

NICOLAS COPERNICO: REORGANIZADOR DE LOS CIELOS

"Cuando he apreciado estos defectos, a menudo consideré si no sería posible hallar una ordenación de los círculos más razonable, a partir de la cual pudiera derivarse toda desigualdad aparente, y en la cual todo se moviera de modo uniforme en torno a su propio centro, según lo exige la regla de movimiento absoluto".

Copérnico. Commentariolus. (Coffa 1969)

Guillermo Coronado

*U.C.R. / I.T.C.R.
Miembro del Círculo de Cartago

Con motivo de la conmemoración de los 450 años de la publicación de la obra del astrónomo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) inauguramos la sección de Historia de la Ciencia para Repertorio Científico con el presente artículo. El autor nos presenta el trabajo en cuatro secciones. En "Bosquejo Biográfico" nos enfrenta con la vida del canónico polaco y como se gesta a través de ella sus ideas astronómicas. Luego en la "Astronomía de Copérnico" describe las presuposiciones de este gran científico y sus elementos justificativos para la aceptación del heliocentrismo. En la "Propuesta Programática. El Comentariolus", el autor presenta las postulaciones del sistema copernicano esbozadas en un pequeño tratado llamado Comentariolus. Por último "La clave de la versión definitiva. El Revolutionibus y la primera ley de la naturaleza", nos enfrenta con la Primera Ley de la Naturaleza, la teoría Heliocéntrica de Copérnico en su versión de 1543 y a éste como el reorganizador de los cielos.

Rodolfo J. Rodríguez R.

Descriptor: Nicolás Copérnico, Astronomía, Biografía.



Figura 1. NICOLAS COPERNICO, grabado de la época

BOSQUEJO BIOGRAFICO

Nicolás Copérnico (fig. 1) nace el 19 de febrero de 1473 en la ciudad de Torún (Thorn), a la orilla del Vístula, en lo que hoy es Polonia. Su padre, del mismo nombre, era oriundo de Cracovia, y en Torún había llegado a ser un acaudalado magistrado poseedor de un viñedo. Su madre, Bárbara de Watzelrode, era miembro de una de las familias principales de la ciudad y hermana del canónico Lucas de Watzelrode.

En 1483, a la muerte de su padre, junto a su hermano Andrés y dos hermanas, queda bajo la tutela de su tío materno Lucas (1447-1512), quien a su vez en 1489 se convierte en el obispo-príncipe de Varmia (Ermland). Varmia era el nombre de la provincia eclesiástico-política en que Copérnico posteriormente desarrollará su actividad como administrador del Capítulo de Frombork. Desde el otoño de 1491 hasta 1494, Copérnico realiza estudios en la Universidad de Cracovia, el principal centro universitario de Polonia. Aunque la educación recibida es la normal, estudia también astronomía con Alberto Brudzewski (1445-1497). Sin haber obtenido formalmente la graduación abandona Cracovia llamado por su tío quien trata de nombrarlo como canónico de Frombork, lo cual le aseguraría no solamente un puesto vitalicio en la administración de la Iglesia, sino también rentas, tierra, casa, es decir, una canonjía. Aunque no se sabe con certeza si formalmente nombrado o con sólo tal expectativa, Copérnico viaja a Italia, en 1496 a emprender estudios superiores en derecho canónico, el derecho ad-

ministrativo de la Iglesia. En consecuencia, a inicios de enero de 1497, se matricula en la Universidad de Bolonia. Allí también se interesa por los estudios en astronomía, ahora bajo la dirección de Domenico María de Novara (1454-1504), realizando sus primeras observaciones astronómicas de importancia. En 1500, visita Roma donde, según la leyenda, imparte conferencias de astronomía de gran relevancia, pero de ello no hay evidencia histórica. Al año siguiente regresa a Varmia para ocupar formalmente su puesto en el Capítulo de Frombork, pero inmediatamente obtiene un nuevo permiso para regresar a Italia a continuar sus estudios de derecho y también los de medicina, probablemente por sugerencia de su tío. Para tal efecto, en el otoño de 1501, se matricula en la Universidad de Padua.

Extrañamente obtiene su doctorado en derecho canónico en la Universidad de Ferrara en 1503. Ese mismo año, o al siguiente, Copérnico regresa a Varmia graduado en derecho, pero también con formación en medicina y astronomía. Asimismo como un humanista, es decir, como profundo conocedor de la cultura y el idioma de la Grecia clásica.

Desde su regreso y hasta 1510 es secretario y médico de su tío Lucas en la corte del castillo de Lidzbark (Heilsberg) (fig. 2). Durante este periodo, en el año de 1509, publica su primer libro, la traducción latina de las CARTAS de Teofilacto de Simocata, dedicado a su protector Lucas. Alrededor de 1507, según las últimas investigaciones, Copérnico

redacta el COMMENTARIOLUS, manuscrito que contiene la primera versión de su nueva astronomía heliocéntrica.

En 1510 se instala en el Capítulo de Frombork, donde desempeña una gran variedad de funciones en la administración político-eclesiástica de Varmia hasta la fecha de su muerte. Entre ellas destacan la de canciller, administrador, y hasta defensor militar de la ciudad de Olsztyn (Allenstein), en la guerra de 1519-21 que Varmia sostiene con la Orden Teutónica, como resultado de la división de la cristiandad iniciada en 1517 con las acciones de Martín Lutero.

Durante todo este tiempo, Copérnico trabaja en cuestiones astronómicas, iniciando la redacción de su gran obra, el DE REVOLUTIONIBUS, probablemente alrededor de 1515, pero también publicando una obra de carácter polémico sobre la cuestión de la octava esfera, CARTA CONTRA WERNER, y también otra de índole económica, sobre la inflación y la moneda, DE MONETAE. Asimismo realiza algunas observaciones astronómicas que utilizará en su obra fundamental.

Ya viejo, en 1539, Copérnico recibe en Frombork al joven astrónomo protestante Rético, quien ha roto las fronteras religioso-políticas para conocer su sistema heliocéntrico, y quien finalmente lo convence para que publique su gran libro. Es Rético quien ofrece la primera versión impresa del nuevo sistema, en su NARRATIO PRIMA (1540), y se hace cargo de la edición del libro, llevándose copia del manuscrito a la ciudad protestante de Nuremberg. Pero no puede llevar a feliz término su misión, quedando la edición a cargo del teólogo, aficionado a la astronomía, Osiander. Este a su vez redactará la "Carta al lector", que sin firma encabeza la edición del DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM. El libro sale a la luz pública en marzo de 1543, pero Copérnico, aparentemente enfermo desde diciembre de 1542, muere en Frombork el 24 de mayo de ese mismo año.

LA ASTRONOMIA DE COPÉRNICO

Copérnico ofreció una razón fundamental para justificar su propuesta de una nueva astronomía. Se debía respetar el "principio de regu-

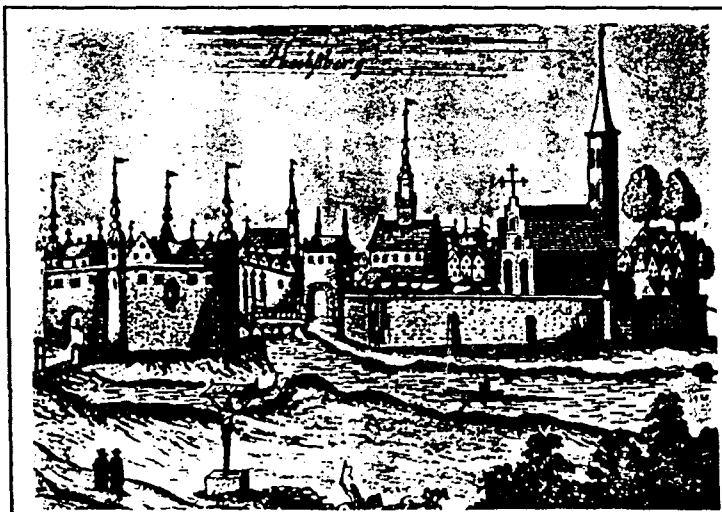


Figura 2. CASTILLO DE HEILSBURG, donde trabajó Copérnico. (Tomado de A. Armitage. 1933. *The World of Copernicus*).

laridad", o "regla del movimiento absoluto", que establece la prioridad de la circularidad y la uniformidad en las explicaciones astronómicas. Establecido en los inicios de la astronomía teórica en el siglo IV A.C., este "principio" o "regla" fue el criterio rector de las explicaciones o construcciones teóricas (N. Copérnico en el COMMENTARIOLUS lo llama "principio de regularidad" en el párrafo primero y "regla del movimiento absoluto" en el cuarto. Estos cuatro primeros párrafos introductorios son de gran importancia doctrinal. También suponen un resumen histórico del desarrollo de la astronomía). Para Copérnico dicho principio supone el empleo de la circularidad y la uniformidad, condiciones de forma y velocidad, de manera simultánea en las construcciones geométricas que sustentan la explicación y predicción de los movimientos planetarios.

El reconoce que los distintos sistemas de astronomía han intentado ser fieles a dicho principio, pero al mismo tiempo denuncia como inaceptable su separación en dos subprincipios, uno que mantenga la circularidad, mediante la combinación de diversos círculos, y otro la velocidad uniforme, mediante otros artificios geométricos, esto es, otros círculos o centros.

En efecto, es esta división del principio de regularidad, y el empleo de explicaciones independientes para la dimensión circular y de velocidad uniforme del fenómeno planetario, por parte del gran astrónomo alejandrino Claudio Ptolomeo, siglo II

D.C. (fig. 3), lo que motiva a Copérnico a plantear un heliocentrismo que mantenga la circularidad y la uniformidad de los movimientos planetarios con respecto del mismo centro.

En particular, es el uso del ecuante como artificio geométrico y pieza clave en la explicación ptolemaica de la uniformidad del movimiento planetario lo que más perturba a Copérnico y lo lleva a calificar a este tipo de astronomía como no "suficientemente absoluta y agradable al espíritu" (Copernico COMMENTARIOLUS). En otros términos, y en virtud de una concepción pitagórica de la teoría como no verdadera. Ahora bien, otro tipo de artificios geométricos en las explicaciones, como el epiciclo, combinación de círculos, y la excéntrica, o centro de círculo no coincidente con el centro del cosmos, no son rechazados sino adoptados puesto que resuelven algunas dificultades técnicas, v.gr., los cambios de distancia del planeta respecto del centro y los movimientos retrógrados o de rizo que el fenómeno plantea. Para un desarrollo más técnico de esta temática, véase mi "En torno a la Revolución Científica: Comentario al Commentariolus de Copérnico" (Coronado 1991).

Igualmente, es importante resaltar que el rechazo de la astronomía tradicional no es un problema de adecuación de la teoría con los hechos, pues Copérnico reconoce que la astronomía de Ptolomeo concuerda con los datos numéricos tanto como su nuevo sistema. Es la falta de rigor teórico, el alejamiento del cri-

terio estricto de la circularidad y uniformidad, lo que hace indispensable repensar el problema astronómico, y volver a la unidad primordial de lo circular y lo uniforme. Para una discusión sobre el "reorganizar" en contraposición al concepto de "revolucionar" la astronomía, véase mi "Los orígenes de la ciencia moderna y la revolución astronómica" (Coronado 1987).

Ahora bien, resolver el anterior problema de coherencia teórica supone reorganizar los cielos de manera radical, lo que significa abandonar el modelo egocéntrico y sustituirlo por uno heliocéntrico. Y al mismo tiempo, abandonar el apoyo que los sentidos y el sentido común ofrecían a una concepción de los cielos centrada en la tierra y limitada por la gran esfera del cielo estrellado; una gran esfera de dimensiones finitas cuyo centro lo ocupa nuestra inmóvil tierra, mientras los cuerpos celestes, luminarias como el Sol y la Luna, o estrellas errantes-planetarias como Venus, Mercurio, Marte, Júpiter y Saturno se mueven en su entorno, y el firmamento, la esfera de las estrellas fijas, rota cada veinticuatro horas.

Por el contrario, Copérnico asume un cielo esférico y finito, como el del geocentrismo, pero ahora centrado en el Sol, que es inmóvil, y limitado por el firmamento que también es inmóvil; un Sol centro de los planetas o estrellas errantes, a los que se ha sumado la Tierra, como cuerpo celeste que posee al menos dos movimientos, a saber, rotación, el cual explica el pasar de los días y

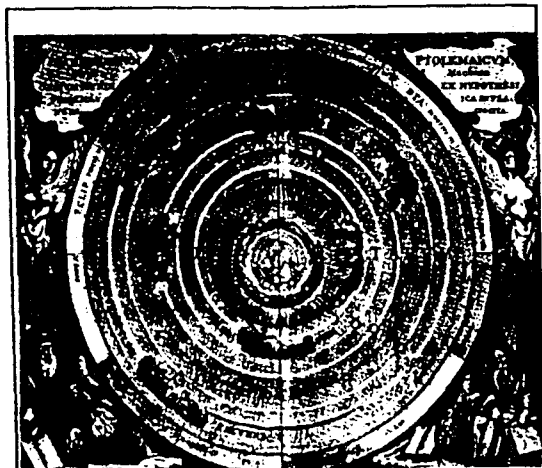


Figura 3. PLANISPHERIUM PTOLEMAICUM del Atlas de Andreas Cellari, en donde se ilustran las ideas de Ptolomeo acerca del Universo. [Tomado de Historia del Pensamiento, Vol. II. Las ideas como creencias]

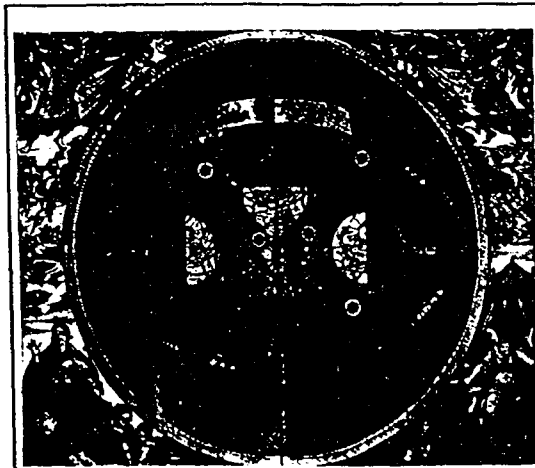


Figura 4. SCENOGRAPHIA SYSTEMATIS COPERNICANI del Atlas de Andreas Cellari, se muestra el sistema Copernicano del Universo. [Tomado de Historia del Pensamiento, Vol. II. Las ideas como creencias]

las noches, y traslación en torno al Sol, que explica el año. Tierra, que por otra parte, sirve de centro para el movimiento de la Luna, cuerpo que deja de ser celeste en sentido primario, para convertirse en un cuerpo secundario, que se traslada alrededor de la Tierra, como si nos lo reporta el dato sensorial. Por supuesto, tales movimientos no se nos presentan como fenómenos, pero son reales, y por su medio se explican todos los fenómenos del movimiento planetario sin tener que separar la circularidad de la uniformidad (fig. 4).

El sistema no tiene el apoyo directo de los sentidos pero coincide con los datos, tanto como el ptolemaico, como se señaló antes (fig. 5). Y lo que es más importante, coincide plenamente con el principio de regularidad, fundamento necesario para toda teoría astronómica. En otros términos, el sistema heliocéntrico copernicano sí es "suficientemente absoluto y agradable al espíritu" en contraposición a los esquemas geocéntricos tradicionales.

En conclusión, el heliocentrismo sí es verdadero. Y al mismo tiempo se logra la reorganización de los cielos y la eliminación de los defectos señalados en la astronomía de Ptolomeo y seguidores.

LA PROPUESTA PROGRAMÁTICA: EL COMMENTARIOLUS

Al inicio de su aventura creadora, Copérnico resumió toda la cuestión en un conjunto de siete principios rectores de su propuesta astronómica, que constituyen el corazón doctrinal de su COMMENTARIOLUS, como se señaló en el bosquejo biográfico. Los denomina simultáneamente axiomas, postulados y supuestos. Se les reproduce y comenta brevemente su significado astronómico y cosmológico.

"1. No hay un centro único de todos los círculos o esferas celestes"

Para sorpresa de aquellos que insisten en la ecuación Copérnico=heliocentrismo, el modelo heliocéntrico no aparece formulado en el primer axioma. El carácter negativo del primer postulado supone un tajante rechazo de la estrategia explicativa de Eudoxo: esferas concéntricas con un único centro. En consecuencia, se abre la posibilidad de una as-

tronomía a partir de una pluralidad de centros, autorizando el uso de la combinación de círculos.

La pluralidad de centros también se plantea en sentido cosmológico, por lo que se desprende la tesis de varios centros de las "orbes" o esferas celestes. Dichos centros se especifican en los dos siguientes supuestos.

En este comentario se asume, con los astrónomos de ese siglo, que Copérnico supone las esferas como realidades y no como simples artificios geométricos.

"2. El centro de la Tierra no es el centro del Universo sino sólo el de la gravedad y el de la esfera lunar"

Copérnico rechaza el geocentrismo tradicional: la Tierra no es el centro del Universo. Se está ante una tesis cosmológica fundamental. No obstante, el movimiento de la Luna se refiere a la Tierra como centro, por lo que la Tierra es centro secundario. Ambas constituyen un subsistema en los cielos. La Luna deja de ser cuerpo celeste primario, y ello será el germen de inquietudes posteriores resueltas finalmente por la demostración capital de Kepler en su MISTERIO DEL COSMOS de 1596.

Copérnico va más allá de la astronomía y la cosmología al establecer que la Tierra es centro de "gravitas", con lo que revalida el sentido de la física de Aristóteles y evita el replantear la cuestión de las teorías acerca del comportamiento de las cosas que nos rodean. Sin embargo,



Figura 5. INSTRUMENTOS ASTRONOMICOS usados al final del Siglo XV. (Tomado de Historia del Pensamiento, Vol. II. Las ideas como creencias).

es evidente que hay una importante innovación dado que se rechaza la implícita identificación entre el centro de gravitas y el centro del Universo.

"3. Todas las esferas giran en torno al Sol, que es su punto medio, y por ello el Sol es el centro del Universo"

En este tercer axioma, finalmente, se especifica el nuevo modelo cosmológico: el Sol es el centro del Universo. Un Universo esférico y finito cuya periferia o límite es el cielo estrellado.

Ahora bien, en consonancia con el primer axioma, el Sol no es el centro único de las esferas celestes sino su punto medio. No se propone un modelo heliocéntrico eudoxiano. Se permite una mayor libertad en las construcciones o explicaciones astronómicas. En particular, la astronomía de combinación de círculos es la que se proyecta, aunque en número mucho menor que el requerido por los enfoques geocéntricos. El precio de esta valiosa economía es la eliminación de la centralidad e inmovilidad terrestre con su íntima afinidad con el dato sensorial.

"4- La razón entre la distancia de la tierra al Sol y la altura del firmamento es tan inferior a la razón entre el radio de la Tierra y su distancia al Sol, que la distancia de la Tierra al Sol es imperceptible en comparación con la altura del firmamento"

Este axioma es de carácter defensivo. Justifica la ausencia del paralaje estelar, esto es, el efecto sensible del movimiento de la Tierra alrededor del Sol, que debería detectarse y medirse trigonométricamente en el trasfondo de las estrellas fijas. Ahora bien, el paralaje estelar no se encuentra, ni puede medirse, establece el postulado, puesto que el diámetro de la Tierra alrededor del Sol en términos modernos es como un punto al compararlo con el radio del Universo, es decir, la distancia del Sol hasta el cielo estrellado o firmamento (fig. 6).

Se dijo que el postulado es de naturaleza defensiva pues de no postularse dicha inconmensurabilidad, el ángulo de paralaje debería ser medible y su no medición implicaría la

inmovilidad de una Tierra central. En efecto, las estrellas fijas aparecerían sin cambio alguno de perspectiva al ser observadas con intervalos de seis meses, puesto que la Tierra habría permanecido siempre en el mismo lugar. La refutación del heliocentrismo sería muy clara.

Pero si el paralaje no se puede medir, su ausencia no refuta la propuesta del heliocentrismo y la movilidad terrestre.

De hecho, este ángulo paraláctico no se puede medir a simple vista, como eran las observaciones de la astronomía pre-galileana. Y no será sino hasta entrado el siglo XIX que la medición será realizada.

Ahora bien, la inconmensurabilidad propuesta tiene dos consecuencias de gran importancia.

Primero, el Universo esférico y finito resulta ser inmenso. En particular, se desprende que entre la esfera de Saturno, último de los cuerpos celestes errantes, y la esfera de las estrellas fijas hay una enorme distancia, que rompe cualesquiera armonía entre las distancias planetarias. Y era de esperar que tal armonía entre las distancias de los planetas, que se venía buscando desde los tiempos de los pitagóricos fuera también válida para la esfera de las estrellas fijas. Es imprescindible preguntar si ello es "suficientemente absoluto y agradable al espíritu".

Segundo. Esta inconmensurabilidad hace que una distancia que existe, a saber, el radio del universo, no puede ser medida. En otros términos, una cierta cantidad no es determinable y resulta opaca a la razón. Dicha distancia es un misterio y pone un límite a la razón. Y ello, definitivamente, no es "ni suficientemente absoluto ni agradable al espíritu". Por el contrario, se está ante un serio "defecto" de la propuesta copernicana.

Para terminar este comentario es justo señalar que el axioma cuarto tiene antecedentes en los planteamientos de Filolao, modelo pitagórico del fuego central, para explicar la no fenomeneidad del movimiento de traslación alrededor de ese fuego central, y de Ptolomeo, aplicado a cualquier distancia medida en la superficie terrestre. Para ejemplificar la tesis ptolemaica, y

para ampliar la concepción geocéntrica tradicional, se citarán los cinco postulados del Almagesto.

"Ante todo hay que admitir:

1. Que el Cielo tiene forma esférica y se mueve como una esfera.
2. Que la Tierra, por su figura y tomada en la totalidad de sus partes, es sensiblemente un esferoide.
3. Que está en medio de todo el cielo, como en un centro.
4. Que por su tamaño y distancia a la esfera de las estrellas fijas, sólo es un punto.
5. Que no tiene rotación ni traslación." (Ptolomeo, ALMAGESTO: libro I cap. II).

Los supuestos quinto y sexto establecen dos movimientos de la Tierra.

"5. Todo movimiento que parezca realizar el firmamento, no proviene del movimiento del firmamento sino del de la Tierra. La Tierra, junto con los elemen-

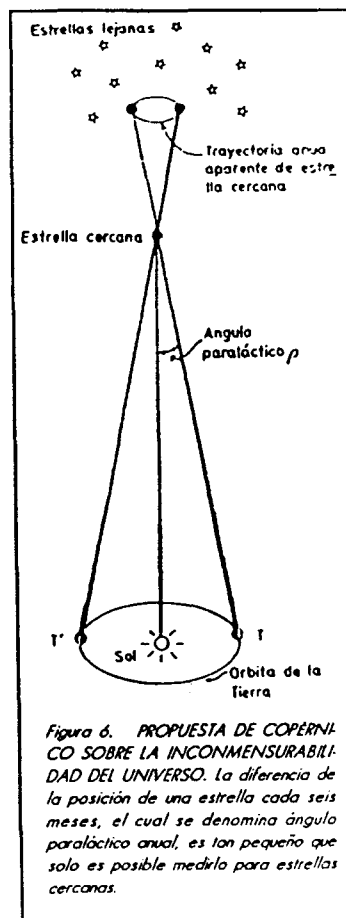


Figura 6. PROPOSTA DE COPERNICO SOBRE LA INCOMMENSURABILIDAD DEL UNIVERSO. La diferencia de la posición de una estrella cada seis meses, el cual se denomina ángulo paraláctico anual, es tan pequeño que solo es posible medirlo para estrellas cercanas.

tos que la rodean, realiza una rotación diaria, en tanto que el firmamento y el cielo superior permanecen inmutables.

6. Los que se nos aparecen como movimientos del Sol, no son motivados por su movimiento sino por el de la Tierra y el de nuestra esfera, con la que giramos en torno al Sol como cualquier otro planeta. La Tierra tiene, por ello, más de un movimiento".

En primer lugar, se afirma la rotación de la Tierra y la inmovilidad del cielo estrellado. Dicha rotación es pero no es perceptible. El movimiento diurno de los cielos no es aunque aparece como ilusión resultante de la rotación terrestre. En consecuencia, no se tiene que explicar la rotación de los cielos y su presencia en el movimiento planetario. Y se economiza en el número de los factores explicativos pues tal factor ya no es parte del dato a considerar. Se debe reconocer, que esta economía sí es "agradable al espíritu".

Desde la perspectiva cosmológica, Copérnico reconoce el mundo lunar: la Tierra rota junto con los "elementos que la rodean". Nuevamente se mantiene la vigencia de la física aristotélica y se evitan dificultades teóricas.

En segundo lugar, se establece (axioma sexto) la traslación de la Tierra alrededor del Sol. Queda claro que la Tierra posee más de un movimiento. El movimiento del Sol es simplemente aparente y se entiende por el de la traslación de la Tierra, "de la Tierra y de su esfera".

Además, la Tierra es un planeta y ello a pesar de no ser "etérea". No puede evitarse el asestar un duro golpe a la cosmología aristotélica delineada en la segunda parte de este trabajo. La pregunta se impone: es posible que un cuerpo opaco e "inferior" sea luminaria de los cielos? El camino hacia el "planeta azul" está abierto.

- 7- Los movimientos aparentes retrógrado y directo de los planetas no son motivados por su propio movimiento sino por el de la Tierra. Por lo tanto, basta el movimiento de la Tierra para explicar tantas desigualdades aparentes en los cielos".

Finalmente, el séptimo axioma representa otra instancia de la economía y simplificación que supone la "reorganización" copernicana de los cielos. Otro éxito de la circularidad en el contexto heliocéntrico. La "retrogradación" de los planetas es una simple ilusión óptica. Es el resultado de la observación de un planeta desde la atalaya de una Tierra planeta que también se mueve circularmente en torno al sol y en una órbita de distinto tamaño a la del planeta observado. Un simple diagrama lo hace evidente (fig. 7).

Para concluir esta tercera parte, se debe reconocer la atracción de la propuesta copernicana. Solamente queda el resquemor del problema de la inconmensurabilidad (Coronado 1986). Empero, la reorganización de los cielos se muestra y justifica como "agradable al espíritu y suficientemente absoluta". Y Copérnico lo expresa con gran entusiasmo:

"Por consiguiente, no debemos vacilar en admitir que este todo que la Luna encierra, así como el centro de la Tierra, atraviesan el gran círculo orbital entre las otras estrellas erráticas en una revolución anual alrededor del Sol, y que el centro del mundo está en él; que el Sol permanece inmóvil y que todos los movimientos aparentes que se le atribuyen pueden verificarse por la movilidad de la Tierra; que la magnitud del mundo es tal que, aunque la distancia del Sol a la Tierra, en relación con cualquier esfera planetaria que se quiera, posee una magnitud que es suficientemente considerable en proporción con esta dimensión, esta instancia, comparada con la esfera de las estrellas fijas, es imperceptible; y que encuentro mucha más fácil admitir eso, antes que distraer la inteligencia por una multitud casi infinita de esferas, tal como están forzados a hacer quienes colocan la Tierra en el centro del mundo. Nosotros más bien debemos seguir la sabiduría de la naturaleza, la cual, teniendo gran cuidado en no producir nada superfluo o inútil, prefiere a menudo dotar a una misma cosa de muchos efectos". (Copérnico, DE REVOLUTIONIBUS: libro I, cap. X).

LA CLAVE DE LA VERSION DEFINITIVA. EL DE REVOLUTIONIBUS Y LA PRIMERA LEY DE LA NATURALEZA

Al discutir las implicaciones de la inconmensurabilidad, se señaló que se rompe cualquiera de los esquemas de armonía en el cosmos que se han buscado desde los inicios de la tradición pitagórica. Hasta el tiempo de Copérnico, tal aspiración no había sido plasmada en un orden con consenso pleno. Igualmente es una cuestión abierta la ordenación de los planetas o cuerpos celestes a partir del centro hasta la periferia. En efecto, los modelos astronómicos han discrepado en los órdenes propuestos, en particular, en el caso de Mercurio, Venus y el Sol, pues el dato empírico no introduce vía de solución. Los tres tardan el mismo intervalo alrededor del observador y en el contexto de las constelaciones del Zodíaco, a saber, un año.

Por ello, se terminará esta exposición de la reorganización de los cielos copernicana con la referencia a su Primera Ley de la Naturaleza, que evidencia la clave del universo heliocéntrico y la armonía básica que resulta de su carácter de verdad.

La Primera Ley de la Naturaleza establece la proporcionalidad entre el tamaño de las órbitas y el período de su revolución, con lo que se establece la ordenación necesaria de

los planetas en su movimiento en torno al centro del Universo, el Sol. En consecuencia, el orbe más pequeño, el más cercano al Sol, tardará el menor tiempo. La esfera de mayor tamaño, la de Saturno, que de ello sí ha habido consenso, tomará el mayor tiempo para completar su viaje. Y así el orden se deriva de manera simple y obvia: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Orden no accidental o circunstancial sino necesario. Copérnico, en estado de excitación, lo comunica en los siguientes términos:

"Y aunque todas estas cosas son difíciles, casi inconcebibles, y contrarias a la opinión de muchos, con la ayuda de Dios, en lo que sigue las habremos de tornar más claras que el Sol, al menos para quienes no ignoren el arte de la matemática. En efecto, si dejamos intacta la primera ley (pues nadie ha de proponer otra más conveniente) de que la magnitud de las órbitas se mide por la magnitud del tiempo, el orden de las esferas procederá de la manera siguiente, comenzando por la más elevada. La primera y más alta de todas es la esfera de las estrellas fijas, que se contiene a sí misma y a todas las demás cosas, y que, por tanto, es inmóvil; es el lugar del universo al cual se refieren el movimiento y la posición de todas las otras estrellas..."

A continuación, sigue la primera de las estrellas erráticas, Saturno, el cual cumple su circuito en 30 años. Después de él viene Júpiter, que se mueve en una revolución de 12 años. Luego Marte, cuyo circuito es de 2 años. El cuarto lugar en la serie está ocupado por la revolución anual en la cual hemos dicho que la Tierra, junto con la órbita de la Luna, está contenida como un epiciclo. En quinto lugar está Venus, que gira en 9 meses. El sexto lugar, por último, está ocupado por Mercurio, que efectúa su revolución en un período de 80 días". (Copérnico, DE REVOLUTIONIBUS: libro I, cap. X). Proporcionalidad entre tiempo y radio, entre período y tamaño, que rige la ordenación de las esferas planetarias, en el interior del todo del Universo, definido por la esfera de las estrellas fijas, que por ello está fuera de la armonía. Y lo está no solamente por ser inmóvil, sino porque su distancia es inconmensurable con cualesquiera de las órbitas interiores. Estas órbitas interiores, las

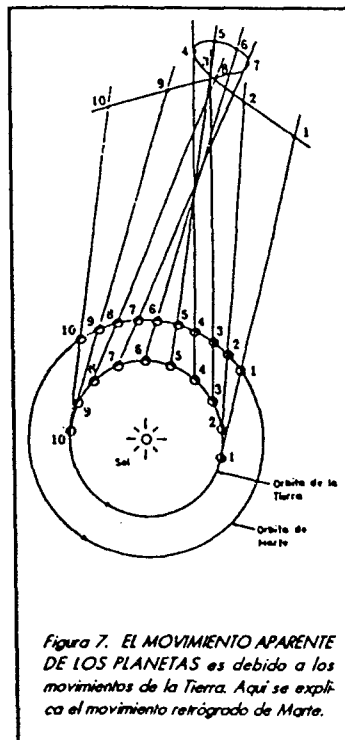
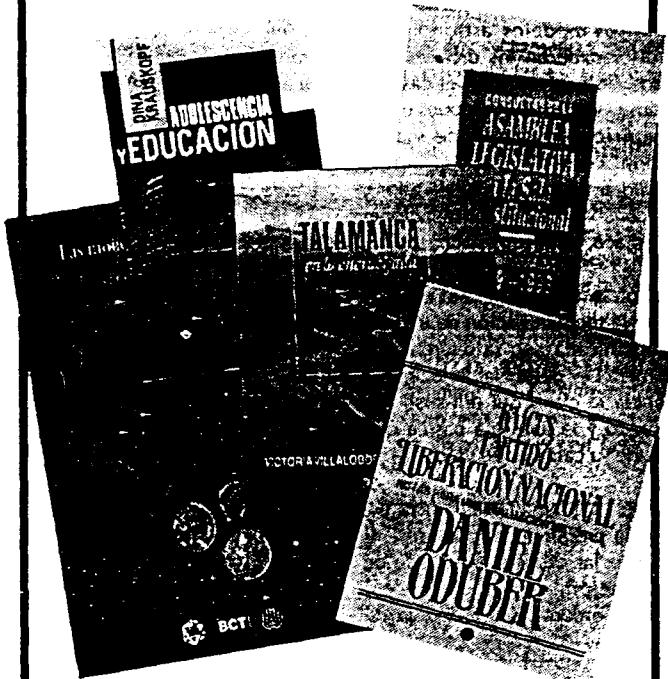


Figura 7. EL MOVIMIENTO APARENTE DE LOS PLANETAS es debido a los movimientos de la Tierra. Aquí se explica el movimiento retrógrado de Marte.

de cara al nuevo milenio
 con libros sello EUNED



Últimas Novedades en nuestra Línea Editorial

- TALAMANCA EN LA ENCRUCIJADA, Victoria Villalobos / Carlos Borge
- RAÍCES DEL PARTIDO LIBERACIÓN NACIONAL, Daniel Oduber
- ADOLESCENCIA Y EDUCACIÓN, Dina Krauskopf
- CONSULTAS DE LA ASAMBLEA LEGISLATIVA A LA SALA CONSTITUCIONAL, Roberto Tovar Faja / Eladio González Solís / Edel Reales Noboa
- LAS MONEDAS TIPO DE COSTA RICA, Colección F. Tomás Dueñas

Adquiéralos en nuestras librerías

Librería GARCÍA MONGE: 100 m E. y 150 S. de A y A, Paseo de los Estudiantes, San José. Teléfono: 233-1601
 Librería MAGÓN: Carretera a Sabanilla de Montes de Oca, edificio ASEUNED. teléfono 253-2121 ext. 313
 Librería FERNÁNDEZ GUARDIA: Bajos del Teatro Melico Salazar, San José. Teléfono: 223-9794.
 Librería DOBLES SEGREDA: 25 m Norte Restaurante Fresas, Heredia. Teléfono 260-5159

o en las principales librerías del país

LIBRERÍAS UNED

Apartado 597-1002, Paseo de los Estudiantes, San José, Costa Rica.
 Pedidos al por mayor al teléfono (506) 222-2420
 FAX-Librería: (506) 233-1601 / FAX-Editorial (506) 257-5042

planetarias, sí responden a este esquema de orden, simple, matemático y bello.

Encontramos, pues, en este orden, una maravillosa correspondencia en el mundo, y un nexo armónico entre el movimiento y la magnitud de las órbitas, tal como no puede hallarse de diferente manera". (Copérnico, DE REVOLUTIONIBUS: libro I, cap. X).

Maravilloso orden o proporcionalidad, que a pesar del entusiasmo de Copérnico no era realmente coincidente con la experiencia. Pero que fue la sugerencia que permitirá a Kepler formular la precisa y verdadera relación, y que denominará Tercera Ley del Movimiento Planetario. La simple proporcionalidad entre tiempo y radio se convertirá en la más compleja, pero siempre maravillosa, relación entre los cuadrados de los tiempos y los cubos de los radios. Kepler corrige a Copérnico pero le rinde el más elevado tributo al asumir su ley como el punto de partida de su investigación.

Copérnico, con su reorganización de los cielos, abrió el sendero hacia la moderna concepción de la astronomía.

Bibliografía

- Coiffa, J. A. 1969. Copérnico. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires.
- Coronado, G. 1991. En torno a la Revolución Científica: Comentario al Commentariolus de Copérnico. Rev. Filos. U. C. R. 29(61):23-33.
- Coronado G. 1987. Los orígenes de la ciencia moderna y la revolución astronómica. Rev. Filos. U. C. R. 25(62):189-194.
- Coronado, G. 1986. Tycho Brahe: observador de los cielos. Rev. Comun. I.T.C.R. 2(3):
- Copérnico, N. 1965. De revolutionibus. Eudeba. Buenos Aires.