia, o ideas muy vagas) influían...

¡en la vida de los hombres! (Todavía hay astrólogos, ¿sabes?... puedes leer los horóscopos al final de la revista de modas que lee tu mamá; pero eso que en el siglo XV era una ciencia honorable, ya no tiene nada de ciencia, porque los astrólogos de hoy siguen creyendo en la astronomía de la época de Copérnico, y aún de mucho antes).

Bueno, la verdad es que era difícil dedicarse a la investigación. Y peligroso: porque en los textos que veneraban los profesores y los sacerdotes se hallaban respuestas a todas las preguntas... Trátase de las obras del sabio griego Aristóteles, o bien de la Biblia. En todo caso, el hecho era que no se podía uno dar el lujo de discutir... Recuerda, hija, que **QUEMABAN** a los alquimistas... ¡por brujos! Y, sin embargo, aunque sus investigaciones nos hacen sonreír ahora, eran **VERDADEROS** sabios, curiosos y honestos...

... como los científicos de hoy día. »

« Pero ¿ no estás olvidándote de
hablarme de

COPERNICO? »

« COPERNICO tenía el pelo largo y un rostro bondadoso. Sus ojos eran  sin duda azules y miraban con frecuencia el cielo. Era un hombre modesto, discreto y afectuoso. Era monje católico y había nacido en Torun, Polonia.

 Pero vivió sobre todo en Frombork, un lugar muy frío del Norte, cerca del Mar Báltico, con  una TORRE grande grande (que no se parecía tal vez a la de mi dibujo, pero no importa, ¿ verdad?).



... y desde lo alto de su torre contemplaba frecuentemente
EL CIELO



Pero, al mismo tiempo, llevaba cuidadosamente las cuentas de su abadía, y obedecía prudentemente a las leyes de la Iglesia de Roma...»



«¿O sea, que no discutía, como los estudiantes y los investigadores de ahora?»

«No, creo que no. Tal vez no se atrevía a hablar de lo que no sabía bien... Sin embargo, ya se impugnaban muchas cosas en aquel tiempo. Lutero, que era contemporáneo de Copérnico, creía que los católicos no habían interpretado bien lo que decían el antiguo y el nuevo Testamento... Lutero se hacía muchas PREGUNTAS???



(te asombrará saber que Copérnico no tenía catalejo ni telescopio: no existían todavía en aquella época

Los astrónomos no tenían más que sus ojos para ver.)

... montones de ¿preguntas?

¿preguntas? ¿preguntas?

preguntas?

¡Todo el mundo se hacía preguntas!

Se sabía muy bien que el mundo no había sido creado en 7 días... Y que eso era más o menos simbólico... Entonces ¿por qué no ir más lejos? ¿por qué crear todo lo que se había copiado y vuelto a copiar durante siglos? Además, comenzaban a traducirse (al latín) muchos manuscritos hebreos y griegos muy antiguos, y se los leía... Se leían las obras de los

sabios árabes o judíos del siglo X o del siglo XI... Incluso se empezaba a imprimir libros, de modo que todo el mundo podía leer lo mucho que ya se había escrito... Posiblemente era éste el aspecto más importante de la época de Copérnico: el saber ya no quedaba

ENCERRADO en unos manuscritos rarísimos sino que se hallaba al alcance de **TODOS** los que querían hacer el esfuerzo de leer libros voluminosos...

Copérnico, en su torre, dominando su pequeña y fría ciudad cercana al Mar Báltico, leía mucho... Y aunque no discutía las cosas de la religión, se planteaba de todos modos problemas... Problemas acerca del cielo... >>

«¿No tenía en su biblioteca tratados de astronomía, como tú?»

«Claro que los tenía...

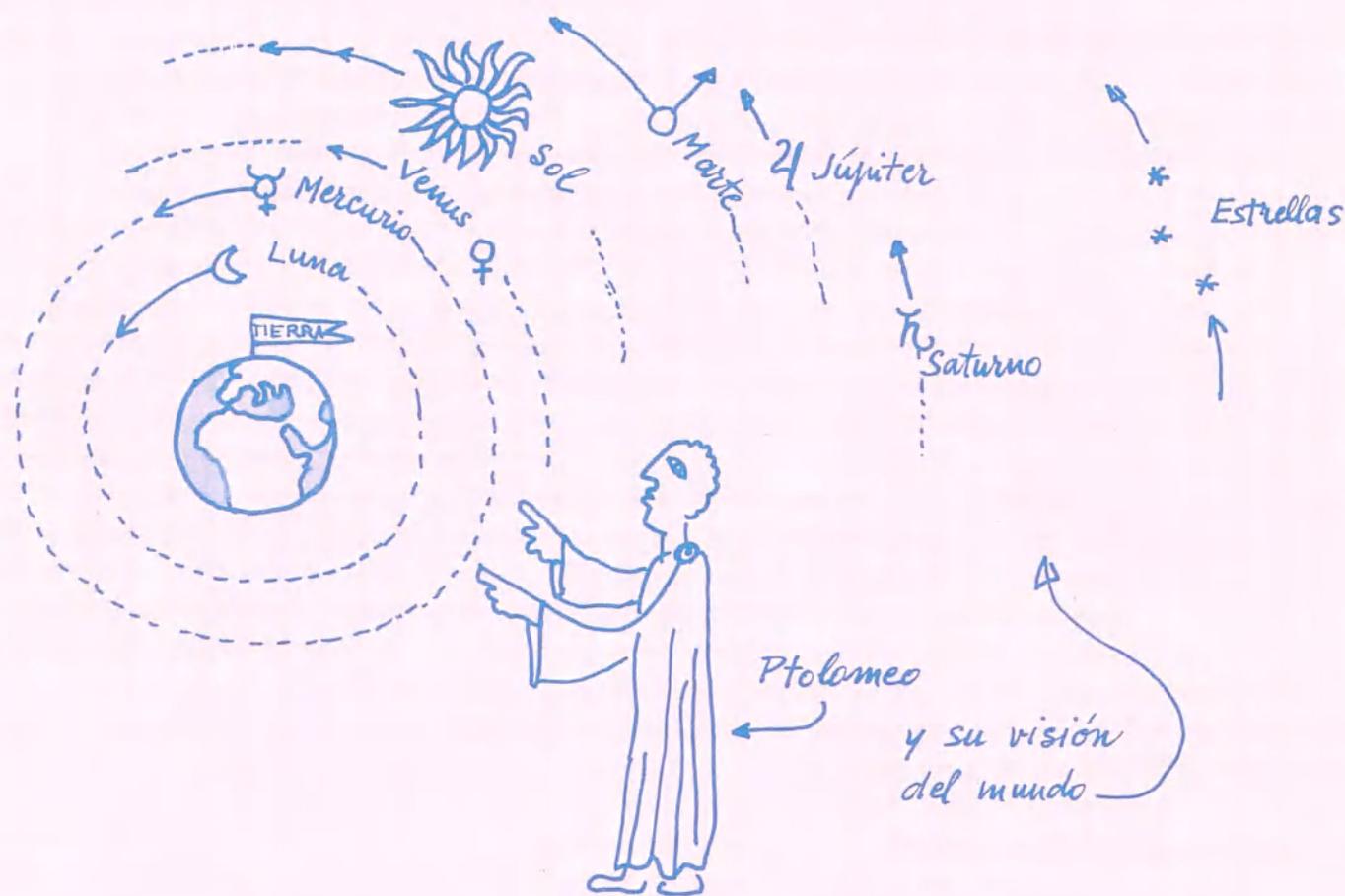
pero...



...pero nada de todo ello le convencía realmente.
Porque todo le parecía muy CONTRADICTORIO.

En tiempos de los griegos, Aristarco de Samos había dicho que la Tierra y los planetas giraban en torno al Sol, pero Aristóteles y Ptolomeo decían exactamente... lo CONTRARIO: que el SOL gira en torno a la TIERRA, y los planetas también... LA TIERRA ES EL CENTRO DEL MUNDO. =>

<<Pero ¿qué diferencia hay? >>



<< Bueno, no es fácil ver la diferencia... Pero fíjate bien: si al bailar el vals yo giro en torno a ti, o si tú giras en torno a mí, es más o menos lo mismo. Cuando bailamos, en fin de cuentas nos movemos los dos ...



Pero...

... Si muevo una pelota atada al extremo de una cuerda, es ella la que gira en torno a mí, y no yo en torno a ella. La pelota es pequeña y yo soy grande, y casi no me muevo sobre el piso de la habitación.



Pues bien, los hombres primitivos podían pensar que el Sol era sólo una pequeña bola. Pero en la época de Copérnico - ¡e incluso en la de los griegos! - se sabía ya mucho más. Por ejemplo, se conocían al dedillo los movimientos aparentes de los astros, los planetas, la luna, el sol y las estrellas en el cielo. Pero se sabían asimismo otras cosas: los antiguos habían medido las dimensiones de la Tierra y las dimensiones del Sol, así como la distancia entre ellos (ya te he

contado todo eso en otro libro).

Sabían también que el Sol es



mucho más grande
que



Todo esto era ya importante.

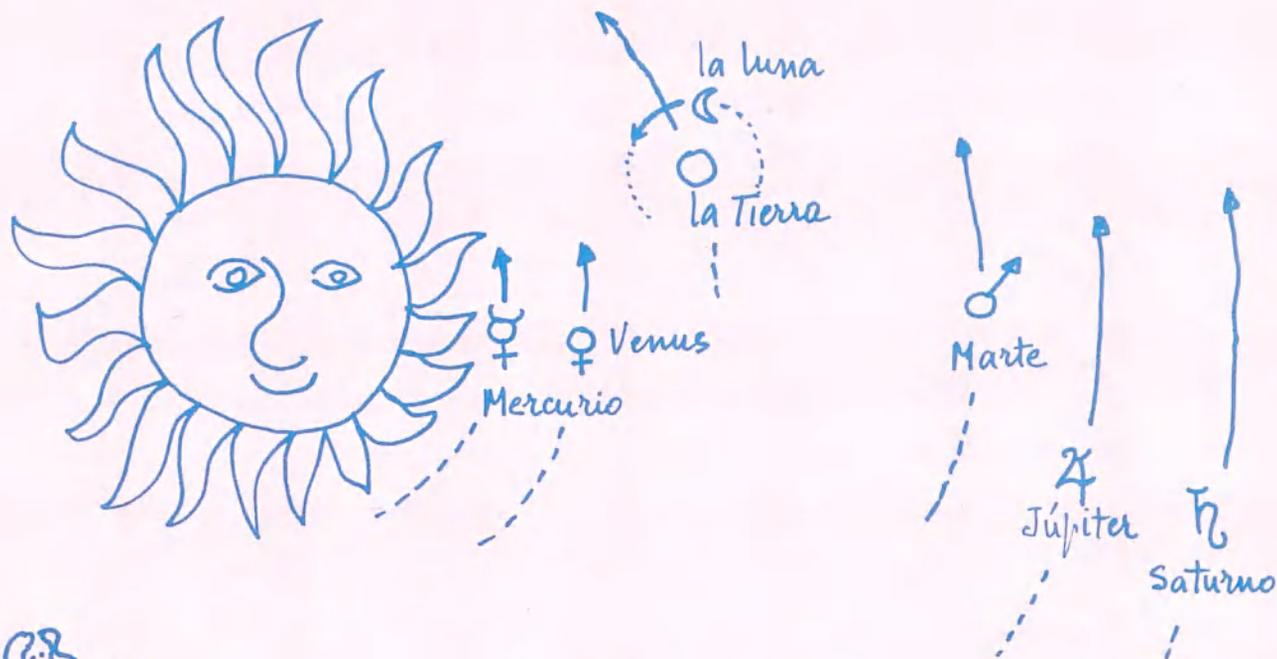
Otra cosa que se sabía era que algunos planetas no se alejan nunca mucho del Sol, cuando se los mira desde la Tierra. Por ejemplo, Mercurio o Venus. No giran de modo simple en torno a la Tierra, y es más natural relacionarlos con el Sol.

Claro que el sistema de Ptolomeo era menos sencillo que mi dibujo. En realidad, se creía que los planetas se desplazaban en círculos cuyo centro describía en torno a la Tierra un movimiento circular uniforme. ¡Fíjate si era complicado! Pero con ello se explicaba el movimiento aparente de todos los planetas. La idea es mucho mejor que la de Aristarco, que era una idea sencilla, tal vez acertada, pero desarrollada insuficientemente y que iba a caer en el olvido.

Desde Ptolomeo hasta Copérnico, hubo sin duda muchos sabios que pensaron en estos problemas... ¡La "Edad Media" no era una época de oscurantismo! Todo lo contrario. Poco a poco se iba mejorando el "sistema del mundo". Pero estos progresos quedaban sepultados en los manuscritos de los monasterios... Influído de seguro por sus lecturas y llevado por la idea de que el enorme Sol debía ser lógicamente el centro del mundo... —¡y no la Tierra tan pequeñita! — Copérnico volvió a las ideas, ya olvidadas, de Aristarco. Pero hizo más: imaginó toda una mecánica del movimiento de los planetas, más compleja que la de Aristarco, pero más sencilla que la de Ptolomeo, y que explicaba, tan bien como ella, el movimiento aparente de los astros.

Ese fue el

SISTEMA DE COPERNICO



COPERNICO y su SISTEMA

... lo que dio al sistema de Copérnico toda su importancia (¿no se habla de "Revolución Copernicana", igual que de la Revolución Francesa?) fue que, en su época, como ya te he dicho, se traducía, se imprimía, se podía conocer rápidamente, a leguas y leguas de distancia, lo que un hombre había pensado y escrito... Y la revolución copernicana es también en parte obra de los traductores y de los impresores...

Copérnico tenía grandes ojos cándidos y sus intenciones eran de lo más puro. Era tal su miedo a escandalizar que no publicó su gran libro hasta edad muy avanzada, en 1543, el año de su muerte... Entre su nacimiento y su muerte...

... ¡ el mundo había cambiado tanto !

La Reforma Protestante de Lutero y de Calvino se había consolidado en Europa. Cristóbal Colón había descubierto América, Cortés conquistado México, y Magallanes dado la vuelta al mundo. Erasmo había escrito el "Elogio de la locura" y Rabelais su "Gargantúa". Miguel Ángel había pintado la Capilla Sixtina y Leonardo de Vinci la Gioconda. El Renacimiento traía a Europa una gran alegría de vivir, un gran arte, una curiosidad sin límites — que la humanidad había olvidado desde la Antigüedad

Y, sin embargo, ¡ Copernico tenía razón en vacilar !
Efectivamente, en la Biblia está escrito:

I.1. En el principio creó Dios los cielos y la Tierra.

16. E hizo Dios las dos grandes lumbreras; la lumbrera mayor para que señorease en el día.

VIII.22. Todavía serán los tiempos de la Tierra; la sembradura y la siega, el frío y el calor, verano e invierno, y día y noche no cesarán.

X.13. Y el Sol se detuvo y la Luna se paró... y el Sol se paró en medio del cielo y no se apresuró a ponerse casi un día entero.

¿Cómo podía concebirse que Josué detuviera el Sol, si es la Tierra la que gira? Y el Sol fue creado después de la Tierra; y la muerte de la Tierra sería la muerte de todo: el Sol debe subordinarse a ella...

Pero, durante algún tiempo, no se discurrió demasiado de eso; se pensó, en efecto, que el sistema de Copérnico no era ni más verdadero ni más falso que el sistema de Ptolomeo. Que se trataba simplemente de DESCRIBIR los movimientos aparentes de los planetas...

Los que siguieron a Copérnico - Kepler primero, luego Galileo - pensaban, por el contrario, que el nuevo SISTEMA era más verdadero que el antiguo. Era absolutamente cierto que el Sol es GRANDE, muy GRANDE y brillante; era absolutamente cierto que los planetas, pequeños y sin luz propia (ellos no hacen sino reflejar la luz que reciben del enorme Sol) giran en torno a éste; y, por último, era absolutamente cierto que la TIERRA es un PLANETA - ¡ como los otros! - y de ninguna manera más grande o diferente en sus movimientos. Las estrellas, en cambio, están muy lejos... Sirven de punto de referencia fijo; y el desplazamiento aparente del Sol con respecto a ellas resulta simplemente de la rotación de la Tierra en torno al Sol, mientras que la sucesión de los días y las noches se debe a la rotación de la Tierra en torno a su eje.

¡ Todo esto parece muy sencillo !

Pero en la época de Copérnico resultaba muy difícil comprenderlo y, de ese modo, admitir que en los libros sagrados de todas las religiones hay muchos cuentos muy hermosos pero que no nos enseñan mucho de astronomía, y que la distancia a que están las estrellas es enorme, que el Sol en sí mismo es sólo una estrella como las otras... y, a decir verdad, ¡ mucho más grande que la Tierra !

En consecuencia, la Iglesia de Roma puso en el "Índice"



la obra de Copérnico.

Se prohibió leer a Copérnico y creer en él ;
un sabio como Galileo tuvo que decir en público
(contrariamente a lo que pensaba) que la Tierra es
inmóvil y que el sol gira en torno a ella...



Galileo

E pur si
muove!

Hoy día, la frase de Galileo:
"Y, sin embargo, se mueve" (se refería,
claro, a la Tierra), y todo lo demás,
ha quedado muy lejos.

Sin embargo, hijita, deberías reflexionar un poco sobre
estos problemas. Ocurre a menudo que la ciencia no ha hallado
aún las respuestas a ciertas preguntas, y entonces la gente se contenta
con leyendas — sobre el origen de la vida, por ejemplo.

Pero un día la ciencia encontrará esas respuestas, como
ocurrió con Copérnico, Kepler, Galileo y Newton. Y ese día
habrá que considerar las viejas leyendas, los textos
sagrados, como hermosos cuentos,

¡ como un cuento de Navidad! »

« Pero, papá, tal vez la Iglesia tenía razón en el fondo.
¿ Qué importa si es el Sol el que gira o si es
la Tierra? Lo que cuenta es el movimiento
RELATIVO, ¿ no es cierto? Tú mismo me hablaste un día
de la "relatividad"... Entonces no lo entendí muy bien,
pero ahora empiezo a comprender... Ptolomeo describió los
movimientos aparentes de manera tal vez menos simple que Copérnico...

... Pero, de todos modos, cuando decías que un sistema es más verdadero que el otro, ¿no crees que eres tú el que se equivoca? ➔

« No has escuchado bien, niña. Si la Tierra y el Sol estuvieran solos, te daría la razón: las dos descripciones de su movimiento — el Sol gira en torno a la Tierra, la Tierra gira en torno al Sol — son equivalentes ...

Pero están los planetas, los cuales giran en torno al Sol y no a la Tierra, simplemente porque
el Sol

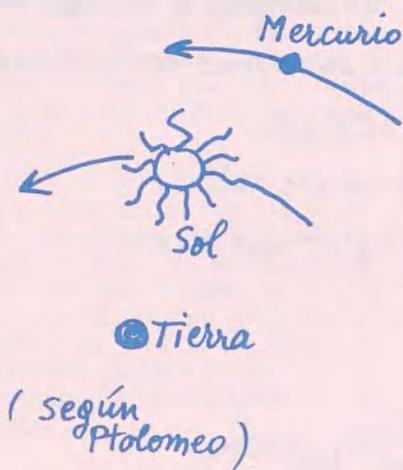
es mucho más grande

que la Tierra. Y eso explica

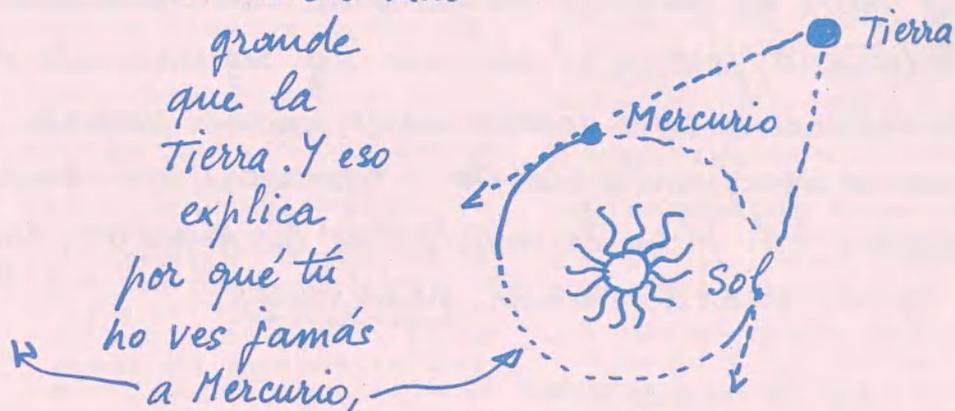
por qué tú no ves jamás a Mercurio,

el planeta más cercano al Sol

y, sin embargo, muy alejado de éste.



(según Ptolomeo)



Y, además, hay las estrellas. La Tierra se mueve con respecto a las estrellas; cada año puede observarse ese movimiento: las estrellas cercanas parecen describir una trayectoria; esta trayectoria aparente es el resultado de la trayectoria de la Tierra en torno al Sol; según el sistema de Ptolomeo no hay manera de explicarlo. Ese movimiento es muy pequeño: no fue observado hasta el siglo XIX por Bessel. Así, pues, Copérnico no lo conocía; pero ha confirmado perfectamente sus ideas: el Sol es más o menos inmóvil con respecto a las estrellas; en cambio, la Tierra da en un año una vuelta completa en torno al Sol...

«Dí, papá, ¿tuvo Copérnico el Premio Nobel?»

«No, hija... El Premio Nobel no existía aún. Además, no hay Premio Nobel de astronomía o de geometría. Y Copérnico no era un físico. Sabía DESCRIBIR el movimiento de los planetas... pero no conocía la CAUSA (fueron Kepler y, sobre todo, Newton quienes se ocuparon de eso)... Pero de todos modos Copérnico seguirá siendo inmortal porque gracias a su obra sabemos que LA TIERRA NO ES EL CENTRO DEL UNIVERSO. Y porque este descubrimiento capital permitió acabar con la idea de que el HOMBRE era, también, el centro del universo...

La Tierra gira en torno al Sol, el Sol no es más que una banal estrella entre los miles de millones de estrellas de la Galaxia, y hay miles de millones de galaxias como la nuestra. El hombre es un animal evolucionado, pero en el universo hay seguramente otros seres más evolucionados; y, en cualquier caso, el hombre no es sino un pequeño habitante de un insignificante planeta... Las cosas han vuelto a su sitio... Y, aunque esto hiera la vanidad de los hombres, hay que admitir que somos verdaderamente minúsculos

en la inmensidad

de nuestra Galaxia.



Es en gran parte a NICOLAS COPERNICO
a quien debemos todo eso:

le debemos nuestra modestia!

FIN

TRAS LAS HUELLAS DE COPERNICO *(viene de la pág. 8)*

mentariolus». Puede situarse poco antes de 1509, año en el que Copérnico manifestó otro aspecto de su personalidad de humanista. Efectivamente, en 1509 aparecieron en Cracovia las cartas de Theofilacto Simocata, escritor bizantino del siglo VI, traducidas del griego y del latín por Copérnico.

Dos fechas abren un nuevo periodo en la vida de Copérnico: 1510, año en que se instaló en Frombork, y 1512, año de la muerte de Lucas Watzenrode. Ya casi con cuarenta años, el canónigo tenía ante sí una inmensa tarea científica que llevar a cabo: precisar y exponer el orden heliocéntrico del mundo en una obra tan general y completa como el «Almagesto» ptolemaico. Copérnico se consagró a esta labor durante el resto de su vida.

No nos extenderemos más sobre las funciones de Copérnico como miembro del Cabildo de Warmie. Limitémonos a señalar, no sin admiración, que en la época en que nacieron los primeros capítulos del memorable tratado del gran astrónomo, éste seguía desempeñando con toda eficacia numerosas funciones muy absorbentes de carácter administrativo, económico y político.

De 1516 a 1519, Copérnico residió en Olsztyn en calidad de administrador de los bienes del Cabildo. Allí desplegó una intensa actividad de gestor, sin por ello olvidar la astronomía. En el castillo de Olsztyn, hoy convertido en museo, podemos ver un ingenioso dispositivo de observación construido personalmente por Copérnico.

CUANDO murió Lucas Watzenrode, Warmie pasaba por una época difícil. Los Teutónicos hostigaban con incursiones de bandas armadas el territorio de la diócesis. Olsztyn se encontraba muy cerca de la frontera del Estado Monástico. En 1520, cuando estalló nuevamente la guerra entre Polonia y la Orden, Copérnico regresó a Olsztyn, esta vez para organizar la defensa de la fortaleza contra el inminente asedio. La paz, concluida en 1521, le permitió volver a Frombork.

Pero su acción contra los Teutónicos prosiguió en otro terreno: el de la economía. La Orden puso en circulación moneda falsificada y, de esta manera, desorganizó el mercado monetario de las ciudades pomeranias. Después de intervenir en diversas ocasiones en este asunto, Copérnico publicó en 1526 su «Tratado de la moneda», en el que explica «por qué la moneda mala expulsa de la circulación a la buena».

El descubrimiento de esta regla, conocida hoy con el nombre de Ley

de Gresham-Copérnico, no es sin embargo el único título de gloria del gran astrónomo en el campo de la economía política. Para Copérnico, una «buena moneda» que conserve su pleno valor es tanto efecto como condición del «enriquecimiento», es decir, de una economía sana, fundamentada en el trabajo de «excelentes artesanos» y en intercambios comerciales bien organizados. Encontramos en Copérnico una definición pertinente de los verdaderos estímulos de la actividad económica, definición que diverge fundamentalmente de los imperativos morales de la asiduidad en el trabajo, propagados por los filósofos escolásticos. Las cuestiones que planteaba la política de precios no eran tampoco ajenas al canónigo de Frombork.

Después de su retorno de Olsztyn a Frombork, Copérnico fue elaborando concretamente la concepción de su obra capital, conocida más tarde con el título «De revolutionibus orbium coelestium libri VI», inmortal monumento de la literatura científica mundial.

No podemos examinar aquí las sucesivas etapas del camino recorrido por el pensamiento de Copérnico y la evolución de su concepción del sistema heliocéntrico. El contenido revolucionario de su obra reside en los nuevos principios cosmológicos establecidos por ella: privó a la Tierra de su papel de Centro del Mundo, descubrió sus movimientos diario y anual y elaboró una nueva descripción del sistema planetario, asignando al Sol un papel predominante. Al comienzo de la década de 1530-1539, el tratado alcanzó su forma definitiva, pero no se imprimió hasta diez años después. Nicolás Copérnico fue siempre presa de una perpetua «insatisfacción creadora».

La publicación de la edición impresa del tratado «De revolutionibus» tiene su historia propia. Hay que mencionar aquí el nombre de un joven profesor de astronomía de Wittenberg, Georg Joachim Rheticus, que llegó a Warmie en 1539, atraído por los rumores que circulaban en Europa acerca de la grandiosa labor del astrónomo solitario de Frombork. A Rheticus y a Tiedeman Giese, obispo de Chelmino, humanista y fiel amigo del astrónomo, les debemos el haber vencido las últimas reticencias de Copérnico respecto de la impresión de su obra. El propio Rheticus publicó su «De Libris Revolutionum D. Doctoris Nicolai Copernici Narratio Prima» (Gdansk, 1540), que anunciaba en cierto modo la aparición de la gran obra. En 1542, Rheticus editó en Wittemberg un extenso extracto del tratado que Copérnico había consagrado a la trigonometría esférica.

La historia de la edición en Nuremberg del tratado «De revolutionibus» y el papel que desempeñaron los veri-

ficadores del texto (el astrónomo J. Schoner y, sobre todo, el teólogo A. Ossiander) ocuparán aun durante mucho tiempo el espíritu de los historiadores de la ciencia. La prudente introducción anónima añadida por los editores, que reducía la teoría de Copérnico a una hipótesis puramente formal, contrasta notoriamente con la magnífica carta dedicatoria dirigida por el autor al Papa Paulo III y que constituye un admirable elogio de la astronomía y de sus valores cognoscitivos.

Cuenta la tradición que el primer ejemplar de la obra, impreso en Nuremberg, le llegó a Copérnico el 24 de mayo de 1543, día en que, tras una larga enfermedad, expiró.

MAS de dieciocho siglos separan a Copérnico de Aristóteles, el «príncipe de los filósofos» de la Antigüedad. Durante trece siglos, el «Almagesto» de Ptolomeo había sido considerado invariablemente como la representación perfecta del sistema del Universo. La revolución intelectual de los tiempos modernos, desencadenada por Copérnico, tiene apenas cuatrocientos años, y es inevitable compararla con esos casi dos milenios de estancamiento que la precedieron.

Durante los cien años que siguieron a la muerte de Copérnico se inscribieron en los anales de la ciencia los nombres de los primeros e ilustres creadores del conocimiento actual del mundo que nos rodea. Galileo y Kepler se inspiraron en la obra de Copérnico. Newton coronó con sus «Principios» este primer periodo de la gran revolución científica.

En la dedicatoria de «De revolutionibus» escribía Copérnico: «Si no obstante hay gentes retorcidas que, aunque lo ignoran todo de las matemáticas, se permiten juzgar estas cosas y, a causa de algún pasaje de las Escrituras, malévolamente desviado de su sentido, osan censurar y atacar mi obra, no me preocuparé en absoluto de ellos, e incluso despreciaré su juicio por temerario».

Copérnico tuvo el coraje de exponer sus ideas innovadoras en una obra científica de profunda madurez y oponerse a la autoridad tradicional de los Antiguos. Por esta razón, hoy, cuando el mundo entero celebra el quinto centenario de su nacimiento, no sólo admiramos en él al creador del sistema heliocéntrico. Aun en mayor medida, Nicolás Copérnico tiene derecho a ser recordado como un científico que abrió el largo cortejo de los creadores de la ciencia moderna.



La gran revolución cultural del Renacimiento

Desde Polonia hasta Italia, de Colón a Leonardo, de Copérnico a Paracelso, un mundo en plena fermentación

por Paolo Rossi

COPERNICO tenía diecinueve años cuando Colón arribó a las costas del continente americano. Su vida discurrió durante los decenios principales del Renacimiento y de la Reforma protestante. Fue la época del gran arte renacentista y de la división religiosa en Europa, de las guerras entre Francia y el Imperio y de las profundas conmociones económicas y sociales, derivadas de los descubrimientos geográficos y de los grandes viajes de exploración. En aquellos años se inició la crisis de la Europa feudal y la afirmación de los grandes Estados europeos.

PAOLO ROSSI, profesor de historia de la filosofía de la Facultad de Letras de la Universidad de Florencia, es un conocido especialista en historia de la ciencia en el siglo XVI. Entre sus numerosas obras dedicadas a ese periodo figuran su biografía de Francis Bacon, traducida al inglés y al japonés, y en particular *Aspetti della Rivoluzione scientifica*. Es también autor de *Filósofos y máquinas* (Buenos Aires, Labor, 1967) y ha participado en la edición italiana de las obras de Bacon, Vico y Diderot.



El astrónomo, el Papa y...

Terminados sus estudios en la Universidad de Bolonia (Italia), Copérnico se trasladó a Roma donde, en el año 1500, dio un ciclo de conferencias sobre matemáticas y astronomía en las que, se dice, señaló ya los errores de la concepción ptolemaica del universo. Se sabe que Miguel Angel asistió a esas conferencias, junto a otros sabios y artistas de la época. En este cuadro del siglo XIX, original del artista polaco Wojciech Gerson, aparece Copérnico exponiendo sus teorías en presencia del Papa Alejandro VI. Aunque la escena es imaginaria, todas las personas que en ella aparecen pertenecían a la corte papal de la época. Además de Alejandro VI (1), entre las celebridades que escuchan al astrónomo figuran Leonardo de Vinci (2), Miguel Angel (3), César Borgia (4), hijo del Papa, el pintor Pietro Perugino (5), el arquitecto Donato Bramante (6) y el diplomático y escritor Baltasar de Castiglione (7).

Foto Museo Copérnico, Roma

debe valerse de los instrumentos que le ofrecen las matemáticas, recurrir a la capacidad analítica de la visión y, sobre todo, renunciar a constituir una mera repetición de las ideas culturales vigentes.

Quien prefiere hacer afirmaciones basándose en citas de autoridades pasadas o de lo que puede leer en los antiguos libros utiliza — según Leonardo — «su memoria, y no su ingenio». No se debe dar crédito a los filósofos cuyas razones no queden confirmadas por la experiencia. Leonardo invoca simultáneamente la «experiencia» y la «razón», esto es, la necesidad de combinar el contacto experimental con el mundo y las teorías abstractas o matemáticas que pueden calar en la esencia misma del universo.

En polémica con la cultura de los profesores de la universidad y con la de los «letrados», Leonardo se define a sí mismo como un «hombre sin letras». Lo que caracteriza su pensamiento — y el de su época — es la curiosidad insaciable ante la naturaleza. ¿Por qué se encuentran conchas en las montañas? ¿Cómo vuelan los pájaros? ¿Cuál es la causa de los vientos? ¿Cómo se las arreglan los hombres y los animales para caminar? De ahí nacieron, junto a sus actividades de artista, sus numerosos proyectos de máquinas, sus estudios de anatomía, sus reflexiones sobre la ciencia.

También hallamos en algunos de los más ilustres representantes de lo que durante el Renacimiento se llamaba «magia natural» —el italiano Jerónimo Cardano (1501-1576), el suizo Paracelso (1493-1541), el alemán Enrique Cornelio Agripa (1486-1534), el italiano Juan Bautista della Porta (1535-1615)— esa enconada lucha contra las enseñanzas de los aristotélicos, esa vigorosa pasión por esclarecer «los arcanos del cielo y los secretos de la naturaleza», esa mentalidad enciclopédica, abierta al estudio de todas las ramas del saber.

La «nueva magia» en que piensan estos médicos y astrólogos es sobre todo el estudio de los efectos naturales, gracias al cual el hombre podrá dominar el mundo. Y el hombre sólo podrá alcanzar ese resultado haciéndose «ministro» o servidor de la naturaleza. Los milagros de la magia —escribe, por ejemplo, Cornelio Agripa en su obra «De vanitate scientiarum»— no son en modo alguno semejantes a los que describe la religión. En éstos hay una violación de las leyes de la naturaleza. Aquéllos se deben, en cambio, a la acción del hombre sobre la naturaleza: son únicamente (según la etimología de la palabra latina *miracula*) «cosas dignas de suscitar admiración», y consisten principalmente en la capacidad de acelerar los procesos de la naturaleza: en acortar, por ejemplo, el tiempo que necesitan para madurar

Copérnico fue contemporáneo del humanista Erasmo de Rotterdam y del reformador Lutero, del rey Enrique VIII de Inglaterra, que separó de Roma a la iglesia inglesa, y del emperador Carlos V, de Miguel Angel y de Leonardo de Vinci, del astrólogo y médico suizo Paracelso y del gran teórico de la ciencia política, el italiano Nicolás Maquiavelo.

El mundo cultural en el que trabaja Copérnico está en plena fermentación y ávido de novedades. La Reforma protestante defiende el derecho de libre examen de las Sagradas Escrituras y provoca una ruptura decisiva en la rígida disciplina intelectual que caracterizaba a la civilización medieval.

Ese afán de profunda renovación y de examen abierto de la naturaleza es sentido también por los artistas y los sabios de la época. Leonardo de Vinci (1452-1519) proclama la necesidad de efectuar un estudio fiel de la realidad natural que permita describir y medir exactamente los fenómenos. La exploración de la naturaleza

La rebelión contra la filosofía aristotélica

los frutos de los árboles, o en domeñar, gracias a las técnicas agrícolas, el ritmo de las estaciones.

Llegados a este punto, conviene tal vez que destaquemos algunos aspectos fundamentales de la cultura en la época de Copérnico.

La distinción entre magia y ciencia —que para nosotros es evidente— no lo era en cambio durante los cincuenta primeros años del siglo XVI. En aquel tiempo, la exaltación de la experiencia, el estudio de la naturaleza y la observación de los fenómenos encajan en una visión del mundo que es bastante distinta de la que sostendrán, un siglo más tarde, Francisco Bacon, Renato Descartes y Galileo Galilei.

Los fundadores de la ciencia (y de la filosofía) moderna entablan una viva polémica contra la mentalidad mágica del siglo anterior, considerándola como una forma de pensamiento superada, de la que no debe ocuparse un filósofo de la naturaleza o un hombre de ciencia. En cambio, Copérnico vive en una época en la cual la distinción entre magia y ciencia no es tan tajante como lo será para las generaciones siguientes.

La rebelión contra el pensamiento tradicional, y sobre todo contra la filosofía aristotélica, es muy general durante el Renacimiento. El filósofo y gramático francés Pierre de La Ramée (Petrus Ramus) afirmaba que podía demostrar la falsedad de todas las doctrinas de Aristóteles. Este repudio de la tradición y este deseo general de novedad acarrearán una ruptura con el mundo de las universidades en el que dominaba todavía muy ampliamente la vieja filosofía aristotélica. En su mayoría, los hombres de ciencia del siglo XVI estudian en las universidades y en muchos casos enseñan en ellas, pero no cabe negar que los debates más vivos —esto es, los que versan sobre las novedades científicas y culturales— no se desarrollan ya— a diferencia de lo que había ocurrido en los siglos medievales— dentro de los muros universitarios.

En la segunda mitad del siglo XVI y a lo largo del XVII, las universidades no dan muestras de poseer esa capacidad de renovación que resulta indispensable en las épocas de rápida evolución intelectual. Así, la nueva astronomía de Copérnico conquistará muy lentamente el mundo académico. En las universidades se seguirá enseñando la astronomía de Ptolomeo durante más de un siglo después de la publicación del «De revolutionibus» copernicano, y el propio Galileo dará cursos de astronomía ptolemaica.

En el mismo momento en que se descubren los textos olvidados de Arquímedes y se deduce de ellos un nuevo método, se sigue leyendo en las

universidades a Euclides. Los textos de anatomía de Mondino, tan típicamente medievales, servirán todavía durante mucho tiempo de manual a los estudiantes de medicina, aun después de la publicación del primer libro moderno de anatomía, publicado por Andrés Vesalio en 1543.

Esas circunstancias engendraron la exigencia de una renovación de las instituciones. Y esa renovación va íntimamente unida a la necesidad de contar con métodos nuevos de adquisición y de transmisión de la cultura. Los grupos de estudiosos congregados en torno a un maestro, las academias, las sociedades científicas que surgen en Europa durante los siglos XVI y XVII intentan responder a esas nuevas exigencias.

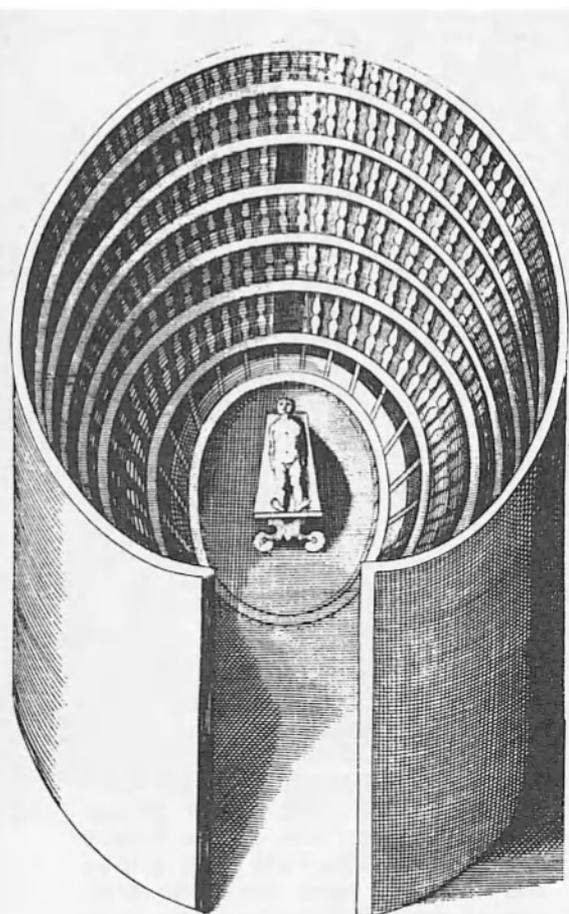
Se estima que el gran libro de Copérnico (1543) constituye el punto de partida de esa *revolución científica* que llega a su plenitud en los escritos de Newton y de la que se derivan algunos aspectos fundamentales del mundo moderno. Con esa revolución va emparejado el nacimiento de una física, de una astronomía y de una medicina distintas a las de los antiguos griegos y romanos.

La aportación de Copérnico a la revolución científica pertenece a la esfera de la astronomía. Pero no se debe considerar a Copérnico como un «astrónomo» en el sentido técnico o moderno de la palabra. Copérnico es un hombre inmerso en la cultura de su época y su formación es la de un humanista, en la acepción que esta palabra tenía en aquel tiempo.

En Italia, Copérnico aprendió el griego y leyó a Platón. Uno de sus maestros, el astrónomo Domenico Maria da Novara, era un seguidor de las filosofías platónicas y pitagóricas que dominaban en la cultura italiana del Renacimiento.

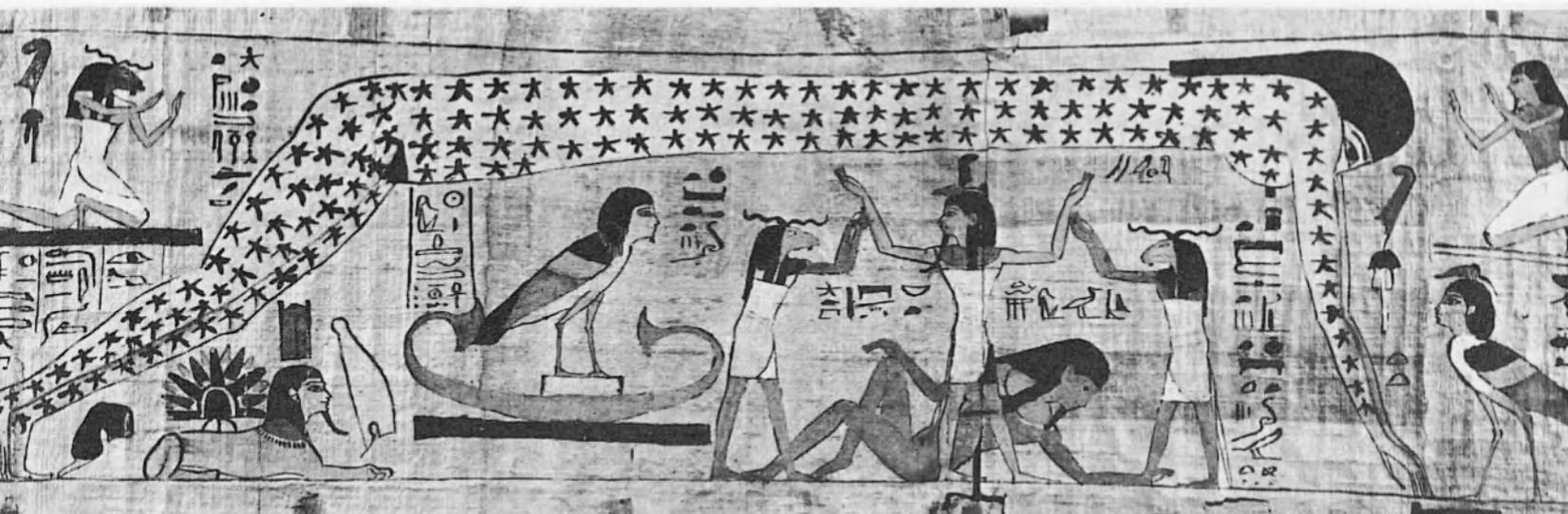
Al igual que otros muchos humanistas, Copérnico no expuso sus descubrimientos astronómicos y su nueva concepción del mundo como negación categórica de las teorías tradicionales sino como *renacimiento* de las teorías de Pitágoras. Ofrece al lector su teoría como algo íntimamente unido a una contemplación del mundo entendido como revelación o manifestación de Dios. Y sus descubrimientos los presenta en un contexto religioso: el Sol, Señor y Rey del mundo visible, es un símbolo de Dios.

Esta glorificación del Sol y las constantes referencias a Pitágoras en su libro «De revolutionibus» nos permiten relacionar el pensamiento de Copérnico con una de las grandes corrientes de la filosofía renacentista. En 1462 Marsilio Ficino había iniciado, cerca de Florencia, la traducción de los «Diálogos» de Platón. Y aun antes de los escritos platónicos había traducido al latín el célebre «Corpus her-



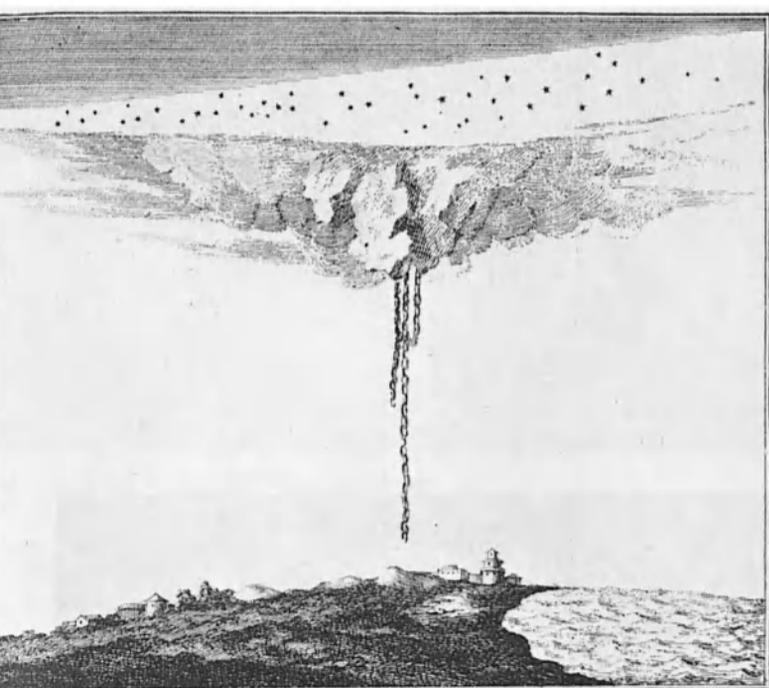
Durante gran parte de su vida, Copérnico fue mucho más admirado como médico que como astrónomo. De 1501 a 1503 estudió en la Universidad de Padua, que en esa época era el principal centro de enseñanza de la medicina. Por entonces se estaban realizando considerables progresos en el estudio de la anatomía, pero hacia poco que se había autorizado la investigación científica sobre cadáveres humanos, razón por la cual los estudios médicos de Copérnico fueron de tipo convencional. El anfiteatro de anatomía de Padua, que aparece en el grabado, no fue construido sino en 1594, más de cincuenta años después de la muerte de Copérnico.

Foto © tomada de «Inventeurs et Découvertes», Ediciones Hachette, París



Esta pintura egipcia sobre papiro, que data del siglo X antes de J.C., representa a Shu, el dios del aire, que empuja hacia arriba a Nut, la diosa del cielo, para formar con su cuerpo moteado la bóveda celeste; las motas de su piel constituyen las estrellas. Nut estaba casada con su hermano Geb, el dios de la tierra, pero el gran dios Ra, gobernador del mundo, se opuso a esta unión, y ordenó a Shu, padre de aquellos, que apartara a Nut de Geb, con lo cual los cielos se separaron de la tierra.

Foto Museo del Cairo © Hassia, Paris



En un trabajo erudito publicado en 1726, un eminente especialista francés en literatura griega, Jean Boivin, afirma que el poeta Homero concebía el Olimpo o morada de los dioses como una montaña cuya base se apoyaba en el cielo, mientras la cumbre apuntaba a la tierra. En un pasaje de la Iliada, ilustrado por el grabado que aparece a la izquierda, Zeus habla de sostener la tierra en el aire por medio de una cadena dorada sujeta al punto más alto del Monte Olimpo.

Foto Biblioteca Nacional, París

meticum», colección de escritos de autores griegos del siglo III al I antes de Cristo.

Esos escritos, que presentaban una mezcla de temas platónicos y estoicos y en los que había una influencia de la filosofía hebrea y persa, fueron atribuidos por Ficino (y siguieron siéndolo hasta mediados del siglo XVII) a un personaje egipcio mítico: el dios Tot, al que los griegos identificaban con Hermes y aplicaban en algunos casos el calificativo de Trismegisto (tres veces grande).

Marsilio Ficino veía en la filosofía platónica una doctrina de la eterna revelación religiosa que se manifiesta en todas las épocas y que tiene sus mayores expresiones en el hebraísmo y en el cristianismo. Según Ficino, esa filosofía religiosa «nace con Zoroastro entre los persas y con Hermes entre los egipcios, se alimenta con Orfeo entre los tracios, crece con Pitágoras entre los griegos y los itálicos y llega a su culminación en Atenas con Platón». En el pensamiento de Ficino y en el de los platónicos italianos del Renacimiento la filosofía y la religión no están separadas: las grandes

obras del pensamiento y los textos de las diversas religiones confluyen en un mismo resultado.

Pues bien, en un fragmento de «De revolutionibus» sobre la posición central del Sol, Copérnico aludía concretamente al nombre de Hermes Trismegisto. Su nueva doctrina astronómica nacía en un contexto filosófico y religioso de clara inspiración neoplatónica y utilizaba la cita de una obra famosa en la cual Hermes describía el culto solar de los antiguos egipcios.

El libro de Copérnico ha llegado a ser para nosotros el punto de partida, el símbolo casi, de la revolución intelectual de la cual ha nacido la ciencia moderna. Como ya se ha dicho, esa obra fue escrita en una época codiciosa de novedades, dispuesta a poner en tela de juicio las creencias tradicionales y que se debatía en las dificultades originadas por la inadecuación entre las instituciones científicas y escolares y los progresos efectivos de la ciencia. Todo ello no fue un puro azar y, en este sentido, el libro de Copérnico es una de las expresiones más características de la naciente cultura moderna.

Y sin embargo Copérnico, profundamente impregnado de filosofía neoplatónica, prefirió presentar su nueva descripción del mundo más como un renacimiento de antiguas doctrinas que como una novedad revolucionaria. Era un hombre tímido y cauto. Es posible que su interés por el Sol —que constituía uno de los temas centrales de las filosofías neoplatónicas del siglo XVI— le incitara a realizar sus estudios de astronomía con el fin de poner de manifiesto la posición central de aquel en el Universo. O quizá intentó lograr que la novedad de su astronomía resultara aceptable para sus coetáneos recurriendo para ello a insertarla en un contexto filosófico que resultaba familiar a los intelectuales de su tiempo.

En todo caso, no cabe duda de que aprovechó plenamente dos grandes lecciones de la cultura del siglo XVI: que el descubrimiento de regularidades geométricas y aritméticas en la naturaleza es un factor esencial para la comprensión del mundo; y que las verdades que nos han transmitido los antiguos pueden ser criticadas y sometidas a revisión. ■



Para medir el cielo

Fotos Paul Almasy - • El Correo de la Unesco •

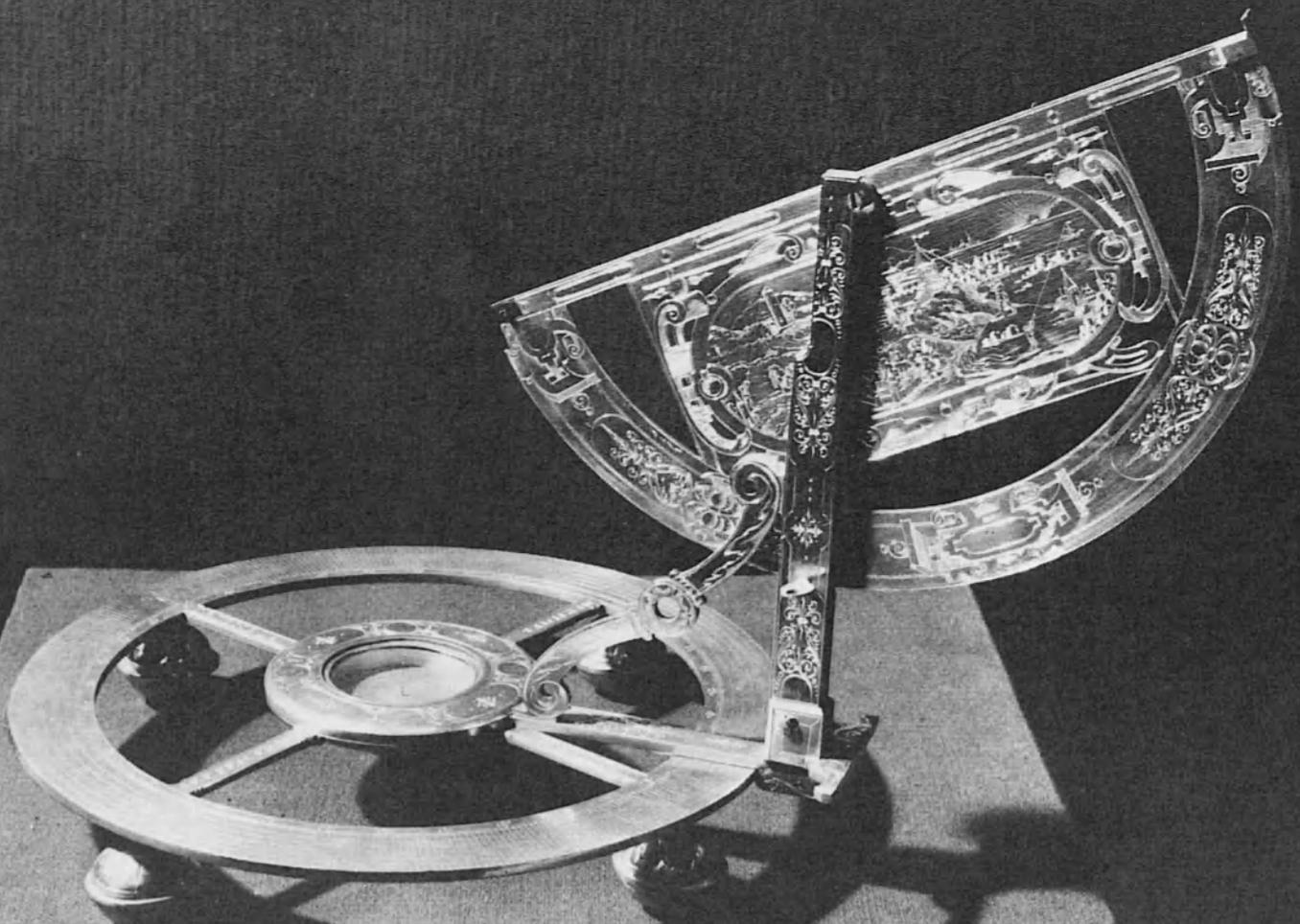




Foto © Biblioteca Nacional, París

Para efectuar sus observaciones y cálculos astronómicos, Copérnico disponía de instrumentos que prácticamente no habían cambiado en muchos siglos. He aquí algunos de los que se utilizaban en su época. Arriba, astrolabio árabe del año 1054, que se conserva en el Museo de la Universidad Jagellon de Cracovia y en cuyo dorso figura un calendario zodiacal grabado en árabe y en latín. Se atribuye la invención del astrolabio, que sirve para medir la posición de los astros sobre el horizonte, al astrónomo griego Hiparco, que vivió en el siglo II antes de nuestra era. Arriba a la derecha, una miniatura que ilustra el Salterio de Blanca de Castilla (comienzos del siglo XIII), madre de San Luis, Rey de Francia. Entre el clérigo y el computista, especialista en calendario, el astrónomo eleva el astrolabio y mira un astro sobre el horizonte; el computista anota las observaciones del astrónomo. A la derecha, esfera armilar del siglo XV que Copérnico utilizó probablemente cuando era estudiante de la Universidad Jagellon. Este instrumento servía para determinar los planos celestes, pero con él sólo podían obtenerse evaluaciones aproximadas. Arriba a la izquierda, el famoso «Globo Jagellon», de bronce dorado, que data de 1510 y en el que está grabado el contorno de Europa, África y América del Sur; junto a ésta última puede leerse la inscripción «Terra de Brasil, Mundus Novus, Terræ Sanctae Crucis». América del Norte aparece formada por una serie de islas. A la izquierda, un teodolito de bronce dorado, instrumento de agrimensura utilizado a veces por los astrónomos para calcular la latitud. En el grabado del segmento semicircular se ve a unos agrimensores haciendo mediciones.

Foto © I. Jarosinska, « La Pologne », Varsovia



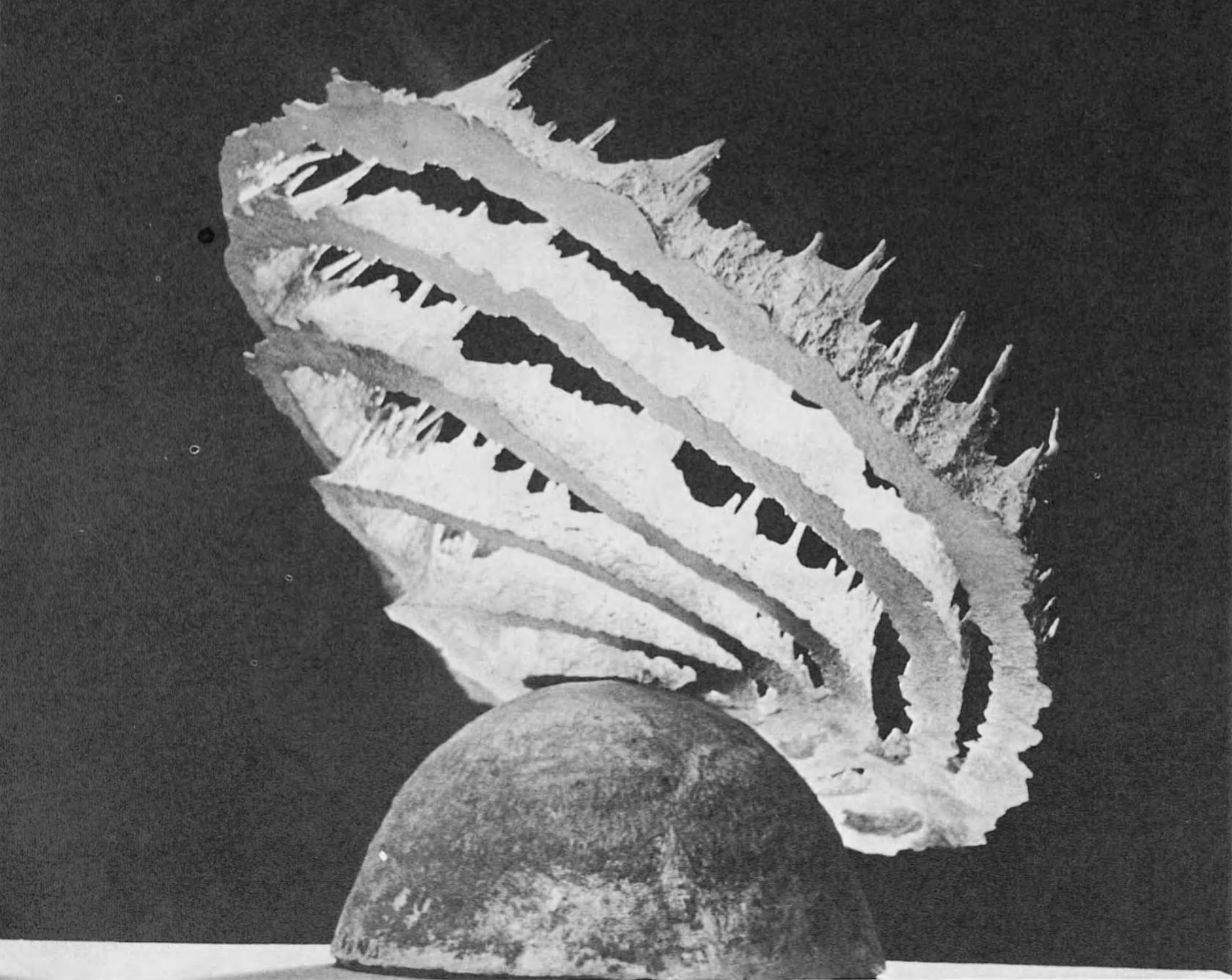


Foto © Nina Smolarz, « La Pologne », Varsovia

Copérnico o la razón abierta al infinito

De la hoguera de Bruno al proceso de Galileo :
el precio de la libertad intelectual

26

por Vincenzo Cappelletti

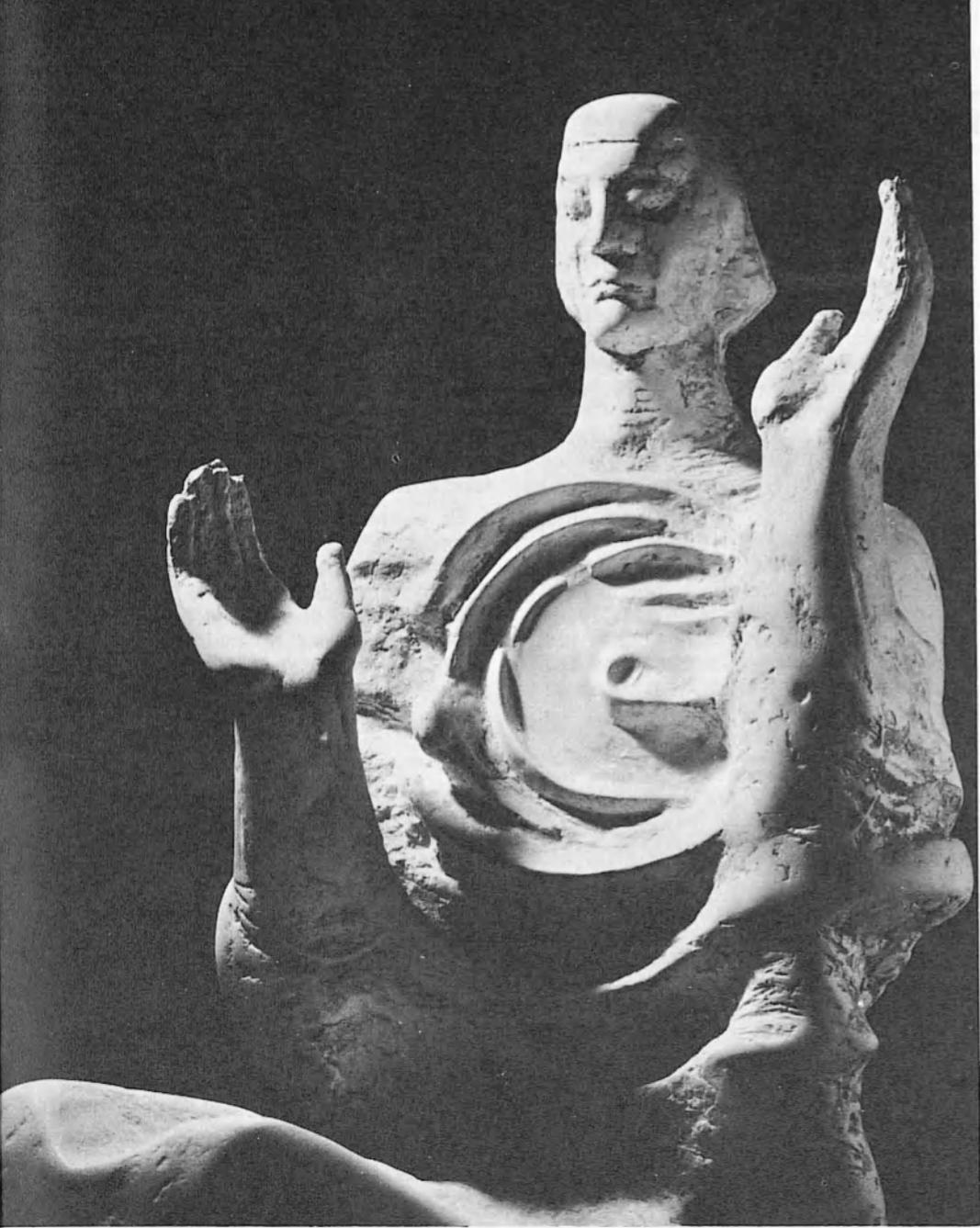


Foto © Kazimierz Czapinski, « La Pologne », Varsovia

Las autoridades municipales de Torun (Polonia) han convocado un concurso nacional de escultura (véase la página 4) para erigir en la ciudad natal de Copérnico un monumento que glorifique su obra. Reproducimos aquí dos proyectos escultóricos que interpretan la concepción copernicana del sistema solar: el de Bronislaw Chromy, titulado « La aurora », y el de Gustaw Zemla, con la figura del astrónomo.

EN su «Metafísica» afirma Aristóteles que, de todas las ciencias matemáticas, la astronomía es la más cercana a la filosofía. Y es que, en efecto, su objeto es la naturaleza de los astros, la cual es eterna aunque perceptible para nuestros sentidos. En la jerarquía del ser, tal como la concebía Aristóteles, Dios es pensamiento del pensamiento pero también motor del primer cielo eterno.

El mundo antiguo no se atrevió a seguir hasta el final esta vía filosófica, que le habría llevado a separar Dios y la naturaleza. Se obligó en cierto modo a la naturaleza a acoger lo divino, cosa que sólo podía hacer a través de su carácter primario: la extensión. Así, se hizo corresponder a los lugares naturales con diversas categorías del ser. De este modo, metafísica y religión pudieron reconciliarse con el conocimiento sensible que en un principio parecían querer apartar para fundarse sólo en el intelecto puro.

Antes de Copérnico, la metafísica naturalista y la experiencia sensible coincidían en un punto: que la Tierra es inmóvil en el cosmos y que los astros se mueven. Se mueven, añadía la astronomía de inspiración metafísica, con un movimiento circular que, reuniendo el principio y el fin, simula en el espacio la eternidad.

Había que «salvar los fenómenos», y parecía que tal cosa podía conseguirse de este modo mejor que de cualquier otro. En el diálogo de Galileo titulado «De los sistemas máximos», Simplicio hace una observación esclarecedora: «En la doctrina de Copérnico hay que negar los sentidos y las sensaciones máximas, como ocurriría si nosotros, que percibimos el soplo de una ligerísima brisa, no sintiésemos después el ímpetu de un viento perpetuo que nos hiere a una velocidad superior a las 2.529 millas por hora, pues tal es la distancia que el centro de la Tierra, en su movimiento anual, recorre en una hora en la circunferen-

cia del gran orbe, tal como Copérnico la calcula diligentemente.»

En efecto, muchas cosas parecían, o podían parecer, más sencillas si se admitía la inmovilidad del cuerpo celeste en el cual vive el hombre; había que esperar a Galileo y a la introducción de la noción de masa para poder superar esta idea.

El aristotelicismo conseguía separar la Tierra, con todos los fenómenos corruptibles que en ella se producen, de la incorruptible pureza de los cielos, en los que se situaba un Dios motor del mundo.

En los primeros siglos de nuestra era, el pensamiento cristiano (a pesar de San Pablo y de San Agustín) se metió también en el callejón sin salida de la teología naturalista. Ora formulaba, con los Padres de la Iglesia siríaca, una interpretación literal del Génesis (la creación del mundo en siete días a partir del caos original), que se distinguía en numerosos puntos de la tradición científica griega. Ora trataba, con un pensador griego poco conocido, Cosmas Indicopleustes, de sustituir la topografía y la cosmología paganas por una «Topografía cristiana

VINCENZO CAPPELLETTI es profesor de historia de las ciencias en la Universidad de Roma. Director general de la Enciclopedia Italiana y director de la revista Il Veltro, ha escrito varias obras de historia de la biología, de la física y de la psicología. Entre ellas destacan Entelechia y las dedicadas a Hemholtz, a S. Weil, a Freud, etc.

Del canónigo de Frombork al dominicano de Nola

del universo». Para Cosmas, la Tierra no se situaba en el centro del mundo, sino en el punto más bajo del sistema solar. Era un rectángulo rodeado de muros que sostenían la bóveda celeste.

Pero el verdadero problema no radica en lo erróneo de estos razonamientos, sino en la dependencia de la ciencia con respecto a la metafísica y a la religión. Cuestión ésta que inspirará serias preocupaciones a Copérnico y que un día llevará a Galileo ante los jueces.

Pero Copérnico mismo creía en un orden, en una armonía del mundo que importaba salvar. De ahí que, a pesar de la inmensa grandeza de su obra, fundada en la intransigente racionalidad de su sistema, nos parezca todavía un antiguo. En la dedicatoria que de su obra «De revolutionibus» hizo al Papa Paulo III, el gran astrónomo acusa a los partidarios del geocentrismo de haber comprometido con la teoría de los excéntricos y de los epiciclos «la forma del mundo y la evidente simetría de sus partes».

Y el primer capítulo del libro se inicia con una nueva profesión de fe en la estructura perfecta de la naturaleza: «Debemos señalar sobre todo que el mundo es esférico, bien porque esta forma es la más perfecta de todas, como totalidad que no necesita conexión alguna, bien porque es la forma dotada de la máxima capacidad, la más adecuada al ser que debe abarcar y conservar todas las cosas.»

Como la Antigüedad pagana, la Edad Media cristiana había acabado por aceptar la centralidad de la Tierra. Aristóteles y la Biblia, el universo ptolemaico y el revelado podían ponerse de acuerdo basándose en la premisa de Santo Tomás de Aquino según la cual razón y revelación no se contradicen.

Pedestal de Dios como afirmaba el griego Cosmas Indicopleustes, parte del mundo contrapuesta al firmamento-paraiso según Honorio de Autun, o sede del infierno de acuerdo con Dante, la Tierra se había visto atribuir una determinada posición en el cosmos por un cristianismo poco consciente de la revolución espiritual que entrañaba el Evangelio.

En realidad, la metafísica naturalista había forzado la experiencia o, mejor, había disimulado los aspectos contradictorios de las observaciones. Empeñada en reconciliar el mundo con Dios, había olvidado conciliarlo con el espíritu, con el pensamiento humano. En un fragmento magnífico de «De revolutionibus», Copérnico habla de un «pensamiento que vaga de un lado para otro», «dictractus» de la ciencia astronómica de aquellos años.

La pureza originaria del sistema de esferas concéntricas concebido por el matemático griego Eudoxio de Cnido en la primera mitad del siglo IV antes

de J.C. se había ido deteriorando progresivamente, hasta terminar en la síntesis tardía del «Almagesto» de Ptolomeo, en el siglo II de nuestra era. Ahora bien, los datos sensoriales, si bien parecían dar razón a la astronomía geocéntrica, contenían también elementos que autorizaban la formulación de hipótesis distintas.

En el «Diálogo» de Galileo, Simplicio pregunta: «¿De dónde supones tú que los planetas se mueven con relación a un centro que no es la Tierra sino el Sol?» Y Salviati responde: «De observaciones que son desde todo punto de vista evidentes y, por lo mismo, terminantes; y las más concluyentes de tales observaciones, las que nos permiten retirar la Tierra de ese centro y situar allí el Sol, explican el

hecho de que todos los planetas se encuentran a veces muy cerca de la Tierra y otras veces muy lejos. Y esas distancias son tan diferentes que Venus, por ejemplo, en el momento de su alejamiento más extremo, se encuentra diez veces más distante de nosotros que cuando se halla más cerca... Ya ves cómo se equivocaba Aristóteles al creer que los planetas se mantenían siempre a la misma distancia de la Tierra.»

Es evidente que el mundo antiguo conocía, al mismo tiempo que el geocentrismo, el heliocentrismo concebido por Aristarco de Samos en la primera mitad del siglo III antes de nuestra era. Arquímedes, que nos ha transmitido la teoría de Aristarco, sólo le hizo algunas objeciones.

Foto © Erich Muller, Kassel, tomada de *City of the Stargazers* de Kenneth Heuer, Charles Scribner's Sons, Nueva York



Copérnico no dejó de referirse al heliocentrismo de la Antigüedad, como si quisiera apoyarse en una autoridad indiscutible para exponer su tesis revolucionaria. En su «De revolutionibus» reivindica la «libertad de imaginación» que Aristarco y muchos otros se atribuyeron para explicar los fenómenos astronómicos. Y el propio Copérnico se dejó llevar por la fuerza del símbolo solar, afirmando que el Sol, luminaria del mundo, merece mucho más que la Tierra ocupar el centro del Universo. Así concluía, él también, por referirse al concepto esotérico de la naturaleza que había conducido a la astronomía a un callejón sin salida.

Sin embargo, son los derechos de la razón los que invocaba Copérnico, y no los de la naturaleza divina, cuando erigía una magnífica construcción teórica sobre la base de observaciones originales y de informaciones disponibles de antemano. En él, la fe en la

razón adopta caracteres místicos, llegando al extremo de imaginar una carta inexistente en la que un pitagórico afirma que la verdad constituye un secreto religioso que no puede ser divulgado sino entre iniciados.

Fue Giordano Bruno quien, cuarenta años después de «De revolutionibus», intuyó el verdadero contenido de la revolución copernicana. Copérnico había restablecido el dominio de la razón sobre los sentidos y abierto el camino a la noción de infinito y a la libertad de conciencia del hombre moderno. En la astronomía aristotélico-ptolemaica Bruno veía una codificación del universo basada en las informaciones insuficientes que suministra un medio de conocimiento tan imperfecto como es el testimonio de los sentidos.

Porque, si la realidad aprehendida por el pensamiento es infinita, la realidad basada en el conocimiento es limitada. Por ello Bruno admiraba al

Copérnico racionalista y platónico, que no soportaba el pensamiento «que vaga de un lado para otro» y que basaba todo en la razón, la cual era para él lo absoluto, lo divino, lo infinito: concepto audaz que resquebrajó una tradición científica milenaria.

Así es como Copérnico ocupa un lugar en los orígenes de una etapa histórica de la cultura humana, tras haber sido el último representante de la era antigua. Hacia fines del siglo XVI, la dialéctica de lo finito y lo infinito ve resurgir y triunfar la intuición de lo infinito, gracias a una astronomía que no había osado hasta entonces concebir la infinitud del universo. El mundo copernicano, repítamoslo, era un mundo finito: mundo, y no realidad, puesto que la realidad es también el pensamiento, y éste atraviesa todas las fronteras, es decir toda idea específica o esquema particular.

El 17 de febrero de 1600, Giordano

SIGUE A LA VUELTA

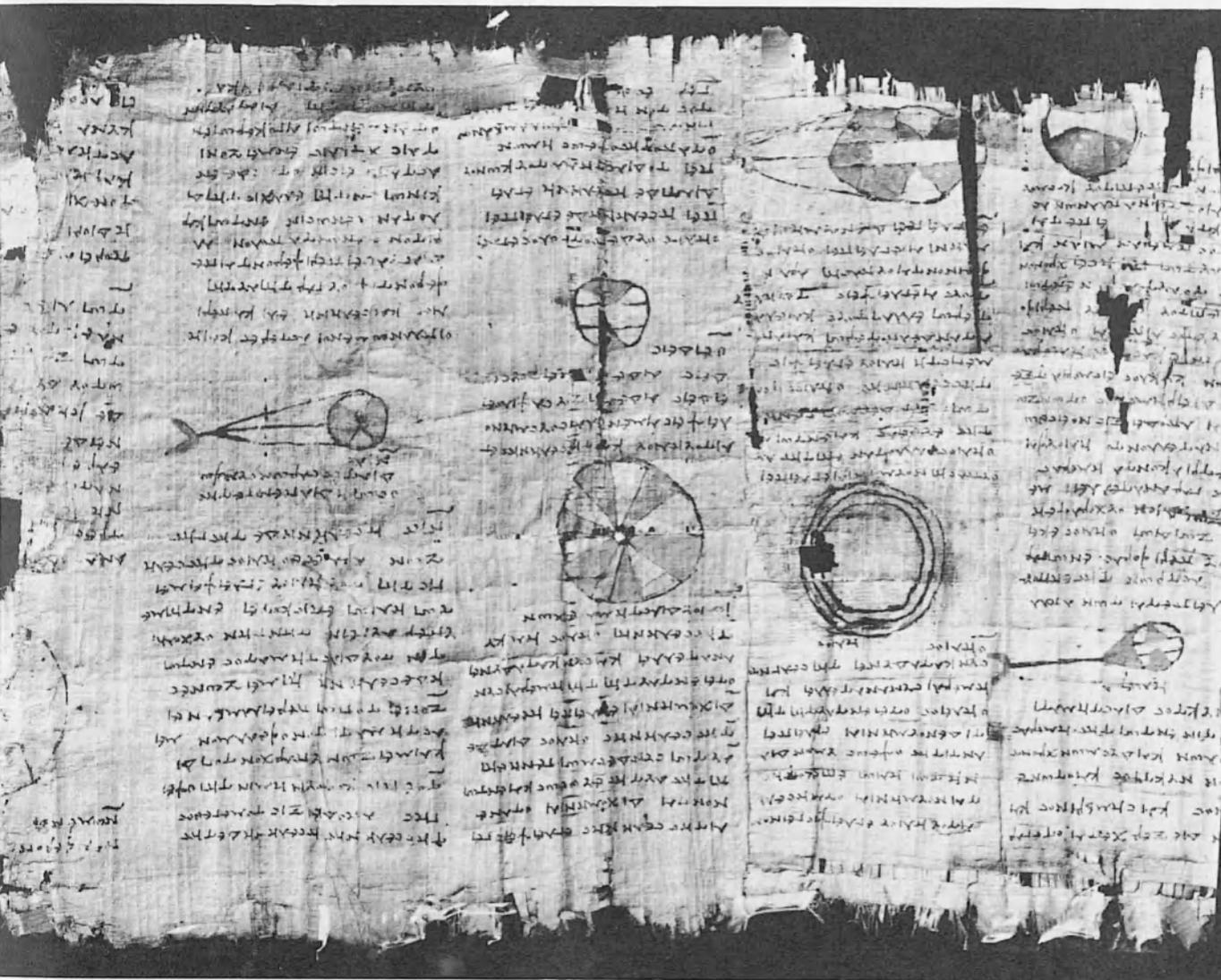


Foto © Chuzeville - Museo del Louvre, Paris

PTOLOMEO Y LAS ESPIRALES DE LAS ESTRELLAS. « Yo sé que soy mortal y efímero, pero, cuando miro las espirales circulares de las estrellas, mis pies no tocan la tierra sino que me hallo junto al propio Zeus...», escribía Claudio Ptolomeo en el siglo II de nuestra era. La escultura de madera de la izquierda, que representa al astrónomo griego con una esfera armilar en las manos (véanse las páginas 24 y 25), es obra de Jörg Syrlin, famoso artesano alemán del siglo XV, y se conserva en la Catedral de Ulm (República Federal de Alemania). Arriba, el papiro ilustrado griego más antiguo que se conoce; se trata del papiro de Letronne, que data del siglo II antes de Cristo y que contiene comentarios astronómicos sobre las esferas celestes basados en las proposiciones de Eudoxio de Cnido, científico griego del siglo IV antes de nuestra era. Los toscos diagramas de las constelaciones y del zodiaco están intercalados en el texto.

Bruno era quemado vivo por haber osado hablar de la pluralidad de los mundos, noción según la cual el universo sería infinito. Pero imaginar que los mundos existentes eran numerosos suponía afirmar que podían ser igualmente numerosas las representaciones de los mundos que podrían existir, y ello constituía una herejía imperdonable en los comienzos del siglo XVII.

Tal vez Copérnico no imaginó jamás las consecuencias dramáticas que iba a acarrear finalmente su repudio del largo compromiso entre los sentidos y la razón consagrado por la representación ptolemaica del Universo. En el momento mismo nada sucedió. Pero algo más tarde, en la Italia del Renacimiento, inquieta y libre de prejuicios, estalló la polémica sobre lo infinito que puso en tela de juicio desde el macrocosmos hasta el microcosmos humano.

La lectura que Bruno hizo de la obra de Copérnico era al mismo tiempo literal y metafórica, tal como otros, en el pasado, habían hecho con Aristóteles y el Génesis. Se atribuyó, por ejemplo, a Copérnico la idea de una disolución de las esferas celestes que es por lo menos dudosa si se analiza detenidamente «De revolutionibus». Pero lo verdaderamente auténtico, tanto desde el punto de vista filológico como teórico, era la reconquista del ser infinito en la razón humana, la intuición de una nueva vía hacia lo absoluto y lo necesario.

Muriendo por no abjurar de sus ideas, Bruno era víctima del drama que el problema del ser suscita en la conciencia del hombre y daba testimonio del valor permanente de la invitación socrática al conocimiento de sí mismo y de la necesidad humana de esa tolerancia que negaban la Ginebra de Calvino y la Roma de la Inquisición.

Drama de la razón frente a la reali-

dad, hemos dicho. Había que redescubrir el infinito y era preciso diferenciar lo finito de lo definido. Giordano Bruno logró advertir que lo finito y lo infinito pueden fundirse en el individuo. El individuo es finito, limitado, en la medida en que no es los demás individuos; pero es infinito e ilimitado, puesto que es incondicionalmente él mismo. La admirable precisión y la claridad del esquema copernicano se afirman y se transmutan en esa dimensión nueva de la conciencia moderna que es la individualidad.

Galileo iba a constituir el ejemplo más puro de esa individualidad. Lo que sigue viviendo en cada una de sus páginas es precisamente la acción de un pensamiento que se convierte en una noción general de las cosas. Lo infinito de la razón trasciende cada vez lo limitado de la experiencia sensorial y se transforma en afirmación individual. Y eso es lo que hace que Galileo nos resulte fascinante: él es el hombre absolutamente moderno y, al mismo tiempo, el hombre de todas las épocas, de todas las latitudes. El Copérnico que Galileo revive en los diálogos de su obra «Los sistemas máximos» es esencialmente el defensor de la evidencia y la simetría de la lógica contra el autoritarismo, el verbalismo y la sumisión irresponsable. Virtud intelectual pero también moral: claridad que es valentía gracias a la cual la nueva ciencia pudo demostrar su fecundidad frente a los «demasiado tímidos, celosos de la inmutabilidad de los cielos».

El pensamiento científico, con su necesidad de individualizarse y de conciliar lo finito de los sentidos con lo infinito de la razón pura, adquiere con Galileo su especificidad propia y permanente, ésa que vincula el pasado, el presente y el porvenir: de Eudoxio, Arquímedes y Euclides a Copérnico, y



de Copérnico a Newton, Hilbert y Einstein.

En definitiva, en la obra de Galileo, el Copérnico racionalista incita al Copérnico astrónomo, del cual es garante. La revelación astronómica, asombrosa y sensorial, estuvo precedida de una revelación interior y subjetiva: nacida en la conciencia del canónigo de Frombork, Copérnico, llegó hasta el dominicano de Nola, Giordano Bruno, y se repitió de manera obsesiva en el formidable pensamiento de Galileo, el matemático de la Corte de los Médicis. Si el mundo antiguo, gracias a sus más grandes pensadores, había superado su particularidad, es decir el naturalismo metafísico, mediante la creación del sistema del conocimiento, la era moderna aseguraba con Copérnico, Bruno y Galileo un concepto del ser abierto a la exigencia de lo infinito.

La individualidad y el individuo constituían la meta que se proponía alcanzar esa aventura. Los temores que abrigaba Copérnico frente a las consecuencias de su propia teoría, la hoguera de Giordano Bruno, el proceso de Galileo prueban suficientemente la eficacia liberadora de esa revolución originada en una criatura humana y proyectada hacia el firmamento para integrar después la teoría misma del ser. ■

¡EUREKA! Gracias a Arquímedes de Siracusa, que vivió en el siglo III antes de nuestra era, ha llegado hasta nosotros la teoría del heliocentrismo concebida en aquella época por Aristarco de Samos. En este grabado del siglo XVI Arquímedes aparece en su baño en el célebre instante en que grita «¡Eureka!» al descubrir el principio que lleva su nombre y cuyo enunciado es el siguiente: Todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta un empuje vertical igual al peso del líquido que desaloja. Ante el sabio griego pueden verse la corona y las esferas de metal que, según se dice, le sirvieron para comprobar su descubrimiento.



Foto © Biblioteca Nacional, París. Tomada de «Baukunst» de Walter Ryff, Basilea, 1582.

BRUNO Y GALILEO O LA VERDAD CONTRA LA OPRESION. «Oh, noble Copérnico, tú que con tus obras has marcado mi espíritu desde mi más tierna infancia», exclamaba con fervor Giordano Bruno, al que vemos aquí en un dibujo del siglo XIX. Nacido en 1548 en Nola (Italia), Bruno vivió sucesivamente en Italia, Francia, Inglaterra y Alemania. Al mundo finito de Aristóteles y Copérnico oponía el sabio italiano un mundo infinito, poblado por millares de sistemas semejantes al nuestro, con sus soles y sus planetas, habitados tal vez como la Tierra. Perseguido por la Inquisición, Bruno fue quemado públicamente en la hoguera en Roma, el año 1600. No menos escándalo produjo en su tiempo, particularmente en los medios dominados por la Iglesia católica, el gran sabio italiano Galileo Galilei (1564-1642). Galileo, que había adoptado el sistema de Copérnico, hizo con su anteojo una serie de observaciones decisivas que lo confirmaban. Pero, denunciado ante la Santa Sede por sus ideas subversivas (desde el momento en que se oponían a Aristóteles y Ptolomeo, es decir, a la ciencia oficial), hubo de comparecer ante los jueces y, tras un proceso que duró veinte días, se vio obligado a abjurar, de rodillas, sus doctrinas. En la escena que aquí vemos, reconstituida por un pintor francés del siglo XIX, Robert-Fleury, Galileo aparece ante el tribunal que le juzgó.



Fotos © Roger-Viollet, París

Unas cuantas obras sobre Copérnico

Acuña, Gustavo Loyola : *Copérnico, sus teorías sobre el universo*. Santiago de Chile, 1936.

Cardus, J. O. : *En el centenario de Copérnico. 1543-1943 : sus trabajos, sus descubrimientos*. «Razón y Fe» 129 (1944) 118-132. Madrid.

Caspar, M. : *Copérnico (en el IV centenario de su muerte)*. «Investigación y Progreso», 3-4, (1943) 87-90.

Copérnico : *Las revoluciones de las esferas celestes*. Libro I, introducción y notas de A. Koyré. Buenos Aires, 1965.

Laure Gómez, Vicente : *Nicolás Copérnico y su sistema del mundo* «Boletín de información científica nacional». Madrid, 5 (1953) 723-745.

Grulla, Medauro : *Arte de gobernar los relojes por la ecuación del tiempo. Segunda ed., con la explicación de los círculos de la esfera y una descripción histórica del sistema copernicano*. Madrid, 1792.

Losada y Puga, Cristóbal : *Copérnico. De la astronomía*

antigua a la moderna. «Revista de la Universidad Católica de Perú», 11 (1943) 149-178.

Miró Quesada, Oscar : *Copérnico. Su vida y su obra*. Lima, 1951.

Rey Pastor, J. : *N. Kopernicus*. «Revista Astronómica» 14 (Buenos Aires, 1942) 197-214.

Peset, Vicente : *Acerca de la difusión del sistema copernicano en España*. «Actas del II Congreso de Historia de la Medicina Española», vol. I. Salamanca (1965) 309-324.

Romaña, Antonio : *La difusión del sistema copernicano*. «Euclides» 4 (Madrid 1944), nºs 35-36.

Velazco de Millas, Isolina : *Nicolás Copérnico y su obra*. Nueva York, 1943.

Vernet Juan : *Copernicus in Spain*. «Colloquia Copernicana» 1 (Wroclaw-Warszawa 1972) 271-291.

Zinner, E. : *Los relojes de sol de Nicolás Copérnico*. «Investigación y Progreso» 3-4 (1943) 87-90.

Reproducimos a continuación el prefacio del Director General de la Unesco a una obra publicada conjuntamente por la Organización y la Comisión Nacional Polaca, en ocasión de la ceremonia con que la Unesco conmemoró en París, el 19 de febrero de 1973, el quinto centenario del nacimiento de Copérnico. El volumen contiene, además, textos de Janusz Groszkowski, miembro de la Academia de Ciencias de Polonia, Olaf Pedersen, miembro de la Unión Internacional de Historia y de Filosofía de las Ciencias, y Umberto Forti, especialista en historia de la ciencia. La obra, que acaba de aparecer en una tirada de 2.000 ejemplares fuera de comercio, se ha imprimido en París, con papel fabricado a mano en Polonia. En esta página reproducimos una de las ilustraciones del volumen: se trata del frontispicio del «Dialogus de Systemate Mundi» de Galileo, en el que aparecen, de izquierda a derecha, Aristóteles, Ptolomeo y Copérnico.

UNA NUEVA VISION DEL UNIVERSO

por René Maheu
Director General de la Unesco

LA historia ofrece pocos ejemplos de descubrimientos científicos que hayan tenido una repercusión tan profunda en el desarrollo espiritual de la humanidad como el del eminente astrónomo polaco Nicolás Copérnico. Si la sustitución del modelo ptolemaico por la concepción copernicana del sistema solar no dio origen a innovaciones técnicas, como sucedió posteriormente con otros descubrimientos como los de Ampère o de Faraday, produjo en cambio una verdadera revolución intelectual que trastocó de modo profundo y general la idea que el hombre tenía de su situación en el universo y, por consiguiente, de su propia condición.

El hombre comprendió que habitaba un planeta que gira en la inmensidad de un universo cuyas dimensiones escapan a la imaginación, pero adquirió la certeza de que su pensamiento es capaz de aprehender las leyes que rigen ese universo y de prever el movimiento de los cuerpos celestes. Para llegar a esa convicción le fue preciso, además, rechazar las ideas reinantes, prácticamente inmutables desde Aristóteles, y dejar de considerarse el centro del cosmos.



Esta liberación abrió el camino a muchos otros descubrimientos que han forjado progresivamente nuestra visión actual del lugar que el hombre ocupa en la naturaleza y del sentido de su presencia en ella.

En nuestros días, los investigadores disponen de instrumentos astronómicos infinitamente más poderosos y precisos que los utilizados por Copérnico y sus contemporáneos. El radiotelescopio gigante y las naves espaciales le suministran informaciones sobre realidades que antes le eran inaccesibles; pero, en última instancia, la imaginación creadora estimulada por una curiosidad intelectual insaciable sigue siendo el factor decisivo del progreso del saber. De ahí que, aunque quinientos años nos separan de él, Nicolás Copérnico esté muy cerca de nosotros por el genio que lo animaba. Rendirle homenaje significa afirmar nuestra fe en el hombre y en su capacidad, siempre renovada, de dominar, gracias al solo poder de su pensamiento racional, un universo cuyos límites se le escapan sin cesar y que, tanto por sus proporciones como por su complejidad, lanza un permanente desafío a la inteligencia humana. ■

Los lectores nos escriben

NIÑOS CUBANOS LEEN

" EL CORREO DE LA UNESCO "

Hoy, leyendo el número de *El Correo* del mes de julio, me he dado cuenta de que es la mejor revista que llega a Cuba y, como deseo darles mi opinión, les escribo.

El Correo se compraba en mi casa cuando no teníamos en qué entretenernos, pero hace unos meses que se está comprando sin falta y hasta mi hermana que sólo se preocupaba de las muñecas se entretiene mirándola. Ahora ya les he dado mi opinión y a partir de hoy seguiremos comprando la revista.

Isidoro Santos

Alumno de 12 años de la Escuela Secundaria Básica «Conrado Benítez» Matanzas, Cuba

RELIGION CONTRA

JUICIO CRITICO

Aunque no soy especialista en antropología ni en difusión de ideología alguna, creo que no debe quedar sin respuesta la carta de la doctora J. Hildesheimer publicada en el número de enero de 1973, en la que critica el hecho de que *El Correo de la Unesco* (agosto-septiembre de 1972) dedicado al origen del hombre haya ignorado el posible aspecto espiritual del problema.

En primer lugar, no encuentro razón alguna que justifique esa crítica puesto que, a mi entender, el susodicho número trata de exponer únicamente las teorías científicas. Es innegable, como dice la carta, que el hombre se ha interrogado siempre sobre su origen y ha encontrado innumerables respuestas distintas. El ser humano se ha planteado numerosas preguntas (acerca del sistema solar, por ejemplo) y esas preguntas han recibido también diversas respuestas, la mayoría de las cuales son de interés puramente histórico. En lo que respecta al sistema solar, la respuesta de Copérnico es la única que subsiste como verdadera explicación de la realidad. Sin embargo, no me opondría a que se dedicara un número de la revista a exponer las opiniones no científicas sobre el origen del hombre, tanto más cuanto que es difícil obtener una información seria al respecto.

Por otro lado, me opongo a ese tipo de razonamiento que busca apoyo en la opinión de algunos científicos, notables en otros campos de la ciencia pero que nada tienen que ver con el tema en cuestión. Las ideas de Einstein sobre el origen del hombre son de gran interés en cuanto que representan el punto de vista de un gran hombre de nuestro tiempo pero difícilmente pueden ser consideradas como una contribución a la paleontología.

La doctora Hildesheimer escribe que «en los países en vías de desarrollo... se intenta imponer... la interpretación unilateral de Darwin, como prueba de que descienden del mono», y se inquiere de que *El Correo de la Unesco* difunda esta teoría en casi todos los países del mundo. Pero si se comparan

la amplitud y la repercusión que puede tener esa revista con la acción de las misiones cristianas, por ejemplo, sobre la mentalidad africana, debería inquietarnos la concepción unilateral, la difusión de las ideas del llamado mundo civilizado entre las naciones del Tercer Mundo y no solamente en lo que respecta al origen del hombre. En lo que toca al destino de las culturas nacionales de millones de personas, *El Correo de la Unesco* parece constituir la publicación más indicada para tratar del problema de la extirpación de esas culturas y creencias y de la sustitución de la espiritualidad aborígen por la extranjera. Desde el punto de vista del cristianismo, se trata probablemente de sustituir la falsedad por la verdad. Pero sin entrar a considerar que existen otros puntos de vista, tal actitud conduce, como sucedió ya en el pasado, a la desaparición de grandes culturas. Y uno puede preguntarse cuál de las dos actividades —la alfabetización o la difusión de las creencias cristianas— es la principal y cuáles son sus secuelas. La carta mencionada pone de manifiesto una actitud marcadamente religiosa. Ello no me molesta, pero sí en cambio que una ideología pueda obnubilar el juicio crítico de quien se expresa. Y esto es lo que ocurre en la carta de la doctora Hildesheimer, en la que puede leerse, por ejemplo, que «el ser pensante puede aceptar la idea de la creación, combinada con la evolución y dirigida por una fuerza espiritual superior», que el sentido de responsabilidad moral no habría podido existir sin Dios, etc.

Entre mis amigos se cuentan muchos creyentes; con ellos suelo conversar sobre el origen de la vida. Pues bien, nuestras diferencias de opinión en materia religiosa no impiden nuestra amistad, tal vez debido a que comprendemos que el hecho de aceptar (o no) la existencia de «una fuerza espiritual superior» no se basa en una prueba evidente que algunos rechazarían con tozudez y mala voluntad, sino que es una cuestión de convicción personal y de necesidad subjetiva.

Dr. Ludwik Czaja
Universidad de Varsovia
Polonia

EL ARTE DEL LIBRO

Permítanme expresarles mi más viva admiración por el interés excepcional y la rara belleza del número de *El Correo de la Unesco* (diciembre de 1972) dedicado al Arte del Libro.

Lucie Dallex
Paris

DELIRIO DE GRANDEZAS

Suscrita desde hace más de cuatro años a *El Correo de la Unesco*, he admirado siempre su actitud frente a la miseria del mundo y la justeza con que enfoca habitualmente ese problema. Por ello, si bien he leído con gran interés el artículo dedicado al pensamiento del filósofo indio Aurobindo y a la ciudad de Auroville (octubre de 1972), no puedo ocultar que su lectura me ha causado también un sentimiento de indignación.

Me parecen muy bien el florecimiento cultural y el esfuerzo de internacionalización de esa ciudad, su estética y la arquitectura de la esfera de la unidad humana. Se trata sin duda de algo grandioso. Pero ¿cuánto va a costar? *El Correo* no cesa, y con razón, de plantear el problema del hambre en el mundo, y cuando pienso que el pueblo indio carece a veces de lo indispensable para subsistir, no puedo dominar mi indignación ante el entusiasmo manifestado por tal delirio de grandezas. Me pregunto cuántos indios van a beneficiarse de la influencia cultural de Auroville y de la nueva «religión espiritual de la humanidad» si tienen el vientre vacío. Porque el idealismo no resolverá jamás los problemas vitales de la humanidad.

M. Castel
Niza, Francia

SALVAR LAS CIVILIZACIONES

PRIMITIVAS

Sigo con profundo interés la labor de la Unesco en favor del desarrollo cultural de la humanidad. A este respecto, pienso a veces con angustia en las civilizaciones primitivas (como la de los indios del Amazonas) que están desapareciendo ante nuestra mirada indiferente. ¿Se ha ocupado ya la Unesco del problema de la protección de esas civilizaciones? Actualmente se realizan esfuerzos para salvar las especies animales en vías de extinción. ¿No debería, con mucha mayor razón, organizarse una acción conjunta de todos los hombres de buena voluntad para salvar las civilizaciones en vías de aniquilación?

Yves Guillon
Rennes, Francia

ARTE TRACIO Y MARAVILLAS

DE LA NATURALEZA

En el número de febrero de 1973 me ha interesado vivamente, entre otros, el artículo «El milenario enigma de los tracios» y, de manera particular, la foto de la página 19 (*abajo a la izquierda*) que representa una copa de oro para libaciones, encontrada en las costas del mar de Mármara. Pues bien, me parece indudable que el orfebre que cinceló esa pieza se inspiró en la forma de los erizos de mar fosilizados que pueden encontrarse en Bulgaria. Pienso, por ejemplo, en los *Parosoma* (*foto de la derecha*), pero hay aún otras especies similares que se hallan en los afloramientos de rocas terciarias y cretáceas.

H. J. Oertli
Pau, Francia

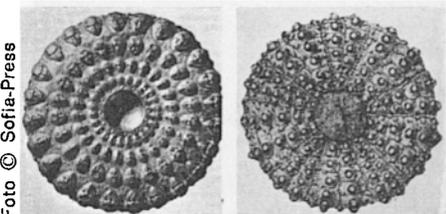


Foto © Sofia-Press

LIBROS RECIBIDOS

- **Cortázar o la crítica de la razón pragmática**
por Juan Carlos Curutchet
Editora Nacional, Madrid, 1972
- **La conciencia infeliz. Ensayo sobre la filosofía de la religión de Hegel**
por Antonio Escotado
Revista de Occidente, Madrid, 1972
- **La imagen del monarca en la Castilla del siglo XIV**
por Joaquín Gimeno Casaldueño
Revista de Occidente, Madrid, 1972
- **Culturalismo y creación poética**
por Guillermo Díaz-Plaja
Revista de Occidente, Madrid, 1972
- **Lógica matemática**
por Willard Van Orman Quine
Revista de Occidente, Madrid, 1972
- **Estado moderno y mentalidad social**
por José Antonio Maravall
(Dos volúmenes)
Revista de Occidente, Madrid, 1972
- **Revoluciones y rebeliones en la Europa moderna**
por J.H. Elliott, J.W. Smit
y Lawrence Stone
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **Elementos de historia de las matemáticas**
por Nicolas Bourbaki
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **Renta nacional y nivel de precios**
por Martin J. Bailey
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **Biología molecular. Enfoque estructural**
por C.U.M. Smith
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **Teoría de la decisión**
por D.J. White
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **Cuerpos y ofrendas**
por Carlos Fuentes
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **Insurrección**
por Liam O'Flaherty
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **El ajedrez**
por Ricardo Aguilera
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **Actitudes patriarcales: las mujeres en la sociedad**
por Eva Figes
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **La familia de León Roch**
por Benito Pérez Galdós
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **El viejo mundo y el nuevo (1492-1650)**
por J.H. Elliott
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **El imperialismo**
por George Lichtheim
Alianza Editorial, Madrid, 1972
- **La sociedad adquisitiva**
por R.H. Tawney
Alianza Editorial, Madrid, 1972

LATITUDES Y LONGITUDES

La URSS suscribe la Convención Universal sobre Derecho de Autor

El Sr. Andrei Gromyko, ministro de Relaciones Exteriores de la U.R.S.S., comunicó el 14 de febrero al Director General de la Unesco la decisión de su país de suscribir la Convención Universal sobre Derecho de Autor, la cual entrará en vigor en la Unión Soviética el 27 de mayo del año en curso. Con la U.R.S.S. son ya 64 los países que han suscrito la Convención adoptada en Ginebra en 1952 con los auspicios de la Unesco. De conformidad con las disposiciones de la misma, los países signatarios se comprometen a proteger por un lapso mínimo de 25 años el derecho de autor sobre las obras literarias, científicas y artísticas de sus ciudadanos, acordando a los autores extranjeros iguales garantías. La Convención fue revisada en París en 1971 a fin de que los países en vías de desarrollo tuvieran mayor acceso a las obras escritas y publicadas en los países industrialmente desarrollados. La Convención revisada entrará en vigor cuando la hayan suscrito 12 países. Hasta el momento, sólo seis la han ratificado. (Véase el artículo "El derecho de autor y el mundo en desarrollo" de Georges Ravelonanosy en *El Correo de la Unesco* de Julio de 1972.)

Ayuda internacional para preservar Cartago

Varios países están enviando equipos arqueológicos a Cartago, en respuesta al llamamiento internacional hecho el año pasado por el Director General de la Unesco, René Maheu, a las universidades e instituciones y fundaciones científicas a fin de que participen en la campaña para salvar Cartago. (Véase *El Correo de la Unesco* de diciembre de 1970, «No hay que destruir Cartago»). Varios arqueólogos polacos se encuentran trabajando sobre el terreno desde el año pasado, y pronto se unirán a ellos equipos de especialistas de Bulgaria, Francia, Italia, Gran Bretaña y otros países. Las contribuciones a esta campaña pueden enviarse directamente al Fondo Especial para Cartago, Unesco, Place de Fontenoy, París VII.

El Premio Montaigne al Sr. René Maheu

El Premio Montaigne de 1973 fue entregado al Director General de la Unesco, Sr. René Maheu, en una ceremonia celebrada recientemente en París. Otorga anualmente el premio la Fundación F.V.S. de Hamburgo (República Federal de Alemania) en «reconocimiento del papel desempeñado por eminentes representantes de los países europeos de lenguas románicas en el mantenimiento de los valores espirituales de Europa y su apertura al mundo». La concesión del galardón al Sr. René Maheu se funda en los méritos adquiridos al frente de «una institución dedicada a la cooperación entre los pueblos» y en su labor como destacado filósofo y humanista europeo.

Plazo máximo para salvar Borobudur

Habrà que obtener cerca de millón y medio de dólares antes de fines de junio de 1973 si se quiere salvar los templos budistas de Borobudur, Indonesia (siglo XVIII). Así lo declara el Director General de la Unesco, Sr. René Maheu, en un urgente llamamiento hecho hace poco. Se calcula que para preservar dichos templos se necesitarán 7.750.000 dólares. El gobierno de Indonesia, que suministrará 2.750.000 dólares, iniciará los trabajos de restauración a condición de que los Estados Miembros de la Unesco se comprometan a contribuir con tres millones antes del 30 de junio del año en curso. Las contribuciones recaudadas hasta la fecha ascienden a la mitad de esa cifra.

Los medios de comunicación y la ciencia

En junio próximo se celebrará en El Cairo, organizado por la Unesco, un coloquio internacional sobre el tema «Los medios de comunicación moderna y la iniciación científica». Especialistas de la prensa de los países árabes examinarán los resultados obtenidos por el programa de utilización de dichos medios con miras a la información científica y técnica que el pasado año se puso en práctica en Egipto con ayuda de la Unesco. Asimismo se estudiarán las posibilidades de ampliar ese programa a otros países de la región.

Antología de la literatura oral

Con motivo del Año Internacional del Libro, que se celebró en 1972, cerca de 300 autores de casi todos los países de lengua española participaron en un concurso organizado en España para elaborar una antología de cuentos y leyendas de la literatura oral. La antología será publicada por el Instituto Nacional del Libro de Madrid.

En comprimidos

■ En 1970, los países que proporcionan asistencia para el desarrollo gastaron en armamento una suma de dinero 25 veces mayor que la que destinaron a ayudar a otros países, según indica un estudio de las Naciones Unidas.

■ La venta de sellos de correos especialmente emitidos por Mónaco «para salvar Venecia» ha permitido aportar 10.000 dólares a la campaña internacional que con ese fin lanzó hace algunos años la Unesco.

■ En Kiev, capital de Ucrania, se ha inaugurado un museo dedicado a los libros y a la historia de la imprenta.

■ Los especialistas suecos en problemas relativos a la contaminación de los lagos acaban de descubrir un nuevo sistema que ya ha sido puesto en práctica en un lago próximo a Estocolmo, cuyo grado de contaminación era elevado, y que consiste en bombear aire comprimido para revitalizar y purificar las aguas.



Encuaderner su colección de "El Correo de la Unesco"

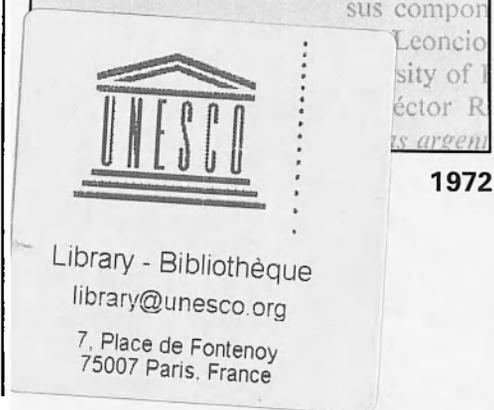
Nuestros suscriptores pueden obtener unas tapas sencillas y prácticas para encuadernar los números de un año entero de "El Correo de la Unesco". Las tapas son de tela color rojo geranio.

Precio : 15 francos franceses

Para pedir las, los lectores deben dirigirse a los agentes de ventas de la Unesco en sus respectivos países (véase la lista en esta misma página).

Acaba de aparecer

2688 Chertudi, Susana. Fondo Nacional de Correspondencia
Bibliografía general
2689 Durán Cerda, Julián. *Estrenadas. San*
de la literatura Literatura Chilena
2690 Dyson, John. *La*
latino-americana Santiago de Chile
234 p.
2691 Frugoni de Fritzsche
de Buenos Aires
«Ricardo Rojas»
Tomo I, letras
letras J-Q, I
Unesco 2692 González Castro, A.
Blasi Brambilla
Con el detalle
sus componentes



BIBLIOGRAFIA GENERAL DE LA LITERATURA LATINO- AMERICANA

**Periodo colonial,
por G. Lohman Villena y
L. Jaime Cisneros**

**Siglo XIX,
por Julio Ortega**

**Epoca contemporánea,
por H. Jorge Becco**

**Coordinador :
Jorge Carrera Andrade**

**Revisor :
Héctor Luis Arena**

Dentro del gran estudio de las culturas de América Latina emprendido por la Unesco, los expertos reunidos en Lima en 1967 propusieron que se confeccionase una bibliografía literaria selectiva que ofreciese un material equilibrado y moderno de "las numerosas y calificadas bibliografías existentes".

Esta bibliografía, que ahora acaba de aparecer, va a resultar indispensable como base científica que complementará la lectura y el examen del libro *América Latina en su literatura*, primer volumen de tipo ensayístico que se publicará en ejecución del gran estudio de la Unesco. (Este volumen está en preparación y será editado conjuntamente por la Unesco y por Siglo XXI Editores, de México).

Para renovar su suscripción y pedir otras publicaciones de la Unesco

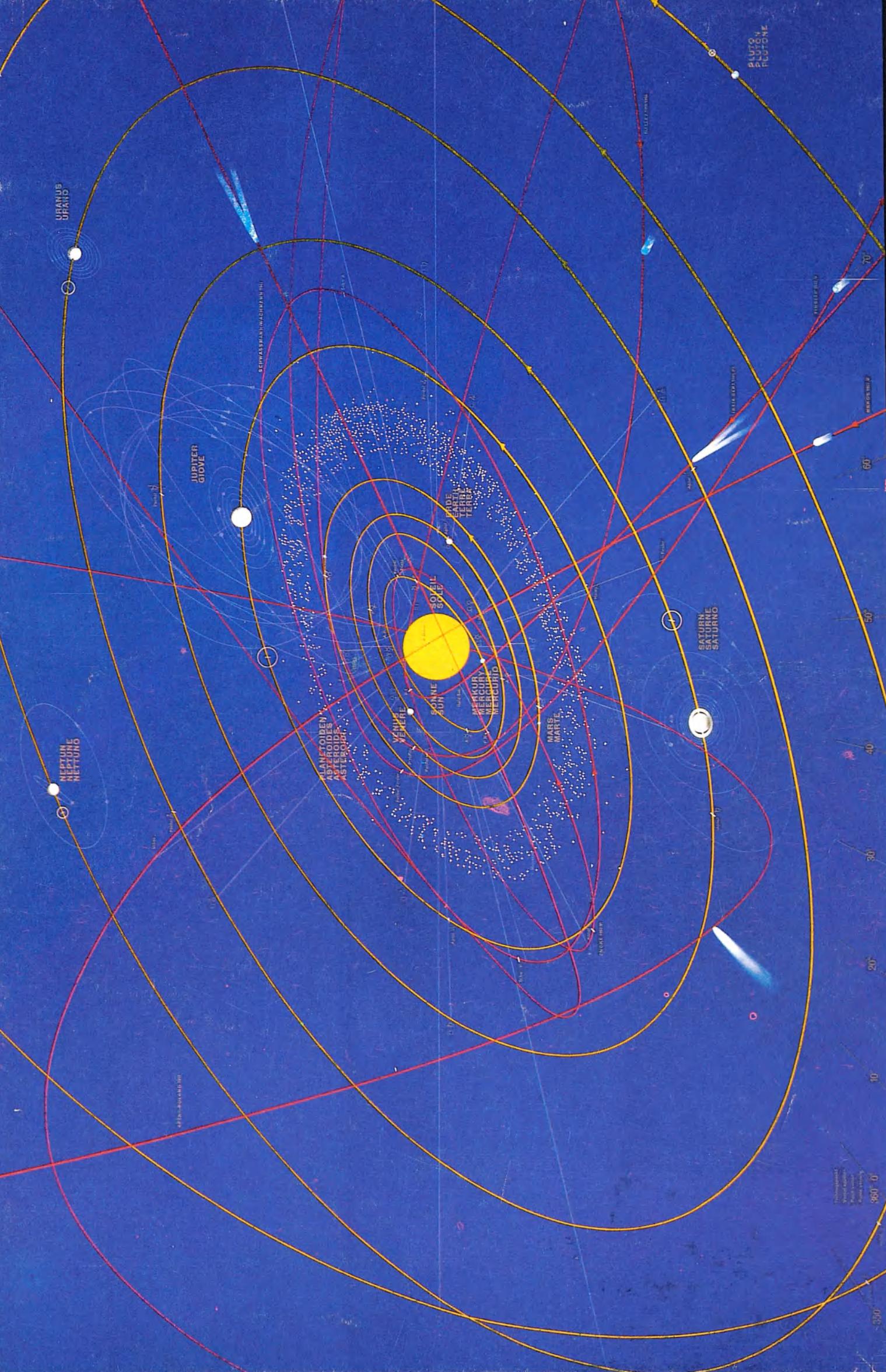
Pueden pedirse las publicaciones de la Unesco en todas las librerías o directamente al agente general de ésta. Los nombres de los agentes que no figuren en esta lista se comunicarán al que los pida por escrito. Los pagos pueden efectuarse en la moneda de cada país, y los precios señalados después de las direcciones de los agentes corresponden a una suscripción anual a «EL CORREO DE LA UNESCO».

★

ANTILLAS HOLANDEAS. C.G.T. Van Dorp & Co. (Ned. Ant.) N.V. Willemstad, Curaçao (NA Fl. 7,80) — **ARGENTINA.** Editorial Losada, S.A., Alsina 1131, Buenos Aires. — **REP. FED. DE ALEMANIA.** Todas las publicaciones: Verlag Dokumentation Postfach 148, Jaiserstrasse 13, 8023 München-Pullach. Para «UNESCO KURIER» (edición alemana) únicamente: Vertrieb Bahrenfelder Chaussee 160, Hamburg-Bahrenfeld, C.C.P. 276650. (DM 16). — **BOLIVIA.** Librería Universitaria, Universidad San Francisco Xavier, apartado 212, Sucre. — **BRASIL.** Fundação Getúlio Vargas, Serviço de Publicações, caixa postal 21120, Praia de Botafogo 188, Rio de Janeiro, GB (Cr.25). — **COLOMBIA.** Librería Buchholz Galería, avenida Jiménez de Quesada 8-40, apartado aéreo 49-56, Bogotá; Distribuidora Ltda., Pío Alfonso

García, carrera 4a, Nos. 36-119 y 36-125, Cartagena; J. Germán Rodríguez N., calle 17, Nos. 6-59, apartado nacional 83, Girardot, Cundinamarca; Editorial Losada, calle 18 A Nos. 7-37, apartado aéreo 5829, apartado nacional 931, Bogotá; y sucursales: Edificio La Ceiba, Oficina 804, Medellín; calle 37 Nos. 14-73, oficina 305, Bucaramanga; Edificio Zaccour, oficina 736, Cali. — **COSTA RICA.** Librería Trejos S.A., Apartado 1313, San José. — **CUBA.** Distribuidora Nacional de Publicaciones, Neptuno 674, La Habana. — **CHILE.** Editorial Universitaria S.A., casilla 10 220, Santiago. (E° 145) — **ECUADOR.** Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas, Pedro Moncayo y 9 de Octubre, casilla de correo 3542, Guayaquil. — **EL SALVADOR.** Librería Cultural Salvadoreña, S.A., Edificio San Martín, 6a calle Oriente No. 118, San Salvador. — **ESPAÑA.** Todas las publicaciones incluso «El Correo»: Ediciones Iberoamericanas, S.A., calle de Oñate 15, Madrid 20; Distribución de Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vitrubio 16, Madrid 6; Librería del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Egipcíacas 15, Barcelona. Para «El Correo» solamente: Ediciones Liber, apartado 17, Ondárroa (Vizcaya) (260 ptas). — **ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.** Unesco Publications Center, P.O. Box 433, Nueva York N.Y. 10016 (US \$5.00). — **FILIPINAS.** The Modern Book Co., 926 Rizal Avenue, P.O. Box 632, Manila, D-404. — **FRANCIA.** Librairie de

l'Unesco, 7-9, Place de Fontenoy, 75700 Paris, C.C.P. Paris 12.598-48 (17 F). — **GUATEMALA.** Comisión Nacional de la Unesco, 6a calle 9.27 Zona 1, Guatemala (Quetzal 3,20). — **JAMAICA.** Sangster's Book Stores Ltd., P.O. Box 366; 101, Water Lane, Kingston. — **MARRUECOS.** Librairie «Aux belles images», 281, avenue Mohammed V, Rabat. «El Correo de la Unesco» para el personal docente: Comisión Marroquí para la Unesco, 20, Zenkat Mourabitine, Rabat (CCP 324-45). — **MÉXICO.** CILA (Centro Interamericano de Libros Académicos), Sullivan 31-Bi México 4 D. F. (45 pesos) — **MOZAMBIQUE.** Salema & Carvalho Ltda., caixa Postal 192, Beira. — **NICARAGUA.** Librería Cultural Nicaragüense, calle 15 de Septiembre y avenida Bolívar, apartado No. 807, Managua. — **PARAGUAY.** Melchor García, Eligio Ayala 1650, Asunción. — **PERU.** Únicamente «El Correo»: Editorial Losada Peruana, apartado 472, Lima. Otras publicaciones: Distribuidora Inca S.A. Emilio Althaus 470, Lince, casilla 3115, Lima. (220 soles). — **PORTUGAL.** Dias & Andrade Ltda., Livraria Portuguesa, rua do Carmo 70, Lisboa (Esc.105). — **REINO UNIDO.** H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres S.E.1. (£1,30). — **REPUBLICA DOMINICANA.** Librería Dominicana, Mercedes 49, apartado de correos 656, Santo Domingo. — **URUGUAY.** Editorial Losada Uruguaya, S.A. Librería Losada, Maldonado 1092, Colonia 1340, Montevideo. — **VENEZUELA.** Librería Historia, Monjas a Padre Sierra, Edificio Oeste 2, No. 6 (frente al Capitolio) apartado de correos 7320-101, Caracas (Bs. 20).



órbitas de los planetas
trayectorias de los cometas

EL SISTEMA SOLAR (véase la pág. 3)

Mapa © 1970 Ediciones Hallwag, Berna (Suiza)