

Luis Guillermo Coronado

LOS ORIGENES DE LA CIENCIA MODERNA Y LA REVOLUCION ASTRONOMICA

Summary: The main topic of this paper is the problem regarding to the origin of modern science, and the context of discussion that of the astronomical revolution during the XVI y XVII centuries. Three parameters are proposed as the conceptual framework for the discussion: heliocentric astronomy, emphasis on facts, and arquimedean mathematics. Next, Copernicus; Brahes, Keplers, and Galileos achievements in astronomy are discussed in order to establish their adecuation to the three parameters. As a result of this analysis, Kepler y Galileo are regarded as those astronomers whose work represents in better form the new science. However, it is also shown that Kepler and Galileo also belong to the intelectual past.

Resumen: El tema de este trabajo es la cuestión de los orígenes de la ciencia moderna y su principal contexto, aquel de la revolución astronómica de los siglos XVI y XVII. Se propone tres parámetros básicos para la discusión, a saber, el heliocentrismo, nuevo énfasis en los hechos, y las matemáticas arquimedeanas. A continuación se discute los aportes de Copérnico, Tycho Brahe, Kepler y Galileo, con la finalidad de mostrar si se adaptan a los parámetros establecidos. Como resultado del análisis, se desprende que Kepler y Galileo son los autores que mejor encajan en la triada propuesta. Sin embargo, resulta que también ellos fallan en ser los proponentes paradigmáticos de la solución a la cuestión de los orígenes.

Este artículo trata el tema de los orígenes de la ciencia moderna. Y como el tema es muy amplio y extremadamente complejo, sería muy útil poder

decir que en tres eventos acaecidos hacia la mitad del siglo XVI, están las fuentes básicas que posibilitan lo que entendemos por ciencia moderna. Estos tres eventos son la aparición de:

a) *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, de Nicolás Copérnico (1473-1543).

b) *De Humani Corpore Fabrica*, de Andreas Vesalius (1514-1564).

c) La edición de algunos *Tratados* de Arquímedes por Niccoló Tartaglia (c. 1500-1557) (1).

En efecto, si asumimos 1) que gracias a la obra de Copérnico se tiene la hipótesis heliocéntrica y la consecuente movilidad de la tierra, 2) que el tratado anatómico de Vesalius representa el nuevo sentido de la observación, de la vuelta a los hechos, y si finalmente, 3) Tartaglia representa el renacer del método físico-matemático del gran alejandrino que intentaba dominar la naturaleza y no simplemente contemplarla platónicamente, podríamos resumir toda esta cuestión de los orígenes de la ciencia moderna y expresar que surge del nuevo esquema heliocéntrico, del nuevo énfasis en los hechos, y del nuevo enfoque matemático. Y lo que es más interesante, todos estos eventos ocurrieron en el mismo año, el crucial 1543.

Las tres obras fueron publicadas por el astrónomo polaco educado en el ambiente cultural italiano, el gran médico nacido en Bruselas pero que brilló en la escuela de medicina de Padua, y por el ingeniero autodidacta que posteriormente buscó las fuentes teóricas del procedimiento práctico de su quehacer. Copérnico ofrece el esquema heliocéntrico; uno de los rasgos fundamentales de la nueva concepción del universo que conformarán Kepler, Galileo, Descartes y Newton. Vesalius no

sólo abandona el estéril comentario del texto clásico, por ejemplo, el de Galeno, sino que propugna que el médico mismo realice la disección en lugar de que ella sea la labor del barbero-artesano que no podía entrar en comunicación con maestro y estudiantes, como era común en la tradición medieval. Tartaglia encabeza la serie de nuevos científicos que combinan lo teórico con lo práctico, y que en el caso de Galileo culmina en su elogio al arsenal de Venecia como fuente de inspiración para los científicos.

Ahora bien, si la cuestión de los orígenes de la ciencia moderna se redujese a los tres fundamentos anteriores entonces podríamos fácilmente entender y justificar el por qué Kepler, a pesar de sus reconocidos logros en matemática, astronomía y física sea, sin embargo, en su forma de pensar y expresarse, totalmente extraño y ajeno a la mentalidad moderna. Y esto es así, puesto que sus modelos de inspiración matemático-astronómico son los poliedros regulares platónicos, y su vocación, la de un apriorista que demuestra matemáticamente lo que el mismo Dios se vio obligado a crear dada su naturaleza de creador geómetra. En consecuencia, esta misma dificultad en comprender la mentalidad Kepleriana, reflejaría la adecuación de la interpretación propuesta y sustentada en la triada Copérnico-Vesalius-Tartaglia.

Lamentablemente, la situación no es tan fácil y la triada propuesta no es unívocamente esclarecedora de la cuestión que nos ocupa. Y no lo es, puesto que en realidad, Copérnico no buscaba simplemente cortar el nexo con la astronomía geocéntrica de los griegos y medievales para establecer el carácter revolucionario del heliocentrismo, sino, que por el contrario quería volver a los más fundamentales principios teóricos de tal astronomía tradicional, esto es, a la postulación del carácter primario de la circularidad y la uniformidad en la explicación del movimiento planetario. Pero una tal vuelta a lo más auténticamente clásico requería un alto precio para evitar las dificultades conceptuales que llevaron a Ptolomeo a separar las explicaciones de la circularidad y de la uniformidad en las construcciones matemáticas que servían para salvar las apariencias. Y dicho precio fue la eliminación de la posición central de la Tierra en el cosmos, y también la negación de su inmovilidad. En resumen, para Copérnico el heliocentrismo es más una consecuencia de su proyecto de vuelta a lo clásico que una tesis primaria y primera; y solamente resulta de su conservadurismo intelectual y la consecuente defensa de la circularidad y unifor-

midad como los principios fundamentales de la astronomía (2). Y la triada explicativa no es todo lo firme que se quisiera, puesto que en el caso de Vesalius, al distinguir entre el maravilloso y fecundo uso de la lámina científica, por una parte, y la interpretación de los hechos registrados por estas, por la otra, se descubre que el gran médico paduano no es tan apegado a los hechos registrados como él mismo declara programáticamente (3). Finalmente, aunque Tartaglia sí representa el nuevo método matemático que busca afianzarse y dar razón de los hechos, resulta que será el "sonámbulo" Kepler, el pitagórico de los a priori, quien en nombre de las nuevas observaciones realizadas acaba y abandona el presupuesto por excelencia de la astronomía clásica, el principio de la circularidad y la uniformidad en la explicación y realidad del movimiento planetario. Es decir, que un astrónomo de las matemáticas platonizantes es el científico más fiel a los hechos.

Para profundizar un poco más esta difícil situación de la triada: heliocentrismo, hechos y nuevas matemáticas, considérese con mayor detenimiento la revolución astronómica de los siglos XVI y XVII.

Su primer estadio está en la obra de Copérnico, en el heliocentrismo como se ha apuntado antes, pero no con el carácter revolucionario que normalmente se le otorga, sino con aquel de vuelta a los orígenes, de reorganización de los cielos, de eliminación del ecuanter empleado por los astrónomos de la escuela de Ptolomeo (4). Copérnico es sumamente claro en su breve bosquejo astronómico que se conoce con el título de *Commentariolus*, cuando presenta la lista de axiomas o supuestos fundamentales necesarios para que la astronomía sea fiel al principio de la circularidad y uniformidad. Ahora bien, un lector actual, lo que espera encontrar en el primero de estos axiomas es la afirmación tajante del heliocentrismo; esto es, la posición central del Sol en el universo. No obstante, ese primer axioma simplemente establece que no hay centro único de todos los círculos o esferas celestes, con la intención de rechazar los programas astronómicos del tipo eudoxiano y, por lo tanto, permitir la pluralidad de centros que requieren de la ulterior reorganización de los cielos. Pero al lector moderno le queda aún la esperanza de que el segundo axioma sí proporcione ese dato fundamental del heliocentrismo. Sin embargo, el segundo axioma establece el rechazo del geocentrismo, en su contenido negativo, y la afirmación de que la tierra es, no obstante, centro de la esfera de la luna y de la

gravitas. No es sino en el tercero de los supuestos, en que finalmente Copérnico establece el heliocentrismo, como la tesis de la posición central del Sol respecto de la esfera límite del universo, aunque solamente punto medio de los círculos o esferas. Si el lector asume un cierto orden en la importancia de los axiomas enumerados por Copérnico, es realmente sorprendente la posición del axioma relativo al heliocentrismo en dicha lista de supuestos, y en consecuencia, un cierto carácter secundario. Por tanto, la importancia del heliocentrismo en Copérnico para la solución de nuestra cuestión, los orígenes de la ciencia moderna, queda un poco difusa (5).

Igualmente, es interesante el insistir en que Copérnico tampoco tiene como motivación para formular el heliocentrismo un claro énfasis en las observaciones; por el contrario, él reconoce que la astronomía ptolemaica concuerda con los hechos, esto es, no sólo con las observaciones sino también, se puede agregar, sirve para navegar y para las predicciones de efemérides. Y Copérnico tampoco realiza gran número de observaciones. En resumen, la motivación intelectual de Copérnico no es realmente representativa de dos de los vértices de la triada que se ha venido discutiendo.

El factor de la observación exacta, el vértice de los hechos, realmente se encuentra en Tycho Brahe (1546-1601), el gran astrónomo danés. Fue el recopilador del catálogo de estrellas más exacto y riguroso de la astronomía pretelescopica. Prácticamente su trabajo alcanzó el límite de la capacidad sensorial natural, gracias a mejores instrumentos, nuevos métodos y constancia diaria. Este catálogo fue realizado en el *Uraniburgo* o Castillo de los Cielos, el primer observatorio astronómico que aún arquitectónicamente estaba diseñado para obtener tan alto grado de exactitud observacional; grado de exactitud que convirtió en totalmente inaceptable los márgenes de error en la relación entre predicción y observación utilizados en la astronomía tanto en Ptolomeo y Copérnico, que son los mismos, puesto que ambos son deudores de los mapas de los cielos de Hiparco de Nicea (II AC) (6).

Tycho Brahe, que gracias a su dedicación a la observación de los cielos, también establece como hechos más allá de toda duda razonable, el carácter celeste de la nueva estrella del año de 1572 y del cometa de 1577. Hechos que cuestionan la concepción cosmológica de Aristóteles, fundamento físico-filosófico de la astronomía geocéntrica de los griegos y medievales. Tycho, que también concluye que no puede suponerse la existencia física de

las esferas celestes, como en la concepción aristotélico-escolástica; esfera que arrastraban a los planetas en su movimiento en torno a la tierra. Ya que una tal existencia física es incompatible con el carácter celeste de los cometas, los que las quebrarían al moverse a través de las regiones celestes. No existencia que se desprende del hecho observacional de que la trayectoria de Marte y el Sol se entrecruzan (7). De todo lo cual, Tycho Brahe inaugura un problema totalmente moderno y fecundo, esto es, el de la razón de la constancia de la trayectoria u órbita de un planeta. Problema finalmente resuelto por Newton en su mecánica de los cielos.

Y sin embargo, Tycho Brahe mantiene un geocentrismo cosmológico, y también un heliocentrismo planetario. Una serie de razones de tipo físico, astronómico, metodológico y también religioso, lo inclinaron a rechazar el heliocentrismo copernicano en sentido estricto. Pero su consagración a la determinación de observaciones exactas es muy moderna. Ciertamente, Tycho se equivocó en sus inferencias y la tierra realmente se mueve alrededor del Sol. Pero también lo es, que algunas de las propuestas de Copérnico para defender el heliocentrismo, en especial el axioma cuarto, el de la incommensurabilidad entre el diámetro de la órbita terrestre y el radio del cosmos, no solamente era falso sino también arbitrario.

Galileo Galilei (1564-1642) mediante el empleo del telescopio (1609) introduce en el proceso de transformación de la astronomía no sólo una nueva base empírica, esto es, una serie de nuevos hechos, sino también una nueva dimensión epistemológica. No sólo nuevos hechos sino también una nueva manera de conocer. Entre los nuevos hechos destacan la irregularidad de la superficie lunar, las estrellas causantes de la luminosidad de la Vía Láctea, las fases de la luna, las manchas solares, y los cuatro satélites de Júpiter para citar sólo los más significativos. En la nueva dimensión epistemológica, Galileo asume que el sujeto cognoscente tiene la posibilidad y el derecho de potencializar, mediante instrumentos, los sentidos que le fueron dados por la naturaleza o el creador. Aun más, el conocimiento adquirido por estos sentidos así potencializados por los artefactos construidos por el hombre, por ejemplo, telescopio o microscopio, no sólo es verdadero sino que más verdadero que el obtenido por los sentidos naturales. Por ello, las estrellas no vistas por nadie antes, existen y son realmente la causa de la luminosidad de la Vía Láctea. En consecuencia, este nuevo giro empíri-

co-epistemológico haría de Galileo el punto de arranque y verdadero disparador de la ciencia moderna.

Y si a la potencialización de los sentidos se une la cuantificación de las observaciones o datos mediante una matemática, no del tipo platónico especulativa, sino del tipo arquimedeano, Galileo aparecería igualmente paradigmático en relación con la cuestión de los orígenes de la ciencia moderna. Se puede recordar en este contexto, que Galileo fue discípulo de uno de los seguidores de Tartaglia, y que, por ejemplo, ya en sus primeras investigaciones, en torno a la balanza hidrostática y al centro de gravedad, la presencia de la influencia de Arquímedes es incuestionable. Todo lo cual converge cuando ve las montañas de la luna pero también las mide. Y como todas estas observaciones telescópicas las emplea en la defensa y exposición del sistema heliocéntrico copernicano a partir de la publicación de su *Mensajero de los astros*, (1610), se puede señalar que en el período entre 1610 y 1613 -publicación de sus *Cartas sobre las manchas solares*, está ese momento crucial de la amalgama de la triada de factores generadores de la ciencia moderna.

A pesar de todo lo anterior, Galileo también falla en encarnar plenamente este sentido de total aceptación y uso de la triada moderna cuando, por ejemplo, no acepta ni emplea las importantes leyes del movimiento planetario formuladas por Kepler. Leyes que resultaban de un gran respeto por los hechos astronómicos. Por el contrario, Galileo prefiere mantenerse en la tradición del apriorismo de la circularidad y la uniformidad como principio de la astronomía. O bien, cuando, a pesar de que los mismos hechos obtenidos mediante la observación telescópica, la existencia de estrellas más lejanas que las visibles, le podían inducir a establecer la apertura del cosmos, negando su finitud esférica, mantiene a toda costa el tradicional cosmos esférico y finito; pero cerrado por una esfera con "profundidad".

Johannes Kepler (1571-1630), como se apuntó al inicio, se presenta, prima facie, como muy ajeno al sentido de la ciencia moderna, en tanto exponente máximo del apriorismo matemático-cosmológico, apriorismo que en 1596, en su *Misterio del cosmos*, le permite establecer que el número de los planetas es y debe ser seis. Ello es y debe ser así, pues la actividad creadora del Dios-geómetra, tendiente a producir el mejor de los mundos, implica el uso de lo curvo y de lo rectilíneo en sus formas más perfectas, a saber, la esfera y los poliedros

regulares. La primera forma perfecta, la esfera de-be y es la forma total del cosmos, manifestación de su forma física y del simbolismo teológico-físico de la Trinidad. Y las segundas, los poliedros regulares, en la articulación del intervalo entre el límite o periferia y el centro, esto es, la región de los planetas. En efecto, dada la propiedad de los poliedros de inscribir y de ser inscritos en esferas, la estructura matemática del cosmos implica la única posibilidad de seis espacios o intervalos a ser ocupados por las esferas de los planetas. Cinco poliedros encajados en la esfera cósmica, que llenan el espacio entre el centro y la periferia, definen, a partir de la situación de la esfera de la tierra, seis y solamente esferas; y este rasgo matemático conlleva la posibilidad de únicamente seis espacios o trayectorias a ser ocupados por seis planetas (8).

En consecuencia, el sistema copernicano y su reducción del número de los planetas, de los siete tradicionales a sólo seis primarios, que provocaba grandes recelos en aquel tiempo, no tiene que tomarse como un obstáculo para su aceptación, sino que más bien, como un resultado de su misma estructura matemática. Así, para aquellos que objetaban como defecto del heliocentrismo la afirmación que la luna era un planeta secundario que se movía alrededor de la tierra, y no directamente alrededor del centro del universo, Kepler contraponía no una simple postulación (Copérnico y su segundo axioma), sino el carácter apriorístico del número seis como máximo número de los planetas primarios. Y este apriorismo se fundamentaba en la creación misma de Dios. Kepler probaba matemáticamente lo que Copérnico descubrió a posteriori. Y como tal, en terminología de Kuhn, Kepler simplemente resuelve un problema dentro del nuevo paradigma heliocéntrico. Además, históricamente, esto puede ser así, dado que Kepler no tuvo que sufrir los grandes efectos intelectuales de la conversión al copernicanismo, que sí sufrieron Tycho y Galileo, ya que su maestro Maestlin lo inició en la nueva astronomía desde sus tiempos de estudiante.

En síntesis, para Kepler, en el *Misterio del cosmos*, Dios, como geómetra, crea un mundo matemáticamente bello, esférico, y con seis planetas, que se mueven en forma circular y uniforme gracias a la perfección y primacía de la esfera y los cinco poliedros regulares; es decir, las formas matemáticas curva y rectilíneas por excelencia. Pitágoras, Platón y cristianismo: todos ellos íntimamente unidos.

El anterior es el Kepler completamente ajeno a las corrientes predominantes en la ciencia moderna. Empero, ese mismo Kepler, que nunca abandonará la inspiración heurística de los poliedros regulares, a partir de 1596 comienza a dudar de la adecuación a los hechos de sus construcciones teóricas. Cada vez le parece más interesante el conocer el "tesoro de observaciones" de Tycho (9). Y cuando a partir de 1600 trabaja con él en el problema de la órbita de Marte, y a partir de 1601 le sustituye como matemático imperial en la corte de Rodolfo II de Bohemia, termina destruyendo el carácter primario de la circularidad y uniformidad, no sólo como instrumentos conceptuales de la astronomía, sino también como rasgos de la realidad misma del movimiento planetario. Y lo hace, luego de un arduo trabajo de interpretación matemática de los datos de Tycho, en nombre de un error de ocho minutos que le resulta, como heredero de las tablas tychonicas, completamente inaceptable. Por un margen de error totalmente normal en la astronomía clásica, e incluso para Copérnico. No obstante, Kepler abandona el a priori de la circularidad y la uniformidad: la más grande condición matemática que el creador había empleado en la conformación del mundo. Los hechos y su imperio se imponen al presupuesto teórico por excelencia de la astronomía. Claro está, Kepler no abandona su vocación por las formas matemáticas, pero es capaz de contentarse con elipses y áreas iguales en tiempos iguales. Justifica estas nuevas armonías en el universo, no sólo por las ecuaciones matemáticas al estilo moderno de su tiempo, sino porque se adecúan perfectamente a los datos, a los hechos acumulados por Tycho. En fin, que es Kepler, el apriorista, quien en el mejor espíritu de respeto a los hechos formula las leyes del movimiento planetario que dan la clave de la estructura y funcionamiento del sistema planetario. Abre de esa forma los senderos por los que transitarán los sistematizadores de la ciencia moderna.

Ahora bien, es ese mismo Kepler que con sus tres leyes revolucionó verdaderamente la astronomía, quien también propone una hipótesis magnético-mecánica para comprender la constancia de las trayectorias u órbitas planetarias: el Sol es un enorme imán que rotando sobre sí mismo, con su fuerza, mantiene a los planetas en movimiento a su alrededor. Hipótesis que intenta resolver el problema inagurado por Tycho, que muestra la influencia de Gilbert y sus investigaciones sobre los imanes, que denota la presencia de un enfoque mecanicista de la naturaleza. Hipótesis que resulta falsa, sí, pe-

ro que en conjunción con la constante derivada de la tercera ley del movimiento planetario, permitirá a Newton ir más allá y llegar al principio de la Gravitación Universal, como la fuerza que mantiene integrado el sistema planetario.

Así mismo, es Kepler, quien en su *Astronomía Nova* de 1609 comunica las dos leyes del planeta Marte, y es el que presenta también un programa de astronomía como una *Física celeste*. Esta declaración programática va totalmente en contra de la distinción entre lo celeste-planetario y lo físico-terrestre propia de la tradición aristotélica de la heterogeneidad del cosmos, y del mismo Copérnico que también la presupone en su cosmología.

Este Kepler, el defensor de la importancia y papel decisivo de los hechos, el destructor de la circularidad y la uniformidad, el formulador de las verdaderas leyes del movimiento planetario, el formulador de la hipótesis magnético-mecánica del movimiento planetario, el proponente de una física de los cielos, podría ser considerado como el fundamento u origen de la ciencia moderna. Y ello es plausible en tanto que encarna dos de los vértices de nuestra triada (10).

En resumen, si asumimos los tres vértices de la triada para comprender los orígenes de la ciencia moderna, desde la perspectiva de la astronomía, se ve claramente cómo están presentes los factores del heliocentrismo, la observación estricta y las nuevas matemáticas, pero en ningún caso, de forma simple y articulada. Por el contrario, estos factores se entremezclan de manera realmente alambicada. Ningún actor principal del proceso de transformación astronómica cumple a cabalidad y constantemente con todos y cada uno de ellos. O bien, como dijo el matemático griego, "no hay senderos reales en la formación de la ciencia moderna".

Habría sido realmente fácil y cómodo poder recurrir solamente a los tres eventos de 1543 enumerados al inicio de la discusión. Pero se ha mostrado que no es posible; que no se puede reducir el origen de la ciencia moderna a la simple suma de estos eventos y sus implicaciones doctrinales. Si por otra parte, se estudia el desarrollo de sólo la astronomía, como principalmente se ha hecho en esta ocasión, parece mas bien que los inicios deben hallarse en Galileo y Kepler. Lamentablemente, tanto el uno como el otro, se presentan como modernos y también, como profundamente enraizados en el pasado. De nuevo la complejidad histórica se vuelve en contra de la solución simple de la cuestión de los orígenes.

Y no obstante, en el heliocentrismo, en la observación exacta de la realidad, y en la nueva matemática arquimedea están los gérmenes de la nueva ciencia. La triada es válida, temáticamente claro está, aunque no con respecto a autores particulares. Mostrarlo requiere que indagemos en otras manifestaciones de la ciencia en los siglos XVI y XVII, pero ello será tarea del futuro.

NOTAS

(1) *Opera Archimedis syracusani philosophi et mathematici ingeniosissime per nic. Tartaleam Brixiamun*, Venecia. Texto latino tomado de varios traductores, entre ellos Guillermo de Moerbeke, para el tratado *sobre los cuerpos flotantes*. La edición no es muy crítica y a menudo se reproducen evidentes errores de los textos latinos empleados. Posteriormente, Tartaglia traducirá al italiano el libro I de los *cuerpos flotantes* (1551) y posteriormente, el segundo libro (1554).

La edición príncipe, de Venaturus, fue del año siguiente, 1544, en Basilea.

(2) Para una argumentación de esta interpretación del pensamiento de Copérnico, véase Butterfield, *Los Orígenes de la ciencia moderna*, Y Coronado, *En torno a la revolución astronómica: un comentario al Commentariolus* (1), por aparecer.

(3) Véase Singer, Ch., *A Short History of Anatomy & Physiology from the Greeks to Harvey*. Dover, 1957, pp. 122-135. O bien, como se expresa en *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels*. Dover, 1950, pp 9-10, "At this juncture the reader should perhaps be warned of the danger of judging Vesalius Knowledge or lack of knowledge by the illustrations alone. This has been responsible for innumerable erroneous conclusions in the Vesalian literature. While the drawings were being prepared, Vesalius himself was undergoing a rapid evolution and making new discoveries from day to day which required him to correct in the text earlier but erroneous opinions portrayed in the illustrations".

(4) Nuevamente, véase Coronado, *En torno a la Revolución Astronómica*.

(5) *Idem*

(6) Coronado, G. *Tycho Brahe: Observador de Los Cielos*. *Revista Comunicación*. V. 2 No. 3 Año 6 Diciembre 1986. pp 9.

(7) *Idem*. pp 13

(8) Kepler, *Misterio del Cosmos*, Esbozo de mi demostración capital. Capítulo II.

(9) Resulta muy significativa, en este contexto, la primera carta que Kepler le dirige a Galileo, en octubre de 1597. En ella no sólo intenta continuar la relación epistolar con Galileo, sino que le solicita realizar por él algunas observaciones que considera relevantes, dado que ... "Como no poseo ningún instrumento, me veo obligado a dirigirme a otros. ¿Tiene Ud. un cuadrante que señale los minutos y los cuartos de minuto? "

(10) Kepler, al igual que Galileo, también quedó atrapado por concepciones tradicionales. Un ejemplo de esta dependencia está en su rechazo de la infinitud del cosmos. Véase, Koyre, *From the Closed World to the Infinite Universe*, Harper Torchbooks, N.Y. 1958, ch. III

BIBLIOGRAFIA

- Burt, E.A. *The metaphysical Foundations of Modern Science*. Doubleday, N.Y. 1954.
- Koyr'e, A. *From the closed world to the infinite universe*. Harper & Row. N.Y. 1958.
- Butterfield, H. *The origins of modern science: 1300-1800*. The Free Press, N.Y. 1968.
- Hall, A.R. *The scientific revolution: 1500-1800*. Longmans. London, 1967.
- Koestler, A. *The Sleepwalkers*. Grosset & Dunlap. N.Y. 1963.
- Boas, M. *The scientific renaissance, 1450-1630*. Harper & Row. N.Y. 1962.
- Dreyer, J.L.E. *A history of astronomy from Thales to Kepler*. Dover, N.Y. 1953.
- Crombie, A.C. *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*. Vols 1 y 2. Alianza Universidad, Madrid, 1974.
- Toulmin & Goodfield. *The Fabric of the Heavens*. Harper & Row. N.Y. 1965.
- Westfall, R.S. *The construction of modern science*. John Wiley & Sons, N.Y. 1971.
- Sarton, George. *Seis Alas*. Eudeba, Buenos Aires, 1965.
- Kuhn, Th. S. *The copernican revolution*. Harvard University Press. Cambridge, 1966.
- Rosen, E. *Three copernican treatises*. Dover. N.Y. 1959.
- Fisher, K. *Galileo Galilei*. Herder, Barcelona. 1986.

Luis Guillermo Coronado
Escuela de Filosofía
Universidad de Costa Rica
San Pedro de Montes de Oca
Costa Rica