

el alcance cosmológico de la teoría heliocéntrica de copérnico

gustavo
valencia restrepo

* Conferencia leída durante las jornadas conmemorativas de los 185 años de la Universidad de Antioquia.

El nombre de Nicolás Copérnico aparece comúnmente asociado a la gran revolución científica de los siglos XVI y XVII, revolución que transformó profundamente nuestra visión del mundo y de la ciencia. Y es natural que ello sea así: la obra del ilustre astrónomo polaco se sitúa indiscutiblemente en el punto de partida de un nuevo y vasto proyecto que culminará en la instauración de la ciencia moderna. El copernicanismo de un Johann Kepler y de un Galileo Galilei constituyen testimonios suficientes acerca del carácter revolucionario de la nueva teoría heliocéntrica.

Sin embargo, y por paradójico que ello pueda parecer, dicha comprensión de la obra de Copérnico a la luz de la evolución posterior de sus ideas es la raíz de una sistemática incompreensión histórica acerca de la vida y de la obra de este personaje singular. En efecto, esta "modernización" del pensamiento copernicano ha impedido ponderar como es debido las estrechas relaciones que Copérnico mantenía con las más antiguas tradiciones clásicas: su adhesión ferviente al principio del movimiento circular uniforme, los dispositivos técnicos que su astronomía empleaba e, inclusive, la perspectiva misma desde donde su nueva concepción intentaba dar respuesta a las objeciones físicas contra el movimiento de la Tierra, son pruebas concluyentes acerca de la presencia de la tradición clásica en la obra copernicana, presencia que resulta incomprensible para muchos en virtud precisamente del carácter revolucionario de la obra de Copérnico.

Nos proponemos, entonces, con base en una reconstrucción histórica del personaje a partir de sus textos intentar una comprensión de la que es, quizás, la mayor originalidad de este astrónomo singular: fuertemente asentada en la tradición antigua, la obra de Copérnico permitirá concebir el proyecto de una nueva ciencia que derrumbará por completo la mencionada tradición.

I. LA EVALUACION COPERNICANA DE LAS ASTRONOMIAS ANTERIORES

Resulta instructivo comenzar nuestro análisis por la evaluación que Copérnico hace de las astronomías anteriores. La importancia de esta evaluación estriba en que ella nos permite comprender el ideal que Copérnico asignaba al trabajo astronómico, ideal presente en las motivaciones esenciales que habrían de conducirlo a la proposición de una nueva concepción acerca de los movimientos celestes.

Tanto la obra mayor de Copérnico, el célebre "De Revolutionibus Orbium Coelestium", publicada precisamente el año de la muerte de su autor (1543), como el "Commentariolus", pequeña obra muy anterior que Copérnico tan sólo hizo circular entre sus amigos, nos ofrecen testimonios muy significativos a este respecto.

Como bien se sabe, Copérnico dedicó el "De Revolutionibus..." al Papa de entonces, Paulo III. En el prefacio de la obra, nuestro astrónomo cuenta al Papa cuáles han sido los principales motivos que lo han impulsado a concebir un nuevo sistema astronómico.

Ahora bien, estos motivos están íntimamente relacionados con las insuficiencias que Copérnico descubre en los grandes sistemas astronómicos del pasado. Copérnico escribe, en efecto:

"No quiero ocultar a Vuestra Santidad que, para deducir otro modo de considerar los movimientos de las esferas del mundo, no me impulsó sino el hecho de haber comprendido que los matemáticos no están de acuerdo con ellos mismos en sus investigaciones... ellos no utilizan los mismos principios, no parten de los mismos supuestos ni emplean las mismas demostraciones de las revoluciones y movimientos aparentes. En efecto, unos se sirven tan sólo de círculos homocéntricos, otros de excéntricas y de epiciclos, con lo cual no consiguen enteramente lo que se proponen" (1).

Copérnico se refiere a las dos principales concepciones astronómicas de la antigüedad que aportaron una respuesta sistemática y técnica al programa que, según la tradición, Platón había asignado a la astronomía. De acuerdo con el gran filósofo griego, en efecto, las apariencias celestes debían ser salvadas por medio de la reducción de todos los movimientos de los astros a un conjunto de movimientos circulares y uniformes.

En primer lugar, Copérnico alude al sistema de las esferas homocéntricas: un conjunto de esferas en-

y los epiciclos, sistema que inmortalizó el nombre de Claudio Ptolomeo, y cuyo éxito en la predicción de la posición de los astros fue tal que mantuvo su vigencia hasta los tiempos de Copérnico y de Kepler.

Pero, ¿por qué estos sistemas, según el parecer de Copérnico, no han alcanzado su propósito? La continuación de la "Carta-Prefacio" al Papa nos detalla los defectos respectivos de cada uno de estos modelos:

"Quienes se atienen a los círculos homocéntricos, aunque hayan demostrado ser capaces de componer con ellos diversos movimientos, no han podido establecer nada de cierto que correspondiera enteramente a los fenómenos" (2).

Y el "Commentariolus" nos precisa cuál fue la apariencia que motivó el fracaso del modelo de Eudoxo:

"Calipo y Eudoxo, que trataron de resolver el problema por medio de círculos homocéntricos, no fueron sin embargo capaces de dar cuenta por este procedimiento de todos los movimientos planetarios. No sólo tenían que explicar las revoluciones aparentes de los planetas, sino también el hecho de que tales cuerpos tan pronto nos parecen ascender en los cielos como descender, fenómeno éste incompatible con el sistema de círculos homocéntricos" (3).

Copérnico se refiere a un hecho bien conocido desde la antigüedad: vistos desde la Tierra, los planetas cambian frecuentemente de brillo, lo que siempre fue interpretado como una prueba de la variación de su distancia con respecto a la Tierra. Ahora bien, resulta evidente que un conjunto de esferas homocéntricas no puede dar cuenta de este fenó-

PTOLEMAEVS.



COPERNICVS,

cajadas unas en otras y con centro común en la Tierra constituía el dispositivo básico concebido por Eudoxo y su discípulo Calipo para dar cuenta no sólo del movimiento estelar, solar y lunar, sino y sobre todo, para reducir el complejo movimiento de retrogradación de los planetas a una combinación de movimientos circulares y uniformes.

En segundo lugar, Copérnico menciona el sistema de las excéntricas

1. COPERNICO, N. *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Libro I. Traducción francesa de A.

Koyré. París, Blanchard, 1970. pp. 40-41. (La versión española de los pasajes que transcribimos en este artículo es nuestra).

2. *Ibid.*, p. 41.

3. COPERNICO, N. *Commentariolus*. Traducción francesa de H. Hugonnard-Roche y J. P. Verdet. (En *Introductions à l'Astronomie de Copernic*, París, Blanchard, 1975. p. 71). La traducción española que aquí empleamos es de A. Elena, aparecida en: *Opúsculos sobre el movimiento de la tierra*, libro que contiene textos de N. Copérnico, Th. Digges y G. Galilei. (Madrid, Alianza, 1983).

meno: si la tierra constituye el centro común de dichas esferas, y si el planeta se encuentra en la más interior de estas últimas, se sigue que la distancia Planeta-Tierra es necesariamente invariable.

Copérnico reprocha al modelo de

En este sentido, entonces, lo que Eudoxo es el de no haber conseguido “salvar las apariencias” desde el punto de vista propiamente técnico o astronómico; aunque supo observar fielmente el principio del movimiento circular uniforme, el sistema de las esferas homocéntricas no pudo dar cuenta de los fenómenos celestes.

El fracaso del modelo de Eudoxo y Calipo determinó la aparición de la más famosa de las astronomías antiguas, la astronomía de los deferentes y los epiciclos. El juicio de Copérnico sobre el modelo ptolemaico se expresa en los siguientes términos:

“Quienes imaginaron las excéntricas, aunque con su ayuda parece que en gran parte han podido deducir y calcular exactamente los movimientos aparentes, han admitido sin embargo muchas cosas que parecen oponerse a los primeros principios que se refieren a la uniformidad de los movimientos” (4).

La astronomía ptolemaica logra, entonces, en opinión de Copérnico, un éxito indudable precisamente en el terreno donde había fracasado el modelo de Eudoxo: el cálculo exacto de los movimientos aparentes de los astros. Sin embargo, Copérnico nos importante: la violación al alude esta vez a un defecto no uniforme. El “*Commentariolus*” nos precisa cuál era el dispositivo que en la obra de Ptolomeo concretaba esta violación:

“Ese es el motivo de que pareciera mejor emplear excéntricas y epiciclos —Copérnico acaba de hablar del fracaso de los círculos homocéntricos—, preferencia que casi todos los sabios acabaron secundando. Las teorías planetarias propuestas por Ptolomeo y casi todos los demás astrónomos, aunque guardaban un perfecto acuerdo con los datos numéricos,

parecían comportar una dificultad mayor. Efectivamente, tales teorías sólo resultaban satisfactorias al precio de tener que imaginar ciertos ecuantos, en razón de los cuales el planeta no aparecía movido con una velocidad siempre uniforme ni con respecto a su orbe deferente ni tampoco con respecto a su propio centro. Por este motivo, una teoría de estas características no parece ni suficientemente elaborada ni suficientemente acorde con la razón” (5).

El texto es fundamental pues nos demuestra hasta qué punto el ideal que Copérnico asignaba a la astronomía no se limitaba a la construcción de un cálculo exacto que permitiese la previsión de los movimientos de los astros. Era necesario, además, que el modelo con base en el cual se efectuaban los mencionados cálculos fuese elaborado, según la propia expresión de Copérnico, con arreglo a los principios y exigencias de la razón.

Ello indica claramente que en el viejo debate que oponía a los “astrónomos-matemáticos”, interesados únicamente en el cálculo de las posiciones planetarias, y a los “astrónomos-cosmólogos”, que buscaban, además de la precisión del cálculo, una explicación de los movimientos reales de los cuerpos celestes, Copérnico tomaba partido por estos últimos.

Dicha posición se revela inequívocamente en la fidelidad copernicana al principio del movimiento circular uniforme. Eran sin duda razones de carácter cosmológico, físico, las que imponían a Copérnico la observancia estricta del viejo principio atribuido a Platón: no había otro movimiento más apropiado a la perfección de los astros del Cielo. Por fuera de un proyecto astronómico que aspirase a la verosimilitud cosmológica, es decir, a la reconstrucción de los verdaderos movimientos de los astros, ¿qué sentido tendría la vigencia del célebre principio? Si de lo que se trata es tan sólo de construir un cálculo destinado a dar cuenta de las apariencias, ¿por qué restringir la construcción del modelo con principios cuya legitimidad escapa precisamente a las apariencias?

A este respecto, el testimonio de Rheticus, el único discípulo que Copérnico tuvo durante su vida, es muy significativo. En efecto, en la “*Narratio Prima*”, obra que Rheticus escribió para introducir los grandes descubrimientos de su maestro, preparando así el camino para la publicación de la obra mayor de Copérnico, es manifiesto el contexto cosmológico desde donde se rechazan los movimientos no uniformes:

“Como la mayor parte de los descubrimientos de los antiguos, estos dispositivos fueron todos inventados con mucha ingeniosidad, y ellos están muy de acuerdo con los movimientos y las apariencias, a condición de admitir que los orbes celestes se mueven desigualmente alrededor de sus propios centros, lo que evidentemente repugna a la naturaleza...” (6).

De acuerdo con Rheticus, entonces, una astronomía no puede establecer los movimientos de los orbes sólo con arreglo a las exigencias del cálculo: es preciso respetar los principios cosmológicos:

“... en las hipótesis de mi maestro, que toman, como se ha dicho, el orbe de las estrellas como límite, cada orbe planetario se mueve uniformemente con el movimiento propio que le ha atribuido la naturaleza” (7).

Por este camino llegamos a comprender uno de los motivos principales de la revolución copernicana: Copérnico se rebela contra Ptolomeo por la violación que el más grande de los astrónomos de la antigüedad había hecho del principio del movimiento circular uniforme. Con la introducción del ecuantos, dispositivo que, de hecho, imponía al planeta un movimiento no uniforme con relación al centro de su órbita, Ptolomeo había logrado ciertamente la economía de algunos círculos, pero, a los ojos de Copérnico, tales movimientos irregulares no podían existir verdaderamente en el Cielo. Nuestro astrónomo se

4. COPERNICO, N. *De Revolutionibus...*, p. 41.

5. COPERNICO, N. *Commentariolus*. Versión francesa pp. 71-72, versión española pp. 25-26.

6. RHETICUS, G. J. *Narratio Prima*. Traducción francesa de H. Hugonnard-Roche y J. P. Verdet. (En: *Introductions à l'Astronomie de Copernic*, p. 151). La versión española de los pasajes transcritos es nuestra.

7. *Ibid.*, p. 133.

propone construir, entonces, un nuevo sistema capaz de responder al mismo tiempo a las exigencias propiamente astronómicas de cálculo y previsión, y a las exigencias cosmológicas de explicación y verosimilitud físicas.

Por paradójico que ello pueda parecer, es luchando por la reintroducción de un principio tan antiguo como la astronomía misma como Copérnico ha iniciado su revolución.

2. EL DEBATE CON LA ASTRONOMÍA PTOLEMAICA

Pasemos ahora al análisis de la nueva teoría heliocéntrica y preguntémosnos, sobre todo con relación a la astronomía ptolemaica que Copérnico se propone reemplazar, cuáles son las ventajas del nuevo ordenamiento de los movimientos celestes propuesto por el astrónomo polaco.

Para este análisis, bien podemos utilizar los mismos criterios que empleara Copérnico en el examen de las astronomías que le precedieron: el rigor y la exactitud del cálculo en la previsión de los movimientos de los astros, y la capacidad de explicación de los fenómenos celestes.

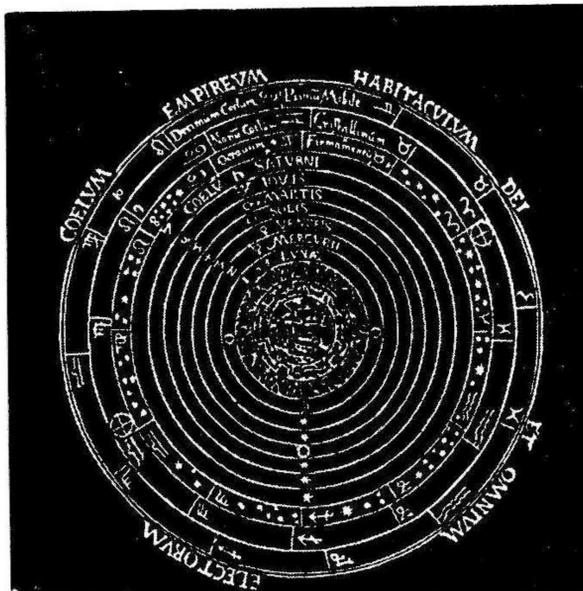
Desde el punto de vista estrictamente astronómico, es preciso reconocer que la astronomía de Copérnico no aporta un progreso substancial en la predicción de los movimientos de los astros. Y no podía ser de otra manera puesto que las observaciones sobre las que se apoya la nueva teoría heliocéntrica son prácticamente las mismas que servirían de base a la astronomía ptolemaica⁽⁸⁾. A este respecto, es bien

8. Citemos para ilustrar el testimonio de algunos historiadores de la obra copernicana:

— E. F. APELT (*Die Reformation der Sternkunde*, Jena, 1852, p. 150): "Si se pregunta: ¿qué ventajas prácticas ha obtenido la astronomía del sistema de Copérnico? Debemos responder: en lo inmediato, absolutamente ninguna. El sistema de Copérnico, tal como sale de las manos de su autor, no está más de acuerdo con el Cielo que el de Ptolomeo". (Citado por Koyré, A. *La Révolution Astronomique*, París, Hermann, 1974, p. 83).

sabido que Copérnico no fue un astrónomo práctico cuyas diligentes y sistemáticas observaciones estuviesen en el punto de partida de su nueva conceptualización sobre los movimientos celestes.

Hemos de recordar, además, que la verdadera revolución astronómica se llevará a cabo sólo con Johann Kepler, quien, copernicano convencido, se verá no obstante obligado a abandonar los cálculos propuestos por Copérnico y el principio sobre el cual estaban fundados: la uniformidad y la circularidad del movimiento⁽⁹⁾. Sólo al precio de este abandono podrá Kepler formular las famosas leyes que llevan su nombre y que constituirán, ahora sí, el fundamento de la nueva astronomía.



Esta dificultad para determinar una clara superioridad del sistema copernicano sobre la astronomía ptolemaica se acrecienta cuando examinamos desde el punto de vista estrictamente técnico, la pretensión copernicana de haber fundado una astronomía cuya simplicidad con-

— A. KOYRE (*La Révolution Astronomique*, p. 24): "El sistema copernicano está construido sobre datos antiguos, principalmente sobre los de Ptolomeo, mucho más que sobre datos nuevos. Por ello, su sistema —nueva interpretación de los datos de la observación— al menos en lo que hace relación al cálculo

trastaba con la complicación propia del sistema ptolemaico. A este respecto es preciso decir que los dispositivos geométricos de Copérnico no sólo son los mismos que los de Ptolomeo —con excepción, claro está, del famoso ecuante— sino que su astronomía cuenta con tantos o más círculos que la ptolemaica.

Es este el contexto que nos permite comprender por qué muchos astrónomos se opusieron a la implantación de la nueva teoría heliocéntrica: su oposición no estaba ex-

de los fenómenos observables, no está mucho más de acuerdo con éstos que el de Ptolomeo".

— Finalmente, en un artículo reciente y penetrante, J. P. VERDET confirma las afirmaciones que acabamos de citar. Al describir en efecto, los "tres componentes" fundamentales del "De Revolutionibus...", el mencionado autor dice: "Una cosmología totalmente nueva sobre la cual volveremos; una herramienta matemática rigurosamente idéntica a la de sus predecesores; una astronomía práctica que no es ni más ni menos eficaz que la de Ptolomeo, y donde abundan, en efecto, a nivel operatorio, los egipcios, las excéntricas y los epiciclos de epiciclos. Tantos, o quizás más, que en la astronomía práctica de Ptolomeo". (El artículo de J. P. Verdet sobre Copérnico se encuentra en la nueva edición —1985— de la "Encyclopédie Universalis", Tomo V, pp. 483-486).

(Las traducciones de los textos de *La Révolution Astronomique* y del artículo de J. P. Verdet son nuestras).

9. La existencia tan efímera del sistema de cálculo propuesto por Copérnico no debe conducirnos a menospreciarlo. Desde el punto de vista histórico, dicho sistema tuvo una importancia decisiva: en efecto, fue sólo en la medida en que Copérnico construyó una astronomía propiamente dicha, es decir, un sistema de cálculo del movimiento planetario, como el heliocentrismo pudo ser considerado como una base nueva para la reforma de la astronomía. He ahí toda la distancia que separa el heliocentrismo de Copérnico del heliocentrismo de Aristarco de Samos.

clusivamente basada, como con tanta frecuencia se dice, en argumentos de sentido común o en motivaciones religiosas o teológicas. A sus ojos, las ventajas astronómicas del copernicanismo no eran de una magnitud tal que justificasen los graves problemas cósmicos que el heliocentrismo introducía: la propuesta de un movimiento terrestre sin ninguna justificación propiamente física, y las dimensiones excesivamente grandes del universo copernicano, dimensiones a las que Copérnico se vio precisado a recurrir para explicar la ausencia de la paralaje estelar.

Es también ésta la perspectiva a partir de la cual, en la actualidad, algunos historiadores de las ciencias, adversarios decididos del astrónomo polaco, han resuelto protestar por el lugar preeminente y la función tan elevada que la historia ha otorgado a Copérnico. Puesto inmerecido de un hombre que —siempre desde la perspectiva de los mencionados historiadores— desencadenó sin saberlo una revolución cuya magnitud supera en mucho los estrechos límites de su reducida obra.

El propio Copérnico habría sido el primero, según esta interpretación, en comprobar su fracaso: a medida que su obra se desarrollaba, la inexactitud de los cálculos y la complicación del sistema eran evidentes. Indudablemente, Copérnico no podía cumplir las promesas que anunciaba con orgullo desde las primeras líneas de su obra fundamental. Testimonio de todo ello, concluyen los historiadores cuya interpretación comentamos, es el carácter de inconclusión del “*De Revolutionibus...*”: hasta ese punto el autor mismo se sentía desilusionado de su propia obra⁽¹⁰⁾.

Pero si hemos reconstruido el contexto que nos permite comprender, tanto en el pasado como en el presente, la oposición de que ha sido objeto la obra de Copérnico, ello no quiere decir que compartamos irrestrictamente semejantes juicios. La obra de Copérnico debe ser juzgada, también y sobre todo, desde el segundo de los criterios que más arriba enunciábamos: el de su capacidad para alcanzar una explicación y una representación de la estructura real del universo.

Desde el punto de vista histórico, la prioridad de esta perspectiva cosmológica es manifiesta: que el heliocentrismo permitiese una reconstrucción más adecuada de las trayectorias reales de los cuerpos celestes era no sólo uno de los motivos esenciales que impulsó a Copérnico a proponer su nueva conceptualización, sino que fue, de hecho, la convicción central que desencadenó la revolución científica de los siglos XVI y XVII. Testimonio de ello es el copernicanismo de Johann Kepler y de Galileo Galilei, copernicanismo que llevó al primero a la construcción de una astronomía causal, y al segundo a la elaboración de una nueva física capaz de responder a las objeciones contra el movimiento terrestre.

Hemos dicho ya que con la proposición de los célebres ecuantos, Ptolomeo introdujo, de hecho, movimientos que eran físicamente imposibles en el cielo. Fue así como su obra consagró la separación de la astronomía y la cosmología: en adelante, los astrónomos ptolemaicos serán sólo “astrónomos-matemáticos”, es decir, estarán únicamente interesados en la exactitud del cálculo, en tanto que serán los “astrónomos-cosmólogos” quienes se interesarán, también, por alcanzar una explicación racional de las trayectorias reales de los cuerpos celestes.

Copérnico se propone precisamente la unificación de la astronomía y la física bajo la forma de una astronomía cosmológica. Es por ello por lo que la reinstauración del principio del movimiento circular uniforme es imperativa: sólo así el modelo astronómico podrá reclamar una verosimilitud física, real.

Ahora bien, es sólo desde esta perspectiva cosmológica desde donde podemos comprender toda la fecundidad del concepto más revolucionario de la obra de Copérnico, el concepto de una Tierra planetaria. He ahí el instrumento teórico capaz de producir una relativización profunda de las apariencias. El movimiento de la Tierra, que no podía provenir de las apariencias —antes bien, en nombre de ellas había sido siempre rechazado— instaura en efecto la posibilidad de que el mundo sea como no aparece: liberados por fin del imperio de los fenómenos, en cuyo seno era imposible escapar a las irregularidades y anomalías del Cielo, será en adelante en el dominio de lo teórico donde se intentará la reconstrucción del orden y la armonía del universo.

Y es justamente este orden y esta armonía lo que constituye el aporte más significativo y original de la nueva teoría heliocéntrica. Mencionemos, a este propósito, algunos de los casos más sobresalientes donde se pone de manifiesto este rasgo fundamental de la astronomía copernicana.

En primer lugar debemos referirnos a las retrogradaciones planetarias. Todo el mundo sabe que este fenómeno irregular constituía, desde los tiempos más remotos, uno de los problemas esenciales de la investigación astronómica. En su movimiento anual a través de las estrellas, los planetas no parecen estar dotados de un movimiento circular y uniforme: en ocasiones, su movimiento normal hacia el este comienza a perder velocidad hasta detenerse por completo; luego, su movimiento se reinicia pero esta vez la dirección es hacia el oeste; finalmente, este movimiento también se termina y el planeta recobra la dirección normal de su órbita anual.

Esta célebre anomalía constituyó un verdadero desafío para los astrónomos más ingeniosos de la antigüedad. Ya vimos cómo frente a ella fracasó el sistema de las esferas homocéntricas. En cambio, lo vimos también, Ptolomeo demostró

10. En primera línea de tales historiadores no vacilamos en citar a Arthur KOESTLER (*Los Sonámbulos*). Ensayo sobre la historia de las concepciones del universo. Traducción de A. L. Bixio, Buenos Aires, Eudeba, 1963). Este autor tiene ciertamente razón cuando sostiene que Copérnico no pudo realizar su proyecto inicial: la construcción de un sistema más simple que el de Ptolomeo. A este respecto, los resultados efectivos a los que llegó el largo y difícil trabajo astronómico de Copérnico son ciertamente desalentadores, como lo afirma Koestler. Sin embargo, creemos que el escritor húngaro se equivoca cuando desconoce, a partir de una tal consideración, la profunda significación cosmológica de la obra de Copérnico. No puede olvidarse que es a partir del trastorno cósmico introducido por Copérnico como la revolución científica de los siglos XVI y XVII se ha desencadenado. Es lo que muy bien expresa J. P. Verdet en el artículo que ya hemos citado: “Los juicios y las opciones de un Galileo y de un Kepler pesan más en la balanza que las argucias de los contadores de epiciclos!” (p. 485).

todo su genio de geómetra y astrónomo al concebir una serie de círculos —deferentes, epiciclos, excéntricas, etc.— cuyos movimientos combinados fuesen capaces de reducir la aparente anarquía de los movimientos planetarios a una combinación de movimientos circulares uniformes.

Ahora bien, la originalidad del planteamiento copernicano consiste en demostrar que las retrogradaciones planetarias son simplemente una apariencia, una apariencia en el sentido epistemológico, es decir, un fenómeno que no existe verdaderamente como tal. Todos los planetas, nos dice Copérnico, tienen órbitas circulares en torno al sol y la retrogradación es sólo el resultado de una observación que se hace desde una Tierra en movimiento. Copérnico comprueba, en efecto, que la retrogradación de los planetas superiores —Marte, Júpiter y Saturno— es debida sólo al hecho de que la Tierra —cuyo período orbital es menor— alcanza y sobrepasa en su movimiento anual los mencionados planetas; asimismo, la retrogradación de los planetas inferiores —Venus y Mercurio— es la consecuencia del hecho de que la Tierra —cuyo período orbital es mayor— es alcanzada y sobrepasada por estos dos planetas.

De esta manera, Copérnico expulsa de la naturaleza las grandes irregularidades planetarias, con lo que su universo alcanza una simplicidad y una armonía que es imposible encontrar en las astronomías anteriores.

Es lo que nos dice el capítulo IX del Libro I del “*De Revolutionibus...*” cuando, al introducir el movimiento anual de la Tierra, subraya su principal consecuencia:

“...y se observaría que las estaciones, retrogresiones y progresiones de los planetas no son debidas a un movimiento de los planetas mismos, sino al movimiento de la Tierra. movimiento que las apariencias le quitan a esta última” (11).

Comprobamos así el inmenso poder explicativo de una astronomía fundada en una Tierra planetaria,

poder al que Rheticus no vacila en atribuirle una procedencia divina:

“Y es seguramente algo divino el que la explicación cierta de los fenómenos celestes deba depender sólo de los movimientos regulares y uniformes de la Tierra” (12).

El segundo caso que referiremos tiene que ver con la distribución de los planetas, y en general de los astros, en el Cielo. Recordemos que tanto Ptolomeo como Copérnico, aplicaban el principio de orden enunciado por Aristóteles: un planeta está tanto más cerca del centro cuanto menor sea su período orbital.

PTOLEMAEVS.



COPERNICVS,

Ahora bien, mientras que la observancia estricta de este principio permitía a Copérnico una distribución inequívoca de los astros en el Cielo, la astronomía ptolemaica tenía serias dificultades para una explicación verdaderamente general del mencionado principio.

Ptolomeo asigna, por ejemplo, el mismo período orbital al Sol, a Venus y a Mercurio (un año, es de-

cir, la proyección en el Cielo del movimiento orbital de la tierra) con lo que se hace imposible su ubicación exacta en el espacio celeste; además, en Ptolomeo, la esfera de las estrellas fijas es la más rápida (gira una vez cada 24 horas) y sin embargo está ubicada en el lugar más alto del cielo, más allá de la esfera de Saturno.

El heliocentrismo suprime tales incongruencias: el intercambio de posiciones entre el Sol y la Tierra permite asignar a esta última su verdadero período orbital (un año); con ello, el modelo copernicano está en capacidad de calcular el período de Mercurio (88 días) y de Venus (225 días) fijando así sus posiciones respectivas en el Cielo. Además, dado que el movimiento de la esfera estelar es una proyección en el Cielo del movimiento de rotación de la Tierra, la inmovilidad propia de esta esfera permite asignarle, esta vez sí con toda coherencia, el lugar más alto en el Cielo, después del planeta más lento que es Saturno.

La perfección que se sigue de un universo regido sin limitaciones por un tal principio de orden bien expresa para Copérnico las características propias de la obra del “mejor y supremo arquitecto” (13), “del mejor y más perfecto de los artistas” (14).

Anotemos además, que aún si Ptolomeo aplicaba, con las limitaciones que acabamos de enunciar, el principio aristotélico de la correspondencia entre el período y la distancia para determinar el orden de los planetas, la geometría de su modelo no proporcionaba ningún fundamento técnico a este principio. Su astronomía sólo exigía, en efecto, una relación entre las dimensiones de los círculos de cada astro y no una relación que vinculase las dimensiones de las órbitas de los distintos planetas entre sí. En consecuencia, el lugar de cada planeta en el universo no podía ser fijado con argumentos astronómicos.

En cambio, el modelo copernicano puede establecer, sobre bases astronómicas, el orden de los planetas. En efecto, una vez que se ha

11. COPERNICO N. *De Revolutionibus...*, p. 102.

12. RHETICUS, G. J. *Narratio Prima*, p. 122.

13. COPERNICO, N. *De Revolutionibus...*, p. 118.

14. *Ibid.*, p. 43.

determinado directamente la distancia Tierra-Sol —lo que puede hacerse también en Ptolomeo— la geometría del modelo copernicano permite el cálculo de las distancias de todos los planetas —lo que no puede hacerse en Ptolomeo. Es así como el lugar de cada planeta es fijado a través de una técnica astronómica precisa⁽¹⁵⁾.

Además, dado que la distancia Tierra-Sol es la base sobre la cual se calcula la distancia de cada planeta, es evidente que no puede cambiarse ninguna distancia sin introducir una perturbación general. En este sentido el modelo copernicano es un sistema, el primer sistema astronómico del universo.

Ahora comprendemos uno de los pasajes esenciales de la “Carta-Prefacio” al Papa, donde Copérnico enuncia lúcidamente los principales resultados de sus esfuerzos:

“Es así como habiendo establecido los movimientos que más adelante atribuyo a la Tierra, encontré finalmente, a través de numerosas y prolongadas observaciones, que si los movimientos de los planetas fuesen referidos al movimiento orbital de la Tierra y que si éste fuese tomado como base de la revolución de cada uno de los astros, no solamente se deducían los movimientos aparentes de éstos, sino inclusive el orden y las dimensiones de todos los astros y orbes, de tal manera que se encontraba en el Cielo mismo una conexión tal que en ninguna de sus partes nada podía alterarse sin que se siguiese una confusión de todas las otras y del universo entero”⁽¹⁶⁾.

Refirámonos en tercer lugar, y finalmente, a un fenómeno bien conocido desde la antigüedad y que motivó precisamente la división que Ptolomeo establecía entre los planetas llamados superiores y los inferiores.

Cuando se consideran los movimientos planetarios con relación al Sol se asiste a un fenómeno muy

curioso: ciertos planetas —Marte, Júpiter y Saturno— manifiestan una total libertad de movimientos con relación al Sol; en ocasiones están muy cerca de él y se dice que están en la conjunción; en ocasiones están muy lejos y se dice que están en la oposición; en cambio, otros planetas —Venus y Mercurio— no gozan de esta misma libertad y están siempre obligados a permanecer muy cerca del Sol.

Ptolomeo observó claramente esta apariencia y fue ella la que determinó que colocase precisamente al Sol entre los planetas que llamó superiores por la libertad que exhibían con respecto al Sol, y aquellos que llamó inferiores por la dependencia que manifestaban frente a este último.

Muy otra es, por el contrario, la situación en el universo heliocéntrico. Una vez más, Copérnico nos dice que todos los planetas giran circularmente en torno al Sol, manifestando con ello la misma libertad —o la misma dependencia— con respecto a él. Sólo que, una vez más, los fenómenos de conjunción y oposición son relativos al observador que se encuentra en una Tierra planetaria. Es así como el fenómeno de la oposición sólo se da cuando la Tierra se encuentra entre el Sol y el planeta en cuestión. Ahora bien, como las órbitas de Venus y Mercurio están comprendidas por la órbita de la Tierra, es evidente que estos planetas nunca podrán estar en oposición con el Sol.

Estos tres ejemplos, aparte de otros cuyo tratamiento omitimos en aras de la brevedad, nos permiten comprender dónde estriba la superioridad de la astronomía heliocéntrica sobre la concepción ptolemaica. Copérnico ofrece una explicación de las apariencias, una alternativa teórica capaz de imponer orden en el desorden de los fenómenos. Un mundo nuevo surge, armónico, simple y coherente, características que contrastan evidentemente con lo que había llegado a ser el universo ptolemaico: complicado, incoherente y plagado de anomalías.

Es lo que ha subrayado magistralmente Alexandre Koyré al sostener que la especificidad de la obra copernicana reside sin lugar a dudas en su alcance cosmológico:

“Pero no es en la disminución del número de los movimientos celestes (y de los círculos que les corresponden) en lo que consis-

te la gran superioridad del sistema de Copérnico sobre el de Ptolomeo: es en su uniformidad, regularidad, sistematización; en la explicación de la irregularidad de los movimientos aparentes, con sus estaciones, retrogresiones y progresiones, como un efecto de perspectiva debido al movimiento del observador mismo; en el rechazo de estas irregularidades, en la irrealdad de las puras apariencias, ilusiones ópticas; en la substitución de los mundos incoherentes de Aristóteles y Ptolomeo por una realidad mucho más sistemática y mucho mejor ordenada”⁽¹⁷⁾.

Es justamente este aspecto el que seduce el pensamiento del joven Kepler, ya desde la época temprana en que el astrónomo alemán escribiera el “*Mysterium Cosmographicum*”. Kepler se declara allí, en efecto, y desde las primeras páginas, como un copernicano convencido a causa del poder explicativo de la teoría heliocéntrica⁽¹⁸⁾.

No basta, a los ojos del autor de las famosas leyes del movimiento planetario, con dar cuenta de las apariencias como lo ha hecho la tradición ptolemaica. Es preciso impulsar la investigación mucho más allá, hacia la construcción de una astronomía causal capaz de descubrir, por encima de los fenómenos, los mecanismos reales que gobier-

17. KOYRE, A. *La Révolution Astronomique*, pp. 51-53.

Es pues esta vía cosmológica la que nos permite comprender las insistentes afirmaciones, tanto de Copérnico como de Rheticus, según las cuales el heliocentrismo permitía una explicación más simple de las apariencias celestes. En lo que se refiere a la estructura fundamental del universo, tales afirmaciones son plenamente justificadas: las grandes irregularidades planetarias son expulsadas gracias al concepto de una Tierra planetaria.

Sin embargo, en lo que se refiere a los detalles del mecanismo cósmico, hemos de seguir reconociendo que el sistema copernicano no es más simple que el de Ptolomeo.

18. KEPLER, Johann. *Mysterium Cosmographicum*. (Traducción francesa de A. Segonds, París, Les Belles Lettres, 1984). Cfr. sobre todo el primer capítulo, pp. 31-47.

15. Cfr. KOYRE, A. *La Révolution Astronomique*, pp. 106-107; KUHN, Th. S. *La Revolución Copernicana*. (Barcelona, Ariel, 1978), pp. 232-235.

16. COPERNICO, N. *De Revolutionibus...*, pp. 45-46.

nan los movimientos de los cuerpos celestes.

En este sentido —todavía según Kepler— Ptolomeo debió atenerse siempre a las apariencias y éstas constituyeron para él el límite de su conocimiento. Fue por ello por lo que nunca pudo cuestionar radicalmente las anomalías e irregularidades que contemplaba en el Cielo. No ocurre lo mismo con Copérnico para quien las apariencias están lejos de constituir la norma y la medida única de su astronomía. El movimiento terrestre permitió la elaboración de una explicación teórica, racional, que fue capaz de instaurar, según la propia expresión de Kepler, la inteligibilidad en el espacio mismo donde antes nos limitábamos a la contemplación y al asombro.

En suma, Copérnico logra reconstruir, en la interpretación kepleriana, la realidad misma, de la que Ptolomeo tan sólo había alcanzado la apariencia.

3. EL DEBATE CON EL EMPIRISMO

El poder explicativo de la nueva teoría heliocéntrica, poder que hemos considerado como su rasgo distintivo y fundamental, establece claramente la prioridad de las elaboraciones teóricas en el interior del trabajo astronómico de Copérnico.

Esta decisiva preeminencia de la teoría se encuentra nuevamente puesta en evidencia cuando Copérnico discute los dogmas cosmológicos fundamentales de la astronomía geocéntrica: la inmovilidad de la Tierra y su lugar central en el universo.

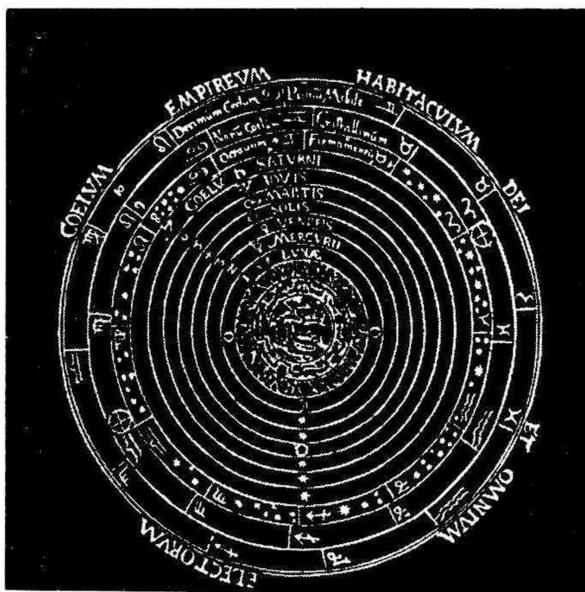
Todo el esfuerzo de Copérnico a lo largo de este debate, planteado en los capítulos V y VI del Libro I del “De Revolutionibus...”, se centra en demostrar la absoluta incapacidad de las apariencias para determinar inequívocamente las hipótesis cosmológicas esenciales que subyacen a todo cálculo astronómico, es decir, indeterminación allí donde se había creído siempre que los fenómenos proporcionaban una respuesta tan evidente como definitiva.

Veamos la argumentación copernicana en su detalle.

En el capítulo V del Libro I del “De Revolutionibus...”, Copérnico comienza a introducir el movimiento de la Tierra. Ahora bien, a este propósito lo primero que Copérnico menciona es la relatividad óptica del movimiento.

“Todo movimiento local aparente proviene sea del movimiento de la cosa vista, sea del movimiento del observador, sea del movimiento desigual de los dos. Porque cuando los móviles —quiero decir: el observador y el objeto visto— están animados de un movimiento igual, el movimiento no es percibido”⁽¹⁹⁾.

Pero, ¿por qué razón Copérnico menciona un principio tan conocido tanto en la antigüedad como en su época? Precisamente para de-



mostrar que la decisión sobre la realidad del movimiento de ninguna manera pertenece a las apariencias:

“Así pues, si algún movimiento perteneciese a la Tierra, éste aparecería en todas las cosas que le son exteriores, como si ellas se moviesen con la misma velocidad pero en sentido contrario”⁽²⁰⁾.

19. COPERNICO, N. *De Revolutionibus...*, p. 73. Se encuentra la misma mención en RHETICUS. G. J. *Narratio Prima*, p. 130.

20. COPERNICO, N. *De Revolutionibus...*, pp. 73-74.

21. *Ibid.*, pp. 78-79.

Ello indica que el argumento observacional no conduce necesariamente a la inmovilidad de la Tierra, puesto que si ésta se moviese, las apariencias celestes serían exactamente las mismas. Entonces, si los fenómenos confirman tanto la hipótesis geocéntrica como la hipótesis heliocéntrica, es evidente que la decisión sobre el movimiento terrestre pertenece a una investigación teórica.

Encontramos un procedimiento similar en el capítulo siguiente, el capítulo VI, donde se trata de establecer el lugar de la Tierra en el universo. Una vez más, Copérnico intenta probar que las apariencias no constituyen un instrumento capaz de proporcionar una respuesta incontestable a la cuestión planteada.

En dos palabras, el argumento propuesto es el siguiente: del hecho de que nuestro horizonte corte en dos mitades la esfera celeste, se ha deducido siempre la posición central de la Tierra.

Para Copérnico, por el contrario, este hecho incontestable indica simplemente —y de un modo incontestable, también— que las dimensiones de la Tierra no son considerables con relación a las dimensiones de la esfera celeste, puesto que si lo fueran, nuestra posición en la superficie de la Tierra impediría que nuestro horizonte —cualquiera que fuese el lugar de la Tierra— cortase en dos mitades la esfera celeste.

Una vez aclarado este aspecto capital de la cuestión, hénos aquí en la misma posición que antes: las apariencias no pueden determinar categóricamente si la Tierra se encuentra en el centro del universo o en un lugar próximo a él; en los dos casos el fenómeno percibido sería el mismo.

Es la verdadera conclusión que Copérnico enuncia, en el mencionado capítulo, a partir del hecho que estamos comentando:

“El hecho de que esta gran masa que es la Tierra no pueda compararse en modo alguno con la inmensidad del Cielo puede comprenderse a partir de lo que sigue. En efecto, los círculos divisorios cortan toda la esfera celestial en dos mitades, lo cual no podría suceder si las dimensiones de la Tierra en comparación con el Cielo, o si su distancia con respecto al centro del mundo, fuesen considerables”⁽²¹⁾.

Descartando, pues, las apariencias, el universo de la teoría llegaba a ser el verdadero dominio donde se debían plantear los debates decisivos de la nueva astronomía.

Como lo dice Koyré:

“...la grandeza de Copérnico, así como se lo ha reconocido desde hace mucho tiempo, no consiste en el aporte de hechos nuevos, sino en la concepción y el desarrollo de una nueva teoría”⁽²²⁾.

4. LA NUEVA ‘FÍSICA-GEOMÉTRICA’ QUE SE ATRIBUYE A COPERNICO

Hemos defendido hasta aquí la interpretación cosmológica de la obra de Copérnico. Sin embargo, nos parece que sobre esta vía algunos historiadores han ido demasiado lejos al atribuir a Copérnico la elaboración de una física nueva capaz de sostener las opciones cosmológicas fundamentales de su nueva astronomía.

Nos referimos concretamente a la interpretación de Alexandre Koyré, interpretación según la cual el Libro I del “*De Revolutionibus...*” permite afirmar que Copérnico había concebido una física nueva y original, muy diferente de la física antigua, verdadera dinámica que el historiador mencionado denomina “Física-Geométrica”.

Alexandre Koyré afirma, en efecto, que Copérnico ha geometrizado la naturaleza por el hecho de que su física proporciona una explicación del movimiento circular a partir de la forma esférica de los cuerpos.

Es por ello por lo que la física de Copérnico es propuesta como una “Física-Geométrica”: la esfericidad de un cuerpo es una causa suficiente de su movimiento circular. La forma geométrica llega a ser una explicación dinámica: el movimiento circular pertenece naturalmente a los cuerpos redondos⁽²³⁾.

De esta manera, según Koyré, la física copernicana, sin ser moderna, no puede ser reducida a la física peripatética: esta última, en efecto, explica el movimiento a partir de la naturaleza de los cuerpos, rectilíneo para los cuerpos sublunares, circular para los cuerpos celestes. Según Copérnico, en cambio, el movimiento no responde a la forma substancial de los cuerpos sino a la forma geométrica: el movimiento circular es natural porque se sigue de la forma esférica de los cuerpos:

“Si los cuerpos celestes giran sobre sí mismos no es porque tengan una naturaleza específica sino simplemente porque son esféricos”⁽²⁴⁾.

Son pues las propiedades dinámicas de la forma geométrica las que permiten a Koyré concluir:

“...la geometrización de su pensamiento es suficientemente fuerte y profunda como para transformar sensiblemente la noción aristotélica de forma misma. Así, cuando la física medieval y clásica se refiere a las ‘formas’, tiene en mente, generalmente, las formas sustanciales. Copérnico, en cambio, piensa en la forma geométrica”⁽²⁵⁾.

Ahora bien, si tanto la Tierra claramente que la “Física-Geométrica” los planetas (o los orbes que los transportan) son redondos, se sigue que acabamos de caracterizar constituye la justificación dinámica tanto de la adhesión copernicana al principio del movimiento circular uniforme como de su concepto revolucionario de una Tierra en movimiento. Además, el hecho de proporcionar una misma explicación para el movimiento de los planetas y la Tierra muestra hasta qué punto Copérnico estaba empeñado en la unificación del mundo y de sus leyes, proyecto esencial de la revolución científica de los siglos XVI y XVII.

Es teniendo en cuenta este papel tan central y decisivo que la “Física-Geométrica” desempeña en la interpretación cosmológica de Koyré por lo que nos parece pertinente su análisis crítico.

El libro I del “*De Revolutionibus...*” presenta tres pasajes relativos a la “Física-Geométrica”.

El primer texto se encuentra al comienzo del capítulo IV, capítulo destinado a mostrar que el movimiento de los cuerpos celestes es uniforme y circular. El texto dice:

“Vamos a recordar ahora que el movimiento de los cuerpos celestes es circular. En efecto, es propio de la esfera moverse circularmente; por este acto, en tanto que ella se mueve uniformemente, expresa su forma, la del cuerpo más simple donde no puede encontrarse comienzo ni fin, ni distinguirse el uno del otro”⁽²⁶⁾.

Es claro, entonces, que a propósito de la explicación del movimiento de los cuerpos celestes, Copérnico establece efectivamente un nexo entre la geometría y la física.

El segundo texto se encuentra al comienzo del capítulo V, capítulo en el cual Copérnico se pregunta si un movimiento circular conviene a la Tierra:

“Hemos demostrado ya que la Tierra tiene la forma de una esfera; estimo que es necesario examinar ahora si un movimiento se sigue igualmente de su forma, y cuál es el lugar que le pertenece en el universo”⁽²⁷⁾.

Este texto es coherente con la lógica del texto precedente: si los cuerpos celestes giran porque son esféricos, no deberíamos atribuir este mismo movimiento a la Tierra como consecuencia de su esfericidad? Y en el contexto del capítulo V, la respuesta a esta pregunta es indudable: no olvidemos que a todo lo largo de este capítulo de lo que se trata es de introducir prudentemente el movimiento de la Tierra.

El tercer texto, finalmente, hace parte del capítulo VIII, capítulo en el que Copérnico intenta refutar las objeciones aristotélicas contra el movimiento de la Tierra, objeciones que habían sido presentadas en el capítulo precedente. El texto dice:

“Pero dejemos a los filósofos la discusión acerca de si el mundo es finito o infinito, y tengamos por seguro el hecho de que la Tie-

22. KOYRE, A. *La Révolution Astronomique*, p. 24.

23. *Ibid.*, p. 62.

24. *Ibid.*

25. *Ibid.*, p. 61.

26. COPERNICO, N. *De Revolutionibus...*, pp. 67-68.

27. *Ibid.*, p. 72.

rra, entre sus polos, está limitada por una superficie esférica. ¿Por qué, entonces, continuamos dudando en otorgarle el movimiento correspondiente por naturaleza a su forma, antes que estremecer el mundo entero, cuyos límites ignoramos y no podemos llegar a conocer?”⁽²⁸⁾.

He aquí una crítica directa a la astronomía ptolemaica con base en la “Física-Geométrica”. Según Copérnico, en efecto, el movimiento circular debe atribuirse a la Tierra y no al universo en su conjunto, puesto que nuestra certeza sobre la esfericidad de la Tierra contrasta con la total incertidumbre en que nos encontramos respecto a la forma geométrica que el universo pudiera tener.

Estos tres textos confirman la existencia de una relación entre la física y la geometría en Copérnico. En este sentido, debe reconocerse que la argumentación de Koyré se apoya sobre afirmaciones expresas del astrónomo polaco.

Sin embargo, nos parece que sobre la base de los tres textos mencionados, la interpretación de Alexandre Koyré ha ido demasiado lejos al construir toda una doctrina física perfectamente acabada y sistematizada, y en nombre de la cual se separa radicalmente la física copernicana de la dinámica aristotélica.

Nos parece que una tal interpretación sobrepasa el Libro I del “De Revolutionibus...” en la medida en que este texto no presenta una física completamente homogénea y definida. El conjunto del Libro no proporciona a este respecto una respuesta exenta de toda ambigüedad.

Es lo que procuraremos demostrar analizando brevemente la polémica de Copérnico con la física aristotélica⁽²⁹⁾.

28. Ibid., p. 922.

29. Aprovechemos la ocasión para subrayar la importancia de que Copérnico se vea obligado a enfrentar la física de Aristóteles y, concretamente, las objeciones contra el movimiento terrestre. En lo que se refiere a la tesis central de este artículo, ello indica que Copérnico estaba convencido de que su sistema astronómico constituía una representación de la verdadera estructura del universo real.

La discusión que Copérnico plantea a propósito de la dinámica aristotélica no es homogénea: la heterogeneidad es manifiesta. En efecto, por una parte, el debate que Copérnico propone no se desarrolla en el interior de la física aristotélica respetando las categorías y los conceptos establecidos por el filósofo griego; pero, por otra parte, Copérnico no acierta tampoco ni a salir de la dinámica que quiere criticar ni a fundar una física completamente nueva.

La polémica sobre el movimiento de rotación de la Tierra nos proporcionará la prueba de ello.

PTOLEMAEVS.



COPERNICVS,

Es lo que muy bien expresa el profesor Edward ROSEN en la Introducción a las traducciones francesas del *Commentariolus* de Copérnico y la *Narratio Prima* de Rheticus: “Para Copérnico, la doctrina del movimiento de la Tierra, que él consideraba como la principal innovación aportada por su sistema, era verdadera. El movimiento de la Tierra era una realidad física... Copérnico fundamentó esta tesis refutando largamente las objeciones tradicionales al movimiento de la Tierra”. (*Introductions à l'Astronomie de Copernic*, pp. 44-45).

En el capítulo VII del “De Revolutionibus...” se presentan las razones que han tenido los antiguos para concebir la inmovilidad de la Tierra. Es allí donde Copérnico recuerda la objeción ptolemaica contra el movimiento de rotación de la Tierra: la velocidad tan grande de un tal movimiento produciría una verdadera dispersión de la Tierra; los seres animados y las cosas que se encuentran en la superficie no podrían conservar su posición. Además, los fenómenos cotidianos relativos a los cuerpos situados por encima de la Tierra —los cuerpos que caen, las nubes, el aire, etc.— se producirían de una forma muy diferente.

En el capítulo VIII, Copérnico intenta una respuesta a este problema y para ello plantea una pregunta que parece muy lógica y muy pertinente:

“Pero, ¿por qué no temió (Ptolomeo) que ello sucediera aún en mayor grado con el mundo, cuyo movimiento ha de ser tanto más veloz cuanto es mayor el Cielo que la Tierra?”⁽³⁰⁾.

Esta pregunta demuestra que Copérnico no respeta el contexto en el cual Ptolomeo —es decir, Aristóteles— había presentado la objeción en cuestión. En efecto, la física aristotélica no aplica el mismo razonamiento al mundo sublunar y al mundo supralunar: se sabe muy

A este respecto, permítasenos decirlo finalmente, nada más falso que la presentación que hace el editor de la obra mayor de Copérnico, Andreas Osiander, sobre la índole del nuevo sistema heliocéntrico. En efecto, en la famosa “Carta al Lector” que Osiander escribió e hizo colocar, sin su respectiva firma, al comienzo del “De Revolutionibus...”, se sostiene el carácter puramente artificial y matemático de la astronomía copernicana, carácter que contrastaba evidentemente con las convicciones más esenciales de Copérnico sobre el alcance cosmológico de su obra.

Se entiende que dicha “Carta al Lector” haya sido atribuida a Copérnico sólo por aquellos historiadores de la astronomía que no se habían tomado el trabajo de leer a Copérnico en sus propios textos.

30. COPERNICO, N. *De Revolutionibus...*, p. 90.

bien que los Cielos no tienen el mismo estatuto que la Tierra.

Se nos dirá que la mencionada pregunta podría ser analizada de una manera muy diferente: Copérnico no se ubica ya en el seno de las categorías aristotélicas; tratándose de la fundación de una física nueva, es natural que nuestro astrónomo comience rechazando uno de los fundamentos principales de la física antigua: la separación entre el Cielo y la Tierra.

Pero la respuesta que Copérnico aporta a la objeción ptolemaica no nos permite la interpretación precedente: ¡esta respuesta nos conduce directamente a las categorías aristotélicas! En efecto, Copérnico nos dice que no debemos temer los efectos destructivos del movimiento terrestre porque se trata de un movimiento natural, y lo que ocurre de acuerdo con la naturaleza no puede producir consecuencias destructivas:

“Pero si alguno opinara que la Tierra se mueve, dirá ciertamente que este movimiento es natural y no violento. Ahora bien, las cosas que se hacen conforme a la naturaleza producen efectos contrarios a las que se hacen con la violencia. En efecto, las cosas a las cuales se aplica la fuerza o la violencia necesariamente deben destruirse no pudiendo subsistir durante mucho tiempo; pero las cosas que son hechas por la naturaleza, lo son de una manera conveniente y permanecen en la mejor disposición. Por consiguiente, Ptolomeo temió en vano que la Tierra y todas las cosas terrestres fuesen destruidas por la rotación, producto de la acción de la naturaleza, acción que es muy diferente de la que puede originar el arte o el ingenio humano” (31).

Con relación a los cuerpos situados por encima de la Tierra, las consideraciones copernicanas son todavía más problemáticas y llegan hasta comprometer los principios esenciales de la “Física-Geométrica”.

Según Copérnico, en efecto, las cosas que se encuentran por encima de la Tierra comparten el movimiento circular de esta última; ello es lo que permite com-

prender los fenómenos relativos a los cuerpos que caen, a las nubes, etc. Pero, ¿por qué tales cosas comparten el movimiento de rotación de la Tierra? Porque, según Copérnico, ellas poseen la misma naturaleza que la Tierra, porque su naturaleza es terrestre. En consecuencia si hay cuerpos cuyo movimiento no procede de su forma geométrica sino de su naturaleza! Estamos pues regresando a Aristóteles, y ello a propósito de la afirmación central de la “Física-Geométrica”. He aquí el texto de Copérnico:

“En cuanto a las cosas que caen y que se elevan, confesaremos que su movimiento debe ser doble con relación al mundo y, generalmente, compuesto de rectilíneo y de circular. Con respecto a las cosas que son movidas hacia abajo por su peso, ya que son terrosas al máximo, es indudable que las partes guardan la misma naturaleza que el todo” (32).

Por otra parte la “Física-Geométrica” parece no tener aplicación no sólo a propósito de las cosas situadas por encima de la Tierra: incluso con relación a los orbes celestes, Copérnico no mantiene la física que Koyré le atribuye:

“...porque es imposible que un cuerpo celeste simple sea movido de una manera desigual por un solo orbe. En efecto, esto no podría ocurrir más que como consecuencia de la inconstancia de la virtud motriz —trátase de una causa exterior o de una naturaleza íntima— o de modificaciones del cuerpo que es movido. Ahora bien, como el entendimiento retrocede con horror delante de estas dos suposiciones, ya que es indigno suponer tales cosas en seres constituidos en el mejor de los órdenes, es necesario admitir que sus movimientos iguales se nos aparecen como desiguales” (33).

Notamos que Copérnico no menciona las virtudes dinámicas de la forma geométrica en un pasaje en el cual dicha mención era obligada: se trataba efectivamente del movimiento circular de cuerpos perfectamente esféricos. Muy por el con-

trario el texto sugiere claramente la posibilidad de continuar con la interpretación tradicional.

Es más el texto en cuestión nos permite comprobar que la explicación del movimiento circular de los orbes celestes pertenece a un mundo que todavía no se ha unificado, es decir, el marco de la dinámica aristotélica, y no el de la “Física-Geométrica”, en el cual no hay ninguna distinción entre los Cielos y la Tierra. En un tal contexto, ¿cómo podría explicarse la uniformidad del movimiento circular de la Tierra?

Este breve análisis de las consideraciones copernicanas en torno a las objeciones físicas contra el movimiento de la Tierra, permite concluir que el Libro I del “De Revolutionibus...” no desarrolla de una manera sistemática la “Física-Geométrica” que Koyré atribuye a Copérnico. El cambio que esta nueva física introduciría con relación a la dinámica aristotélica no es coherentemente sostenido a lo largo del mencionado Libro I.

Más vale reconocer sin ambages que Copérnico no elaboró una física nueva propiamente dicha y que por ello no acertó en su combate contra las antiguas objeciones aristotélicas.

Debemos decir que esta ausencia de una fundamentación física del movimiento terrestre es tanto más grave cuanto que la astronomía copernicana es una astronomía cosmológica.

5. CONCLUSION: “COPERNICO NO ERA COPERNICANO”

La reconstrucción histórica del pensamiento copernicano que acabamos de realizar nos ha permitido comprobar, al mismo tiempo, el nexo tan estrecho que vinculaba a Copérnico con la tradición antigua, y el carácter verdaderamente revolucionario de su teoría heliocéntrica.

Por una parte, en efecto, Copérnico combate la astronomía geocéntrica en nombre de la reinstauración de un principio tan antiguo como la astronomía misma: el principio “platónico” del movimiento circular uniforme. Además, los cálculos astronómicos que Copérnico realiza desde su modelo heliocéntrico, y en los cuales empleó la mayor parte de

32. Ibid., pp. 94-95.

33. Ibid., pp. 70-71.

31. Ibid., pp. 89-90.

su tiempo, son hechos sobre la base de los dispositivos técnicos y geométricos que la tradición ptolemaica había puesto en vigor. Finalmente, hemos visto también cómo las ideas físicas de nuestro astrónomo permanecen ligadas a las categorías y a los marcos aristotélicos.

Pero, por otra parte, esta presencia de la tradición antigua en el pensamiento copernicano no puede ocultarnos que la obra de Copérnico ha inaugurado ciertamente la gran revolución científica de los siglos XVI y XVII, revolución que ha instaurado una nueva ciencia sobre principios y categorías abiertamente en pugna con aquellos que fundaban la ciencia antigua.

Una Tierra planetaria concebida, como lo hacía Copérnico, en el interior de una astronomía cosmológica, constituía ciertamente el concepto inaugural de la nueva concepción del mundo y de la ciencia. Si la Tierra estaba realmente en el Cielo, como Copérnico lo creía y propugnaba, la heterogeneidad esencial entre el mundo sublunar y el mundo supralunar se derrumbaba irremediabilmente.

Un proyecto nuevo surgía a partir del denodado afán con que el astrónomo polaco intentaba reconciliar la astronomía con las exigencias cosmológicas y físicas: el proyecto de la unificación del mundo, origen y meta de la revolución científica de los siglos XVI y XVII. Dos siglos después, Isaac Newton expresará lúcidamente hasta qué extremos inconcebibles habrá llegado este proyecto unificador, al demostrar que tanto el planeta que atraviesa los Cielos como la piedra que cae en la Tierra, están sujetos, los dos, a un mismo conjunto de leyes.

Ahí están los proyectos de un Johann Kepler y de un Galileo Galilei, figuras estelares de este singular acontecimiento científico, para demostrar toda la fecundidad revolucionaria del heliocentrismo copernicano.

Kepler, ya lo dijimos, seducido por el alcance explicativo de la astronomía copernicana, buscará siempre la construcción de una astronomía causal. De ahí su proyecto de elaborar una física celeste, verdadera revolución que intentaba introducir en el Cielo el mismo tipo de interrogantes que antes pertenecían exclusivamente a la física terrestre.

¿Por qué se mueven los planetas?, se pregunta, en efecto, Kepler,

como indicando proféticamente el rumbo que tomarán las investigaciones futuras. He ahí el contexto dinámico, el marco de la investigación, que guiará a Kepler en la búsqueda de las famosas leyes que llevan su nombre y que logran, por vez primera, dominar el complejo movimiento planetario.

En lo que respecta a la nueva física de Galileo Galilei, ni que decir tiene que su fuente de inspiración primera está en los cielos copernicanos. Galilei comparte, en efecto, la que es sin lugar a dudas la convicción más osada y revolucionaria de Copérnico: el heliocentrismo no es simplemente un nuevo modelo astronómico que permite el cálculo de las posiciones planetarias; es también, y ante todo, un modelo que representa la estructura real del universo.



Si ello es así, el movimiento de la Tierra es una realidad que es preciso sustentar y probar físicamente. He ahí la razón del proyecto fundamental de Galileo Galilei: la construcción de una nueva física, de una nueva noción del movimiento, compatible esta vez con una Tierra planetaria.

Por todo esto nos parece que con justicia se habla de la revolución copernicana, asociando con ello el nombre de Copérnico a los momentos inaugurales del gran cambio científico de los siglos XVI y XVII.

Sabemos muy bien que esta no es una opinión unánime, y que muchos han preferido, por el contrario, y sobre la base del destino ulterior de las ideas de Copérnico, enfatizar to-

da la distancia que separaba al astrónomo polaco de la concepción moderna de la naturaleza y de la ciencia. Es en un tal contexto en el que se ha propagado la célebre frase: "Copérnico no era copernicano".

Pero, en realidad, tras esta frase lo que se oculta es una verdadera negación del trabajo histórico. Se cree, en efecto, que es posible reconstruir la identidad de un personaje con base en la evolución posterior de sus ideas; se pretende que la lógica de los resultados constituye un criterio adecuado para un juicio histórico.

Bien es cierto que la revolución científica de los siglos XVI y XVII terminó por consolidar una visión completamente nueva del universo. Y es natural que esta moderna ciencia de la naturaleza sea presentada como un todo coherente y sistemático en el cual cada uno de sus conceptos centrales —heliocentrismo, inercia, gravitación universal, etc.— está indisolublemente ligado a los demás.

Pero es menester afirmar que se abusa de una tal presentación cuando quiere erigírsela en criterio supremo de una investigación histórica. La obra de cada uno de los personajes que contribuyeron a fundar y consolidar este gran acontecimiento científico —Copérnico, Kepler, Galilei, Newton, etc.— no puede ser juzgada a partir de una lógica que sólo consulta los momentos finales y conclusivos de este acontecimiento.

Desde el punto de vista histórico, esta revolución no es homogénea y la obra de cada uno de los personajes que la jalieron está inscrita en un contexto propio cuya reconstrucción exige la elaboración de una lógica acorde con una tal especificidad.

Preguntar exclusivamente por las contribuciones permanentes de cada uno de estos personajes a lo que hoy llamamos ciencia moderna de la naturaleza, equivale a perder su identidad histórica al pretender inscribirla en contextos que los mencionados personajes nunca pudieron conocer.

Es sólo en nombre de esta perspectiva que no puede denominarse histórica, por lo que se rechaza como error o superstición, principios, conceptos y nociones que en su momento constituyeron auténticos instrumentos de conocimiento y de verdad.