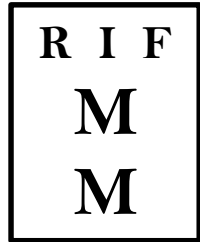


El estatuto epistemológico del movimiento de la Tierra en el *De Revolutionibus* de Copérnico

The Epistemological Statute of the Movement of the Earth in Copernicus' *De Revolutionibus*

Dubian Cañas^Φ

Universidad de Antioquía



Recepción: 22.07.2013 Aceptado: 01.12.2013

Resumen: En las páginas siguientes mostraré que el movimiento de la Tierra en el *De Revolutionibus* de Copérnico es una hipótesis astronómica y no una tesis filosófica como han sugerido Galileo y algunos historiadores. Primero presentaré evidencia textual que ilustra que Copérnico consideró el movimiento terrestre como un principio astronómico seguro, es decir, como una hipótesis epistemológicamente suficiente para salvar las apariencias y deducir el orden y tamaño de los orbes celestes. Luego analizaré los argumentos filosófico-naturales ofrecidos por Copérnico al comienzo de su obra, que no constituyen una prueba directa de la realidad física del movimiento de la Tierra, sino que buscan hacer explícitas las insuficiencias de las razones de sus adversarios para así otorgarle verosimilitud a la hipótesis. Finalmente, llegaré a la conclusión de que dichos argumentos acompañan al resto de la obra en tanto la astronomía es, en el contexto disciplinar del siglo XVI, una disciplina matemática mixta. Así, se rechaza la idea de que sean el intento (fallido o no) de desarrollar una teoría física completa o una nueva cosmología, que de esta manera estaría al margen de los modelos matemáticos y tablas que componen los restantes libros o en contraste con ellos.

Palabras clave: Copérnico, astronomía, filosofía natural, epistemología, heliocentrismo, *De Revolutionibus*.

Abstract: In the next pages, I shall demonstrate that Earth's motion in Copernicus' *De Revolutionibus* is an astronomical hypothesis and it is not a philosophical thesis as Galileo and several historians have suggested. First, I shall present textual evidence which exemplifies how Copernicus regarded Earth's motion as a riskless astronomical principle, i.e., as an epistemologically adequate hypothesis in order to keep up appearances and to infer the order and size of celestial orbs. Then, I shall analyse the natural-philosophical arguments offered by Copernicus at the beginning of his work which are not a direct proof of the physical reality of Earth's motion, but they try to make explicit the insufficiencies of his opponents'

^Φ Dubian Cañas es estudiante de pregrado de Filosofía del Instituto de Filosofía de la Universidad de Antioquía (Medellín, Colombia). Estudiante en Formación dentro del Grupo de Investigación, Conocimiento, Filosofía, Ciencia, Historia y Sociedad de la misma institución. Sus intereses se centran en el área de Historia y Filosofía de la Ciencia.

reasons and so add verisimilitude to the hypothesis. Finally, I shall conclude that those arguments go together with the rest of the work since astronomy is a mixed mathematical discipline in the disciplinary context of the 16th century. Thus, the idea of considering these reasons as an attempt (unsuccessful or not) to develop a complete physical theory or a new cosmology is rejected, which otherwise on the margins of or in contrast with the mathematical models and tables which make up the remaining books.

Keywords: Copernicus, astronomy, natural philosophy, epistemology, heliocentrism, *De Revolutionibus*.

Introducción

Situada en el marco de las historias generales sobre la Revolución Científica o sobre la Revolución Copernicana, la figura histórica de Nicolás Copérnico es presentada bajo la imagen del “tímido canónico” que dio inicio al desarrollo de una profunda transformación conceptual que implicó, por una parte, la reformulación de las bases de la filosofía natural y de la astronomía como disciplinas científicas y, por otra parte, la aceptación general de la concepción heliocéntrica del mundo. En el ámbito de estas narrativas tradicionales, el trabajo de Copérnico sería valorado, sin embargo, no tanto por sus aportes a la Nueva Ciencia como por la influencia que tuvo el *De Revolutionibus* después de su publicación. Dado el carácter conservador o incluso “precopernicano” de dicha obra, Copérnico es visto como el detonante de una revolución de la que no fue partícipe, la cual no obstante sería perpetrada por los trabajos de Galileo y Kepler y se vería culminada posteriormente en los *Principia* de Newton.¹

Ante la pregunta de qué intentó solucionar el *De Revolutionibus*, algunos historiadores han respondido desde este cuadro historiográfico que la motivación fundamental de Copérnico obedece a una preocupación cosmológica. Owen Gingerich, por ejemplo, ha manifestado que la producción del *De Revolutionibus* estuvo “motivada por la apasionante búsqueda de simetrías y de la estructura estética del universo” y, por consiguiente, el sistema heliocéntrico representaba “una nueva visión cosmológica” que precipitó una revolución científica (Cf. Gingerich, 1975, p. 90). Sin embargo, esta misma comprensión de Copérnico como “genio cosmólogo” puede retrotraerse incluso a Galileo. De hecho, es a él a quien debemos en gran medida dicha comprensión. En varios de sus escritos en los que defiende abiertamente la verdad de la teoría heliocéntrica,² Galileo expresa la convicción de que “despojándose del hábito del astrónomo puro y vistiéndose con el de contemplador de la naturaleza” (1996, p. 78), Copérnico puso a la Tierra en movimiento y de esta manera “nos mostró la

¹ La expresión “tímido canónico” es de Koestler (1959). Esta concepción de la Revolución Científica puede encontrarse también en Cohen (1980), Hall (1954) y Kuhn (1978).

² Aunque es en el *Diálogo* donde Galileo desarrolla en detalle numerosas pruebas en favor del heliocentrismo, puede encontrarse algunos pronunciamientos respecto de su adhesión al copernicanismo y sobre la finalidad del *Diálogo* mismo en escritos anteriores. Sobre ello puede verse Galileo (1994, pp. XXI-XLII).

verdadera constitución y el verdadero sistema del universo” (1994, p. 393). Para Galileo, al igual que para Kepler y Giordano Bruno, Copérnico asumió que su teoría era la descripción real del mundo. En este sentido, el movimiento terrestre en el *De Revolutionibus* no constituía una simple hipótesis capaz de salvar las apariencias y predecir posiciones planetarias, sino ante todo una afirmación verdadera desde el punto de vista filosófico-natural.³

De hecho, Copérnico desarrolla en los primeros capítulos del *De Revolutionibus* una serie de argumentos filosófico-naturales a favor del movimiento de la Tierra, los cuales exhibirían este carácter realista de su empresa. Mediante estos argumentos, Copérnico intenta probar la realidad física del movimiento de la Tierra⁴ o, más precisamente,

Copérnico trata de fundamentar físicamente el movimiento de la tierra mediante rectificaciones puntuales de la teoría aristotélica del movimiento. Se trata, no obstante, de rectificaciones incompatibles con dicha teoría y por tanto inaceptables para ella; son modificaciones que muestran de forma inequívoca la voluntad cosmológica de Copérnico, pero que no llegan a alcanzar el carácter de una teoría física global. (Granada, 2000, p. 334)

Bajo esta perspectiva, Copérnico no sólo reclamó su derecho a filosofar, sino que paralelamente a ello trazó una línea de separación entre el primer libro del *De Revolutionibus* y los restantes libros que componen la obra. Así, por una parte, Copérnico comienza su trabajo exhibiendo y actualizando su “voluntad cosmológica”, mientras que por otra parte, en los cinco libros restantes, estaría limitándose a hacer astronomía: a exponer sus hipótesis de los mecanismos planetarios (con independencia de su verdad o falsedad) y el registro de numerosos datos observacionales en tablas. Koestler (1959) expresa esta posición con claridad: “Copérnico sí creía que la Tierra se movía realmente, pero para él era imposible creer si la Tierra o los planetas se movían de la manera descrita en su sistema de epiciclos y deferentes, los cuales eran ficciones geométricas” (p. 171).⁵

Tomando distancia de esta postura, en este texto sostengo que el estatuto del movimiento de la Tierra en el *De Revolutionibus* es el estatuto de una hipótesis astronómica y no el de una tesis que esté apoyada en dichos argumentos. En otras palabras, propongo que la función de los argumentos de Copérnico no es servir como premisas de la movilidad de la Tierra, sino como razones que la hacen verosímil como hipótesis incompatible con la filosofía natural hegemónica del siglo XVI. En la primera sección muestro que para Copérnico el movimiento terrestre es una hipótesis, esto es, un supuesto desde el cual se derivan una serie de consecuencias (relativas a las distancias y los tamaños de las órbitas planetarias) cuya legitimidad está justificada por criterios estrictamente astronómicos. En la segunda

³ Véase por ejemplo Carlos Mínguez (Copérnico, 1982, p. 66), Koestler (1959, p. 195) y Antonio Beltrán (Galileo, 1994, p. XXVI).

⁴ Véase Koestler (1959, pp. 196-197).

⁵ También son de esta opinión Galileo (1996, pp. 81-82, 87) y Granada (2000, pp. 339-340).

sección hago ver dos cosas. Por una parte, que los argumentos filosófico-naturales de Copérnico no son demostrativos en sentido estricto, sino más bien pruebas indirectas de la movilidad de la Tierra. Por otra parte, que estos argumentos no abordan plenamente las consecuencias que implica una Tierra en movimiento para una física terrestre. Mediante este proceder, llego finalmente a la conclusión de que los primeros capítulos del *De Revolutionibus* no son el producto de las iniciativas cosmológicas o filosófico-naturales de Copérnico, sino que presiden a la obra en tanto la astronomía es, en el contexto disciplinar de la época, una disciplina matemática mixta. Con ello, queda desvanecida la aparente tensión al interior del *De Revolutionibus* entre el componente filosófico-natural y la parte matemática de la obra, es decir, entre los argumentos, por un lado, y los modelos matemáticos y tablas de los restantes libros, por otro lado.

1. El movimiento de la Tierra como un principio astronómico seguro

Copérnico presenta su *De Revolutionibus* como una obra en la que ha resuelto las dificultades que han aquejado a la astronomía durante su historia y que hasta el momento habían mantenido en desacuerdo a los “sabios matemáticos”. En el prefacio a la obra, Copérnico enumera dichas dificultades señalando que su causa ha sido el hecho de que las astronomías precedentes no han seguido “principios seguros”, esto es, principios cuyas consecuencias pueden ser confirmadas o verificadas “sin lugar a dudas”. Estas dificultades son, por una parte, que los sistemas elaborados con base en círculos concéntricos no logran explicar satisfactoriamente los fenómenos, en particular el apogeo y perigeo planetarios, mientras que los sistemas compuestos de excéntricas y epiciclos han violado el principio de la uniformidad del movimiento circular al hacer uso del punto ecuante. Además, ninguno de ellos ha podido ofrecer una teoría satisfactoria para medir el tiempo, razón por la cual la reforma del calendario Juliano no se había llevado a término, ni tampoco determinar según Copérnico “lo más importante, esto es, la forma del mundo y la simetría exacta de sus partes” (Cf. Copérnico, 1982, pp. 92-93; Cf. Westman, 1980, p. 110).

A diferencia de los sistemas astronómicos previos al *De Revolutionibus*, Copérnico considera que la astronomía heliocéntrica es capaz de evitar y resolver todos estos problemas porque su supuesto fundamental, el movimiento de la Tierra, es para él un principio astronómico seguro. Con el fin de explicar los fenómenos celestes, el astrónomo concibe y asume principios o hipótesis a partir de los cuales puede dar cuenta de ellos. En este caso, las demostraciones astronómicas tendrían la forma de silogismos condicionales o hipotéticos en los que se postula un antecedente, la hipótesis, que implica un consecuente, el fenómeno. De esta manera, la certeza de las hipótesis estaría garantizada por su capacidad demostrativa, es decir, la hipótesis sería un principio seguro si proporciona demostraciones ciertas. Copérnico explica este criterio evaluativo haciendo referencia a los sistemas anteriores en discusión y diciendo de ellos que “si las hipótesis supuestas por ellos no fueron falsas, todo lo que de ellas se deduce se podría verificar sin lugar a dudas” (1982, p. 93).

Según Copérnico, una explicación satisfactoria de los fenómenos celestes exige por consiguiente la búsqueda de otros principios y, en esta situación, añade: “estimé que fácilmente se me permitiría experimentar, si, supuesto algún movimiento de la Tierra, podrían encontrarse en la revolución de las órbitas celestes demostraciones más firmes que lo eran las de aquellos” (1982, p. 94).

A continuación examinaré la evidencia tanto del *De Revolutionibus* y el *Commentariolus* de Copérnico como de la *Narratio Prima* de su discípulo Georg Joachim Rheticus, para ver de qué manera en estas tres obras se justifica que la hipótesis del movimiento de la Tierra sea un principio astronómico seguro que, aunque no constituya una afirmación demostrada por la filosofía natural, es no obstante una hipótesis desde la cual “las consecuencias verdaderas podrían ser deducidas” (Westman, 2011, p. 5).

Una astronomía sin ecuanes

Después de la publicación del *De Revolutionibus* en 1543, la comunidad de astrónomos de Wittenberg reconocía a Copérnico el sobresaliente logro de haber suprimido en su astronomía el punto ecuante, que había sido introducido tiempo atrás por Ptolomeo de Alejandría. En general, la mayor parte de los astrónomos de la segunda mitad del siglo XVI aceptaron y adoptaron modelos matemáticos del *De Revolutionibus* sin asumir ningún compromiso con el componente cosmológico del pensamiento de Copérnico. En particular, para estos astrónomos resultaban atractivos la teoría de la precesión de los equinoccios y los mecanismos planetarios acordes con el principio del movimiento circular uniforme.⁶

La alusión al ecuante por parte de Copérnico aparece en varios lugares de su obra, principalmente el *Commentariolus*.⁷ En este opúsculo, Copérnico expresa que una de las razones que lo llevaron a plantear un sistema planetario con una Tierra en movimiento era encontrar una manera de evitar el uso de los ecuanes en la astronomía. El punto ecuante consistía en un punto excéntrico al círculo deferente, desde el cual el movimiento del planeta describe ángulos iguales en tiempos iguales. Con este mecanismo, Ptolomeo conseguía que el planeta se moviera desigualmente teniendo como punto de referencia la Tierra, explicando de esta forma las variaciones aparentes en velocidad que comportaban los planetas en su trayectoria.⁸ A los ojos de Copérnico, dicho mecanismo constituía una violación directa del principio de la uniformidad del movimiento circular, según el cual la uniformidad de dicho movimiento está determinada con respecto al propio centro del círculo y no con respecto a un punto diferente:

⁶ Véase Barker and Goldstein (1998, pp. 233-234) y Westman (1980, p. 106).

⁷ Véase Swerdlow (1973) y algunas alusiones al ecuante, en el *De Revolutionibus*, en Copérnico (1982, pp. 93, 318-319, 410).

⁸ Sobre el mecanismo del punto ecuante véase Hanson (1978, pp. 149-155), Kuhn (1978, pp. 107-110) y Westman (1980, p. 113).

Las teorías planetarias de Ptolomeo y la mayoría de los otros astrónomos, aunque eran consistentes con los datos numéricos, parecían igualmente presentar una dificultad no menor. Efectivamente, tales teorías no eran adecuadas a menos que fueran concebidos ciertos ecuantos; entonces parecía que el planeta se movía con velocidad uniforme no sobre su deferente ni sobre el centro de su epiciclo. Por consiguiente, un sistema de este tipo no parecía ni suficientemente absoluto ni suficientemente acorde con la razón. (En: Rosen, 1937, p. 125)

Por su parte, Rheticus (1971) afirma que su maestro pudo observar que sólo concediéndole un movimiento a la Tierra “podría hacer girar todos los círculos en el universo de un modo satisfactorio, uniforme y regular alrededor de sus propios centros, y no alrededor de otros centros” (p. 137). Según Rheticus, Copérnico logra explicar, sin hacer uso de los ecuantos, las velocidades variables del movimiento de las estrellas errantes a partir de la hipótesis del movimiento terrestre, hipótesis que a su vez enlaza sistemáticamente todos los movimientos planetarios y proporciona un conocimiento cierto de todo lo que aparece en el cielo:

Mi maestro nos dispensa de los ecuantos de los otros planetas, asignando a cada uno de los tres planetas superiores sólo un epiciclo y un excéntrico; cada uno se mueve uniformemente sobre su propio centro, mientras el planeta gira sobre el epiciclo con igual períodos con el excéntrico. Para Venus y Mercurio, sin embargo, asigna un excéntrico sobre un excéntrico. Los planetas son cada año observados como directos, estacionarios, retrógrados, cercanos y alejados de la Tierra, etc. Estos fenómenos, en lugar de ser atribuidos a los planetas, pueden ser explicados, como mi maestro muestra, por un movimiento regular de la Tierra esférica (...). Ciertamente, hay algo divino en la circunstancia de que un conocimiento seguro de los fenómenos celestes debe depender de los movimientos regulares y uniformes del solo globo terrestre. (Rheticus, 1971, pp. 135-136).

Rheticus indica que el movimiento terrestre es capaz de reducir los aparentes movimientos irregulares vistos en el cielo a lo que en realidad serían, a saber, simples apariencias, sin necesidad de que éstos sean atribuidos a los propios movimientos de cada planeta. En efecto, tanto los filósofos naturales como astrónomos concordaban en que los aparentes movimientos irregulares debían ser explicados mediante combinaciones de círculos que giraran regularmente, pues era absurdo suponer que un cuerpo celeste se moviera desigualmente en una sola órbita. Ahora bien, Copérnico cree que sólo supuesta la movilidad de la Tierra se puede alcanzar tal propósito⁹ puesto que las conmutaciones son ahora el resultado de las distancias variables entre la Tierra y el planeta, según la posición cambiante de ambos, y no un producto del movimiento de los círculos sobre los cuales el planeta

⁹ Véase Copérnico (1982, pp. 103-104).

mismo descansa.¹⁰ En otras palabras, en la teoría de Ptolomeo los círculos de cada planeta no revoluciona uniformemente a menos que se imagine un punto ecuante desde el cual lo hagan. Además, la progresión, retrogradación y estación planetarias se deducen en su teoría a partir de un epiciclo y un deferente excéntrico. Por el contrario, en el sistema de Copérnico estos movimientos aparecen como irregulares por la posición cambiante de la Tierra que corresponde al lugar desde el cual se contempla todo el curso de los astros. En consecuencia, para Copérnico y Rheticus la hipótesis del movimiento de la Tierra satisface las apariencias y, a su vez, con ella queda preservada sistemáticamente la uniformidad del movimiento.

El poder predictivo de la teoría heliocéntrica

Copérnico es además insistente sobre la idea de que sus hipótesis son suficientes para salvar las apariencias y que lo demostrará a partir de las observaciones.¹¹ Ello muestra su convencimiento en que los principios en que se basa su teoría son principios seguros, a partir de los cuales puede obtenerse un conocimiento perfecto y cierto en el terreno de la astronomía. Como mencioné párrafos atrás, Copérnico reprochó a los astrónomos no seguir principios de este tipo, lo que tuvo como resultado haber generado sospechas en los filósofos acerca de la capacidad de la astronomía para ofrecer un “cálculo seguro sobre la máquina del mundo” y ocasión para quienes critican este arte (Cf. Copérnico, 1982, pp. 93, 319).

En la introducción al *De Revolutionibus*, suprimida por Andreas Osiander en la edición príncipe, Copérnico elogia a la astronomía considerándola “la cabeza de las demás artes nobles” y “la más digna del hombre libre”. En un tono que expresa el aprecio por las disciplinas matemáticas mixtas y que desafía la tradicional división aristotélico-escolástica del saber, Copérnico cree que la astronomía puede alcanzar certeza en sus demostraciones de la mano de buenas hipótesis y, por otro lado, que deben ser los matemáticos el único público competente para evaluar y juzgar la teoría heliocéntrica, no los teólogos y filósofos naturales legos en este campo (Cf. Copérnico, 1982, pp. 95, 97-98). Robert Westman ha explicado el significado de esta postura identificando las estrategias argumentales usadas por Copérnico para legitimar su trabajo. De acuerdo con Westman, Copérnico apela a los ideales de una tradición humanista que defendía la prioridad de las matemáticas frente a las demás artes liberales para justificar la certeza del conocimiento astronómico. Según esta tradición, la astronomía es la ciencia matemática superior en la medida en que su objeto de estudio es considerado el más noble de todos (Cf. Westman, 2004, pp. 178-188). Así, la demostración astronómica llega a tener el carácter de certeza porque investiga aquello que está

¹⁰ Conmutación es un término que Copérnico usa para diferenciar el movimiento real de los planetas (el atravesar por completo el círculo de la eclíptica) de los movimientos aparentes producidos por el movimiento terrestre. Son estos últimos los que designa dicho término. Véase Copérnico (1982, p. 396).

¹¹ Véase por ejemplo Copérnico (1982, p. 415; 1996, pp. 28, 46).

constituido por “una ordenación óptima” y, en consecuencia, puede explicar la verdad de los fenómenos (Cf. Copérnico, 1982, p. 113). Es decir, Copérnico está afirmando que la astronomía es capaz de explicar a partir de sus hipótesis las cosas verdaderas, aunque no por el hecho de ser una ciencia que no cumple con el ideal de demostración científica de Aristóteles, propio de la filosofía natural, sino más bien por la importancia de su objeto de estudio.¹² De ahí entonces que sugiera guardar los roles disciplinares al momento de juzgar su trabajo y que diga, con una frase ya hecha famosa, que “las matemáticas se escriben para los matemáticos” (Copérnico, 1982, p. 95).

Ahora bien, las hipótesis adoptadas por el astrónomo son principios seguros si son capaces de salvar las apariencias y, ante todo, si sus consecuencias concuerdan con los datos observacionales de todos los tiempos. Refiriéndose a las hipótesis que Copérnico asumió atendiendo a tal exigencia, Rheticus (1971) manifiesta que

Aristóteles dice: “eso que hace que las verdades derivadas sean verdaderas es lo más verdadero”. De acuerdo con esto, mi maestro decidió que debía asumir tales hipótesis en tanto pudieran contener causas capaces de confirmar la verdad de las observaciones de siglos anteriores, así como hemos de esperar que ellas mismas hagan que todas las futuras predicciones astronómicas de los fenómenos sean verdaderas. (pp. 142-143)

Convencido de que la movilidad de la Tierra es una hipótesis que cumple con estas condiciones, Rheticus apunta en definitiva con su señalamiento a que Copérnico, a diferencia de Ptolomeo, parte de hipótesis capaces de demostrar no sólo los movimientos aparentes, sino que con ellas puede dar cuenta con exactitud de las observaciones hechas por él mismo y por los antiguos y, simultáneamente, de todas las futuras posiciones planetarias. En otras palabras, Rheticus propone que la astronomía heliocéntrica, en particular la movilidad de la Tierra, debe ser tomada (1) como la más verdadera, por cuanto sus consecuencias están confirmadas por la experiencia y las observaciones; y (2) como “perpetua”, es decir, debe ser concebida como un modelo que proporcionará por siempre un conocimiento cierto de los movimientos del cielo y de su configuración (Cf. Rheticus, 1971, pp. 126-127).

La sistematicidad de la astronomía y la armonía de la “máquina del mundo”

Sin embargo, el éxito empírico de las hipótesis astronómicas es condición necesaria pero no suficiente para que sean consideradas auténticas hipótesis. Además de ello, hace falta que guarden consistencia entre sí y que, en conjunto, formen propiamente una astronomía

¹² Véase Westman (1980, p. 109, n. 24). Sobre el canon de racionalidad aristotélico véase Aristóteles (1995, 78a -79a15) y Barker and Goldstein (1998, pp. 243-252).

sistemática. Este segundo requisito tampoco era cumplido por las astronomías “precopernicanas”. Dice Rheticus (1971) nuevamente:

Mi maestro estuvo especialmente influenciado por la idea de que la principal causa de toda la incertidumbre en la astronomía era que los maestros de esta ciencia (...) construían sus teorías y dispositivos para explicar el movimiento de los cuerpos celestes con muy poca consideración de la regla que nos recuerda que el orden y movimientos de las esferas celestes concuerdan en un sistema absoluto (...). Y puesto que ésta sola regla fue descuidada, deberíamos haber tenido que enfrentar en algún momento, si tenemos la intensión de decir la verdad, el colapso de toda la astronomía. (p. 138)

En el auténtico prefacio al *De Revolutionibus*,¹³ Copérnico hace alusión a este mismo problema considerando que los modelos de Ptolomeo no constituyen un auténtico sistema en tanto que sus hipótesis, tomadas todas juntas, componen “más un monstruo que un hombre”. Según Copérnico, las herramientas de la astronomía “ptolemaica” parecen ser eficientes prediciendo posiciones planetarias y salvando las apariencias, pero no con plena suficiencia y sólo individualmente, es decir, tratando a cada planeta por separado. Por el contrario, si se le pide a la teoría de Ptolomeo representar conjuntamente la estructura del mundo, ella no tiene simetría ni orden algunos.¹⁴

A este carácter asistemático de la astronomía de Ptolomeo se suma el problema en relación con el orden de los orbes celestes. Como otra de las razones que lo llevaron a pensar en una Tierra móvil, Copérnico señala que nadie ha sido capaz de resolver esta cuestión y que, en consecuencia, la incertidumbre de los matemáticos acerca de cuál era el auténtico orden y tamaño de las órbitas planetarias no era menor que sus dudas sobre las revoluciones del Sol y de la Luna. En el décimo capítulo del libro primero de su obra, Copérnico describe esta situación y enseña de qué manera queda definitivamente resuelto con su teoría.¹⁵

Dado que con base en los principios comúnmente aceptados no es posible, como indica Rheticus (1971), “establecer la conexión perpetua y consistente y la armonía de los fenómenos celestes y formular esa armonía en tablas y reglas” (p. 132), Copérnico tuvo que abandonar las hipótesis de los antiguos y observar el movimiento terrestre como el

¹³ La obra cuenta con dos prefacios. El primero de ellos, intitulado *Ad Lectorem De Hypothesisibus Huius Operis*, fue añadido anónimamente por Osiander, el encargado de su edición. El segundo prefacio (*Nicolai Copernici Praefatio In Libros Revolutionum*) sí es de la autoría de Copérnico y es al cual hago referencia.

¹⁴ Véase Copérnico (1982, p. 93). Gingerich (1975) ha propuesto este rasgo de la teoría heliocéntrica como su elemento central, en contraposición a la tesis de Kuhn (1978). Según Gingerich, Copérnico buscó determinar “la estructura estética del universo” y no, como creyó Kuhn, solucionar una crisis en la astronomía “ptolemaica” o “precopernicana”. En la misma línea de Gingerich puede situarse la postura de N. R. Hanson (1978), quien sostiene que la “colosal contribución de Copérnico consistió en la creación de la astronomía sistemática” (p. 167).

¹⁵ Véase Copérnico (1982, pp. 114-117).

único principio apto para recuperar la sistematicidad en la astronomía. Y dice Copérnico (1982):

Y yo, supuestos así los movimientos que más abajo en la obra atribuyo a la tierra, encontré con una larga y abundante observación que, si se relacionan los movimientos de los demás astros errantes con el movimiento circular de la tierra, y si los movimientos se calculan con respecto a la revolución de cada astro, no sólo de allí se siguen los fenómenos de aquellos, sino que el orden y magnitud de todos los astros y de todas las órbitas, e incluso el cielo mismo, se ponen en conexión; de tal modo que en ninguna parte puede cambiarse nada, sin la confusión de las otras partes y de todo el universo. (p. 94)

Como se puede apreciar, el simple movimiento de la Tierra, tomado como hipótesis, logra explicar más satisfactoriamente todos los fenómenos observables en tanto y a la vez que une consistentemente a todas las partes del sistema planetario en un todo ordenado, pues permite determinar con precisión los tamaños y las distancias de cada uno de los planetas. En consecuencia, supuesto el movimiento de la Tierra, se tiene una teoría que da cuenta de los fenómenos al mismo tiempo que representa la llamada “forma del mundo y la simetría exacta de sus partes”.

En efecto, luego de haber demostrado que con una Tierra en movimiento y un Sol inmóvil como centro de referencia de las órbitas se enlazan sistemáticamente muchas apariencias específicas, Copérnico (1982) afirma categóricamente que “encontramos bajo esta ordenación una admirable simetría del mundo y un nexo seguro de la armonía entre el movimiento y la longitud de órbitas, como no puede encontrarse de otro modo” (p. 119). Y más adelante añade que su sistema heliocéntrico es, de esa forma, la admirable obra del creador del mundo, “el mejor y más perfecto artífice de todos” (Ibid.). Este mismo tinte metafísico está presente en las consideraciones de su discípulo Rheticus (1971), quien se pregunta que “ya que vemos que este único movimiento de la Tierra satisface un número casi infinito de apariencias, ¿no debemos atribuir a Dios, el creador de la naturaleza, esa habilidad que nosotros observamos en un constructor cualquiera de relojes?” (p. 137). Dentro de la retórica metodológica de Copérnico y Rheticus, esta creencia según la cual el mundo es ordenado, atendiendo a la naturaleza de su creador, constituye no sólo el fundamento de la certeza sino también de la sistematicidad o consistencia que debe cumplir toda teoría astronómica, y esta condición sólo la cumple la astronomía heliocéntrica gracias a su supuesto fundamental, a saber, el movimiento de la Tierra.

2. Los argumentos a favor del movimiento terrestre

En principio, la movilidad de la Tierra y la posición que ocupa en el mundo era un problema filosófico-natural. Aristóteles había propuesto que la Tierra permanecía inmóvil en el centro

del cosmos y, con la aceptación y asimilación de su filosofía natural en la tradición escolástica, los sistemas astronómicos previos a Copérnico eran consecuentes con dicho planteamiento atendiendo a las distinciones disciplinares establecidas por el cuadro de enseñanza medieval. Según este cuadro de enseñanza, la filosofía natural conservaba como ciencia un estatuto superior al de las disciplinas matemáticas del *quadrivium* y, por consiguiente, era a partir de ella que el componente matemático de la astronomía elaboraba sus principios (Cf. Westman, 2004, p. 187). Sin embargo, Copérnico rompe con los límites disciplinares trazados por dicho cuadro una vez ha asumido como hipótesis astronómica el movimiento de la Tierra, el cual entra en contradicción manifiesta con dos conclusiones de la filosofía natural: la inmovilidad y centralidad del globo terrestre. De esta forma, Copérnico estaría violando los principios de la ciencia superior aceptada y podría ser acusado, a pesar de Osiander, de modificar “las disciplinas liberales constituidas correctamente ya hace tiempo”.¹⁶

Dado que la inmovilidad de la Tierra era una “opinión confirmada” por la filosofía natural, y puesto que prescindir de los ecuantes, salvar sistemáticamente las apariencias, y determinar con certeza el orden de los orbes son criterios astronómicos que certifican la hipótesis pero que no demuestran *stricto sensu* la realidad física del movimiento de la Tierra, la mejor estrategia para hacer de esta idea verosímil es mostrar que la inmovilidad y centralidad terrestres no están perfectamente demostradas. En efecto, argumentar a favor de la movilidad de la Tierra haciendo explícitas las debilidades de las razones de la filosofía natural de Aristóteles permite tomar a la hipótesis ya no como filosóficamente absurda sino como plausible y, en esa medida, protegerla contra las acusaciones hechas por los peripatéticos y los teólogos.

La función de los argumentos filosófico-naturales de Copérnico es precisamente esa: mostrar que el movimiento terrestre es posible teniendo en cuenta, por un lado, que la tesis contraria no está absolutamente demostrada y, por otro lado, que dicho movimiento tomado como hipótesis ofrece demostraciones astronómicas ciertas. Es decir, Copérnico intenta probar mediante contraargumentos que la inmovilidad de la Tierra no es una “opinión confirmada” y, de esa manera, busca garantizar la plausibilidad de la idea de un movimiento terrestre y defender su conveniencia como un principio astronómico seguro. Bajo esta comprensión, los argumentos de Copérnico no son entonces pruebas directas del movimiento terrestre. A continuación, haré ver que consisten en razonamientos por concesión y reducciones al absurdo, que además involucran la realización de ciertos ajustes o modificaciones al cuadro conceptual aristotélico y que, de otro lado, no desarrollan propiamente una teoría sobre todos fenómenos terrestres.

¹⁶ Véase Copérnico (1982, p. 85). Es precisamente de esta acusación que Osiander pretende salvar o proteger el *De Revolutionibus* con su prefacio anónimo. Al respecto véase Westman (1980, pp. 108-109).

(i) Según Aristóteles, el mundo está dividido en dos regiones diferenciadas ontológicamente: la sublunar y la supralunar. La primera de ellas está comprendida entre el centro del mundo y la esfera de la Luna. En esta región todos los cuerpos están compuestos por los cuatro elementos y, por tanto, sometidos a la generación y la corrupción como también a los cambios accidentales. La región supralunar está conformada por los cuerpos celestes y, comenzando desde la esfera de la Luna, termina en la esfera de las estrellas fijas, el límite final del mundo. Los cuerpos de esta región celeste son perfectos, eternos e inmutables ya que, a diferencia de los entes sublunares, están compuestos sólo y exclusivamente por un quinto elemento que cumple estas mismas propiedades: el éter.¹⁷

Con base en esta distinción cosmológica, Aristóteles propone la existencia de dos tipos de movimientos locales simples, cada uno de los cuales tiene unas propiedades que los diferencian específicamente conforme a la naturaleza de los cuerpos que los experimentan. Estos movimientos son el rectilíneo, que va desde el centro o hacia el centro, y el circular, que se desarrolla en torno al centro. En la región sublunar todos los cuerpos poseen únicamente un movimiento del primer tipo. Los cuerpos pesados como la tierra y el agua tienen una tendencia natural a desplazarse hacia el centro del mundo, ya que es el centro el lugar que les corresponde “por naturaleza”. Además, su caída describe una trayectoria rectilínea y perpendicular a la tangente de la circunferencia de la Tierra esférica. De forma análoga, los cuerpos livianos (fuego y aire) tienden naturalmente al extremo del lugar que rodea el centro, desde la Tierra y en línea recta hacia arriba. Una vez que estos cuerpos han alcanzado su lugar natural cesa su movimiento y permanecen en reposo, lo que hace del movimiento rectilíneo un cambio locativo finito, irregular y discontinuo. Por su parte, el movimiento circular es el único que le es propio a los cuerpos celestes en la medida en que es un movimiento eterno, uniforme y continuo, que en un mundo finito sólo puede ser aquel que se mantenga idéntico a sí mismo y con renovaciones constantes.¹⁸

Teniendo como punto de inscripción esta serie de conclusiones, Aristóteles formula por reducción al absurdo uno de sus argumentos principales con el que intenta probar que la Tierra debe ocupar el centro del mundo y ser inmóvil. En el libro segundo del *De Caelo*, sostiene que un movimiento de la Tierra sólo podría ser violento y, por consiguiente, no perpetuo. Dice Aristóteles (1996):

Si [la Tierra] se desplaza, bien estando fuera del centro, bien en el centro, necesariamente se moverá de manera forzada con arreglo a ese movimiento, pues no es <un movimiento> propio de la Tierra: en efecto, si lo fuera, cada una de sus partículas tendría la misma traslación; pero, de hecho, todas se desplazan en línea recta

¹⁷ Véase Aristóteles (1996, 269a30, 270b20).

¹⁸ Véase Aristóteles (1996, 269b20-270b25). Una reconstrucción más completa y detallada de la cosmología de Aristóteles y de su teoría de los movimientos locales puede encontrarse en Kuhn (1978, pp. 116-118, 137-142) y Hanson (1978, pp. 77-104).

hacia el centro. Por ello no es posible que sea <un movimiento> eterno siendo, como es, forzado y contrario a la naturaleza; [y] el orden del mundo, en cambio, es eterno. (296a30-35)

Únicamente sería posible concederle un movimiento circular a la Tierra si los cuerpos que la componen experimentaran a su vez dicho movimiento. Sin embargo, (1) no se observa ningún movimiento circular en los cuerpos ligeros y pesados y (2) estos sólo pueden experimentar naturalmente un solo movimiento, el recto. De esta forma, Aristóteles llega a la conclusión de que un presunto movimiento terrestre no podría ser natural sino necesariamente violento o producto de la violencia y, en consecuencia, tampoco podría perdurar en el tiempo. Así, quedaba demostrado que un movimiento de la Tierra sería imposible, sin importar su tipo.

(ii) Copérnico desarrolla sus argumentos en torno a la discusión que establece contra estos planteamientos generales de la filosofía natural aristotélica. El primero de ellos se hace por concesión: propone que la Tierra debe experimentar un movimiento circular sobre sí misma que le es natural.

Partiendo del señalamiento de que es propio de la esfera moverse circularmente y de manera uniforme, y habiendo también demostrado que la Tierra tiene forma esférica, Copérnico concluye que el globo terrestre debe moverse de forma natural al igual que las demás esferas que componen al mundo. Sin embargo, un movimiento de la Tierra sería natural y no violento sólo si los cuerpos pesados participan del movimiento de la Tierra. Más aún, Aristóteles había manifestado también que los cuerpos simples sólo pueden comportar un movimiento simple, no uno compuesto. Para resolver ambas dificultades, Copérnico redefine estratégicamente los conceptos aristotélicos de movimientos “rectilíneo” y “circular”, de manera que permitan explicar la caída y elevación de los cuerpos en el marco de una Tierra en movimiento. Así, sugiere que los cuerpos pesados y livianos experimentan el movimiento circular de la Tierra y, en consecuencia, “tenemos que confesar que el movimiento de lo que cae y de lo que se eleva es doble, en comparación con el del mundo, y compuesto de un movimiento recto y uno circular” (Copérnico, 1982, p. 111). Según Copérnico, este último movimiento sería propio de los cuerpos pesados en la medida en que tienen la misma naturaleza del globo terrestre, al cual componen. El movimiento rectilíneo, por su parte, lo experimentarían cuando son desplazados violentamente de su lugar natural, que una vez supuesto el movimiento anual de la Tierra ya no se corresponde con el centro del mundo, sino que simplemente es el centro de gravedad y magnitud de la Tierra esférica. En efecto, al retirar a la Tierra del centro del cosmos atribuyéndole el movimiento anual, Copérnico redefine también el concepto aristotélico de “gravedad”, entendiéndolo ahora por ésta no la tendencia natural de los cuerpos hacia el centro del mundo, sino su tendencia propia a juntarse con sus partes semejantes y formar una esfera o globo. Considerando que también es incierto que la Tierra ocupe dicho centro, Copérnico (1982) afirma:

Que [la tierra] no es el centro de todas las revoluciones lo manifiestan el aparente movimiento irregular de las errantes y sus distancias variables a la tierra, que no pueden entenderse mediante un círculo homocéntrico sobre la tierra. Luego, si existen varios centros, cualquiera podrá dudar, no temerariamente, del centro del mundo, sobre si realmente lo es el centro de gravedad terrestre u otro. Yo creo que la gravedad no es sino una cierta tendencia natural ínsita en las partes por la divina providencia del hacedor del universo, para conferirles la unidad e integridad, juntándose en forma de globo. (p. 113)

Aquí puede apreciarse cómo, por otra parte, la noción de “lugar natural” se encuentra un tanto desvanecida. No obstante, dicha noción es abandonada con mayor nitidez en el caso del movimiento de los cuerpos livianos. En esta serie de correcciones que Copérnico hace a la terminología aristotélica, los cuerpos ligeros y sus cambios locativos poseen ahora diferencias específicas. Por una parte, el fuego experimenta el movimiento circular de la Tierra porque es alimentado por materia terrestre, mientras que asciende en línea recta al tener como causa una fuerza ígnea producto de la violencia. Esto hace que el fuego ya no sea un elemento puro ni que tenga un lugar destinado hacia el cual ascender, pues ahora es concebido como materia térrea ardiente que desaparece una vez le falte su causa violenta. Por otra parte, el aire experimenta el movimiento circular en la medida en que adquiere el movimiento propio de la Tierra, ya sea porque está mezclado de algún modo con tierra o con agua o porque está próximo a la superficie terrestre, razón por la cual se mantiene tranquilo el aire más cercano a ella (Cf. Copérnico, 1982, p. 111).

A partir de esta nueva concepción de los movimientos locales que acontecen en la Tierra, la caracterización y clasificación que Aristóteles hace de los movimientos en tres tipos (movimiento circular, rectilíneo ascendente y rectilíneo descendente) también desaparece y, con ello, la distinción misma entre las regiones sublunar y supralunar. En el mundo copernicano, con una Tierra en movimiento, el movimiento rectilíneo es compuesto y le sucede a las partes que están separadas de su esfera y de su unidad o, en el caso de los cuerpos livianos, cuando su movimiento es producto de la violencia o es adquirido accidentalmente. De esta manera, el movimiento circular llega a ser entonces para Copérnico el único cambio locativo natural, simple y más general, propio de las esferas que componen el mundo incluida la Tierra (Cf. Copérnico, 1982, p. 112).

El segundo argumento que ofrece Copérnico defiende que el cielo debe ser inmóvil, una vez ha demostrado que es inmenso en su magnitud en relación al tamaño del diámetro de la Tierra esférica.¹⁹ Ptolomeo había dicho que la velocidad y la fuerza con la que se desarrollaría el movimiento de la Tierra deberían desestabilizarla, dispersándola de tal suerte por las alturas, llegando a sobrepasar incluso la esfera de la Luna (Cf. Copérnico, 1982, p.

¹⁹ Véase Copérnico (1982, pp. 106-108).

109). Sin embargo, nada de esto pasaría si se concediera lo antes dicho, a saber, que el movimiento de la Tierra es natural y, por tanto, que lo que hace parte de ella se conserva óptimamente:

Si alguien opinara que la Tierra da vueltas, diría que tal movimiento es natural y no violento. Y lo que acontece de acuerdo con la naturaleza produce resultados opuestos a lo que acontece de acuerdo con la violencia (...). Luego, en vano teme Ptolomeo que la Tierra y todo lo terrestre se disperse a causa de una revolución realizada por la eficacia de la naturaleza, que está bien lejos de la del arte o de lo que puede conseguirse mediante el ingenio humano. (Copérnico, 1982, pp. 109-110)

Sin embargo, Copérnico muestra que el razonamiento de Ptolomeo se hace más deficiente cuando se advierte que le iría peor al cielo en su movimiento en tanto su velocidad y su fuerza son proporcionales a su tamaño, el cual supera incomparablemente al del globo de la Tierra. En efecto, el cielo inmenso tendría que girar con una velocidad casi infinita para poder completar su revolución en veinticuatro horas. Pero, tal y como Ptolomeo dice que le sucedería a la Tierra, la vertiginosidad de este movimiento alejaría al cielo del centro, aumentando no sólo su velocidad, sino al mismo tiempo su propia extensión, haciéndolo infinito en altitud. El absurdo concluye entonces en que, si por estas razones el cielo se ha hecho infinito, éste tendría que ser necesariamente inmóvil ya que lo infinito no puede ser movido de ninguna forma (Cf. Copérnico, 1982, p. 110). Como ha enseñado Aristóteles, no puede haber movimiento de un cuerpo infinito como tampoco en un espacio y tiempo infinitos.²⁰

A este conjunto de razones, Copérnico añade dos más. En primer lugar, está aquella según la cual el cielo de las estrellas fijas es el lugar que contiene a todas las demás cosas y, por tanto, debe permanecer inmóvil. Según él, es aceptado que la esfera de las estrellas fijas es el límite final del mundo y en el cual están contenidos todos los demás cuerpos que lo componen. Además, fuera de dicha esfera no existe ningún otro cuerpo, ni vacío ni lugar alguno. Por consiguiente, dado que no está siendo contenido por nada, el cielo no puede experimentar ninguna clase de movimiento sino que, en contraste, es él quien proporciona un lugar a aquellos cuerpos que encierra en su circunferencia:

Y siendo el cielo el que contiene y abarca todo, el lugar común de todas las cosas, no aparece claro inmediatamente, por qué no se atribuye el movimiento más al contenido que al continente, a lo colocado más que a lo que proporciona localización (...). Pero dicen que fuera del cielo no hay ningún cuerpo, ni lugar, ni vacío, ni en absoluto nada, y no existe nada por donde pueda extenderse el cielo. Entonces es realmente admirable, si algo puede ser contenido por nada (...). Pero (...) teniendo nosotros como seguro esto, que la tierra está limitada por sus polos y terminada por

²⁰ Véase Aristóteles (1996, 275a-275b30).

una superficie esférica. Luego, por qué dudamos aún en concederle una movilidad por naturaleza congruente con su forma, en vez de deslizarse todo el mundo, cuyos límites se ignoran y no se pueden conocer, y no confesamos sobre la revolución diaria que es apariencia en el cielo y verdad en la tierra. (Copérnico, 1982, 105-110)

Finalmente, la segunda razón es otro argumento por concesión: “la condición de inmovilidad se considera más noble y divina que la de mutación o inestabilidad” y “convienen por ello más a la Tierra que al mundo” (Copérnico, 1982, p. 112). Es decir, si lo más lejano del lugar de la generación y la corrupción es lo más perfecto y divino, como Aristóteles cree,²¹ debe ser entonces el cielo y no la Tierra quien permanezca inmóvil.

(iii) Hasta aquí se ha visto entonces cómo Copérnico se basa en estrategias argumentativas, retóricas más que demostrativas, para apoyar su postura. Mediante este recurso, consigue hacer entender que la filosofía natural vigente puede ser criticada y corregida y que la inmovilidad de la Tierra no es una tesis concluyente. Sin embargo, su interés no es probar la realidad del movimiento terrestre desde el punto de vista filosófico-natural. Primero porque, como he mostrado, sus argumentos son pruebas indirectas y no demostraciones necesarias y universales. Segundo, porque con ellos tampoco desarrolla una teoría explicativa de los fenómenos que acontecerían dado que la Tierra se mueva. Por ejemplo, ¿cómo explicaría Copérnico que, a pesar de que la Tierra gira, se observa que las cosas pesadas que son lanzadas desde lo alto caigan en una perpendicular? ¿Por qué el disparo de la bala de cañón no se desvía hacia el oeste, tal y como ocurriría si la Tierra diera vueltas? ¿Por qué razón las aves no presentan resistencia al volar en dirección contraria al “movimiento natural y no violento” de la Tierra? ¿Por qué el aire asciende hacia lo alto rectilíneamente? Estas y otras cuestiones similares ocuparán a Galileo en su *Diálogo*, para quien el movimiento de la Tierra sí podría ser demostrado como verdad en la naturaleza.

Copérnico, en cambio, “es reacio a ir más allá de afirmar la probabilidad del movimiento de rotación terrestre” (Westman, 1980, p. 112) y se contenta con al menos dos cosas. Por un lado, con haber enseñado que, como nada impide la movilidad de la Tierra, el filósofo no puede objetarle al astrónomo que adopte dicha idea como hipótesis. Y por otro lado, con haber detallado cómo a partir de este principio seguro la astronomía puede alcanzar certeza en sus demostraciones y solucionar definitivamente los problemas o dificultades que había tenido en el pasado. Desde el punto de vista epistemológico, es decir, en el marco de las demostraciones astronómicas, el movimiento terrestre constituye una hipótesis enteramente legítima. Dicho movimiento es algo que Copérnico da por sentado y sólo desde el cual cree es posible adquirir un conocimiento cierto de todos los fenómenos celestes, más precisamente de las distancias y los tamaños de las órbitas planetarias. Sin embargo, desde

²¹ Véase Aristóteles (1996, 269b15).

el punto de vista filosófico-natural, la movilidad de la Tierra sólo alcanza el grado de probabilidad, pues es una afirmación que carece de razones filosóficas necesarias tanto a favor como en contra. No obstante, que tal afirmación sea el único principio que demuestra con certeza los fenómenos da pie para creer que es más verosímil la realidad de dicho movimiento que su imposibilidad.

Conclusión

En el contexto disciplinar en que se inscribe el *De Revolutionibus*, la astronomía pertenecía al grupo de las artes matemáticas que componen el *quadrivium* junto con la aritmética, la geometría y la música. Sin embargo, su especificidad como ciencia de los movimientos celestes hace de ella una disciplina matemática mixta, es decir, una disciplina que se fundamenta tanto en las tesis de la filosofía natural como en los principios de la geometría. Muestra de que no existe tensión alguna al interior esta obra, en contraposición a la postura de Galileo y algunos historiadores, es el hecho de que Copérnico finaliza la presentación del componente filosófico-natural de su trabajo, dando inicio inmediatamente a la exposición de sus fundamentos geométricos, con las siguientes palabras:

Hemos resumido lo que de la filosofía natural nos parecía necesario para nuestro propósito, *como principios e hipótesis*, a saber, que el mundo es esférico, inmenso, semejante al infinito, también que la esfera de las estrellas fijas que contiene a todas las cosas es inmóvil, y en cambio que el movimiento de los demás cuerpos celestes es circular. Aceptamos también que la Tierra es móvil según ciertas revoluciones, con lo que intentamos estructurar toda la ciencia de los astros como sobre una primera piedra. (Copérnico, 1982, p. 123; cursivas mías)

Copérnico, que aspiraba seguir en su obra tanto como fuera posible el *Almagesto* de Ptolomeo, sigue el orden de exposición demostrativa propio de las matemáticas: el método sintético. Así, partiendo primero desde los fundamentos físicos y geométricos, Copérnico procede luego a la elaboración de los modelos matemáticos mediante los cuales, finalmente, salvaría las apariencias de los astros y obtendría las predicciones posicionales requeridas para construir efemérides. Si su propósito era establecer y fundamentar un nuevo sistema del universo, habría ofrecido argumentos demostrativos de la afirmación del movimiento de la Tierra. En ese sentido, dicha afirmación constituiría una tesis respaldada por premisas de la filosofía natural. Sin embargo, como espero haber mostrado, Copérnico sólo consideró el movimiento de la Tierra como algo filosóficamente verosímil y, a la luz del fragmento citado, como un principio o hipótesis sólidos.

Referencias bibliográficas

- Aristóteles (1995). *Tratados de lógica (órganon)*. Madrid: Gredos.
- _____. (1996). *Acerca del cielo. Metereológicos*. Madrid: Gredos.
- Barker, P., and Goldstein, B. (1998). Realism and Instrumentalism in Sixteenth Century Astronomy: a Reappraisal. *Perspectives on Science*. 6.3, pp. 232-258.
- Cohen, I. B. (1980). *The Newtonian Revolution: With Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Copérnico, N. (1982). *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*. Madrid: Editora Nacional.
- _____. (1996). Breve exposición de sus hipótesis acerca de los movimientos celestes (Commentariolus). En: A. Elena (Comp.), *Opúsculos sobre el movimiento de la Tierra*. (pp. 23-43). Madrid: Alianza Editorial.
- Galilei, G. (1994). *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*. Madrid: Alianza Editorial.
- _____. (1996). Consideraciones sobre la Opinión Copernicana. En: A. Elena (Comp.), *Opúsculos sobre el movimiento de la Tierra*. (pp. 71-87). Madrid: Alianza Editorial.
- Gingerich, O. (1975). 'Crisis' vs Aesthetic in the Copernican Revolution. *Vistas in Astronomy*, 17. 1, pp. 85-95.
- Granada, M. A. (2000). *El umbral de la modernidad: Estudios sobre filosofía, religión y ciencia entre Petrarca y Descartes*. Barcelona: Herder.
- Hall, A. R. (1954). *The Scientific Revolution, 1500-1800: The Formation of the Modern Scientific Attitude*. London: Longmans, Green.
- Hanson, N. R. (1978). *Constelaciones y conjeturas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Koestler, A. (1959). *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*. New York: Macmillan.
- Kuhn, T. S. (1978). *La Revolución Copernicana: La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*. Barcelona: Ariel.
- Rheticus, G. (1971). Narratio Prima. In: E. Rosen (Ed.), *Three Copernican Treatises: the Commentariolus of Copernicus, the Letter against Werner, the Narratio prima of Rheticus*. (pp. 107-196). New York: Octagon Books.
- Rosen, E. (1937). The Commentariolus of Copernicus. *Osiris*. 3.1, pp. 123-141.
- Swerdlow, N. M. (1937). The Derivation and First Draft of Copernicus's Planetary Theory: a Translation of the Commentariolus with Commentary. *Proceedings of the American Philosophical Society*. 117.6, pp. 423-512.
- Westman, R. (1980). The Astronomer's Role in the Sixteenth Century: A Preliminary Study. *History of Science*. 18, pp. 105-147.
- _____. (2004). Proof, Poetics, and Patronage: Copernicus's Preface to De Revolutionibus. In: D. Lindberg and R. Westman (Eds.), *Reappraisals of the Scientific Revolution*. (pp. 423-512). Cambridge: Cambridge University Press.
- _____. (2011). *The Copernican Question: Prognostication, Ekepticism and Celestial Order*. Berkeley: University of California Press.