Marco Arturo Moreno Corral

Astronomía, matemáticas y cosmografía

en el ámbito novohispano

HCH HISTORIADORES DE LAS CIENCIAS Y LAS HUMANIDADES A.C.

ensayos y miradas 2

Astronomía, Matemáticas y Cosmografía en el ámbito novohispano

Colección Ensayos y Miradas
2

Astronomía, Matemáticas y Cosmografía en el ámbito novohispano

Marco Arturo Moreno Corral

Ciudad de México, 2024

HCH Historiadores de las Ciencias y las Humanidades A.C.

Las opiniones expresadas en este libro son responsabilidad exclusiva de sus autores y no necesariamente representan las de Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A.C.

Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A.C.

D.R. © 2024 Marco Arturo Moreno Corral

D.R. © 2024 Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A. C.
Av. Instituto Politécnico Nacional, No. 1705, Int. 6,
Lindavista Sur, Gustavo A. Madero, Ciudad de México, 07300
www.hch.org.mx

Primera edición: 2024

ISBN del libro: 978-607-9236-17-5

ISBN colección Ensayos y miradas: 978-607-9236-16-8

Diseño de portada: Fernando Ordoñez

Cuidado editorial: Omar Cruz Azamar, Gerardo Emmanuel García Rojas, Francisco Joel Guzmán Anguiano, Sebastián Porfirio Herrera Guevara, Martha Ortega Soto, Ana Margarita Ramírez Sánchez.

Todos los derechos reservados.
Se autoriza la cita parcial, siempre que incluya la fuente.

Índice

Introducción 11

Capítulo I
El siglo XVI 15

Primeras aplicaciones de la astronomía occidental en el Nuevo Mundo 17
La matemática occidental en el Nuevo Mundo 23
Enseñanza académica de la Astronomía en el siglo XVI 29
Las especulaciones sobre física de fray Alonso 35
Algo sobre aplicación de la ciencia en la Nueva España del siglo XVI 43

Capítulo II
Ciencia implantada 47

La Astronomía en México en el Siglo XVII 49
El fraile carmelita Andrés de San Miguel 61
Astronomía y matemáticas en la Universidad Mexicana 65
Una tertulia en la capital de la Nueva España 71
Un cultivador de la ciencia en la provincia mexicana: Alejandro Favián 75
Sigüenza y Góngora 79

Capítulo III
Un nuevo siglo: entre la tradición y las nuevas ideas 95

Continuidad en el saber astronómico-astrológico 97
Astronomía y matemáticas en el México de la Ilustración 101

Capítulo IV
La discusión novohispana sobre los sistemas del mundo 127

La estructura y movimiento de los cuerpos celestes 129
La visión de los astrónomos 131
El plano teórico o filosófico 135
El retroceso 143
Un relato singular 149
Paradigmas astronómicos modernos 153

Comentarios finales 159

Bibliografía 163

Para Musi.

Introducción

El régimen colonial novohispano a través de la implantación de la cultura occidental forjó una sociedad con múltiples matices que se reflejaron en las estructuras políticas, sociales y religiosas que por trescientos años hubo en México. Fue complejo y dinámico, pues en ese prolongado lapso se realizaron esfuerzos notables por explorar, conocer y explotar muchos de los recursos de este vasto territorio, pero también por poblarlo, lo que llevó a la fundación de muchas de las poblaciones que ahora existen y en las que se crearon instituciones educativas con el mismo nivel que las europeas de aquellos tiempos, las que desde los inicios mismos del coloniaje produjeron bienes culturales de importancia, entre los que destaca la impresión de los primeros libros producidos en el continente americano. Aunque en general se piensa que éstos fueron fundamentalmente de carácter religioso, esto no fue así, pues los hubo sobre algunas de las principales lenguas nativas, sobre medicina, acerca de construcción naval y actividades castrenses así como de astronomía, física y matemáticas.

En este trabajo de divulgación nos ocuparemos de narrar los logros que los novohispanos tuvieron en esas últimas disciplinas, pues consideramos que lo que en esos campos se hizo es poco conocido, sobre todo por los jóvenes, lo que ha llevado a que piensen que nada de ciencia se produjo en el México colonial. Ese desconocimiento es el que llevó a uno de los principales historiadores de la ciencia mexicana a referirse a ella como la "ciencia perdida"[1] o como la "historia perdida".[2]

Para investigar el estado del saber astronómico, matemático y cosmográfico que tuvieron los habitantes de la Nueva España debe tomarse en cuenta que esas disciplinas no tenían el significado que

[1] Elías Trabulse, *La ciencia perdida*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

[2] Elías Trabulse, *En busca de la historia perdida: la ciencia y la tecnología en el pasado de México*, México, El Colegio de México, 2001.

ahora se les da, pues la ciencia como la conocemos no había surgido. El lapso que duró la dominación española en nuestro país coincidió primero con la llamada Revolución Científica que se realizó fundamentalmente a lo largo de los siglos XVI y XVII y con la Ilustración, que tuvo su contribución de mayor valor durante el siglo XVIII. Al término de ellas fue cuando el cuerpo de conocimientos que ahora llamamos ciencia adquirió su metodología, separándose del aspecto religioso y comenzando a ser parte de las nuevas estructuras sociales. Por esta razón una cantidad significativa de la información que aquí se presenta proviene de documentos y textos que fueron escritos con un fin diferente al de la ciencia moderna, pues se redactaron como obras de tipo filosófico, teológico e incluso astrológico, lo que en muchos casos ha hecho que historiadores del desarrollo científico de México no los consideren en sus estudios, actitud que llevó a establecer una idea equivocada o en el mejor de los casos incompleta sobre el proceso de implantación, evolución y adaptación que la ciencia occidental tuvo durante el periodo colonial mexicano.

Otro hecho importante que debe tomarse en cuenta es que aunque aquí existieron culturas muy desarrolladas que lograron notables conocimientos sobre astronomía, matemáticas, herbolaria, construcción, hidráulica y aprovechamiento de los recursos naturales, sus conocimientos se perdieron casi totalmente con la violencia de la Conquista, así que una vez concluida la parte militar de ésta hubo todo un proceso de aculturación donde se impuso la ciencia de la cultura occidental, pues al sucumbir la nobleza y la casta sacerdotal indígenas que eran las depositarias de aquel saber nativo, se perdió prácticamente toda su visión sobre la naturaleza. Sus técnicas utilizadas para construir grandes ciudades, pirámides, templos, fortificaciones y otros monumentos de los que todavía quedan vestigios impresionantes, implicaron necesariamente el uso regular de sistemas de pesas y medidas, el de herramientas y de maquinaria simples utilizadas para cortar, obtener, remover y transportar el material con el que fueron levantadas esas edificaciones. La orientación que les dieron también habla de su conocimiento sobre el movimiento de los astros y de su aprovechamiento para determinar diferentes ciclos. La medida del tiempo que para algunas de

aquellas culturas fue fundamental significó el uso no tan solo de un sistema de numeración apropiado, sino también de un cuerpo de conceptos aritméticos que les permitieron manejar grandes cifras, así que no debe pensarse que al arribo de los españoles a este continente sus habitantes carecían de conocimientos que ahora clasificaríamos como técnicos e incluso científicos. Sin embargo debemos insistir sobre todo en un texto de carácter divulgativo como es éste, que al menos por lo que respecta a los conocimientos astronómicos y matemáticos, la imposición de la cultura occidental fue total, así que los conceptos que aprendieron y utilizaron los novohispanos en esos campos fueron precisamente los que Europa heredó de los griegos y de los pueblos del Oriente Medio y no los que se habían desarrollado localmente.

Capítulo I.
El siglo XVI

Primeras aplicaciones de la astronomía en el Nuevo Mundo

El descubrimiento y exploración de los extensos territorios americanos obligó a un rápido desarrollo de la cartografía ya que el correcto conocimiento de lo descubierto aseguraba su dominio. Para contar con mapas de mayor exactitud se recurrió a las observaciones astronómicas, pues de los datos obtenidos de esa actividad podía determinarse la posición geográfica de quien hacía las mediciones. Así se trazaron los mapas del continente americano y de las islas dispersas por el Océano Pacífico que españoles y portugueses iban hallando. La latitud y longitud geográficas de las principales poblaciones del Nuevo Mundo se determinaron con la ayuda de observaciones astronómicas; sobre todo de eclipses solares y lunares, así que no debe extrañar que desde fecha temprana del siglo XVI los monarcas europeos interesados en la exploración, fundaran instituciones especializadas encargadas de reunir la información cartográfica y astronómica que exploradores y colonos iban obteniendo, las cuales tuvieron como responsabilidad la preparación astronómica, matemática y cartográfica de los pilotos de los barcos. Ese fue el caso de la Casa de la Contratación, fundada en Sevilla, España en 1503 y cuya función centralizadora jugó un papel fundamental en las empresas de exploración y población realizadas en la América española.[1]

Como muestra de aquel uso práctico del saber astronómico se mencionarán ejemplos que, por estar relacionados con el levantamiento cartográfico del territorio actualmente ocupado por México, seguramente son de interés para nuestra historia científica. El primero tuvo que ver con las determinaciones iniciales de las coordenadas geográficas de la ciudad de México hechas por el virrey Antonio de Mendoza, quien en 1537 escribía desde la Ciudad de

[1] Ursula Lamb, *Cosmographers and Pilots of the Spanish Maritime Empire*, Brookfield Vermont, Aldershot Variorum, 1995, pp. 51-64.

México al emperador Carlos V: *"Si V. M. quisiere mandar averiguar la longitud que hay de aquí a España por el eclipse que hubo el 16 de Noviembre pasado, sepa que comenzó en esta ciudad medio cuarto de hora después de puesto el sol"*.[2]

En octubre de 1541 Mendoza volvió a escribir a España proporcionando más información referente a los eclipses que observó, dando la longitud geográfica que determinó para la capital novohispana. En esa ocasión se dirigió al cronista Gonzalo Fernández de Oviedo y le dijo que:

> "Por dos eclipses de luna que ha habido, desde que yo estoy en estas partes he verificado la longitud que hay hasta Toledo, é son ocho horas, é dos minutos, é treinta y cuatro segundos, é teniendo respecto de ello, hallo que todo lo desta mar del Sur está falso, por causa de los regimientos ser hechos en España".[3]

El interés de ese virrey por las observaciones astronómicas ha sido confirmado recientemente con el estudio de un manuscrito resguardado en la antigua biblioteca de la Universidad de Salamanca, España, el cual ha sido publicado como *Regimiento de la declinación del Sol*. Ese documento que perteneció al virrey Mendoza contiene un considerable número de tablas de uso astronómico[4] que podían ser usadas para determinar las horas del día, así como para establecer la longitud geográfica por comparación con la de otros lugares como las poblaciones españolas. Las observaciones de los astros que este personaje realizó las hizo a simple vista y con la ayuda de instrumentos pre telescópicos como astrolabios, ballestillas, nocturna-

---

[2] María M. Portuondo, *Secret Science. Spanish cosmography and the New World*, Chicago, The University of Chicago Press, 2009, p. 225.

[3] Manuel Orozco y Berra, *Apuntes para la Historia de la Geografía en México*, Guadalajara, Biblioteca de Facsímiles Mexicanos/8, 1973, p. 150.

[4] El "*Regimiento de la declinación del Sol del virrey Antonio de Mendoza. La Astronomía como instrumento en la exploración de los océanos durante el siglo XVI*", México, Introducción, estudio y notas de Fernando Atrio Barandela y Jesús Galindo Trejo Dirección General de Publicaciones, Universidad Nacional Autónoma de México, 2017, pp.179-243.

les y relojes de ampolleta;[5] prueba de ello ha subsistido hasta el presente en el notable astrolabio construido específicamente para su hijo Francisco Mendoza que se resguarda en el Museo de Historia del Castillo de Chapultepec.[6] Con ese instrumento que en su tiempo fue de la mejor calidad, el virrey y su hijo midieron posiciones de estrellas brillantes en la bóveda celeste lo que les permitió calcular cuál era la latitud y longitud de la capital novohispana.

Otro ejemplo del uso práctico de las observaciones astronómicas en los primeros años del México colonial se encuentra en la incorporación del cosmógrafo Francisco Domínguez del Campo a la expedición científica de 1571-1576, encabezada por Francisco Hernández médico personal de Felipe II, que tuvo como misión estudiar detalladamente las características de la flora y la fauna mexicanas para aprovecharlas e incorporarlas a la farmacopea española. El rey responsabilizó a dicho cosmógrafo directamente de la observación de los eclipses que ocurrirían en territorio mexicano durante el tiempo que la comisión lo exploró, pues de la comparación de los datos que él obtuviera con los logrados por los astrónomos europeos sería posible hacer mejores mapas de la zona explorada. Una muestra más del uso de técnicas astronómicas en la Nueva España fue la observación del eclipse lunar del 17 de noviembre de 1584 realizada en México por una comisión nombrada con ese propósito por Felipe II; que se integró por el cosmógrafo valenciano Jaime Juan,[7] el armero Cristóbal Gudiel y el ya citado Domínguez del Campo. Estos personajes se prepararon con varios días de anticipación para observarlo construyendo los instrumentos necesarios y orientándolos correctamente en la parte alta de las Casas Reales de la Ciudad de México[8]

---

[5] También conocidos como relojes de arena.

[6] Miguel Ángel Fernández Villa, *Sobre el astrolabio firmado por G. Frisius y G Arsenius*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colecciones de los Museos, 1976, p. 9.

[7] María Luisa Rodríguez Sala, *El Eclipse de Luna. Misión Científica de Felipe II en Nueva España*, Huelva, Universidad de Huelva, Biblioteca Montaniana 1, 1998, pp. 67-101.

[8] Azotea de la parte antigua del edificio de Gobierno de la Ciudad de México, situado al sur de la Plaza Mayor de esta capital.

desde donde tuvieron un horizonte despejado. La Luna se eclipsó antes de su orto local, así que cuando el Sol se ocultó los observadores ya la vieron eclipsada lo que ocurrió a las 17 horas, 57 minutos tiempo de la capital novohispana. La fase de totalidad duró hasta las 18 horas, 49 minutos y el eclipse terminó a las 19:48. Los datos recabados durante aquel eclipse tenían carácter estratégico pues su uso permitía establecer posiciones geográficas del Nuevo Mundo, así que siguiendo instrucciones precisas dadas directamente por el rey fueron remitidos a la Casa de Contratación, donde seguramente los aprovecharon los cartógrafos españoles para luego permanecer guardados durante siglos hasta que investigadores modernos se interesaron en ellos.[9]

Como muestra final de la importancia práctica que tuvieron las observaciones astronómicas en la sociedad novohispana del siglo XVI citaremos la *Instrucción para la observación de los eclipses de luna* que por orden del rey español tenían que seguir sus vasallos.[10] En particular nos referiremos a la que Felipe II envió en 1584[11] donde además de señalar los eclipses que ocurrirían en aquel año[12] y la manera de construir y orientar los instrumentos necesarios para observarlos, indicaba la obligatoriedad que las autoridades locales tenían de hacerlo y de remitir la información obtenida a la Metrópoli. Seguramente en los archivos españoles hay más documentos sobre las observaciones de eclipses y otros sucesos astronómicos notables ocurridos en Nueva España en aquellos ya lejanos años del siglo XVI los cuales han permanecido ocultos por cientos de años debido al valor estratégico, castrense y político que en su tiempo

[9] Ma. Luisa Rodríguez Sala, *El Eclipse de Luna…* p. 9-14.

[10] Manuel, Morato-Moreno, "La medición de un imperio: reconstrucción de los instrumentos utilizados en el proyecto de López de Velasco para la determinación de la longitud", *Anuario de Estudios Americanos*, 73-2, julio-diciembre de 2016, p. 597-621.

[11] Luis Vargas Rea (ed.), *Instrucción para la observación de los Eclipses de Luna*, México, Biblioteca de Historiadores Mexicanos, 1953.

[12] Jueves 10 de mayo y sábado 17 de noviembre.

tuvieron,[13] ya que la Corona Española se cuidó mucho de evitar que ese tipo de información cayera en manos extranjeras pues así pensó que evitaría que otras naciones obtuvieran provecho de la riqueza del continente americano. El secretismo de esas y otras acciones similares ha producido la impresión equivocada de que en estas tierras no se hizo nada de ciencia durante los trescientos años que duró la dominación española.

Para recapitular se resaltará el hecho de que el sustento teórico de todo este tipo de observaciones astronómicas fue el modelo cosmogónico geocéntrico, pues la astronomía en esta etapa seguía dominada por las concepciones aristotélico-tolemaicas.

[13] Marco Arturo Moreno Corral, "Estudio de los eclipses como problema científico del siglo XVI", en María Luisa Rodríguez Sala (ed.), *El eclipse de Luna. Misión Científica de Felipe II en Nueva España*, Universidad de Huelva, Biblioteca Montaniana 1, Huelva, 1998, p. 37-42.

La matemática occidental en el Nuevo Mundo

Al mediar el siglo XVI la importancia económica y cultural de la Nueva España alcanzó niveles notables. Había un número considerable de poblaciones estables donde la minería, la ganadería y la agricultura junto con el comercio, estaban haciendo viable el desarrollo de grandes núcleos urbanos. Además de una actividad mercantil y una burocracia estatal bien organizadas, la capital novohispana contaba con instituciones educativas importantes entre las que destacó la Real Universidad de México que comenzó a funcionar en 1553. Existían también los Colegios Mayores que las distintas órdenes religiosas asentadas en el vasto territorio novohispano fundaron para impartir enseñanza superior. Además, desde 1539 se introdujo la industria tipográfica por lo que los primeros libros impresos en América salieron precisamente de las prensas mexicanas.

El auge minero fue el motor para que los interesados en obtener provecho de él se preocuparan por comprender y manejar los conceptos aritméticos básicos, pues al hacerlo aseguraban determinar adecuadamente sus ganancias. Además de utilizar y entender las herramientas y técnicas necesarias para la prospección y explotación de las minas, si querían tener éxito en un ambiente de alta competitividad debían saber usar los diversos sistemas de pesas y medidas entonces vigentes, pues ello los capacitaría para establecer la ley de la plata y del oro que extraían. El conocimiento de los conceptos aritméticos también les permitiría calcular en forma directa el quinto real y el diezmo; impuestos que estaban obligados a pagar a la Corona y a la Iglesia. Por si todo ello no fuera suficientemente complicado para mineros y comerciantes, como parte de sus actividades debían saber convertir su ganancia a las distintas monedas de curso legal. Todos esos problemas no eran triviales para quien no supiera realizar operaciones aritméticas básicas, así que fueron un verdadero obstáculo para aquellos que no tenían un mínimo de cultura matemática pues las numerosas disposiciones referentes a las

ligas de los metales y la diversidad de sistemas monetarios utilizados dentro del mundo hispánico formaban un complejo laberinto. Para enfrentarlo con éxito y no existiendo centros de enseñanza formal para ello, comerciantes y mineros siguieron el camino de sus pares europeos; aprendieron las reglas y procedimientos de la aritmética mercantil con mercaderes experimentados que eran los que sabían sumar, restar, multiplicar y dividir.

Para ayudar en el aprendizaje de los conceptos matemáticos desde fecha temprana llegaron a Nueva España diversos libros de aritmética[14] como el *Tractatus Arithmeticae practicae* de Pedro Sánchez Ciruelo, la *Aritmética teórica et practica* de Juan Martínez Silíceo, la *Aritmética speculativa* de Gaspar Lax, el *Tractado Subtilissimo de Arismetica y de Geometria* de Juan de Ortega y la *Summa de tratos y contratos* de Tomás Mercado. Además, llegaron otros textos de aritmética mercantil sobre todo italianos, aunque los hubo de otros países y en diversos idiomas. Todas esas obras fueron insuficientes para cubrir la demanda ocasionada por el despegue económico de las colonias ibéricas de América, así que la falta de libros para aprender matemáticas prácticas impulsó a Juan Díez Freyle a escribir el *Sumario Compendioso de las cuentas*[15] que fue publicado en la capital novohispana en 1556, lo que lo convirtió en el primer texto matemático escrito e impreso en el continente americano.

La principal inquietud de Díez Freyle fue facilitar las operaciones comerciales cotidianas así que lo redactó en español para que fuera leído por mercaderes, mineros y miembros de gremios similares, que en muchos caso apenas si podían leer y escribir en ese idioma y por lo mismo desconocían el latín. El *Sumario compendioso*

---

[14] Marco Arturo Moreno Corral, "La enseñanza de las matemáticas en la Nueva España", *Ciencia y Desarrollo*, vol. XXVI, núm. 155, noviembre-diciembre 2000, p. 56-67. Marco Arturo Moreno Corral, "Libros de matemáticas llegados a América durante los siglos XVI y XVII", *Mathesis*, vol. VIII, núm. 3,agosto 1992, p. 331-344.

[15] Juan Díez Freyle, *Sumario Compendioso de las cuentas de plata y oro que en los reinos del Perú son necesarias a los mercaderes y a todo género de tratantes. Con algunas reglas tocantes a la Aritmética*. México, Juan Pablos, 1556.

no fue un libro que enseñara los fundamentos aritméticos pues su autor presupuso que el lector ya los conocía, por lo que los aplicó para resolver problemas prácticos que ejemplificaban los métodos que explicaba. Esta obra formada por 103 folios comienza explicando cómo usar las diferentes tablas numéricas incluidas en ella para facilitar las operaciones aritméticas. El autor puso la parte aritmética justo después de todas esas tablas donde mediante ejemplos sencillos explicó la forma de calcular el tanto por ciento, el uso de la Regla de Tres y a operar con fracciones. Definió lo que eran y la manera de obtener los números cuadrados y cúbicos y extendió su explicación a las raíces correspondientes. Mostró con ejemplos cómo efectuar conversiones entre monedas de uso corriente en el mundo hispánico. La parte de mayor interés del *Sumario Compendioso* que es la más corta de todo el texto, es la sección donde Díez Freyle trató problemas algebraicos solubles mediante ecuaciones de segundo grado.[16] Desde el punto de vista matemático es la sección más avanzada y la que con justicia le otorga el título de primer libro científico escrito y publicado en el Nuevo Mundo. Igual que hizo cuando se ocupó de los problemas aritméticos en esa última sección trató el que le interesaba resolver para luego dar la solución en forma detallada incluyendo el algoritmo utilizado para encontrar la solución. Díez Freyle no usó la notación algebraica moderna, lo que hizo fue plantear *ecuaciones puramente retóricas*[17] enunciando el problema sin simbolismo alguno. Para ejemplificar la manera en que procedió usaremos el segundo de sus ejemplos que a la letra dice:

---

[16] Juan Díez Freyle, *Sumario compendioso de las cuentas de plata y oro que en los reinos del Perú son necesarias a los mercaderes y a todo género de tratantes. Con algunas reglas tocantes a la Aritmética*, México, Edición facsimilar, Estudio histórico de Marco Arturo Moreno Corral, Análisis matemático de César Guevara Bravo, Bibliotheca Mexicana Historiae Scientiarum, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.

[17] Eric Temple Bell, *Historia de las Matemáticas*, México, traducido por R. Ortiz, Fondo de Cultura Económica, 1985, p. 27.

> "Es uno que se fleta en un navío y pregunta al maestre qué es lo que ha de dar en flete. El maestre dice que no le ha de llevar mas que a los otros, volviendo el pasajero a replicar cuánto sería, el maestre responde que han de ser tantos pesos que multiplicados por si y aumentados al producto, el remanente será 1260".[18]

En la actualidad este problema queda correctamente expresado mediante la ecuación cuadrática $x^2 + x = 1260$, cuya solución positiva es 35, muy fácil de hallar usando la expresión general de las ecuaciones de segundo grado, donde las raíces se determinan mediante la fórmula cuadrática; $x = -b \pm \sqrt{b^2-4ac} / 2a$. Para el caso que aquí nos ocupa la $a = 1$, $b = 1$ y $c = 1260$. Pero insistimos, Díez Freyle no manejó este lenguaje que aún no había sido desarrollado por los matemáticos europeos, así que encontró la respuesta de la siguiente forma.

> "Digo que el flete sea una cosa de pesos. La mitad es media cosa, cuadrada en su base ¼ de censo ayuntalo a 1260 hase 1260 y un cuarto, raíz de los cuales menos medio de la cosa es el número demandado del flete. Reduce 1260 y ¼ a cuartos son 5041⁄4 y la raíz es 71 medios. Resta el medio de la cosa, quedan 70 medios que son 35 pesos y tanto es lo que demanda el flete".[19]

El fundamento del método seguido por Juan Díez para resolver este y los otros problemas algebraicos incluidos en el *Sumario Compendioso* es el geométrico, usado por los matemáticos árabes Mohammed ibn-Musa Alhwarazmi y Omar al-Hayyami de los siglos IX y XI respectivamente, consistente en operar con áreas de cuadrados cuyo lado tenía el valor x o con rectángulos cuyos lados eran respectivamente iguales a b y a x. En total fueron diez los problemas algebraicos planteados y resueltos correctamente por Díez Freyle. Sin duda todos pertenecen al campo del álgebra pues todos obedecen ecuaciones cuadráticas.

---

[18] Juan Díez Freyle, *Sumario compendioso*, edición facsimilar, p. 76-78.
[19] Juan Díez Freyle, *Sumario compendioso*, edición facsimilar, p. 76-78.

Para establecer el mérito matemático del *Sumario Compendioso* debe considerarse que, si bien desde la Antigüedad se sabía resolver algunas ecuaciones de segundo grado, fue solamente en el siglo XV cuando los matemáticos occidentales en especial los italianos, buscaron soluciones generales que fueron encontrando durante el XVI. También es necesario tomar en cuenta que la obra de Díez Freyle se publicó solamente 11 años después de que en Europa apareció el *Ars Magnae, Sive de Regulis Algebraicis,* escrito por Girolamo Cardano que se considera el primer gran tratado de álgebra aparecido en Occidente. Este texto italiano escrito en latín fue poco conocido durante sus primeros años. Su difusión comenzó cuando se reeditó en 1570 así que es escasa la probabilidad de que Juan Díez haya tenido contacto con él. En España el primer texto que trató el álgebra fue el *Libro primero de Arithmetica Algebratica* escrito por Marco Aurel y publicado en 1552 solamente cuatro años antes que la obra de Díez Freyle. Así que en el contexto de estos hechos es notable encontrar en la Nueva España de mediados del siglo XVI un individuo capaz de escribir sobre ecuaciones de segundo grado, cuando en Europa apenas había publicados a lo más cinco tratados sobre el tema; tres de los cuales estaban escritos en alemán por lo que resultaron poco conocidos.

Enseñanza académica de la Astronomía en el siglo XVI

Para volver al tema astronómico se considerará la labor que fray Alonso de la Veracruz realizó como su introductor al Nuevo Mundo. Aunque este personaje ha sido ampliamente estudiado[20] sobre todo por considerarlo uno de los principales introductores de la filosofía en América,[21] su contribución a la difusión de los conocimientos científicos de su época no ha tenido la misma atención, lo que hizo a través de la enseñanza de las disciplinas que formaban el *Cuadrivium* que explicó en sus cursos de Artes[22] impartidos desde el año de 1540 primeramente en el convento agustino de Tiripetío, Michoacán y luego en los de Tacámbaro y Atotonilco.[23] Sobre este particular uno de los cronistas de la Orden de los Agustinos en México dejó la siguiente información acerca de lo que ese fraile enseñaba en aquellos colegios:

> "... así estaba nuestro P. maestro en su cátedra, disputando y enseñando, ya de las cosas naturales y filosofía, de coelo, de metheoris,[24]

[20] Carolina Ponce Hernández (Coord.). *Innovación y tradición en Fray Alonso de la Veracruz*. México, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México, 2007, p.15-32.

[21] Elsa Cecilia Frost, "Fray Alonso de la Veracruz, introductor de la filosofía en la Nueva España", en *Homenaje a fray Alonso de la Veracruz en el IV centenario de su muerte (1584-1984)*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986, p. 25-39.

[22] Surgido como parte de la enseñanza superior de los colegios catedralicios y universidades de la Edad Media. Se le dio ese nombre porque ahí se explicaban la Aritmética, la Astronomía, la Geometría y la Música, también conocidas como disciplinas liberales que nada tenían que ver con nuestro actual concepto de arte.

[23] Igor Cerda Farías, *El siglo XVI en el pueblo de Tiripetío*, Morelia, 2000, p. 175-189

[24] Hacía mención del *De Caelo* y al *Meteorologicorum*; libros aristotélicos que tratan sobre la estructura del Universo, los cuerpos celestes y los fenómenos ocurridos en la atmósfera. Evidentemente todo ello desde la perspectiva del geocentrismo.

de que es sabio; ya de las cosas del cielo de teología, en que fue un sol; y así venían de México, de Puebla, de todos lugares a consultarle..."[25]

Párrafo que sin duda muestra que fray Alonso explicaba su ciencia de acuerdo con los lineamientos de la escolástica y haciendo uso de las obras aristotélicas referentes a la naturaleza.

Si se quiere tener una visión integral de la obra de fray Alonso deben analizarse sus escritos sobre Filosofía Natural, pues fue donde se ocupó de la estructura del Universo, el movimiento y sus causas, la meteorología y otros aspectos entonces considerados pertenecientes al mundo natural. Esto es lo que se hará ahora ocupándonos precisamente de la enseñanza científica realizada por ese notable agustino. Debe insistirse que en aquella época los conocimientos astronómicos del hombre culto se reducían al cosmos aristotélico explicado por el Estagirita en sus libros *Acerca del Cielo*,[26] los *Meteorológicos*[27] y su *Física*.[28] La idea de ser el centro de todo iba acorde con lo que mostraban los sentidos por lo que fácilmente fue aceptada desde la Antigüedad, popularizándose en la Edad Media con obras como la *Divina Comedia* de Dante Alighieri[29] sin embargo ya en pleno siglo XVI, a pesar de que la concepción geocéntrica del universo era la dominante entre los hombres cultos, muy pocos podían manejar las efemérides astronómicas utilizando los sucesos ahí registrados para determinar posiciones geográficas, fijar fechas y determinar la hora exacta, aunque debe decirse que como en esa época también tuvieron vigencia las ideas astrológicas, con gran frecuencia el estudio de los fenómenos celestes

---

[25] Diego Basalenque, *Historia de la Provincia de San Nicolás de Tolentino de Michoacán, del Orden de N. P. S. Agustín*, México, Tip. Barbedillo y Comp., 1886, p. 133

[26] Aristóteles, *Acerca del Cielo*, Biblioteca Clásica Gredos, Madrid, 1966, p. 9-35.

[27] Aristóteles, *Los Meteorológicos*. Alianza Editorial, Madrid, 1996, p. 229-240.

[28] Aristóteles, *Física*, Bibliotheca Scriptorvm Graecorvm et Romanorvm Mexicana, México, Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, 2001, p. XI-LXVIII.

[29] Alejandro Gangui, *Poética Astronómica. El cosmos de Dante Alighieri*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2008, p. 76-77.

se hacía buscando determinar las supuestas influencias astrales y no con el fin de entender mejor el comportamiento de los astros.

El universo tal y como lo concibió Aristóteles se hallaba formado por un conjunto de esferas concéntricas materiales, cristalinas y totalmente transparentes en cuyo centro estaba la Tierra fija e inmóvil. Cada esfera se desplazaba con movimiento circular uniforme trasportando al correspondiente astro. De acuerdo con sus leyes físicas Aristóteles tuvo que introducir un agente externo para mantener el movimiento de los cuerpos celestes, viéndose obligado a aceptar la existencia de un *primum mobile* localizado más allá de la esfera más lejana del centro que era la que movía a las estrellas fijas, ese Primer Motor estacionario trasmitía el movimiento de afuera hacia adentro del sistema. Sin duda la introducción de esta idea significó un gran retroceso en el desarrollo de la física ya que una vez más permitió las especulaciones metafísicas en esta disciplina, sobre todo porque el modelo homocéntrico de Aristóteles fue aceptado como una realidad lo que hizo que sus comentaristas medievales afirmaran la existencia de entes sobrenaturales como los ángeles, que serían los que moviendo aquellas esferas transparentes desplazaban a través de la bóveda celeste a cada uno de los astros del firmamento.

Las efemérides astronómicas producidas al fin de la Edad Media y durante la primera parte del Renacimiento fundamentadas en el geocentrismo con frecuencia presentaban errores de días e incluso semanas en los cálculos de los sucesos cósmicos, así que a partir del siglo XV los astrónomos hicieron grandes esfuerzos por mejorar su precisión. Destacaron en esa labor Georg Peurbach, Regiomontano y Doménico de Novara. Fue así como el estudio de los cuerpos celestes permitió, entre otras cosas, que el Papa Gregorio XIII tuviera los elementos necesarios para decretar en 1582 la reforma del calendario juliano, ya que desde que éste se estableció había ocurrido un corrimiento notable en las fechas principales que celebraba la Iglesia. Los fundamentos teóricos de la astronomía en aquella etapa eran pobres y aunque en 1543 Copérnico publicó el *De Revolutionibus Orbium Coelestium*[30] justificando el modelo heliocéntrico del universo,

[30] Nicolás Copérnico, *De Revolutionibus Orbium Coelestium, Libri VI*. Nuremberg, Ioh. Petrum., 1543

su difusión fue muy lenta y la mayoría de los pensadores del siglo XVI no lo aceptaron,[31] así que la enseñanza astronómica se hizo utilizando principalmente el libro de Sacrobosco conocido como *De Sphaera* escrito en el siglo XIII como un comentario no matemático al *Almagesto* de Tolomeo. Puede afirmarse que a lo largo de la décimo sexta centuria la astronomía oficialmente aceptada en la totalidad de los centros educativos superiores de Europa fue la geocéntrica, ocurriendo lo mismo en los nuestros.

Una forma de establecer lo que se enseñó de astronomía, física y matemáticas en los Colegios Mayores y la Real Universidad de México durante los primeros años de su existencia en Nueva España, es analizar los libros utilizados en esas instituciones lo que resulta relativamente sencillo pues los programas de estudio de los cursos de Artes de las universidades europeas y los de los centros de enseñanza superior novohispanos fueron prácticamente iguales, así que sin gran temor a equivocarse puede afirmarse que tanto en Europa como en nuestro país se utilizaron los mismos textos durante el siglo XVI; los que por cierto se reducían a unos cuantos títulos pues aún no se daba la explosión bibliográfica propiciada por la Revolución Científica. Los inventarios de libros llegados a México a lo largo de esa centuria[32] muestran que en nuestros centros educativos se usaron además de los textos aristotélicos que ya se han mencionado, obras como el *Almagesto* de Tolomeo aunque lo común fue usar diversos comentarios sobre ese libro escritos a partir del siglo XIII como el *De Sphaera* debido al inglés John de Hollywood, mejor conocido por su nombre latinizado de Johannes de Sacrobosco.[33] Para los estudios geométricos el libro clásico fue los *Elementos* de Euclides, del que también se han encontrado ejemplares llegados en los

---

[31] Dorothy Stimson, *The Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe*, Gloucester Massachusetts, Peter Smith, 1972, p. 39-94.

[32] Marco Arturo Moreno Corral, "El arribo de la ciencia a la Nueva España", en *Ciencia y Desarrollo*, vol. XIX, número 112, 1993, CONACYT, p. 72-77.

[33] Kathleen M. Crowther, "Sacrobosco's Sphaera in Spain and Portugal", en Matteo Valleriani, *De Sphaera of Johannes de Sacrobosco in the Early Modern Period. The Authors of the Commentaries*, Cham, Switzerland, Springer Open, 2019, p. 161-184.

primeros años de nuestro periodo colonial.[34] Los conocimientos de las operaciones aritméticas básicas se impartieron utilizando el texto medieval titulado *De Institutione Arithmeticae* escrito por Boecio en el siglo VI, del que igualmente consta su entrada temprana en nuestra nación.

Esta información indica que la enseñanza de esas disciplinas en el México de la centuria del XVI fue caduca lo que es cierto, pero en honor a la verdad y sobre todo a la objetividad, se tiene que decir que no sólo en nuestro país o en el mundo hispánico fue así. El estudio de la vida y obra de un personaje tan notable como Isaac Newton muestra que cuando estudió en la Universidad de Cambridge, el Trinity College que fue donde se formó era una de sus escuelas más tradicionales caracterizada por un espíritu puritano casi monacal, donde la enseñanza era típicamente escolástica.[35] Para graduarse en Artes en esa y otras instituciones similares de Europa había que estudiar cuatro años. En el primero los alumnos aprendían retórica, latín, griego y hebreo. También estudiaban lógica aristotélica, considerada fundamental para enfrentar y resolver problemas filosóficos. El segundo y tercer año los dedicaban a comprender la dialéctica, por lo que estudiaban las leyes del razonamiento. En el último entraban en contacto propiamente con la filosofía formada por la metafísica, la ética y la llamada filosofía natural que comprendía el estudio de los fenómenos de la naturaleza, así que ahí era donde los estudiantes aprendían física y matemáticas. Esta última rama del saber filosófico comprendía el estudio de la aritmética, la geometría, la astronomía geocéntrica y la música. Los estudios de física se enfocaban sobre todo a las ideas aristotélicas del movimiento. Al terminar todos aquellos estudios los discípulos realizaban actos de argumentación sobre base silogística que les permitía obtener el Bachillerato en Artes. Este esquema

---

[34] Marco Arturo Moreno Corral, "Los *Elementos* de Euclides en la enseñanza de las matemáticas en el México colonial", en David Herrera Carrasco y Fernando Macías Romero, *Matemáticas y sus aplicaciones 10*, Puebla, Dirección General de Publicaciones. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2018, p. 35-48.

[35] Richard S. Westfall, *The life of Isaac Newton*, Cambridge Massachusetts, University Press, 1993, p. 19-36.

surgido de las instituciones docentes medievales fue el que se implantó en el Nuevo Mundo a través de la acción primero de las diferentes órdenes religiosas que fueron llegando y después con la apertura de las universidades americanas del siglo XVI.

Las especulaciones sobre física de fray Alonso

Uno de los primeros profesores de la Real Universidad de México fue fray Alonso de la Veracruz seguramente debido a la suficiencia que había mostrado, pues incluso antes de viajar a la Nueva España en 1536 se había desempeñado como profesor de Artes en la Universidad de Salamanca. Fruto de su labor académica en la que aprovechó su experiencia salmantina en Tiripetío y otros lugares de Michoacán donde enseñó a partir de 1540, fue la publicación en la capital novohispana de un curso filosófico completo formado por tres volúmenes escritos en latín. El primero impreso en 1553 bajo el título de *Recognitio Summularum* tuvo como propósito ayudar a los estudiantes a entender la filosofía mediante la comprensión de la lógica formal. Un año después apareció el segundo llamado *Dialectica Resolutio* que fue una continuación del anterior.

El último fue la *Physica Speculatio*[36] publicada en 1557 y salida de las prensas de Juan Pablos. Esta obra recogió las ideas vigentes en el siglo XVI sobre física, biología, meteorología, botánica y psicología. Es un comentario a los textos aristotélicos que tratan sobre filosofía natural y fue escrito por Alonso de la Veracruz con la intención expresa de facilitar el estudio de esos temas a los jóvenes novohispanos, por lo que su enfoque fue eminentemente didáctico. Seguramente por ello tuvo cierta vigencia ya que se hicieron cuatro ediciones, sin embargo, aquí solamente trataremos a la primera que fue la que se publicó en México pues las otras que se imprimieron para uso de los estudiantes salmantinos fueron versiones abreviadas de la mexicana, que ya no contuvieron la parte de astronomía

[36] *PHYSICA SPECULATIO ÆDITA per R. P. F. Alphonsum a Vera cruce… Accesit complementum Sphaera Campani ad complementum Tractatus de caelo. Excudebat Mexici Ioan Pablos Anno, 1557*. Se puede consultar la edición facsimilar que la Universidad Nacional Autónoma de México publicó en su Bibliotheca Mexicana Historiæ Scientiarum en el 2012. Ver bibliografía.

geocéntrica que tuvo la original. Esa primera edición es sin duda el primer libro sobre física escrito e impreso en América.[37]

La primera parte de la *Physica Speculatio* es un amplio comentario hecho por fray Alonso a la *Física* de Aristóteles que fue donde el Estagirita resumió y discutió sus ideas sobre el movimiento. De la Veracruz comentó además los textos *Acerca del Cielo* y *Los Meteorológicos* escritos por ese filósofo para presentar y argumentar sus concepciones sobre la estructura cósmica. Ahora es fácil cuestionar el contenido científico de la *Physica Speculatio,* pero debe recordarse que en aquel tiempo la ciencia que se enseñaba en todas las universidades europeas era la aristotélica. También hay que tener presente que cuando de la Veracruz la publicó sólo habían pasado catorce años desde la aparición del *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Nicolás Copérnico[38] y que faltaban cuarenta y nueve para que Galileo fuera designado catedrático de Matemáticas en la Universidad de Padua y más de cien para que Newton sintetizara magistralmente la nueva física en obras tan trascendentes, como la *Philosophia naturalis principia mathematica* y la *Opticks*, así que para juzgar adecuadamente el valor de ese libro mexicano de fray Alonso deben tomarse en cuenta esos hechos.

Aristóteles aceptó como estructura del Universo la geocéntrica. Los fundamentos de esa concepción se hallan en sus ideas sobre los graves, los leves y el movimiento natural, así como en la concepción de que todo objeto natural se hallaba formado en mayor o menor medida por la combinación de cuatro elementos básicos. Según la visión aristotélica de los cuatro elementos primarios la tierra era el más grave o pesado, así que en forma natural ocuparía el lugar más bajo. Vendría luego la esfera de agua también grave, pero en menor grado que aquella. Los elementos leves que eran el aire y el fuego

---

[37] Marco Arturo Moreno Corral, "La *Physica Speculatio*, primer libro de física escrito y publicado en el continente americano", en *Revista Mexicana de Física E*, vol. 50 (1), 2004, p. 74-80.

[38] La primera traducción complete al español de esta obra fundamental de la cultura científica occidental fue hecha hasta el año de 1969 y la publicó en nuestro país el Instituto Politécnico Nacional, con el título de *Revoluciones de las órbitas celestes por Nicolás Copérnico*. Ver bibliografía.

rodeaban a los dos primeros. Este era el orden y el lugar natural que correspondía a cada uno así que cuando se removía cualquier cuerpo de su sitio, no requería aplicarse ningún agente externo para regresarlo al lugar que le correspondía. Según esos conceptos la Tierra que era un cuerpo esférico y pesado tenía que estar en el centro cósmico ya que los demás objetos pesados caían en forma natural hacia su parte central y puesto que los graves no podían caer sino hacia el centro del Universo, entonces nuestro planeta ocupaba ese sitio.

Para probar la inmovilidad terrestre se recurría a un argumento que en esencia afirmaba que si la Tierra estuviera girando se vería sometida a efectos centrífugos causados por su velocísima rotación realizada en un día, lo que provocaría que las nubes y todo aquello que se hallara en su superficie, salieran violentamente impelidos y la Tierra misma se desintegraría a consecuencia de ese rápido giro. Como no ocurría así entonces la Tierra estaba inmóvil.

El cosmos aristotélico de esferas concéntricas no fue compatible con el modelo desarrollado por Tolomeo en el siglo II de nuestra era en su *Almagesto* donde el sabio alejandrino usó artificios matemáticos como los epiciclos, los deferentes y círculos excéntricos para explicar desde la perspectiva geocéntrica los movimientos de los astros. Durante la Edad Media astrónomos árabes y europeos intentaron resolver esa incompatibilidad, pero en realidad nunca lo lograron originándose una dicotomía: el cosmos físico se entendió según el modelo aristotélico pero el estudio y el cálculo del movimiento de los cuerpos celestes se hizo aplicando el esquema tolemaico. Alonso de la Veracruz debió estar consciente del problema generado por esas dos visiones geocéntricas pues después de explicar con amplitud el punto de vista aristotélico en el cuerpo principal de la *Physica Speculatio*,[39] al final de ella incluyó un tratado astronómico que seguía los lineamientos tolemaicos. Ese hecho

[39] María de la Paz Ramos Lara (Coord.), *Del Cielo fray Alonso de la Vera Cruz*, México, Traducción de Mauricio Beuchot Puente, Ciencia y Tecnología en la Historia de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012, p. 69-80.

hizo de esa obra alonsina algo distinto de otras usadas en su época y mostró gran objetividad por parte de su autor.

El texto que fray Alonso introdujo como apéndice de su libro fue una obra titulada *Tractatus de Sphera* escrita por el astrónomo italiano Giovanni Campano de Novara durante el siglo XIII, aunque fue impresa por primera vez en 1518.[40] Este libro de astronomía geocéntrica formado por 52 capítulos trató temas como Sobre las esferas, Círculos y movimientos de los siete planetas; Acerca de las distancias máximas y mínimas de los planetas a la Tierra; Descripción de las esferas de los siete planetas; Sobre la octava esfera y su movimiento diurno; Sobre el periodo de movimiento de los planetas; Sobre que los cuerpos celestes no tienen otro movimiento sino circular; Que el Cielo se mueve circularmente y Que la Tierra no se mueve y que está en el centro del Cielo. Este índice que indica parcialmente lo tratado en la *Physica Speculatio* brinda información directa que confirma que la astronomía que enseñó de la Veracruz en efecto fue la establecida por la teoría geocéntrica. Es relevante señalar aquí que el *Tractatus* no tenía la fuerte carga filosófica de las obras aristotélicas pues hacía énfasis en el estudio geométrico de los movimientos de los astros. También es importante decir que, aunque la obra de Campano de Novara estaba apegada completamente al geocentrismo, fray Alonso incluyó dos comentarios notables que dejan ver que intuía, o algo sabía sobre el heliocentrismo y acerca del modelo híbrido que posteriormente desarrolló Tycho Brahe como sistema del mundo.

La importancia de estos dos hechos ha pasado desapercibida para la mayoría de los estudiosos de la *Physica Speculatio* que hasta ahora solamente han analizado sus contribuciones filosóficas y pedagógicas.[41] Como esos dos comentarios arrojan información novedosa y valiosa para los estudiosos del desarrollo histórico de la astronomía y la física en México a continuación se les trata con mayor amplitud.

---

[40] Francis Seymour Benjamin and Gerald James Toomer, *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory of the Universe*, Madison Wisconsin, 1971, capítulo II.

[41] La excepción fue Bernabé Navarro, quien al menos desde 1992 llamó la atención sobre esos dos comentarios. Ver bibliografía.

El primero apareció en el Capítulo 17 del *Tractatus* bajo el título "Que la Tierra no se mueve". En su parte medular dice:

> "Fueron pocos los que aceptaron la equivocada inclinación intelectual -unida más al descubrimiento estéril que al necesario entendimiento- que afirmaba que la esfera celeste no se mueve, sino que es la Tierra junto con todas sus partes la que gira, dando una vuelta completa todos los días y que nosotros no percibimos ese movimiento ni el de la Tierra, pero que se refleja en el cielo, al ver que éste se mueve al occidente, porque nosotros nos movemos al oriente".[42]

Aunque de la Veracruz no hizo mención explícita a Copérnico es claro que en este párrafo se refirió a él y a su modelo cosmogónico, lo que sin duda es notable, ya que la publicación del *De revolutionibus orbium coelestium* se hizo en 1543 fecha en que nuestro religioso ya estaba en Nueva España y más concretamente dando cursos de Artes en Michoacán. Como no se ha tenido oportunidad de consultar otra edición del *Tractatus*, lo que serviría para determinar la contribución alonsina al párrafo anterior pero sí se ha revisado la *Theorica planetarum* que es la obra principal de Campano de Novara constatando que en ella no hay ninguna referencia al movimiento de la Tierra, no se pudo establecer si lo dicho por fray Alonso en ese capítulo refleja sus ideas o las del autor medieval. Si este último fuera el caso el de Novara no pudo referirse a Copérnico pues lo precedió unos doscientos años, pero sí pudo conocer al precursor de éste; Aristarco de Samos astrónomo griego del siglo II anterior a nuestra era que con sus observaciones encontró que el Sol era mayor y más distante que la Luna y más grande que la Tierra, lo que lo llevó a afirmar que debería ser ésta la que girara en torno al Sol y no al revés. En todo caso lo que interesa resaltar aquí es que el novohispano conocía la idea de una Tierra en movimiento, aunque la rechazó pues al incluir la obra de Campano en su propio texto hizo suyos y enseñó los conceptos que ahí se expresaron.

---

[42] Reverso de la página 3 del *Tractatus De Sphaera* de Campanus incluido al final de la *Physica Speculatio*, versión facsimilar publicada por la UNAM. La traducción es nuestra.

En el Capítulo 52 del *Tractatus* fray Alonso se ocupó "De la comunicación de los planetas con el Sol en su movimiento" y ahí puede leerse que

> "… no queremos omitir que el Sol dirige a todos los planetas en lo tocante a su movimiento, como si los poseyera y de acuerdo al desplazamiento solar todos los otros movimientos reciben forma. Porque los tres superiores, que son Saturno, Júpiter y Marte adecuan sus dos movimientos, que son el del centro del epiciclo moviéndose sobre la deferente y el que realizan sobre el epiciclo, con el movimiento del Sol en su excéntrico".[43]
>
> "Por otra parte, Venus y Mercurio se comunican con el Sol, pues el centro de sus epiciclos siempre se halla en el mismo lugar que el centro del Sol, del lado del cual nunca se alejan. Y en toda revolución su epiciclo se junta dos veces al Sol, una en la parte superior cuando están en la vertical y la otra en la inferior cuando regresan".[44]

Esta explicación de cómo Saturno, Júpiter, Marte, Venus y Mercurio se mueven en torno al Sol, es una anticipación de lo que años más tarde habría de convertirse en el sistema del mundo geocéntrico-heliocéntrico enunciado por el célebre astrónomo danés Tycho Brahe, el cual fue desarrollado y aceptado sobre todo por los religiosos católicos y muy especialmente por los jesuitas, pues "salvaba las apariencias" y no entraba en conflicto con los expresado en las Sagradas Escrituras, actitud que persistió en la Nueva España hasta el final del siglo XVIII cuando comenzó a ser aceptado el heliocentrismo.[45]

Algunos años después de que el *Tractatus* de Campano de Novara apareciera como apéndice de la *Physica Speculatio* volvió a hacerse sentir la necesidad que los profesores novohispanos tenían de libros

---

[43] Campanus de Novara, *Tractatus De Sphaera* incluido al final de la *Physica Speculatio*, p. 12.

[44] Campanus, *Tractatus De Sphaera*, p. 12.

[45] Marco Arturo Moreno Corral, *Copérnico y el heliocentrismo en México*, 2ª edición, México, Academia Mexicana de Ciencias, 2014, p. 85-92.

sobre temas astronómicos. En 1576 los jesuitas del Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo de la capital novohispana solicitaron al virrey autorización para imprimir en las prensas de esa institución varias obras que les urgían para llevar a cabo su labor docente. En su solicitud expresamente informaron la gran necesidad que tenían de contar con libros que les permitieran continuar con la enseñanza de los alumnos de aquel colegio.[46] Uno de esos libros fue el *De Sphaera Liber Unus* del astrónomo y matemático italiano Francesco Maurolico. Esta obra que se apegaba bien a los conceptos astronómicos ortodoxos que entonces se enseñaban se hallaba inmersa en el más puro geocentrismo. Originalmente publicada en Venecia en 1575 describía el cosmos surgido de las ideas aristotélicas y aunque en ella se incluyó una referencia a Nicolás Copérnico, en realidad era un comentario negativo pues Maurolico afirmó que más que un regaño ese astrónomo merecía latigazos.[47] Esta obra que en tiraje muy corto salió de las prensas de Antonio Ricardo es sin duda el segundo texto astronómico que se publicó en América.[48] Actualmente es muy escasa conociéndose solamente tres ejemplares, dos de los cuales se hallan en bibliotecas fuera de México.

---

[46] Joaquín García Icazbalceta, *Bibliografía mexicana del siglo XVI*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981, p. 297-298.

[47] Francesco Maurolici, *De sphaera. Liber unus*, México, 1578, p. 27 reverso. Edición digital disponible en la página gredos.usal.es/handle/10366/123185. Consultada el 21 de agosto de 2022.

[48] Marco Arturo Moreno Corral, "La *Sphaera* de Sacrobosco y su edición mexicana de 1578". En proceso.

Algo sobre aplicación de la ciencia en la Nueva España del siglo XVI

En 1583 el impresor novohispano Pedro Ocharte produjo el libro *Diálogos Militares* escrito por Diego García de Palacio. Entre diversos temas directamente relacionados con la actividad castrense se ocupó de la fabricación de la pólvora y de las condiciones en que los artilleros podían obtener el máximo alcance de los cañones. De esta obra resulta ilustrativo leer la descripción que hizo sobre los procesos para producir la pólvora y lo que entonces se pensaba sobre las propiedades explosivas de ella. Recurriendo a un lenguaje más cercano a la alquimia que a la química lo que en ese tiempo no podía ser de otra forma pues esta última ciencia apenas comenzaba a configurarse, habló de los distintos tipos de pólvora que podía obtenerse a partir de diversa mezclas de materias como el salitre, el azufre y el carbón. En particular le interesó dar las recetas para fabricar pólvora para el uso en los arcabuces, así como la que deberían de emplear los artilleros en los cañones. Para ejemplificar ese lenguaje alquímico a continuación se menciona la explicación que García de Palacio dio sobre las propiedades explosivas de la pólvora.

> "Por manera señor, que el azufre sirve para introducir y dar fuego al salitre y carbón y el carbón para sustentar el fuego sin llama y recibir la furiosa ventosidad del salitre, en la cual solo consiste toda la virtud y fuerza de la pólvora, pues sin dicho salitre, los otros dos materiales no tendrían efecto porque la virtud y calidad expulsiva, depende de la ventosidad del salitre".[49]

Es interesante señalar que en esta obra se encuentra un discusión sobre cómo los artilleros podían obtener el máximo alcance en sus

[49] Diego García de Palacio, *Diálogos Militares*, Madrid, Colección de Incunables Americanos Siglo XVI volumen VII, edición facsimilar, Prólogo de Julio F. Guillen, 1944, p. 93-95.

tiros. El autor discutió los procedimientos, herramientas y pasos a seguir para lograrlo mostrando en forma práctica que el máximo alcance de un proyectil se obtiene cuando el ángulo de disparo del cañón es de 45º respecto del horizonte. Este resultado empírico no tenía entonces explicación pues no existía el concepto de fuerza ni se conocían las leyes del movimiento, menos la acción gravitacional que combinadas, son las que explican el tiro parabólico. En esta aplicación de técnica castrense hallamos en nuestro país un anticipo a lo que un siglo después sería una de las partes de la mecánica newtoniana.

En 1587, Ocharte publicó otro texto de García de Palacio llamado *Instrucción Náutica para Navegar* en el que se ocupó de diversos aspectos técnicos que debían saber quiénes se dedicaran a la navegación interoceánica. Desde las primeras etapas de existencia de la Nueva España autoridades, comerciantes y navegantes vieron ventajas en armar barcos en las costas del Pacífico mexicano, ya que desde los distintos puertos que ahí se fueron instalando podrían partir nuevas expediciones que explorarían tanto el territorio americano contrario al Atlántico, como emprender los grandes viajes que por entonces se hicieron a las Filipinas y otras partes del continente asiático. En el contexto de ese gran esfuerzo fue que surgió esta obra de García de Palacio que ha sido considerada por los expertos como el primer texto de construcción naval que se publicó en el mundo, lo que habla de lo bien que se construían los barcos en la Nueva España en el siglo XVI. El libro en sí trata de la astronomía geocéntrica y climatología que deberían saber los navegantes para realizar adecuadamente las tareas marítimas, ocupándose de instrumentos que entonces se usaban para medir la posición de los astros y orientarse con ellos como el cuadrante, la ballestilla y el astrolabio. Una de tantas indicaciones que en ese libro hizo García de Palacio para mostrar a los marinos la forma de orientarse es la que se cita para ejemplificar la sencillez de aquel texto.

> "Para conocer la altura del Sol, así con el cuadrante como con el astrolabio, conviene se haga en el instante del mediodía: porque no se podrá entender de otra manera. Para lo cual es necesario que el que

> lo fuere a hacer, esté un cuarto de hora antes aguardando con su reloj y aprestado hasta conocer el punto exacto y conociéndolo, tomará con ambas manos su cuadrante y ponga el ángulo superior alzando o bajando hasta que el rayo del Sol entre por el agujero de la pínula más alta y pase derechamente en el agujero de la otra pínula baja y estando el rayo derecho en ambos agujeros, mírese donde toca el hilo de la plomada y los grados que mostrare, aquellos se toman del cuadrante y con ellos se hará la cuenta".[50]

También se ocupó de explicar cómo los marinos deberían hacer los mapas o "cartas" de navegación de las regiones exploradas. Pero la parte realmente importante de este libro novohispano es la relativa a la construcción de los buques que entonces se usaban para cruzar el Océano Pacífico. En esta obra García de Palacio incluyó datos técnicos como el desplazamiento en toneladas de los diferentes tipos de navíos, así como ilustraciones y planos para fabricar adecuadamente diversas embarcaciones, por lo que se insiste en que los expertos lo han considerado como el "primero que estampó prensa alguna".[51]

Para concluir esta parte, se resaltará que durante el siglo XVI en la Nueva España se escribieron y publicaron libros sobre ciencia y técnica, que sin duda fueron los primeros en todo el continente americano indicando que esas disciplinas eran enseñadas y usadas por los novohispanos, lo que es algo que pocas veces se dice cuando se habla de la época colonial mexicana. En general este fue el panorama de la aplicación del saber astronómico, físico, matemático y cosmográfico en el primer siglo de existencia de la Nueva España y aunque hubo sobre todo adaptaciones de tipo práctico obligadas por la naturaleza del Nuevo Mundo, la ciencia de que dispusieron los novohispanos fue la que se conocía y usaba en la Europa de esa centuria.

---

[50] Diego García de Palacio, *Instrucción Náutica…* Prólogo de Julio F. Guillen, p. 25.

[51] Diego García de Palacio, *Instrucción Náutica…* Prólogo de Julio F. Guillen.

Capítulo II.
Ciencia implantada

La Astronomía en México en el siglo XVII

Cuando se estudia el desarrollo astronómico y matemático novohispano durante el siglo XVII siempre se mencionan personajes como Enrico Martínez, fray Diego Rodríguez y Carlos de Sigüenza y Góngora y se puntualiza la importancia de su labor, que en algunos casos permite hacer comparaciones con sus pares europeos. Para determinar en forma objetiva la cultura científica que esos y otros destacados novohispanos del siglo XVII tuvieron es necesario analizar críticamente sus textos, buscando establecer el nivel que alcanzaron respecto de obras similares producidas en Europa en la misma época, así que ahora se analizará el contenido astronómico del *Reportorio de los Tiempos y Historia Natural desta Nueva España* escrito por Enrico Martínez y publicado en la Ciudad de México en el año de 1606.[1] Se ha escogido esta obra por ser representativa de las que sobre Astronomía y Cosmografía aparecieron en el mundo hispánico de los siglos XVI y XVII pero sobre todo por ser un producto novohispano. Al hacerlo nuestra intención se centra en determinar el grado de especialización que esas materias alcanzaron en la Nueva España durante los primeros años de la décimo séptima centuria.

Gracias a las investigaciones realizadas por Francisco de la Maza[2] se sabe que nuestro personaje nació entre 1550 y 1560 en la ciudad alemana de Hamburgo. Murió en Huehuetoca población cercana a la capital novohispana en 1632. Originalmente su nombre fue Henrich Martin que seguramente para facilitar su incorporación en la colonia novohispana castellanizó como Enrico Martínez. El papel protagónico que jugó en el terreno técnico de la Nueva

---

[1] Enrico Martínez, *Reportorio de los Tiempos y Historia Natural desta Nueva España*, México, en la Imprenta del mismo autor año de 1606.

[2] Francisco de la Maza, Introducción al *Reportorio de los Tiempos e Historia Natural de Nueva España*, México, Escrita e impresa por Enrico Martínez, 1943, p. xii.

España del primer tercio del siglo XVII es bien conocido,[3] aunque no ha sucedido lo mismo con su labor como astrónomo que todavía no ha sido adecuadamente estudiada y que sin duda también fue relevante.[4]

En 1589 llegó a la Nueva España con el nombramiento de Cosmógrafo Real lo que entre otras actividades lo obligaba a observar "los eclipses y movimientos de los astros, tomar longitudes y latitudes de las tierras, ciudades, pueblos, ríos y montañas" de las vastas posesiones del rey de España. Su preparación científica adquirida en su juventud cuando viajó por varios países europeos y estudió matemáticas en la Universidad de París, puede determinarse de lo impuesto por aquel nombramiento pues además de esas obligaciones, tuvo la de enseñar astronomía de acuerdo con un plan de estudios que se conoce pues fue detallado como parte de las *Recopilación de las Leyes de los Reynos de las Indias*[5]. Según ese programa durante el primer año los cosmógrafos explicarían la estructura y propiedades del cosmos siguiendo el libro llamado *De Sphaera* escrito por Juan de Sacrobosco durante el siglo XIII y que por lo mismo fue un libro de astronomía geocéntrica. También enseñarían las operaciones aritméticas básicas junto con la raíz cuadrada y cúbica, así como las reglas sobre el uso de los quebrados. Además, expondrían la obra astronómica de Georg Peurbach conocida como *Theoricae Novae Planetarum* que igualmente fue un texto astronómico que explicaba el geocentrismo, pero con un grado de complejidad matemática mayor que la obra de Sacrobosco. Deberían además explicar el uso de las *Tablas Alfonsís* que fueron recopiladas por órdenes de Alfonso X de Castilla durante el siglo XII y contienen datos sobre las posiciones planetarias necesarias para calcular diferentes efemérides astronómicas. En el segundo año los cosmógrafos debían ense-

---

[3] María Luisa Rodríguez-Sala, Ignacio Gómezgil RS, "Enrico Martínez, primer científico y técnico multidisciplinario en la Nueva España del siglo XVII", *Ciencia*, vol. 45, Academia Mexicana de Ciencias, 1994, p. 171-183.

[4] Marco Arturo Moreno Corral, Carlos Chavarría-K. e Immo Appenzeller, "Enrico Martínez. Ein Astronom aus Hamburg in Neu-Spanien", *Sterne und Weltraum*, 42, Nr. 7 (2003), p. 44-46.

[5] Francisco De la Maza, *Reportorio de los Tiempos…*, p. 21-22.

ñar geometría para lo cual estaban obligados a seguir los seis primeros libros del texto clásico escrito por Euclides conocido como los *Elementos*. Finalizaban explicando las funciones trigonométricas y los triángulos esféricos de acuerdo con un texto escrito en el siglo XV por Regiomontano cuyo título fue *De triangulis planis et sphaeracis libri quinque*. Esas obras fueron ampliamente utilizadas en las principales universidades europeas de los siglos XVI y XVII ya que representaron la culminación del conocimiento astronómico y matemático alcanzado hasta el momento del descubrimiento del Nuevo Mundo. Es importante señalar que está probado que todos esos textos llegaron a la Nueva España en aquel periodo[6] y que algunos como el de Sacrobosco fue muy utilizado por sus habitantes, pues hay registros que muestran que circularon muchos ejemplares de esa obra. Lo mismo ocurrió con las *Tablas Alfonsís* y con el texto de Peurbach.

El *Reportorio de los Tiempos* es una voluminosa obra de 402 páginas que trata temas astronómicos mezclados con ideas astrológicas, así como aspectos climatológicos[7] y meteorológicos e incluso se ocupa de la historia de la Nueva España y de sucesos ocurridos en el resto del mundo en aquellas fechas. Debe recordarse que para los autores y lectores de aquellos tiempos astrología significaba algo diferente a lo actual, pues se le entendía con el significado etimológico que le dieron los griegos de la Antigüedad; por ello, textos como el de Martínez incluían lo mismo información sobre los movimientos planetarios, las fases lunares, la ocurrencia de eclipses y de conjunciones planetarias,[8] que datos sobre las principales fechas del calendario civil y religioso, o pronósticos acerca de la influencia que supuestamente los sucesos astronómicos tenían sobre el ser humano y sobre la naturaleza. La actitud que Enrico tomó frente a

---

[6] Marco Arturo Moreno Corral, *Implantación de la ciencia europea en el México colonial. Siglos XVI y XVII*, Ensenada, Baja California, edición del autor, 2004, capítulos 4 y 5.

[7] Enrico Martínez. *Repertorio de los Tiempos*… p. 43-97.

[8] Las conjunciones suceden cuando dos o más planetas alcanzan la misma longitud celeste, vistos desde la Tierra, por lo que el observador los mira como si se hubieran juntado en el cielo.

la Astronomía y la Astrología fue la que muchos otros individuos educados y dedicados a la ciencia tuvieron incluyendo a su notable paisano y contemporáneo Johannes Kepler. Por ello no debe extrañar que en el *Reportorio* una obra científica de principios del siglo XVII esos temas aparezcan mezclados.

Siguiendo el modelo establecido para esas obras nuestro cosmógrafo discutió en la suya cómo repercutían los astros sobre los individuos y el clima. En especial dedicó parte de su esfuerzo a tratar las influencias astrales sobre algunos aspectos de la Medicina. De acuerdo con esa forma de pensar agregó en el *Reportorio* un trabajo previo que había hecho en 1604 con motivo de su estudio de la magna conjunción de Júpiter y Saturno ocurrida el 24 de diciembre de 1603. Ese evento fue estudiado por Martínez desde la capital novohispana en una época en la que todavía no se inventaban los telescopios, así que sus observaciones del desplazamiento de aquellos cuerpos celestes las hizo sólo en forma visual, aunque seguramente para obtener mayor precisión se ayudó con algún instrumento como el astrolabio[9] y la ballestilla que permitían determinar la altura que los astros alcanzaban sobre el horizonte del observador.[10]

La primera parte del *Reportorio* es un curso introductorio de Cosmografía, disciplina que era entendida como el estudio de las propiedades físicas del Universo. Como cualquier texto de esa época se apegó completamente al geocentrismo.[11] Enrico discutió ahí la

---

[9] Respalda esta afirmación el que en el testamento de Juan Ruiz quien fue hijo de Enrico Martínez se menciona explícitamente un texto español sobre la ballestilla. Además como posesiones valiosas del difunto se listan varios instrumentos de uso astronómico entre los que aparecen "un astrolabio de bronce y un astrolabio de madera maltratado", los cuales bien pudieron ser originalmente propiedad de Enrico ya que un reporte sobre el estado que guardaban las obras del desagüe de la ciudad de México hecho poco después de su muerte, informa que Martínez pasó sus últimos años en Cuautitlán "rodeado de libros de matemáticas, esferas, globos, astrolabios y ballestillas".

[10] Simón Tovar, *Examen y censura del modo de averiguar las alturas de las tierras por la altura de la estrella del Norte, tomada con la ballestilla*. Sevilla, 1595, capítulo 6.

[11] Aunque el *Revolutionibus orbium caelestium* de Copérnico se publicó por primera vez en 1543, su asimilación tomó tiempo siendo común que la mayoría de

estructura del cosmos y lo consideró dividido en dos partes; la esfera celeste que encierra a todos los cuerpos situados "más allá de la Luna" y la elemental o sublunar que abarca a la Tierra como centro del Universo, su atmósfera y los fenómenos ocurridos en ella. Nuestro astrónomo habló de las esferas celestes y justificó porqué eran diez. Definió el tiempo en términos del movimiento de la décima esfera o esfera de las estrellas fijas e indicó cómo se divide y mide en años, meses, semanas, días, horas y minutos. Explicó lo que debe entenderse por Zodiaco y estableció la diferencia entre Astrología y Astronomía, afirmando que esta última "trata de los movimientos de los Cielos y los Planetas, de sus varias conjunciones y oposiciones", mientras que la primera "enseña a saber los efectos que los cuerpos celestes causan en estas cosas inferiores", definiciones que indican que aunque ya estaba surgiendo una diferenciación entre Astronomía y Astrología en Enrico Martínez todavía seguía inmerso en el largo y complicado camino de la escolástica ya que no confronta sus observaciones y mediciones con los supuestos establecidos por la autoridad. Al tratar el movimiento y estructura de la esfera de las estrellas fijas afirmó que hay en ella "tanta multitud de estrellas, que es imposible ser por el hombre numeradas" sin embargo indicó que son 1022 las más brillantes y que forman 48 imágenes.[12] Es claro que en esta parte de su trabajo estaba siguiendo el catálogo estelar incluido en el *Almagesto* de Tolomeo. Habló también del concepto de magnitud estelar e introdujo la escala de seis magnitudes ideada por Hiparco en el siglo II anterior a nuestra era, la cual sigue siendo utilizada por los astrónomos modernos para clasificar el brillo de todas las estrellas.

El siguiente tema astronómico que abordó Martínez en el *Reportorio* fue el relativo al tamaño y los periodos de aquellas esferas y

---

los astrónomos de la primera mitad del siglo XVII siguieran manejando los conceptos tolemaicos-aristotélicos.

[12] Por imágenes debe entenderse constelaciones así que aquí nuestro personaje hablaba de las constelaciones clásicas de la astronomía occidental, que originalmente fueron trasmitidas a la posteridad por Hiparco astrónomo griego del siglo II anterior a nuestra era.

mencionó que tomó esos datos del astrónomo árabe Alfragano.[13] De acuerdo con lo entonces aceptado, Enrico llamó planeta al Sol y proporcionó sus dimensiones y su periodo, pero en este caso tomó esos datos de las *Tablas Alfonsís*. Nuestro personaje dio una larga explicación que buscaba mostrar que el Sol es mayor que la Tierra, discusión que deja ver que conoció bien las obras astronómicas y matemáticas clásicas de su tiempo, pues además de los trabajos mencionados utilizó en su demostración la doctrina de los triángulos planos[14] contenida en el Libro V del *Almagesto* de Tolomeo y muy particularmente se refirió al material contenido en la sección V16 de esa obra[15] que trata sobre los tamaños del Sol, la Luna y la Tierra. En esa parte del *Repertorio* también usó algunas proposiciones de los *Elementos de Geometría* de Euclides, obra que en el mundo español de fines del siglo XVI fue conocida gracias a la traducción que de ella hizo Rodrigo Zamorano. Como ya se ha indicado, ese texto ha sido encontrado repetidamente entre los inventarios de libros llegados a México durante los dos primeros siglos del virreinato.[16] Martínez concluyó su alegato sobre las dimensiones de los planetas remitiendo a los lectores interesados en los aspectos técnicos del problema a la obra de Albategio.[17] Es relevante señalar que en otras partes del *Reportorio* mencionó obras astronómicas y astrológicas de Aristóteles, Tolomeo, Alberto Magno, Julio Firmico, Francisco Juntino, Lucas Gaurico y Alcabicio, así como las de los españoles Diego Pérez de Meza, Rodrigo Zamorano y Pedro Ciruelo,

---

[13] Ahmad ibn Muhammad ibn Kathîr al-Farghânî. Astrónomo y matemático que floreció durante el siglo IX de nuestra era.

[14] Entonces se usaba referirse de esa manera a lo que actualmente llamamos Trigonometría.

[15] Ptolomy, "On the Magnitudes of the Sun, Moon, and Earth. The Almagest, Chicago, Great Books of the Western World" /16, *Encyclopaedia Britannica*, Inc., 1952, p. 175-176.

[16] Moreno Corral, *Implantación de la ciencia*..., pp. 79-172.

[17] Abu Abdallah Mohammad ibn Jabir ibn Sinan al-Raqqi al-Harrani al-Sabi al-Battani, importante astrónomo árabe que floreció en el siglo IX.

de gran vigencia entonces y que en forma cierta se sabe que llegaron a la Nueva España.[18]

Después de hablar de las bases teóricas del geocentrismo, Martínez presentó una larga discusión sobre la reforma del calendario realizada en 1582 por órdenes del Papa Gregorio XIII, la cual fue coordinada por el astrónomo y matemático jesuita Christoph Clavius quien también fue un autor muy conocido y valorado por los novohispanos. En esa parte del *Reportorio* se ocupó de las causas astronómicas que obligaron a corregirlo y trató con amplitud el fenómeno de precesión de los equinoccios, explicando cómo calcular las fechas en que estos sucesos ocurren cada año. La siguiente sección la usó para presentar los *Lunarios* para los años de 1606 a 1620 que contenían efemérides relativas a nuestro satélite, así como las posiciones que éste ocupaba en las distintas constelaciones zodiacales al momento de cada una de sus fases. Agregó una sección donde proporcionó información sobre salidas y puestas de la Luna e indicó cómo calcular esos datos en cualquier día del año. Como su intención fue que esas efemérides se usaran ampliamente por la población las calculó para el meridiano de la capital de México y puesto que la información climatológica que introdujo estaba basada en su experiencia sobre el clima de la zona central de este país, dijo explícitamente que su obra estaba hecha "al temperamento" de la Nueva España.

Generalmente los historiadores no se interesan por hechos importantes para el desarrollo de las ciencias exactas. Este es el caso que ahora nos ocupa pues, aunque el documento al que nos referiremos se publicó en 1606 en la Ciudad de México y existen ediciones modernas de él, no se ha dado importancia a tres sucesos astronómicos que actualmente son relevantes y que don Enrico reportó ahí. Los dos primeros ocurrieron cuando Martínez aún se hallaba en Europa y tenía entre 17 y 22 años; época en que debió ser estudiante universitario lo que le facilitó conocer las discusiones que esos fenómenos causaron entre los principales astrónomos europeos. La primera nota dice: "*Año de 1572. En este mismo año al*

[18] Moreno Corral, *Implantación de la ciencia...*, capítulos 4 y 5.

principio del mes de noviembre, apareció un cometa en la constelación de Casiopea de la forma de una estrella fija de primera magnitud y hubo algunos que la tuvieron por tal".[19]

Párrafo del *Reportorio* que sin duda se refiere a la supernova estudiada por Tycho Brahe.[20] Resulta relevante que Enrico, aunque se refiere a ella como cometa indica que hubo astrónomos que la consideraron estrella, lo que significaba un cambio revolucionario. La segunda nota astronómica de importancia histórica dice: *"Año de 1577 por el mes de noviembre, apareció un gran cometa en conjunción con el planeta Marte"*.[21]

Este breve comentario se refiere al cometa también estudiado por Tycho y cuyas observaciones sirvieron para romper con la idea aristotélica de las esferas celestes cristalinas y sólidas. Ya viviendo en estas tierras Martínez escribió en el *Repertorio* que,

> "El año pasado de 1604, en los primeros días de octubre, apareció en esta Nueva España un cometa algo mayor que la mayor estrella de primera magnitud y de la misma forma muy centellante, que duró más de un año antes de consumirse. Apareció cerca del lugar donde entonces se hizo la conjunción de Júpiter y Marte, que fue casi en diez y nueve grados de Sagitario".[22]

Sin duda ese reporte de Enrico se refiere a la supernova surgida en el firmamento en el año de 1604 que fue observada por astrónomos europeos como Altobelli, Capra, Marius, Clavius, Fabricius, Mästlin y Brunowski. Este último informó su presencia al matemático imperial de Rodolfo II Johannes Kepler, quien pudo verla finalmente el 17 de ese mes y comenzó a observarla consiguiendo registrar su brillo y su posición toda ocasión que el clima se lo permitió. Sus datos los publicó en 1606 en el texto *De Stella Nova in pede Serpentarii* que resultó ser de gran ayuda cuando en el siglo XX los astrónomos

---

[19] Enrico Martínez, *Reportorio…,* edición CONACULTA de 1991, p. 400-401.

[20] John Louis Emil Dreyer, *Tycho Brahe a picture of scientific life and work in the sixteenth Century,* Gloucester Massachusetts, Peter Smith, 1977, p. 38-69.

[21] Enrico Martínez, *Reportorio*…, edición CONACULTA, p. 401.

[22] Enrico Martínez, *Reportorio*…, p. 348-349.

identificaron que en efecto se trató de una supernova, por lo que actualmente se conoce como *Supernova de Kepler*. Como Martínez se interesaba por el significado astrológico de las conjunciones planetarias seguramente al observar la ocurrida el 8 de octubre de 1604 entre Marte y Júpiter descubrió aquella supernova, que surgió en el firmamento el 9 de dicho mes. Como astrónomo bien preparado el novohispano reconoció la importancia de observar ese suceso novedoso por lo que continuó su estudio y en el *Reportorio* informó que en una publicación posterior se ocuparía más de este asunto, pero nunca lo hizo y hasta donde hemos podido investigar dichos datos se han perdido lo que es una lástima, pues habrían podido ayudar a la correcta comprensión de aquel suceso único, lo que tendría relevancia ya que hasta ahora todos los reportes conocidos de aquella supernova se originaron en el Viejo Mundo. Además, también mostraría sin lugar a duda que en aquel momento existían observadores en la Nueva España que dejaron constancia de ese suceso y como en estas tierras había entonces más gente observando regularmente la bóveda celeste, una revisión de documentos novohispanos de aquellas fechas podría arrojar más datos sobre la última explosión de supernova ocurrida en nuestra galaxia.

La sección astronómica del *Reportorio* termina con un canon de eclipses solares y lunares, que sin duda fue el primero de su tipo publicado en todo el continente americano.[23] Aunque los datos referentes a esos sucesos también fueron calculados por Enrico para el meridiano de la Ciudad de México no se limitó a listar los eclipses que serían visibles desde la Nueva España, pues incluyó todos los que ocurrirían en el mundo entre 1606 y 1615.[24] Antes de entrar propiamente al canon discutió los mecanismos que originan los eclipses y enseñó cómo utilizarlos para determinar la longitud geográfica del lugar de observación; problema científico de gran vigencia en aquella época que había incluso motivado al monarca español a ofrecer un considerable premio en efectivo a quien lo resolviera,

[23] Marco Arturo Moreno Corral, "La Astronomía en el México del siglo XVII", *Ciencias*, núm. 54, abril-junio 1999, p. 52-59.
[24] Enrico Martínez, *Reportorio…*, p. 183-192.

acción que ante la falta de solución adecuada y definitiva obligó a seguir ese ejemplo a los reyes de Francia e Inglaterra.

Martínez presentó los datos sobre los eclipses en forma de párrafos seguidos y para cada uno proporcionó información como fecha y lugar de ocurrencia, tiempo de duración y zona de visibilidad. En total el *Reportorio* contiene datos sobre 36 eclipses; 20 solares y 16 lunares. Como ejemplo, se reproduce lo que escribió sobre el eclipse solar que en el "Año de 1606. Miércoles a ocho de marzo se eclipsará el Sol cerca de la Cola del Dragón, que dicen en 18 grados del signo de Piscis; no se verá en el horizonte de México; sólo lo verán los moradores de las partes muy septentrionales de este nuevo mundo, a cuya causa no trato aquí de su grandeza y duración".[25]

De acuerdo con una tradición surgida en la Antigüedad, Enrico designó como "cabeza y cola del dragón" a los dos nodos de la órbita lunar que son los puntos donde ésta corta a la eclíptica,[26] pues el dragón simbolizó los eclipses ya que se creyó que esos espectaculares sucesos eran causados por un dragón celeste que lentamente devoraba al Sol. Según la terminología que usó en el *Reportorio* el cuerpo de esa bestia representaba a la línea imaginaria que une los nodos, así que la cabeza resultaba ser el nodo ascendente que es el punto por donde la Luna cruza de sur a norte el plano eclíptico, mientras que el nodo descendente representaba la cola que sería por donde el Sol pasa de norte a sur. Correctamente nuestro autor afirmó que no puede haber eclipse si la Luna no está en estos puntos o muy cerca de ellos. La información relativa a los eclipses lunares es similar. Para mostrarla damos un ejemplo.

> "Sábado a 16 de septiembre de este mismo año de 1606 se eclipsará otra vez la Luna junto a la Cola del Dragón, en veintitrés grados y nueve minutos del signo de Piscis por cantidad de dieciocho puntos y trece minutos; será el principio a las dos horas y tres quintos de la madrugada; estará en tinieblas una hora y treinta y cinco minutos,

[25] Enrico Martínez, *Reportorio*…, p.184.

[26] La eclíptica es el plano imaginario de la bóveda celeste que contiene los centros del Sol y la Tierra.

comenzará a cobrar la luz a las cinco horas y veintiún minutos, aunque a esta hora será puesta y el Sol salido".[27]

La razón por la que nos hemos extendido en el estudio de la parte astronómica del *Reportorio* es que muestra con claridad el tipo de conocimientos sobre Astronomía, Matemáticas y Cosmografía manejados en el ámbito novohispano en aquellos tiempos.

Estrictamente hablando el *Reportorio* no aportó nada original en el terreno científico, pero sí tuvo el mérito de introducir a los lectores de la Nueva España en los aspectos básicos del conocimiento astronómico de la época en su propio idioma. Lo que debieron agradecer ya que en general las efemérides disponibles provenían de Europa y no estaban calculadas para latitudes como las de México. Además de ser caras y difíciles de conseguir con frecuencia no podían ser utilizadas pues habían sido escritas en latín que no era una lengua que la mayoría de la población novohispana dominara. Cuando se analizan los inventarios de las bibliotecas de la Nueva España del siglo XVII es frecuente encontrar menciones al *Reportorio,* lo que indica que esta obra circuló dentro del grupo de novohispanos que entre 1640 y 1660 realizaron tanto en la ciudad de México como en la de Puebla, una intensa labor de estudio que ayudó a modernizar los conocimientos astronómicos manejados en nuestro país.[28] En fecha tan tardía como 1655 casi medio siglo después de su publicación, todavía era posible encontrar ejemplares de ese texto en algunas librerías de la capital novohispana.

Los conceptos teóricos sobre el Universo que manejó y enseñó Enrico Martínez fueron los de la concepción aristotélica-tolemaica que por entonces seguía profundamente arraigada en el pensamiento de la mayoría de los científicos, aunque en su descargo debe señalarse que nuestro personaje comenzó a darse cuenta de que la astrología no era confiable como una herramienta para entender los fenómenos naturales. Nuestro análisis permite afirmar que Enrico

[27] *Reportorio* p. 185.

[28] Elías Trabulse, *Los orígenes de la ciencia en México (1630-1680)*, México, Breviarios/526, Fondo de Cultura Económica, 1994, p. 91-157.

Martínez además de conocer bien la literatura científica de su época tuvo los conocimientos astronómicos de un especialista y que en el aspecto práctico contó con la capacidad de utilizarlos para realizar observaciones con el mismo grado de precisión que era usual en aquel tiempo en Europa. Por otra parte, su preparación matemática le permitió realizar los complejos cálculos aritméticos y gráficos necesarios para producir efemérides de los principales sucesos celestes. Además, supo aplicarlos a la Cartografía pues con sus datos y los que le proporcionaron diversos navegantes y exploradores produjo los primeros mapas detallados del sur de la Península de Baja California.[29]

[29] Miguel León-Portilla, *Cartografía y crónicas de la antigua California*, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Fundación de Investigaciones Sociales, A. C., 1989, p. 6 y 86.

El fraile carmelita Andrés de San Miguel

Otro personaje que debe mencionarse cuando se habla de las concepciones astronómicas y del conocimiento matemático que se manejaron en la Nueva España al comenzar el siglo XVII es fray Andrés de San Miguel, quien destacó como constructor de los conventos novohispanos de los carmelitas y escribió una obra que quedó manuscrita hasta hace pocos años donde incluyó temas de Astronomía, Cosmografía, Aritmética y Geometría.[30] La visión del cosmos que tuvo este personaje fue geocéntrica apegada más bien al sistema del mundo sintetizado por Tolomeo que al modelo aristotélico. En la parte de la trascripción del manuscrito relativa al movimiento de los astros puede leerse que el carmelita pensaba que, aunque la Tierra era el centro cósmico "*…los cielos son tan firmes como lo es la Tierra y que los planetas y estrellas son por sí movientes, guardando cada uno en su curso el orden que Dios les puso...*"[31]

Lo que como bien hizo notar Báez Macías lo aparta de los seguidores de Aristóteles, quienes consideraron que eran las esferas celestes las que se movían arrastrando en su desplazamiento a los diferentes planetas e incluso a las estrellas fijas. Para fray Andrés la estructura cósmica era como sigue:

> "Divídese esta región en once partes, cada una de las cuales es un cielo por sí, pero algunos de estos cielos se componen de diversos cascos, como una cebolla, de los cuales unos son concéntricos y otros excéntricos; estos cielos son once y no más ni menos. La razón porque ponen los astrólogos este número de cielos, es porque en ellos ven diez movimientos y a éstos añaden el empíreo, con que hacen once cielos".[32]

---

[30] *Obras de fray Andrés de San Miguel*, México, Introducción, notas y versión paleográfica de Eduardo Báez Macías, Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1969, p. 110-120 y 131-140

[31] *Obras de fray Andrés de San Miguel*, p. 135.

[32] *Obras de fray Andrés…*, p.135.

Luego de dar una "prueba" sobre esa afirmación San Miguel habló del lugar de los cuerpos celestes arreglados en orden creciente respecto de la Tierra en la forma siguiente. Primero la Luna, luego Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno, la esfera de las estrellas fijas y el "cielo cristalino". El arreglo hasta las estrellas fue el que introdujo Tolomeo que por cierto no fue la única representación pues debido a la vaguedad de los datos relativos a Mercurio, Venus y el Sol, otros autores como los latinos, algunos del medioevo y también otros árabes presentaron a estos tres cuerpos en orden distinto lo que todavía en la época de ese carmelita seguía en discusión. Las dimensiones que Andrés de San Miguel dió las distancias de cada uno de esos astros al centro cósmico las tomó de trabajos posteriores al de Tolomeo pues a lo largo de los siglos fueron refinadas por diferentes astrónomos y si bien podían diferir un poco entre distintos autores en general concordaban. Si nuestro fraile conoció los trabajos de Copérnico y de quienes aceptaron sus ideas durante el siglo XVI no lo mencionó, pero por la manera en que redactó su manuscrito astronómico no parece haber sido el caso y sí se nota que tuvo un gran respeto por Tolomeo y su obra.

Fray Andrés finalizó la parte astronómica con una discusión muy curiosa que tituló "De la grandeza confusa de la rueda del sol".[33] Tras aceptar que el cuerpo solar es mayor que el de la Tierra resumió las inconsistencias que la interpretación geocéntrica estaba teniendo por eso hecho derivado de las distancias y tamaños entonces asignados a los distintos astros, hecho que mencionamos pues muestra los problemas que esa forma de entender el cosmos causaba ya entonces a los interesados en su estudio.

Las matemáticas que San Miguel manejó en su manuscrito fueron la aritmética y la geometría. La primera la mantuvo en un nivel elemental y si se le compara con textos como los de los españoles del siglo XVI e incluso con el *Sumario Compendioso* producido en México, resulta en verdad pobre. La geometría que usó siguió las pautas

[33] *Obras de fray Andrés…*, p. 141.

de los *Elementos* de Euclides por lo que se refiere al aspecto teórico, pero como arquitecto y constructor que fue, presentó aplicaciones geométricas prácticas encaminadas a facilitar las labores de los edificadores, por lo que incluyó aspectos relativos a la perspectiva, al trazado y construcción de elementos arquitectónicos.

Astronomía y matemáticas en la Universidad Mexicana

La Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México se abrió por petición expresa de los alumnos de Medicina que pensaban que con ella estarían mejor capacitados para ejercer su profesión. Fue fundada por el fraile mercedario Diego Rodríguez en el año de 1637,[34] quien había mostrado de diferentes formas su suficiencia en esas disciplinas. No debe extrañar que ese curso llevara el nombre de Astrología y no el de Astronomía pues en aquella época ambas denominaciones eran prácticamente sinónimas pues las ciencias bien diferenciadas que ahora conocemos no habían surgido.

Sobre este primer catedrático de ciencias de la Real y Pontificia Universidad de México se han escrito diversos trabajos.[35] Aquí solo nos ocuparemos brevemente de su obra astronómica y matemática. Sabemos que escribió un tratado sobre logaritmos y aunque trató de que se imprimiera primeramente en Europa y luego en Perú, el manuscrito original se perdió y solamente se sabe de él a través de referencias. La Biblioteca Nacional de México custodia algunos de los documentos que produjo pero que nunca fueron impresos. Tratan sobre la construcción de relojes de Sol, sobre el cálculo de

[34] Cristóbal Bernardo de la Plaza y Jaen, *Crónica de la Real y Pontificia Universidad de México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1931, Libro Cuarto, Capítulo 9, p. 341-342.

[35] Francisco de Pareja, *Crónica de la Provincia de la Visitación de Ntra. Sra. De la Merced*, México, Imprenta de J. R. Barbedillo, 1883, T. II, p. 242-255. Elías Trabulse, *El círculo roto*. Lecturas Mexicanas/54, México, 1984, capítulo II. María Luisa Rodríguez-Sala, "Fray Diego Rodríguez: astrónomo-astrólogo-matemático, precursor de la modernidad científica nacional", en *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*, México, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, 2004, p. 85-130.

eclipses y sobre la resolución de ecuaciones.[36] En el primero hizo uso amplio de conocimientos astronómicos y geométricos, mientras que en el segundo se adhirió al modelo cosmogónico de Tycho Brahe para calcular la ocurrencia de los eclipses. En el tercero presentó métodos para resolver algunas ecuaciones. El único texto de él que se publicó fue el *Discurso Etheorologico del Nuevo Cometa, visto en aqueste Hemisferio Mexicano*[37] que con motivo de la presencia de un cometa visto en 1652 publicó en la Ciudad de México. Este es un libro difícil de leer típico del barroco novohispano donde se mezcla astronomía, filosofía y religión; sin embargo, muestra que fray Diego estaba bien enterado de algunos de los avances que en el campo astronómico ocurrían entonces en Europa, pues menciona trabajos de Tycho, de Kepler y de Galileo entre otros, pero en cuanto a la explicación sobre la estructura del cosmos se adhirió a la idea hibrida del primero de esos autores. Lo más trascendente de este libro en cuanto a la ciencia es que Rodríguez aprovechó la presencia de un brillante cometa ocurrido en 1652 para disentir de la idea aristotélica de un universo compuesto con esferas sólidas y cristalinas.

Fray Diego también destacó como constructor de aparatos científicos y técnicos tal y como mostró al ganar el concurso para fabricar el andamiaje y las poleas que el mismo usó para bajar dos de las más pesadas campanas de la antigua catedral de la capital mexicana, volviendo a subirlas sin accidente alguno a la ubicación que tienen actualmente en las torres que alcanzan más de sesenta metros de altura. [38] Su primer biógrafo informó sobre esas habilidades al

---

[36] Roberto Moreno, "Catálogo de los manuscritos científicos de la Biblioteca Nacional", México, *Boletín de Investigaciones Bibliográficas.* Universidad Nacional Autónoma de México, 1969, No. 1, p. 89-91.

[37] Diego Rodríguez, *Discurso etheorologico del nuevo cometa visto en aqueste hemisferio mexicano*, México, por la Viuda de Bernardo Calderón, 1652. Elías Trabulse en su *Historia de la Ciencia en México* ha publicado en el tomo correspondiente al siglo XVII una transcripción moderna de ese libro, p.88-99.

[38] Cabildo de la Catedral Metropolitana de México. "Campanas de la Catedral de México". Catholic.net. https://es.catholic.net/op/articulos/685/cat/110/campanas-de-la-catedral-de-mexico.html#modal. Se consultó el 5 de septiembre de 2022.

escribir que construía *"muchos instrumentos matemáticos y astronómicos, que con sus propias manos fabricaba en su celda, así de astrolabios muy curiosos, como de arcos de perspectiva y globos, todo con grandísima curiosidad"*.[39]

Aunque no se conoce el programa de estudios que siguió Rodríguez en la cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México es plausible pensar que su estructura fue similar a los cursos que con el mismo nombre se impartían en otras universidades españolas y muy especialmente en la de Salamanca, ya que desde su creación la de México la tuvo como modelo.

Los Estatutos de la Universidad de Salamanca de 1561 detallaron lo que había que enseñar en dicha institución en el campo astronómico.[40] Mucho se ha resaltado que como texto de la cátedra salmantina de Astrología y Matemáticas se incluyó el *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Nicolás Copérnico y que fue esa universidad la única que lo hizo entre las europeas del siglo XVI. Sin embargo, igualmente se señalaban en esas reglamentaciones el *Almagesto* de Tolomeo y otras obras basadas en el geocentrismo. Dichos estatutos universitarios se ratificaron por las autoridades españolas en 1594. La parte relativa a la enseñanza astronómica ha sido publicada completa por Eugenio de Bustos de cuyo trabajo se ha tomado el plan de estudios correspondiente que por la importancia que tiene para entender el nivel y modernidad astronómica que Rodríguez impartió en la Universidad Mexicana se copia completo.

> "De la Cathedra de Matemáticas y Astrología. En la Cathedra de Mathematicas el primer año léase en los ocho meses de la Geometria los seis libros primeros de Euclides y la perspectiva del mismo y la Arithmetica con las raizes quadradas y cubicas declarando la letra 7º, 8º y 9º del libro de Euclides, y la Agrimensura, que es la Arte de medir la area de qualquier figura plana. En la sustitucion los tres libros de triangulis sphereis de Theodosio. El segundo año se a de

[39] Pareja, *Crónica de la Provincia de la…*, T. II, p. 147-148.

[40] Antonio Romaña, "Difusión del Sistema de Copérnico en el Mundo", Madrid, *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 67, 1973, p. 253-283.

leer sola la Astronomia comenzando por el Almagesto de Ptolomeo y habiendo leydo el primer libro léase el tratado de signis rectis, el de Triangulis rectiliniis y sphereis por Cristophoro Clavio o otro moderno. Despues de leydo el libro 2º se an de enseñar a hacer las Tablas del primer mobil, como son las de los directiones de Joan de monteregio, o de Erasmo Rheinholdo. Acabado el libro 2º con sus aderentes lease la Theorica del sol por purbachio y luego todo el libro tercero del Almagesto y luego el uso desto por las Tablas del Rey don Alonso. Lo mismo se haga en los demas libros leyendo primero la Theorica de Purbachio despues la letra de Ptolomeo y lo ultimo lo mismo por las Tablas del Rey don Alonso y con esta doctrina se enseñen a hazer ephemerides. El 2º quadrienio lease a Nicolao Copernico y las Tablas pluternicas en la forma dada y en el tercero quadrienio a Ptolomeo y assi consecutivamente. En la sustitucion la gnomica que es la arte de hazer Relojes solares. El 3º año lease la Geographia de Ptolomeo y la Cosmographia de Petro Apiano y arte de hazer mapas, el Astrolabio, el Planisferio de don Juan de Rojas, el radio astronomico, la arte de navegar. En la sustitucion la arte militar. El 4ºaño la sphera y la Astrologia juditiaria por el quadripartito de Ptolomeo y por Alcabisio correxidos leyendo primero la yntroductoria y luego de eclipsibus, de Cometis, de Revolotionibus annorum mundi, de nativitatibus lo que se permite y de decubito aegrotantium, en la sustitucion Theoricas de Planetas".[41]

A pesar de la explicites de estas ordenanzas diversos autores han mostrado[42] que la supuesta temprana aceptación del *De Revolutionibus* en Salamanca quedó solamente como una opción didáctica que no fue cabalmente cumplida, de forma tal que no puede decirse que ahí se enseñó y discutió el modelo heliocéntrico del Universo, situación que cambió para mal y en forma drástica a partir de 1616 debido a los juicios que el Tribunal de la Inquisición le siguió a

[41] Eugenio Bustos de Tovar, "La introducción de las teorías de Copérnico en la Universidad de Salamanca", Madrid, *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 67, 1973, p. 235-253.

[42] Pedro González Blasco, José Jiménez Blanco y José Ma. López Piñero, *Historia y sociología de la ciencia en España*, Madrid, Alianza Universidad, 1979, p. 32-33.

Galileo[43] y aunque posteriormente algunos autores españoles utilizaron para sus cálculos las tablas astronómicas incluidas por Copérnico en su libro, por lo que a la base teórica se refiere que es la parte medular de esa obra y la que abrió la modernidad astronómica volvieron al geocentrismo política también seguida por las Universidades de Alcalá y Salamanca. Otro hecho que muestra el programa salmantino claramente es que al término del siglo XVI en esa prestigiada universidad europea se consideraba como parte importante del proceso de enseñanza los supuestos astrológicos y la elaboración de horóscopos, pues varios de los textos que se mencionan en ese extenso programa fueron obras astrológicas, lo que confirma que en el mundo hispano en esas fechas la Astronomía y la Astrología seguían estando mezcladas al más alto nivel académico.

Es importante señalar que todos los textos indicados en el programa de la Universidad de Salamanca han sido identificados como libros que en efecto llegaron a la Nueva España durante los siglos XVI y XVII.[44] Muchos de ellos se mencionan repetidamente en los documentos correspondientes lo que puede significar que en efecto en la Real y Pontificia Universidad de México se siguió al menos parcialmente un programa de enseñanza de la Astronomía y las Matemáticas similar al español.

Se ha afirmado que la Cátedra de Astrología y Matemáticas de esta universidad sirvió para introducir las nuevas ideas astronómicas en nuestro país[45] pero la información conocida sobre fray Diego Rodríguez no confirma ese dicho, pues aunque fue el profesor hasta 1668 y seguramente durante ese tiempo conoció obras de autores como Copérnico, Tycho Brahe, Kepler e incluso Galileo,[46] la literatura novohispana de la época no indica que sus alumnos hubieran

---

[43] Antonio Romaña, "Difusión del Sistema de Copérnico…, p. 259.

[44] Moreno Corral. *Implantación de la...*, p. 79-406.

[45] Elías Trabulse. *El círculo roto*, Lecturas Mexicanas/54, Secretaría de Educación Pública. México, 1984, capítulo II, p. 30-31.

[46] La rica biblioteca incautada en 1655 a Melchor Pérez de Soto, miembro del círculo íntimo de Diego Rodríguez tenía obras de todos esos personajes y de otros más –de quien Fray Diego fue tutor– que de alguna manera Pérez de Soto debió conocer.

recibido del maestro los fundamentos de los modelos cosmogónicos sostenidos por esos astrónomos que eran los que en ese entonces se discutían en Europa, mientras que sí sabemos que él y algunos de sus discípulos y contertulios tuvieron como actividad extra curricular la elaboración de pronósticos astrológicos.[47] Como confirmación de lo afirmado respecto a los sistemas del mundo se insistirá que Rodríguez calculó las circunstancias de un eclipse solar que ocurriría en 1641 y para hacerlo recurrió al texto *Novae motuum ephemerides Brandenburgicae* escrito en 1609 por el alemán David Origanus. Esa obra estaba basada en otras que a su vez se apoyaron en las tablas astronómicas contenidas en el texto de Copérnico, sin embargo los movimientos planetarios que supuso el germano seguían el modelo geo-heliocéntrico de Tycho Brahe, que fue lo mismo que hizo Rodríguez en sus cálculos[48] así que en los hechos vemos que el primer profesor de astronomía y matemáticas de la Universidad Mexicana aceptó el sistema del mundo ideado por Tycho Brahe, además de dedicar esfuerzos a la elaboración de pronósticos astrológicos. Mientras no se encuentre confirmación documental que pruebe lo contrario lo más que puede decirse de los novohispanos ligados en esa época a dicho curso es que pudieron utilizar las tablas astronómicas copernicanas para realizar sus cálculos y efemérides, pero sin que ello haya implicado que aceptaron la tesis principal del texto de Copérnico.

---

[47] José Manuel Quintana, *La Astrología en la Nueva España en el siglo XVII (De Enrico Martínez a Sigüenza y Góngora),* México, Bibliófilos Mexicanos, 1969, p. 50-51.

[48] Diego Rodríguez, "Modo de calcular cualquier eclipse de Sol y Luna según las tablas arriba puestas del movimiento de sol y luna según Tychon", Manuscrito custodiado en el Acervo Antiguo de la Biblioteca Nacional de México.

Una tertulia en la capital de la Nueva España

Si se está interesado en comprender los procesos que llevaron a la implantación de paradigmas astronómicos en la Nueva España del siglo XVII no puede dejarse de lado la existencia de un grupo de personajes que muy probablemente bajo la influencia o guía de Diego Rodríguez se interesó por los conocimientos astronómicos, [49] aunque fuertemente matizados por las ideas astrológicas y la corriente hermética. La información disponible parece indicar que fuera del contexto académico ese profesor universitario actuó como aglutinante de un grupo de criollos novohispanos interesados en profundizar sobre esos temas que probablemente formaron una tertulia donde con cierta libertad discutieron sobre ellos. Del interés extracurricular de fray Diego por los temas astrológicos ha quedado constancia en algunos de los *lunarios* que publicó pues para hacerlo, tuvo que someterlos a la censura del Tribunal de la Inquisición firmándolos con el pseudónimo de Martín de Córdoba.[50]

Como parte de ese grupo se ha mencionado a Melchor Pérez de Soto[51] obrero mayor de la Catedral de la Ciudad de México. Este personaje entró en contacto con Diego Rodríguez y con el almirante Pedro Porter y Cassanate quienes lo instruyeron en temas astronómico-astrológicos. Su afición por estos últimos le llevó a enfrentar juicio ante el Tribunal de la Inquisición en 1655[52] acusado de practicar la astrología judiciaria[53] y por poseer libros prohibidos.[54] Como

---

[49] José Manuel Quintana, *La Astrología en la Nueva España*…, p. 47-55.

[50] Quintana, *La Astrología en la Nueva España*…, anexos 4, 9, 11, 14 y 18.

[51] Quintana, *La Astrología en la Nueva España*…, p. 57-59.

[52] Manuel Romero de Terreros, *Un bibliófilo en el Santo Oficio,* México, Pedro Robredo, 1920.

[53] Llamada así porque sus seguidores hacían juicios a partir de la observación de sucesos astronómicos. Fue perseguida por la Iglesia, pues iba en contra del precepto religioso del libre albedrío.

[54] Alejandra Isabel Ledezma Peralta, *Melchor Pérez de Soto entre la legalidad y la censura*, Coppell Texas, Editorial Académica Española, 2020, p. 80-97.

consecuencia de ese juicio los oficiales de ese organismo de la Iglesia elaboraron un inventario de los más de 1600 libros y manuscritos que tenía Pérez de Soto en su casa. Esa biblioteca excepcional desde todos los puntos de vista tuvo más de la cuarta parte de su contenido formado por libros que para aquellas fechas podían ser tipificados como técnicos y científicos.[55] Su estudio ha mostrado la presencia segura en el México colonial de mediados del siglo XVII de un variado número de textos astronómicos, astrológicos, matemáticos y de otras disciplinas.[56] En cuanto a los del primer tema se han identificado el *De Revolutionibus Orbiun Coelestium* de Copérnico y el *Epitome astronomicae Copernicae* de Kepler así como un número considerable de textos como la *Astronomia Danica* donde su autor Cristen Sörensen Longomontano comentaba y comparaba los sistemas cosmogónicos de Tolomeo, Copérnico y Brahe. También se sabe que en la biblioteca de Melchor Pérez de Soto hubo variadas efemérides astronómicas, algunas de las cuales fueron calculadas de acuerdo con los valores tabulares que Copérnico publicó en su libro. Tal fue el caso de las *Novae coelestium orbium Theoricae congruentes cum observationibus Nicolai Copernici* de Antonio Magino publicadas en 1603 o de las *Ephemerides generales de los movimientos de los cielos por doze años desde el de MDCVII hasta el de MDCXVIII, segun el Serenísimo Rey don Alonso en los quatro Planetas inferiores, y Nicolao Copérnico en los tres superiores que más conforma con la verdad y observaciones*, calculadas por el español Francisco Suárez de Argüello y publicadas en Madrid en 1608; o bien las *Ephemerides Brandenburgicae coelestium motuum et temporum summa diligentia in luminaribus calculo duplici Tychonico & Prutenico, in reliquis planetis Prutenico seu Copernicaeo elaboratae* publicadas en 1609 por David Orígenes por dar solamente algunos ejemplos de este tipo de literatura presentes en la Nueva España del siglo XVII.

---

[55] Donald G. Castanien, *A Seventeenth Century Mexican Library and the Inquisition*, Michigan Illinois, Phd dissertation University of Michigan, 1951, p. 127-267.

[56] Moreno Corral, *Implantación de la...*, p. 207-308.

El análisis detallado del inventario de los libros de Pérez de Soto muestra que ese personaje poseyó más textos astrológicos que astronómicos, lo que junto con lo que se sabe de él indica que nuestro bibliófilo se interesó mayormente por las aplicaciones astrológicas que por el saber astronómico. Si se acepta la hipótesis de que formó parte de un reducido grupo de novohispanos que tuvieron los mismos intereses puede pensarse que al mediar el siglo XVII motivados por esas inquietudes, adquirieron textos de astronomía heliocéntrica y supieron sobre el sistema del mundo que publicó Nicolás Copérnico en 1543 pero sin que aceptaran la realidad física de sus ideas. La existencia de esta tertulia también se infiere de la composición misma de la biblioteca ya que estuvo formada por ejemplares muchas veces repetidos de ciertas obras, lo que como bien han indicado algunos historiadores pudo ser reflejo de que Melchor Pérez de Soto haya sido el depositario de los libros de aquel grupo de astrólogos-astrónomos.

Para concluir con este personaje se mencionará que en su acervo de libros también se han identificado bastantes obras sobre matemáticas la mayoría de corte antiguo pero otras modernas como *La prima Parte del General Trattato di numeri* de Nícolo Tartaglia o su *Nova Scientia*. En cuanto a los textos cosmográficos se mencionan muchos en el inventario correspondiente pero el mayor número son del tipo de la *Cosmographia in quatuor libros distributa* de Francisco Barocio o del de los *Elementale cosmigraphicum, quo totius et astronomiae et geographiae rudimenta* que escribió el francés Gulielmun Cavellat, textos que por lo que respecta a la parte astronómica deben considerarse antiguos.

Un cultivador de la ciencia en la provincia mexicana: Alejandro Favián

En varias partes de este texto hemos indicado que las observaciones astronómicas realizadas por los novohispanos fueron hechas usando astrolabios, ballestillas, nocturnales, cuadrantes y relojes de arena; instrumentos pre telescópicos que llegaron a estas tierras con los navegantes y exploradores del siglo XVI. El uso del telescopio con fines astronómicos comenzó con Galileo quien en 1609 lo utilizó para realizar descubrimientos verdaderamente notables como la existencia de satélites orbitando Júpiter y la presencia de gran número de estrellas no visibles a simple vista distribuidas en diversas regiones del firmamento. Vio además, que el planeta Venus presentaba fases similares a las lunares así como que la superficie de la Luna mostraba cráteres y montañas; información que en 1610 publicó en Venecia en el *Sidereus Nuncius*.[57] La primera noticia cierta que se tiene sobre el conocimiento en Nueva España de ese novedoso instrumento la publicó fray Diego Rodríguez en su texto sobre el cometa de 1652 donde hizo mención de algunas observaciones telescópicas realizadas en Europa, refiriéndose ahí al telescopio como *atalaya o longo mira* y acreditando su invención a Galileo. En la información que surge de su publicación sobre aquel cometa nada indica que fray Diego hubiera llegado a tener o usar telescopios. Lo que sí está probado es que fue un religioso poblano quien hizo traer a nuestro país los primeros instrumentos de ese tipo. Juan Alejandro Favián radicó en la ciudad de Puebla y en la década de 1660 sostuvo una bien documentada relación epistolar con el notable jesuita y

[57] De esta obra fundamental de la ciencia existen variadas ediciones en diversos idiomas no siendo la excepción el español. Ver por ejemplo *El Mensajero Celeste* publicado por la Editorial Universitaria de Buenos Aires en 1964 o bien, *El Mensajero de los Astros* de Balsal Editores, Morelia, 1978 o el *Mensajero Sideral* que en 1999 publicó el Instituto Politécnico Nacional.

profesor del Colegio Romano Atanasio Kircher,[58] quien escribió y publicó una extensa colección de libros que se ocuparon de muy diversas disciplinas entre las que puede mencionarse la astronomía, la óptica, la física y la geología. Sus libros fueron conocidos y muy valorados por los novohispanos. Favián fue uno de ellos pues al igual que ese autor europeo seguía inmerso en la corriente hermética[59] razón por la que se escribió con Kircher mandándole información y muestras de diversos productos americanos. También solicitó al jesuita que le enviara además de sus libros instrumentos como telescopios, microscopios, relojes mecánicos y otros aparatos, los que de acuerdo con la correspondencia sostenida entre ambos personajes fue llegando a Puebla entre 1661 y 1667. En efecto, en esa correspondencia Favián informó haber recibido un anteojo larga vista de cuatro vidrios,[60] un helioscopio,[61] dos microscopios así como vidrios trigenos que hacen varios colores,[62] vidrios coloreados[63] y lenticulares graduados.[64] Esta información permite afirmar que al mediar los 1660 comenzaron a llegar a México telescopios y otros instrumentos ópticos que como se irá viendo, fueron usados por los novohispanos para realizar observaciones y mediciones de diversos sucesos astronómicos.

Aunque no se conoce ningún texto escrito por Favián que indique cómo y para qué utilizó esos instrumentos, su correspondencia con Kircher deja saber que los utilizaría en diversas observaciones y

---

[58] Ignacio Osorio Romero, *La luz imaginaria. Epistolario de Atanasio Kircher con los novohispanos*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas. Universidad Nacional Autónoma de México, 1993, p. XV- XXV.

[59] Elías Trabulse, "El tránsito del hermetismo a la ciencia moderna: Alejandro Fabián, Sor Juana Inés de la Cruz y Carlos de Sigüenza y Góngora (1667-1690)". *Calíope* vol. 4 No. ½, 1998, p. 56-69.

[60] Telescopio refractor con un objetivo y un ocular compuesto formado por tres lentes.

[61] Telescopio refractor especialmente diseñado para observar la superficie solar por proyección.

[62] Prismas triangulares usados para descomponer la luz blanca solar en las que forman el arco iris.

[63] Filtros ópticos.

[64] Lentes cóncavos y convexos.

estudios que hacía de la naturaleza, ya que estaba redactando un libro donde trataba variados temas por lo que a través de sus cartas hizo frecuentes pedidos de libros e instrumentos al jesuita alemán. "Un helioscopio con que se observan los astros y un telescopio, si es que es otra cosa distinta de los anteojos ordinarios de larga vista".[65] "Algunos vidritos ya graduados allá, para poder yo hacer acá algunos microscopios pequeños de los con que se ven las pulgas y demás cosas y animales pequeños".[66]

Pero no fueron solamente peticiones pues Favián remitió a Europa el dinero necesario para comprarlos, además de que le envió a Kircher diferentes objetos y productos novohispanos para que los incorporara en las exhibiciones de su museo en Roma, lo que éste agradeció pues le dedicó al poblano uno de sus libros. En efecto en 1667 publicó el *Magneticvm Natvrae Regnvm* donde escribió "Al Ínclito y eximio varón Alejandro Fabián Natural del Nuevo Mundo".[67]

---

[65] Romero Osorio. *La luz imaginaria…*, p. 27.

[66] Romero Osorio. *La luz imaginaria…*, p. L-LI.

[67] Atanasii Kircheri, *Magneticvm Natvrae.* Puebla, Edición facsimilar y versión castellana, Biblioteca Palafoxiana/Gobierno del Estado de Puebla, 2014.

Sigüenza y Góngora

Carlos de Sigüenza y Góngora es uno de los personajes más estudiados de la Nueva España barroca del siglo XVII.[68] Entre otras cosas se le reconoce como astrónomo por haber escrito la *Libra Astronomica y Philosophica*[69] obra que ha sido calificada como un hecho capital en la historia de las ideas en México[70] pues no sólo trata sobre la presencia del brillante cometa visto al finalizar 1680 y los primeros meses de 1681, sino que muestra el ambiente cultural que en aquel momento se vivía en la capital novohispana. La aparición de ese espectacular cometa ocasionó la publicación de un número importante de trabajos tanto en Europa como en la Nueva España.[71] La mayoría y muy especialmente los producidos en estas tierras, trataron ese fenómeno como un suceso astrológico que presagiaba diversos males[72] y no como un suceso natural susceptible de ser

---

[68] Irving A. Lenard, *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un sabio mexicano del siglo XVII*, México, Fondo de Cultura Económica, 1998. Alicia Mayer (coordinación y presentación), *Carlos de Sigüenza y Góngora Homenaje 1700-2000*, México, T. I y T. II. Instituto de Investigaciones Históricas. Universidad Nacional Autónoma de México, 2000. Elías Trabulse, *Los manuscritos perdidos de Sigüenza y Góngora.* México, Centro de Estudios Históricos, El Colegio de México, 1988. Alicia Mayer, *Dos americanos. Dos pensamientos. Carlos de Sigüenza y Góngora y Cotton Mather,* México, Instituto de Investigaciones Históricas. Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.

[69] Carlos de Sigüenza y Góngora, *Libra Astronómica y Filosófica*, México, Nueva Biblioteca Mexicana/2. Presentación de José Gaos. Edición de Bernabé Navarro. Instituto de Investigaciones Filosóficas. Universidad Nacional Autónoma de México, 1984.

[70] Gaos, Presentación de la *Libra Astronómica y Filosófica* de Carlos de Sigüenza y Góngora, p. xi.

[71] Manuel Benavides de Luca, *El cometa y el filósofo. Vida y obra de Pierre Bayle.* Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1987, p. 87-92.

[72] Marco Antonio Pulido y Carlos Haces, *Adiós, adiós, cometa de mis noches…* México, Ediciones del Ermitaño, S.A. de C.V., 1986, p. 22-26.

estudiado y entendido tal y como Sigüenza y Góngora hizo, razón por la que se dice que ese libro es el primer texto astronómico americano que ya puede considerarse moderno.

La principal actividad académica de Carlos de Sigüenza y Góngora durante más de veinte años fue la enseñanza astronómica y matemática. En efecto de 1672 a 1693 fue profesor de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México. Casi al finalizar su carrera docente en 1692 escribía que tuvo disposición para las "matemáticas todas y en particular para la Astrología" por lo que comenzó a estudiarlas a los 22 años de forma autodidacta con la única ayuda de su bien surtida biblioteca, de la que dijo tener "la mayor y mejor librería de aquellas ciencias y esta facultad que jamás ha habido en la Nueva España".[73] Su suficiencia en esas disciplinas fue reconocida no solamente con el nombramiento de Profesor Propietario de la Universidad sino que las autoridades virreinales le dieron diversas comisiones. En 1680 recibió el título de Cosmógrafo Real dado por cédula especial expedida por Carlos II.[74] Como ya se dijo tal nombramiento implicaba cumplir obligaciones bien marcadas en la *Recopilación de las Leyes de los Reynos de las Indias*.[75] En esas leyes se hallaba el plan de estudios de astronomía y matemáticas originalmente elaborado para impartirse en la Casa de la Contratación de Sevilla, que resultó muy similar al de la Universidad de Salamanca así que en general los cursos de esas disciplinas impartidos en la España de los siglos XVI y XVII a nivel superior cubrían el temario ahí indicado cuyo contenido fue fijado por los textos utilizados que ya antes se han mencionado. Por lo que respecta nuestro profesor novohispano es importante señalar que todos los libros que se listan en esos programas los tuvo, lo que de manera indirecta informa sobre lo que pudo haber enseñado.

---

[73] Carmen Corona, *Lunarios: calendarios novohispanos del siglo XVII*, México, El Día en libros, 1991, p. 107.

[74] Lenard, *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un sabio mexicano…*, capítulo V, pp. 87-88.

[75] *De las Leyes de Indias (Antología y Recopilación de 1681)*, México, Selección, estudio introductorio y notas de Alberto Sarmiento Donate, Secretaría de Educación Pública, 1988, p. 114-115.

Aunque diferentes autores han insistido que don Carlos fue un personaje que en el terreno científico ya puede ser considerado moderno de lo dicho en el párrafo precedente se desprende que en el último tercio del siglo XVII la Cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México, seguía aferrada al geocentrismo pues además de que los puntos que se les señalaban a los candidatos a profesor para su examen eran tomados del texto medieval de astronomía geocéntrica escrito por Sacrobosco, las obras que utilizaron para la enseñanza astronómica también lo eran, razón que nos ha llevado a tipificar a don Carlos como un científico de transición.[76]

Para confirmar esta afirmación puede analizarse los autores citados por Sigüenza y Góngora en sus trabajos. Entre los textos a las que recurrió en su polémica con Eusebio Kino[77] los hubo astronómicos y astrológicos, pues el problema central de aquella discusión sobre cometas fue precisamente la validez de la interpretación determinista que según los practicantes de la Astrología existía en torno a esos objetos celestes. Debe tenerse en cuenta que en aquella época un considerable número de los autores que escribían sobre ese tema no hacían una diferenciación clara entre saber astronómico e ideas astrológicas. En aquel momento algunos de los libros que Sigüenza utilizó podían considerarse como verdaderos tratados de astronomía antigua, tal era el caso del *Almagesto* de Tolomeo escrito con un lenguaje matemático especializado por el sabio alejandrino en el siglo II de nuestra era. Como es bien sabido ese libro sintetizó los conocimientos astronómicos alcanzados por los griegos y sirvió para reafirmar de manera formal el modelo geocéntrico del Universo, el cual tuvo una vigencia de más de 1400 años pues en la época de don Carlos aún se debatía la realidad física

---

[76] Marco Arturo Moreno Corral y Tannia Berrón Mena, "Sigüenza y Góngora: un científico de transición", *Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología,* vol. 13, núm. 2, mayo-agosto 2000, p. 161-176.

[77] Esta polémica fue la que lo llevó a publicar la *Libra Astronómica y Filosófica.* Ver p. ej. Víctor Navarro Brotons, "La *Libra Astronómica y Filosófica* de Sigüenza y Góngora: la polémica sobre el cometa de 1680", en Alicia Mayer, *Carlos de Sigüenza y Góngora Homenaje 1700-2000*, cap. VII.

de ese sistema del mundo que seguía siendo fuertemente apoyado por la ortodoxia eclesiástica.

En su discurso sobre la naturaleza de los cometas Sigüenza y Góngora se refirió al *Centum Ptolemai sententiae* y al *Quadripartitum sive Tetrabiblon*, obras astrológicas adjudicadas también a Tolomeo. Otros textos antiguos que usó fueron los *Elementa astronomiae* del griego Gémino, así como obras de astrónomos-astrólogos árabes como el *Alcabitii introductio Astrologica* de Alcabicio y el *Liber Nativitatis* de Abraham Aben Ezra. El primero es un libro muy elemental de astronomía donde se describen las constelaciones heredadas de la tradición helénica, así como los ortos y ocasos del Sol y los movimientos planetarios y de la Luna, mientras que los otros son textos puramente astrológicos que indican cómo hacer pronósticos tomando en cuenta las posiciones de los astros. Sobre este mismo tema, pero de autores europeos medievales o renacentistas usó una cantidad considerable de libros entre los que destacaban por la influencia que tuvieron durante los siglos XVI y XVII el *Speculum astrologiae* y el *Tractatus de iudicandi revolutiones nativitatum* de Francesco Giuntini, el *De Iudiciis Geniturarum*, el *Restitutione temporum* y el *De Revolutionibus* de Cardano.[78]

Por lo que respecta a las obras que utilizó en su argumentación específica sobre cometas la *Libra Astronómica y Filosófica* muestra que las manejó con diferentes enfoques pues algunas eran de carácter puramente astrológico como el *Tractato utilis de cometarum causis* del ya citado astrólogo Giuntini y el *De cometis* de Francisco Raxo, típico de los muchos textos que produjeron los médicos que todavía tenían muy arraigada la idea de que los pronósticos astrológicos eran necesarios para un correcto diagnóstico sobre la salud. Don Carlos citó otros libros de ese tipo, aunque también recurrió a los de autores que estaban tratando de establecer las características físicas de los cometas. Tal fue el caso de la *Cometographia* de Hevelio donde éste estudió el desplazamiento que esos cuerpos siguen en la bóveda celeste lo que lo llevó a concluir equivocadamente que los cometas se mueven en trayectorias rectilíneas. También se refirió a textos

[78] No confundir esta última obra con la homónima de Nicolás Copérnico.

de Tycho Brahe como *De Nova Stella* y la *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* en las que el danés mostró que los cielos no son perfectos y cristalinos pues en ellos reportó y midió la posición de una estrella no conocida antes y la del brillante cometa observado por él en 1577, que según sus datos se hallaba más allá de la órbita lunar. Ambos hechos iban en contra de las ideas aristotélicas entonces casi universalmente aceptadas.

En la época de Sigüenza la astronomía estaba sufriendo grandes transformaciones conceptuales. Desde el siglo anterior se había iniciado un lento proceso de cambio de paradigmas. El modelo heliocéntrico sistematizado por Copérnico poco a poco fue tomando el lugar del geocéntrico[79] aunque no sin gran oposición de las iglesias protestantes primero y después de la católica.[80] En la Nueva España del siglo XVII los dogmas utilizados para entender el Universo y explicar los fenómenos de la naturaleza fueron el sistema cosmogónico establecido por el geocentrismo y por la física aristotélica y aunque se ha afirmado que don Carlos fue copernicano, en la *Libra* no existe evidencia clara de ello aunque de su lectura sí se desprende que conoció el modelo del canónigo polaco.[81]

Entre los libros astronómicos escritos en su época y que por lo mismo podrían tipificarse como modernos Sigüenza recurrió en su argumentación a textos como la *Astronomia Danica* de Longomontano, la *Astronomia philolaica* de Bullialdo, la *Istoria e Demostrazioni intorno alle Macchie Solari* de Galileo, el *Epitome astronomicae Copernicae* y las *Tabulae Rudolphinae* de Kepler, el *Almagestum Novum* y la *Astronomiae reformatae* de Riccioli. Aunque todos ellos fueron escritos en el siglo XVII durante el cambio de paradigmas astronómicos no tenían igual valor, pues por ejemplo el primero afirmaba que la

---

[79] Dorothy Stimson, *The Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe* Gloucester Massachusetts, 1972, p. 85-94.

[80] John Henry, *Moving Heaven and Earth. Copernicus and the Solar System*, Cambridge UK, Icon Books, 2001, p. 93-109.

[81] Marco Arturo Moreno Corral, *Copérnico y el heliocentrismo en México,* Guanajuato, Universidad de Guanajuato/S0ciedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 2004, p. 92-100. 2ª edición. Academia Mexicana de Ciencias, México, 2014, p. 78-81.

Tierra estaba fija en el centro del Universo, pero sí aceptaba que rotaba sobre su propio eje mientras que el segundo sostuvo plenamente el movimiento de nuestro planeta en torno al Sol. Galileo por su parte escribió la tercera afirmando que las manchas solares estaban en la superficie del Sol en contra de lo que había publicado el jesuita Scheiner en su *Rosa Ursina*. Las obras de Kepler por su parte defendieron sin cortapisas y utilizaron el modelo heliocéntrico de Copérnico, mientras que los textos de Riccioli defendían que la Tierra no se movía y que los planetas no seguían órbitas elípticas como ya había demostrado Kepler.

Como la discusión durante el siglo XVII sobre los cometas tuvo que ver con diversas ideas filosóficas que entonces se estaban confrontando Sigüenza reflejó ese hecho en su libro. Además de citar a Aristóteles y a algunos de los comentaristas que se ocuparon de textos como el *De Caelo* y el *De la Meteorología* en los que el Estagirita plasmó sus ideas cosmogónicas, también se refirió a la obra de René Descartes *Principia philosophiae* publicada en 1644 donde el filósofo y matemático francés pretendió sustituir el modelo heliocéntrico de Copérnico por otro formado por vórtices o remolinos gigantescos donde la Tierra colocada en el centro de uno de ellos circulaba alrededor del Sol como consecuencia del movimiento de su torbellino. Igualmente, nuestro autor mencionó la *Philosophiae Epicuri Syntagma* de Pierre Gassendi quien abogó en favor de la experimentación encausada científicamente y sostuvo y defendió las ideas atomistas de la materia de Epicuro, pero sin salirse de la ortodoxia religiosa de la Iglesia Católica. Sigüenza citó también un trabajo enciclopédico sobre los fenómenos de la naturaleza titulado *De ocultis naturae miraculis* escrita por Levinus Lemnios obra que estaba prohibida por esa iglesia. También se refirió a la *Historia naturalis* de Georg Horn y la *Filosofía* de Baltazar Téllez donde éste afirmó que los cometas se formaban más allá de la Luna pues surgían de las emanaciones producidas por los planetas.

Un personaje al que recurrió frecuentemente y que tuvo gran influencia sobre el pensamiento de Sigüenza y de muchos de los novohispanos de su época fue Atanasio Kircher, jesuita alemán que produjo obras fuertemente inmersas en la corriente de pensamiento

conocida como hermetismo consistente en un conjunto de creencias filosóficas y religiosas basadas principalmente en escritos atribuidos a Hermes Trimegisto supuesto mago egipcio de la primera época de los faraones, que debían mantenerse como patrimonio exclusivo de los iniciados.[82] De ese autor alemán don Carlos citó explícitamente el *Iter exstaticum,* que pretendía ser un compendio del saber universal donde su autor hizo un viaje imaginario por el firmamento al estilo del emprendido por Dante en la *Divina Comedia* pero lo hizo guiado por el ángel Cosmiel. El cosmos de esa narración fue el modelo cosmogónico ideado por Tycho Brahe en el que la Tierra seguía estando inmóvil en el centro del universo, pero el Sol giraba en torno a ésta, aunque los demás planetas lo hacían alrededor de él. Otros autores pertenecientes a esa misma corriente a los que Sigüenza recurrió en su argumentación fueron Antonio María Rhetya y Gaspar Schott.

De su labor al frente de la cátedra universitaria de Astrología y Matemáticas muy poco pude decirse pues a pesar de que la ocupó por más de veinte años no se conocen notas o apuntes de clase, así que una vez más no se tiene información directa. Sin embargo, algo se puede decir de su actuación como docente. Respecto al programa general de sus cursos lo más probable es que siguiera parcialmente el plan de estudios tradicional que ya se ha comentado donde se impartían conocimientos astronómicos que permitían a los alumnos manejar las tablas utilizadas para establecer las posiciones planetarias, las fechas de importancia litúrgica y aquellos días que por supuestas influencias astrológicas los médicos determinaban como propicios para aplicar algunos de sus remedios; purgantes, vomitivos o sangrías. También debió explicar la manera de calcular sucesos como los eclipses y conjunciones planetarias. Esta idea proviene del hecho de que el libro de texto utilizado para los exámenes de los posibles profesores de aquella cátedra fue el texto geocéntrico ya

[82] A pesar del carácter enciclopédico de la vasta obra publicada por Atanasio Kircher su contribución a la ciencia moderna fue mínima, seguramente en buena medida por el hermetismo en el que se hallaba inmersa.

mencionado de Sacrobosco. Además, como se ha visto los probables programas de enseñanza que servirían de modelo en la universidad mexicana fueron los aplicados en la Casa de Contratación de Sevilla o el de la Universidad de Salamanca, que como ya se comentó estaban fuertemente orientados hacia el trabajo astrológico y la elaboración de efemérides astronómicas. La idea anterior se ve reforzada por el hecho de que cuando Sigüenza y Góngora ganó el concurso para obtener la propiedad de aquella cátedra comenzó a impartir sus lecciones pero en lugar de recurrir a textos más modernos algunos de los cuales se sabe que tuvo a su alcance, usó el comentario que el jesuita Christophorus Clavius escribió precisamente sobre la *Sphaera* de Sacrobosco que en aquel momento ya tenía noventa y ocho años de haberse escrito.[83] Esta afirmación se sostiene porque el ejemplar que utilizó durante el largo periodo que dio clases ha sido encontrado y se le ha podido consultar. Este libro no fue propiedad de Sigüenza pues lo pidió "prestado". De ello quedó constancia manuscrita en ese ejemplar ya que en el interior de la pasta dice textualmente: *"… en 16 de Octubre de 1693 años me volvió el Br. D. Carlos de Sigüenza este libro. Y se lo presté el mes de abril de 71 y lo tuvo 22 años"*.[84]

A nuestro juicio esta nota demuestra que lo utilizó como la fuente principal para impartir su enseñanza astronómica, pues el lapso durante el que lo retuvo coincidió casi exactamente con el de su magisterio que duró de 1672 a 1693.

Para entender el nivel de conocimientos astronómicos que recibían los cursantes universitarios de la capital novohispana en aquel momento es importante abundar sobre el posible uso que don Carlos dio a esa obra. El libro en cuestión fue uno de los muchos comentarios que se publicaron al *De Sphaera* del inglés Johannes de Sacrobosco. En él Clavio trató aspectos de la astronomía geocéntrica

---

[83] Cristtoph Clavius, *In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentaries,* Lyon, 1594.

[84] Actualmente este libro se encuentra en el acervo antiguo de la biblioteca del Palacio de Minería de la Ciudad de México. Debemos a la amabilidad de Omar Escamilla el haberlo consultado.

que entonces se enseñaba mayoritariamente en las universidades europeas, pero introdujo las secciones *Copernici de motu octavo Sphaera Sententia* (página 67), *Copernici absurda hyphotesis* (página 68) y *Copernici opinionem que sequantur absurda* (página 520) donde el jesuita alemán comentó el libro de Nicolás Copérnico e hizo una dura crítica sobre él no aceptando las ideas heliocéntricas. Llama la atención que el ejemplar usado por Sigüenza no muestre ninguna anotación hecha por él en esos comentarios, sobre todo si se toma en cuenta que nuestro personaje fue dado a polemizar y que no dejaba pasar ocasión de señalar lo que él consideraba erróneo. Eso fue precisamente lo que hizo al poner diversas notas manuscritas en diferentes partes de aquel ejemplar. De su puño y letra en la página 323 aparece una nota aclaratoria al margen de una extensa tabla que contenía las longitudes y latitudes geográficas de muchas capitales del mundo. En el sexto apartado se hallan los valores correspondientes a la Ciudad de México y junto a la longitud marcó con un asterisco y escribió el valor que él había determinado, que era el que consideraba correcto señalando que los europeos estaban equivocados. Ante la falta de evidencias contrarias este tipo de datos indican que Sigüenza y Góngora explicó a sus alumnos el comentario de Clavio al texto de Sacrobosco sin apoyar mayormente el heliocentrismo pues en todas las secciones de esa obra que tocan el tema no hay ninguna anotación ni comentario hecho por él. Ante esos y otros hechos similares y tomando en cuenta lo que estaba ocurriendo en pleno siglo XVII entre los sabios europeos, no debe extrañar que Carlos de Sigüenza y Góngora tuviera una postura ambivalente respecto a las nuevas ideas que surgían en el terreno astronómico que además estuvo matizada por las ideas religiosas de nuestro autor. Con la información disponible insistimos en que este notable novohispano no puede tipificarse como heliocentrista, en todo caso por lo que respecta a sus conocimientos astronómicos fue un hombre de transición.

Al iniciar la parte propiamente astronómica de la *Libra Astronómica* Sigüenza declaró que sus conocimientos matemáticos eran vastos, afirmación que se confirma al estudiar algunos libros que mencionó en esa obra. Sin duda una disciplina matemática de uso

común para don Carlos fue la Aritmética entendida como los fundamentos de la Teoría de los Números que está directamente relacionada con las propiedades de las cuatro operaciones básicas. Otra rama de las ciencias matemáticas que usó fue la geometría que era el lenguaje matemático común de su época. El texto clásico de esta ciencia era los *Elementos* de Euclides el cual Sigüenza conoció buen como muestran las referencias que hizo en el apartado 278 de la *Libra*, donde usó uno de teoremas del matemático griego para resolver un triángulo y deducir las dimensiones que alcanzó la cola del cometa de 1680-1681. También se refirió al *Curso Matemático* del jesuita español Juan Caramuel de quien se dijo amigo y corresponsal. Las dos primeras partes de esa obra tratan problemas geométricos variados. Otro de los textos que mencionó Sigüenza fue la *Esfera Celeste* del también jesuita español José Zaragoza considerada como la única completa en su género publicada en España entre los siglos XVII y XIX.[85]

Los logaritmos que forman parte del álgebra seguramente los usó pues eran una herramienta de cálculo muy útil que facilitaba el trabajo de quien como él elaboraba efemérides astronómicas. La Teoría Combinatoria fue otro aspecto matemático que nuestro personaje conoció. Con ella realizó un cálculo en la *Libra* que buscaba establecer las posibles influencias que por causa de las diversas posiciones ocupadas en la bóveda celeste por los planetas y sus satélites ejercerían todos ellos sobre la Tierra en caso de que los supuestos astrológicos fueran ciertos. De ese ejercicio académico encontró que las combinaciones posibles resultantes eran 402 363 368 000 cantidad inmensa que como afirmó hacía imposible determinar esas influencias, de donde concluyó que las predicciones astrológicas no pueden ser confiables.

En cuanto a la Trigonometría, la *Libra Astronomica y Philosophica* muestra lo bien que Sigüenza manejó esa disciplina ya que parte importante de sus cálculos se apoyaron en las propiedades geométricas de los triángulos. En una de sus demostraciones citó explícita-

[85] José Ma. López Piñero, *La introducción de la ciencia moderna en España,* Barcelona, Editorial Ariel, 1969, p. 141.

mente el texto *Trigonometriae libri V* de Bartolomé Pitiscus que era una obra elemental de esa rama de las matemáticas donde además de la parte teórica se enseñaba la forma de aplicarla a los cálculos astronómicos y geodésicos.

La parte final de la *Libra* muestra que don Carlos era un observador cuidadoso que sabía sacar provecho de los instrumentos a su disposición. En ella habló de haber usado un "sextante fabricado en Bruselas por Giorgio Meuris y que da grados y minutos con admirable precisión" así como un telescopio refractor cuyo ocular tenía una "retícula de sutilísimos hilos de plata"[86] con la que le era posible determinar con exactitud la posición angular de los astros que observaba. Sigüenza valoró tanto esos instrumentos que al testar en favor de los jesuitas del Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo de la ciudad de México, ordenó que además de su rica biblioteca y un conjunto de valiosos manuscritos de la primera etapa de la conquista y de códices prehispánicos a esa congregación se le entregaran aquellos instrumentos.

> "Así mismo mando se les entreguen a dichos M. R. PP.[87] para que lo conserven en su librería sin salir de ella un estuche de Instrumentos matemáticos hechos en Flandes, con un libro manuscrito de su explicación, para que les sirva a algún Padre Matemático que viniese a esta Provincia, o por lo menos para adorno y complemento de dicha librería. Y juntamente un anteojo de larga vista de cuatro vidrios, que hasta ahora es el mejor que ha venido a esta ciudad, y me lo vendió el P. Marco Antonio Capus en ochenta pesos. El cual, se conservará y guardará en dicha librería, en el cajón que he mandado se haga en ella a mi costa, para conservar otras alhajas y advierto que dicho estuche costó doscientos pesos".[88]

---

[86] Sigüenza, *Libra Astronómica*: Ver la última sección que fue donde describió sus observaciones. Edición de la Universidad Nacional Autónoma de México publicada en 1959.

[87] Muy reverendos padres.

[88] Clementina Díaz de Ovando, *El Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo*, México, Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª edición, 1985, p. 32-33.

Al mencionar cómo los adquirió y cuánto le costaron, Sigüenza confirmó lo caro que resultaban para los novohispanos pues los doscientos ochenta pesos que invirtió en ellos equivalían a casi tres años de su salario como profesor de la Real y Pontificia Universidad de México, ya que como titular de su cátedra de Astrología y Matemáticas tenía asignado un sueldo anual de cien pesos.

En otro documento escrito por Sigüenza donde narró los sucesos en torno al levantamiento de los indígenas de la ciudad de México en 1692[89] se halla una interesante nota donde describió sus observaciones del eclipse total de Sol ocurrido el 23 de agosto de aquel año, el cual fue visible desde esa capital y que él observó utilizando precisamente los instrumentos que antes se han descrito. Como esta narración aporta información valiosa sobre cómo procedía para estudiar los astros la reproducimos a continuación.

> "…se llegó el día veinte y tres de agosto en que, según lo habían prevenido los Almanaques y Pronósticos, se eclipsaba el sol. Si Vmd. supiera alguna cosa de astronomía, le dijera aquí, con sus propios términos, mil cosas buenas y primorosas, que observé este día, de ser no sólo total, sino uno de los mayores que ha visto el mundo. Se siguió que, a muy poco más de las ocho y tres cuartos de la mañana, nos quedamos, no a buena, sino a malas noches, porque ninguna habrá sido, en comparación de las tinieblas en que, por el tiempo de casi medio cuarto de hora, nos hallamos más horrorosa. Como no se esperaba tanto como esto, al mismo instante que faltó la luz; cayéndose las aves que iban volando, aullando los perros, gritando las mujeres y los muchachos, desamparando las indias sus puestos en que vendían en la plaza fruta, verdura y otras menudencias, por entrarse a toda carrera en la Catedral, y tocándose a rogativa al mismo instante, no sólo en ella, sino en *las más iglesias de la Ciudad, se causó de todo tan repentina confusión y alboroto que causaba grima*".[90]

---

[89] Carlos de Sigüenza y Góngora, *Seis Obras. Infortunios de Alonso Ramírez. Trofeo de la justicia española. Alboroto y Motín. Mercurio Volante. Teatro de virtudes políticas. Libra Astronómica y Filosófica*, Caracas, Prólogo de Irving A. Leonard. Edición y notas de William G. Bryant. Biblioteca Ayacucho, 1984.

[90] Sigüenza y Góngora, *Alboroto y Motín,* p. 108-109.

> "Yo, en este ínterin, en extremo alegre y dándole a Dios gracias repetidas por haberme concedido ver lo que sucede en un determinado lugar tan de tarde en tarde y de que hay en los libros tan pocas observaciones, que estuve con mi cuadrante y anteojo de larga vista contemplando el sol. Mediaba éste entre Mercurio, que apartado de él como cinco grados hacia el Oriente, se veía con el anteojo como estaba la luna en la cuadratura y en el corazón del León que demoraba al Ocaso, y más adelante Venus defalcada, estaba cubierto de estrellas el cielo por todas partes, pero sólo se veían las de primera, segunda y tercera magnitud por el Mediodía, quizás por tener entonces la luna alguna latitud aparente septentrional; observele a ésta en la demora de la total obscuración alguna atmósfera, contra lo que algunos afirman; y por último, desde las ocho y media hasta las nueve y media, estuvo el aire tan frío y destemplado como por Invierno, con que se verifica el aforismo de los astrólogos en que a los eclipses, y con especialidad a los del sol, se atribuye esto".[91]

Terminaremos este recuento sobre la astronomía y matemáticas que los novohispanos conocieron y usaron durante el siglo XVII con la mención del trabajo cosmográfico que el jesuita Eusebio Francisco Kino desarrolló en el noroeste de la Nueva España. Este personaje nació en el Tirol italiano y realizó sus estudios en la Universidad de Friburgo. Poco después entró a la Compañía de Jesús en Landsberg y en la Universidad de Ingolstadt llevó cursos de teología, filosofía, matemáticas y cosmografía. Antes de venir a América como misionero fue profesor en el Colegio de Hala de su tierra natal. En 1681 cruzó el Atlántico y después de permanecer dos años en la capital novohispana se incorporó a la expedición de exploración de don Isidro Atondo y Antillón pues por su experiencia académica fue nombrado cosmógrafo real, astrónomo, agrimensor y cartógrafo de ella por el marqués de la Laguna virrey de la Nueva España, aunque en realidad su intención fue siempre la de actuar como misionero.

Mientras esperaba viajar a la Nueva España Kino observó el brillante cometa de 1680-1681. El 8 de enero de ese último año estando

[91] Sigüenza y Góngora, *Alboroto y Motín*, p. 108-109.

en Cádiz escribió al jesuita Luis de Espinosa que radicaba en Sevilla quien le había preguntado sobre los efectos que ese astro ocasionaría. De la respuesta que nuestro personaje dio hemos entresacado la siguiente información que muestra la postura que sobre los cometas tuvo ese profesor universitario europeo de aquel momento.

> "… parece que este tan gran cometa (que no sé si el mundo ha visto otro semejante y tan largo) promete, significa y amenaza muchas fatalidades; y como V. R. muy bien dice, no serán favorables sus influencias, y con eso indica muchas calamidades para Europa, particularmente para tres o cuatro reinos significa muchas esterilidades, hambre, tempestades, algunos temblores de tierra, grandes alteraciones de los cuerpos humanos, discordias, guerras, muchas enfermedades, calenturas, peste, muerte de muchísima gente y particularmente de algunas personas principales. Y por ser este cometa tan grande, significa que tanto más universal, y para más gentes, personas y países será su fatalidad, y durando el cometa largo tiempo, como ya ha durado (siendo éste el mismo que se ha visto a las 4 y 5 de la mañana antes de seis y siete semanas) me parece que durará, indicando que sus calamidades afligirán a los mortales por muchos años."[92]

Durante su estancia en la capital Kino entró en contacto con Carlos de Sigüenza y Góngora y discutió con él la presencia de aquel cometa. En 1681 publicó en la ciudad de México su *Exposición astronómica del cometa*[93] obra donde defendía buena parte de las interpretaciones astrológicas que entonces se hacían sobre los cometas y que obligó a Sigüenza a escribir y publicar su ya comentada *Libra Astronómica y*

---

[92] Eusebio Francisco Kino, *Kino escribe a la Duquesa correspondencia del P. Eusebio Francisco Kino con la Duquesa de Aveiro y otros documentos*, Madrid, Colección Chimalistac, Ediciones José Porrúa Turanzas, 1964, pp. 141-142.

[93] *Exposición Astronómica de el Cometa, que el año de 1680 por los meses de Noviembre, y Diziembre, y este año de 1681 por los meses de Enero y Febrero, se ha visto en todo el mundo, y le ha observado en la Ciudad de Cádiz*, el P. Eusebio Francisco Kino de la Compañía de Jesús. Con licencia en México por Francisco Rodríguez Lupercio, 1681.

Filosófica.[94] Al margen de ese episodio del que Kino no salió bien librado, su actuación como explorar y cosmógrafo fue importante pues para ello supo aprovechar muy bien sus estudios astronómicos. En efecto tan pronto llegó a la bahía de La Paz el 2 de abril de 1683 comenzó a realizar exploraciones tanto por tierra como por mar. Sus mediciones y observaciones le permitieron establecer que esa población se hallaba a una latitud de 25° 15′. Para 1684 había recorrido la zona de oeste a este y llegó a un punto del litoral del Pacífico donde mediante el uso de un sextante determinó que se encontraba a 25° 30′ de latitud norte. Durante los siguientes años hizo más de 40 viajes y fundó la red de misiones de la Alta Pimería[95] y exploró buena parte del territorio de las Californias. Al finalizar el siglo XVII Kino se hallaba encargado de las misiones de esa extensa zona y donde hizo diversos viajes de exploración que le permitieron establecer de manera definitiva que la supuesta isla de Baja California en realidad era una península. Por mostrar claramente la forma en que los conocimientos astronómicos sirvieron a los exploradores de aquel siglo, citamos tomando del diario de Kino lo que escribió cuando tuvo la seguridad de la peninsularidad de esa parte del actual territorio mexicano.

> "…con tres entradas de 150, de 170 y 200 leguas que de aquí de Nuestra Señora de los Dolores en la actual Sonora, al noroeste he hecho, he descubierto con toda individualidad, certidumbre y evidencia, con la ahuja de marear[96] y astrolabio en la mano, que la California no es isla sino península o istmo y que en 32 grados de altura hay paso por tierra a dicha California".[97]

---

[94] Elías Trabulse, *La justa de los cometas. Don Carlos de Sigüenza y Góngora y la astronomía de su siglo*, México, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial. Universidad Nacional Autónoma de México, 2010, p. 29-44.

[95] Región que comprendía los actuales territorios de Sonora y Arizona.

[96] Brújula.

[97] *Las aventuras y desventuras del Padre Kino en la Pimeria Alta*, México, Selección de texto por Felipe Garrido, Asociación Nacional de Libreros, A. C., 1986, pp. 80-81.

Más adelante, refiriéndose a sus observaciones astronómicas aplicadas a su trabajo de exploración y cartográfico dejó escrito el siguiente párrafo.

> "Saliendo de San Dionisio y junto a los ríos Colorado y Grande, a las 50 leguas de camino al sudueste, llegamos a nación quíquima y cutgana y hasta el desemboque de los referidos ríos. En 3 de marzo de 1702, a mediodía pesamos el sol con el astrolabio,[98] y hallé 52 grados de altura de sol; que, añadiéndole los seis y medio grados de declinación austral que ese día tenía, eran 58 grados y medio; y el complemento de 90 grados son 31 grados y medio y esta era la altura de polo o latitud geográfica en que nos hallábamos".[99]

La certeza que Kino tuvo de haber mostrado la peninsularidad de Baja California quedó consignada en su *Crónica de la Pimería Alta*[100] donde además de escribir un *Manifiesto cosmográfico de que la California no es isla, sino península y continente con esta Nueva España* incluyó un detallado mapa que reflejaba esa situación, hecho a partir de sus observaciones astronómicas.

---

[98] Pesar el sol era la expresión que entonces se usaba para decir que medían la altura de ese astro sobre el horizonte.

[99] *Las aventuras y desventuras…*, p. 64-65.

[100] Eusebio Francisco Kino, *Crónica de la Pimería Alta. Favores celestiales*, Hermosillo, Introducción de Michel Antochiw. Gobierno del Estado de Sonora. 3ª edición, 1985, p. 73-110.

Capítulo III.
Un nuevo siglo: entre la tradición y las nuevas ideas

Continuidad en el saber astronómico-astrológico

Una de las características que más llama la atención de personajes como Diego Rodríguez o Sigüenza y Góngora es que, a pesar de haber sido profesores por muchos años, no dejaron verdaderos discípulos que pudieran continuar con su obra astronómica y matemática, al menos no al mismo nivel que ellos. En el caso del segundo este hecho es muy claro pues después de su muerte ocurrida en 1700 pasaron muchos años antes de que surgieran en el panorama cultural novohispano cultivadores de esas ciencias que hayan destacado. Por lo que respecta a la cátedra universitaria que ambos ocuparon como titulares tras la renuncia obligada de Sigüenza por motivos de salud en 1692, ésta quedó fundamentalmente en poder de miembros del gremio de los médicos, que por la poca evidencia que ha quedado debieron usarla solamente para exponer ideas médico-astrológicas ya caducas pero que seguían formando parte de la enseñanza que esos especialistas recibían en la Real y Pontificia Universidad de México. Esta situación persistió durante la mayor parte de la décima octava centuria.[1]

Durante las cinco primeras décadas del siglo XVIII prácticamente no se publicó en la Nueva España nada novedoso en el terreno matemático. Por lo que respecta a la astronomía hubo sobre todo un grupo de residentes de la ciudad de Puebla que motivados por la presencia de cometas o la ocurrencia de eclipses produjeron algunos trabajos.[2] Tal fue el caso de Juan Antonio de Mendoza y González, quien entre 1708 y 1715 anualmente sacó la *Urania americana septentrional,* una serie de efemérides que incluían datos sobre las

[1] Roberto Moreno, "Astronomía mexicana del siglo XVIII", en Marco Arturo Moreno Corral (Comp.), *Historia de la Astronomía en México*, México, la ciencia para todos/4, Fondo de Cultura Económica, 2003, p. 122-152.

[2] Marco Arturo Moreno Corral y Ma. Gpe. López Molina, "Desarrollo de la astronomía en la Puebla colonial", *Elementos*, vol. 1, núm. 17, 1992, p. 33-40.

fases lunares, los eclipses y otros sucesos astronómicos predecibles. Los cálculos correspondientes los hizo para el meridiano de la ciudad de Puebla. Ese mismo personaje observó un cometa en el año de 1722 del cual se reprodujo un dibujo en las *Gacetas de México* de Castorena Ursua de aquel año,[3] originalmente publicado por nuestro poblano en la *Noticia y explicación del cometa descubierto al oeste de México*. Lo notable de aquella observación es que nos hace saber que Mendoza y González realizaba un trabajo sistemático de observación de la bóveda celeste, pues ese cometa fue invisible a simple vista y solamente lo pudo encontrar y estudiar a través de un telescopio, lo que implica que observaba el firmamento regularmente.

Este mismo personaje publicó la *Spherographia de la obscuración de la Tierra en el eclypse de Sol, del 22 de marzo de 1727,* donde nuevamente mostró ser un buen calculista y observador, a pesar de estar atrasado en lo que respecta a los fundamentos de la astronomía moderna de su tiempo, ya que seguía usando los conceptos del geocentrismo. Otros poblanos que publicaron obras similares fueron José Mariano de Medina, con su *Heliotropio crítico racional pronóstico computado al meridiano de Puebla* de 1751, donde presentó información sobre un eclipse solar que ocurriría al año siguiente; Juan Antonio de Rivilla, que en 1752 sacó a la luz su *Astronomía americana septentrional*; el *Juicio de cometas,* también de Medina, pero de 1754, y el *Piscator Poblano* de Miguel Francisco de Ilarregui de 1755. Seguramente como todas estas publicaciones hubo más en Puebla y posiblemente en otros sitios de la Nueva España incluida su capital; pero por haber sido su carácter puntual, ya que una vez ocurrido el suceso en cuestión eran desechadas, no llegaron hasta el presente y no se les conoce. Sin embargo la existencia de los ejemplares que han subsistido indica sin lugar a dudas que los conocimientos astronómicos de sus autores en general fueron pobres y sobre todo obsoletos desde el punto de vista del avance conceptual que ya entonces

[3] Juan Ignacio María de Castorena Ursúa y Juan Francisco Sahagún de Arévalo, *Gacetas de México,* México, Introducción por Francisco González de Cossio, Testimonios Mexicanos/4, Secretaría de Educación Pública, 1949, vol. I, p. 37.

se tenía en muchos países sobre los sistemas del mundo y acerca de las ideas astrológicas, razón por la que al comenzar esta sección de nuestro trabajo hemos dicho que la primera parte del siglo XVIII mexicano fue más bien pobre en el aspecto cultural por lo que respecta a la astronomía y las matemáticas.

No queremos concluir esta sección, enfocada a mencionar a los novohispanos que de una forma u otra realizaron tareas relacionada con la astronomía y/o las matemáticas durante la primera parte del siglo XVIII, sin hablar de doña María Francisca Gonzaga del Castillo, "matrona mexicana que sobre las costumbres de su sexo supo dedicarse al estudio de las matemáticas".[4] La única obra conocida de esta mujer es la *Ephemeris calculada al meridiano de México para el año del señor de 1757,* la cual durante muchos años estuvo perdida hasta que fue localizado un ejemplar en una biblioteca estadounidense encuadernado con otros trabajos similares,[5] escritos y publicados por autores contemporáneos a ella pero todos de género masculino. El trabajo de Gonzaga puede tipificarse entre los almanaques que año con año se publicaban, conteniendo datos como las fechas de importancia civil y religiosa, así como apreciaciones sobre climatología que, en este caso en particular, se refería a la de la Ciudad de México. En cuanto a la parte astronómica, en su trabajo Gonzaga indicaba las fases de la Luna a lo largo del año, informando en qué constelación ocurrirían y la hora a la que sucederían. También daba la posición de los planetas Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, que son los visibles a simple vista.

---

[4] Mariano Beristáin y Souza, *Biblioteca Hispano Americana Septentrional, 1816-1821,*tomo I, México, 1816, p. 306. Se puede consultar en la Biblioteca Nacional Digital de México. Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Universidad Nacional Autónoma de México.

[5] Aurora Tovar Ramírez, "Ephemeris calculada al meridiano de México para el año del señor de 1757, por Doña María Francisca Gonzaga de el Castillo", en María Luisa Rodríguez Sala, *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*, México, Instituto de Investigaciones Sociales-Universidad Nacional Autónoma de México, 2004, p. 131-172.

Igualmente, la autora habló de las conjunciones planetarias con el Sol y concluyó su trabajo reportando los dos eclipses lunares que ocurrirían ese año y que serían visibles desde la Nueva España: uno el 5 de febrero y el otro el 31 de julio. En ambos casos Gonzaga señaló las horas a que ocurrirían y su duración.

Astronomía y matemáticas en el México de la Ilustración

La segunda parte del siglo XVIII fue rico en sucesos astronómicos de importancia que fueron observados fundamentalmente por cuatro novohispanos. En general estos han sido bien estudiados por la historiografía, pese a que aún se desconocen con precisión sus verdaderas concepciones astronómicas y sus intereses matemáticos. Esta valoración deberá establecerse sobre documentos fidedignos que deberán ser rescatados de los diversos archivos coloniales mexicanos. Mientras ello sucede, usaremos las fuentes disponibles para reseñar sus inquietudes científicas e inferir sus ideas cosmogónicas.

El primero fue Joaquín Velázquez de León, quien se formó como astrónomo y matemático en forma autodidacta,[6] pero que alcanzó gran capacidad en estos campos. Ya formado como abogado, Velázquez de León entró a la edad de 22 años al Colegio Mayor de Santa María de Todos los Santos de la capital novohispana (institución que equivaldría a un colegio de posgraduados), donde realizó estudios superiores de Leyes. Su estancia ahí la "dedicó fundamentalmente al cultivo de las matemáticas en una academia que fundó para tal objeto",[7] donde se sabe que explicó temas matemáticos de actualidad en aquella época. Su biógrafo, el ingeniero Santiago Ramírez, escribió sobre el particular que:

> "… deseoso de generalizar estos conocimientos por la enseñanza, de perfeccionarlos por el estudio y de amplificarlos por la discusión, estableció una Academia en el Colegio de Santos, donde concurrían

[6] Alejandro de Humboldt, *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, México, Estudio preliminar, cotejos, notas y anexos de Juan A. Ortega y Medina, Colección Sepan cuantos…/39, Librería Porrúa, 2002, p. 81-82.

[7] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México*, México, Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Nacional Autónoma de México, 1977, p. 24.

> algunos hombres de estudio, que más que consocios podían considerarse como discípulos de su entendido director".[8]

Después de la tertulia de Melchor Pérez de Soto, y hasta donde se tiene noticia, ésta fue la segunda organización que operó en la Nueva España con intención específica de promover el estudio de la matemática, pero, a diferencia de aquella, esta última fue pública.

Por lo que respecta a su interés astronómico, Velázquez de León mismo informó que:

> "Desde el año de 1755 comencé a observar algunos eclipses y hallando siempre enormes diferencias entre el cálculo y la observación, las atribuí al principio, como debía, a mi poca pericia en lo uno y en lo otro; pero habiendo puesto el mayor cuidado y esmero así en calcular los eclipses, lo que hacía entonces por las tablas de Mr. Cassini, que han sido de la mayor estimación en Europa y las mejores que habían llegado a México, como en observarlos, sirviéndome para ello de un anteojo romano muy bueno de dos varas de foco,[9] y de un péndulo de segundos, arreglado por las estrellas fijas;[10] con todas estas diligencias me resultaba muchas veces consecutivas el error de veintidós minutos poco más o menos, y no debiendo atribuirlo todo a las tablas, me persuadía a que la mayor parte debía imputarse al meridiano de México mal establecido ..."[11]

---

[8] Santiago Ramírez, *Estudio biográfico del Señor don Joaquín Velázquez Cárdenas y León*, México, Imprenta del Gobierno en el Ex Arzobispado, 1888, p. 9-10.

[9] Con esa información, es plausible pensar que se trató de uno de los telescopios que en el último tercio del siglo XVII fabricó Gioseppe Campani; óptico y astrónomo que montó su taller de pulido de lentes precisamente en Roma, donde fabricó algunos de los más notables telescopios usados en aquel tiempo. De ser ese el caso el instrumento que menciona Velázquez era un tubo de madera ligera recubierto con cuero, que tenía un largo del orden de un metro, con sesenta centímetros. Con un instrumento de ese tipo Campani había estudiado el movimiento de los satélites de Júpiter.

[10] Esto significa que medía el "tiempo sideral". Un día sideral es el periodo que tarda la Tierra en tener dos pasos sucesivos de la misma estrella por el mismo meridiano.

[11] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez de León…*, p. 203.

Este párrafo, además de informar cuándo comenzó sus trabajos astronómicos Velázquez de León, deja ver claramente uno de los problemas al que astrónomos y cosmógrafos novohispanos de aquella época se enfrentaron: la correcta determinación de la posición geográfica de la capital novohispana. Esa situación fue resuelta en forma definitiva unos cien años después gracias a las observaciones del también notable astrónomo Francisco Díaz Covarrubias, quien pudo encontrar el valor exacto utilizando mejores instrumentos y empleando técnicas astronómicas más refinadas.[12]

Volviendo con Velázquez de León, en la lectura del documento donde habló de sus primeras etapas como observador informa que

> "No tenía yo entonces telescopio suficiente para observar bien los satélites de Júpiter y en cuanto a los eclipses de luna, raras veces acontecen observables aquí y en Europa y se pasan años sin que lleguen a México los libros donde se halle la correspondencia…"[13]

Lo que muestra que aún en plena Ilustración novohispana hacer ciencia en este país no era fácil, por lo que mucho de lo que se logró fue gracias al empeño personal de quienes lo hicieron.

La suficiencia en astronomía y matemáticas permitieron que don Joaquín fuera electo por unanimidad catedrático propietario de estas disciplinas en la Real y Pontificia Universidad de México. Debe destacarse que cuando nuestro personaje se presentó a concurso hubo otros nueve aspirantes, lo cual podría sugerir que entonces existía en México un número elevado de astrónomos; sin embargo, al ver con cuidado quiénes fueron los otros postulantes nos percatamos que eran médicos sin preparación adecuada en las disciplinas que pretendían enseñar. Es también importante indicar que, como se había hecho desde que Diego Rodríguez fundó esa cátedra, los temas señalados por sorteo para que los candidatos los expusieran

---

[12] Marco Arturo Moreno Corral, *Odisea 1874 o el primer viaje internacional de científicos mexicanos,* México, la ciencia para todos/15, Fondo de Cultura Económica, 2001, p. 29-30.

[13] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez de León…,* p. 203-204.

en latín ante el claustro universitario fueron tomados del ya tantas veces mencionado texto de astronomía geocéntrica de Juan de Sacrobosco escrito en el siglo XIII.[14] En particular a Velázquez le tocó explicar la parte titulada *Terram esse centrum mundi,*[15] tema absolutamente geocéntrico, pero que nuestro personaje presentó en forma congruente con las ideas de la astronomía heliocéntrica. El resumen que entregó por escrito de su exposición dice:

> "Aunque es lícito que en el tiempo de nuestro autor,[16] la Tierra era considerada inmóvil y en el centro del universo, casi por todos y por aquel, lo cual fue tenido por los astrónomos como un hecho inquebrantable. Sin embargo, en los siglos posteriores la Tierra, fue llamada a la lucha y casi vencida. Suponiendo, que con los cálculos de los astrónomos de nuestro tiempo confiemos en que debe ser un suceso invariable, el cual ha de estar explicado perfectamente por los filósofos y sabios pitagóricos. Acaso aquel, el autor Sacrobosco, escuchó del restaurador Copérnico aquella hipótesis copernicana que fue favorable por sus observaciones y apreciaciones".[17]

Este párrafo muestra que, aunque a don Joaquín se le señaló el tema central del geocentrismo, se las arregló para hablar del heliocentrismo y convencer al Claustro Universitario que votó por él en forma unánime, siendo electo como propietario de la cátedra de Astrología y Matemáticas el 13 de noviembre de 1765.[18]

Respecto al valor que tenían las ideas astrológicas, nuestro personaje también fue muy claro, como puede verse en el siguiente párrafo que escribió sobre ese tema:

---

[14] José Joaquín Izquierdo, *Montaña y los orígenes del movimiento social y científico de México,* México, Ediciones Ciencia, 1955, p. 117-118.

[15] La Tierra como el centro del mundo.

[16] Estaba haciendo referencia a Sacrobosco y a su muy utilizado libro *De Sphaera*.

[17] Moreno Corral, *Copérnico y el heliocentrismo…*, p. 134.

[18] Alberto María Carreño, *Efemérides de la Real y Pontificia Universidad de México según sus libros de Claustros*, México, tomo II, Coordinación de Humanidades/ Instituto de Historia-Universidad Nacional Autónoma de México, 1963, p. 623.

> "Los astrólogos han creído poderlo hacer y aun hacerlo por la situación y movimiento de los astros, suponiendo que saben de ellos lo mismo que ignoran de la tierra, su naturaleza y propiedades. Método ciertamente errado y que en muchísimos siglos no ha podido producir una verdad a derechas. Mejor lo hacen los labradores y paisanos del campo".[19]

Congruente con sus ideas y conocimiento, Velázquez de León intentó modernizar el contenido de lo que se enseñaba en la cátedra de Astronomía y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad, para lo cual comenzó a impartir en ella los temas que antes había explicado en la academia que fundó en Todos los Santos. Sin embargo, no pudo ir muy lejos, pues además de la oposición que presentó el sector conservador universitario, Velázquez de León tuvo que dejar su puesto de profesor titular debido a que recibió diversas comisiones gubernamentales, entre las que se contó un viaje de más de dos años a la Península de Baja California.

El 5 de abril de 1768 Velázquez de León salió rumbo al noroeste novohispano como asesor del visitador José de Gálvez. Aunque no se ha encontrado constancia escrita de ello, seguramente entre sus planes estaba estudiar el paso de Venus frente al disco del Sol que ocurriría el 3 de junio de 1769[20] y que sería visible en su totalidad desde el sur de la península bajacaliforniana. Lo que sí se sabe es que don Joaquín estaba al tanto de la importancia astronómica que tenía ese suceso, por lo que entre su equipaje llevó

> "… un telescopio gregoriano de veintidós pulgadas de Short, excelente y un péndulo de segundos, cuyos errores no eran infinitos, y algunas otras piezas de menos cuantía, y así no llevaba instrumentos a propósito para observar exactamente las latitudes en tierra; pero los pilotos llevaban octantes de Hadley, y era especialmente bueno el que se le dio a don Jorge Estorace, capitán de nuestro

---

[19] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez*… p. 152.

[20] Iris Wilson Engstrand, *Royal Officer in Baja California 1768-1770 Joaquin Velazquez de Leon*, Los Angeles, Baja California Travels Series/37, Dawson's Book Shop, 1976, p. 68-93.

> paquebot, por lo que no quedamos mal satisfechos de las alturas que se observaron en el viaje, y principalmente de la que se tomó repetidas veces en la bahía de Cerralvo, donde dimos fondo …"[21]

Ese telescopio de tipo reflector debió ser de muy buena calidad, ya que tanto la óptica como la parte mecánica de los telescopios construidos por James Short[22] eran de lo mejor que entonces había en el mercado. El instrumento en cuestión tuvo una distancia focal de 55 cm, un espejo metálico de tres y medio centímetros de diámetro y debió estar montado en un tubo de bronce que podía orientarse gracias a un trípode que los sostenía y hacía fácil transportarlo, siendo por tanto apropiado para observaciones de campo. En aquella época el costo de ese instrumento en Londres era de 35 guineas, mismo que no era barato. Originalmente éstos se vendían equipados con cuatro oculares que producían amplificaciones de 90, 150, 250 y 300 aumentos. Cómo y cuándo lo consiguió don Joaquín es algo que no dijo y nada más hemos podido establecer sobre su procedencia.

Cuando Velázquez de León desembarcó en la Península de Baja California se instaló en la población minera de Santa Ana, localizada al sur del Puerto de La Paz. Sobre ese particular nuestro personaje escribió que: "Yo por mi parte, luego que llegué a aquella península observé en 29 de junio un eclipse de luna y posteriormente en todo aquel año un gran número de inmersiones y emersiones del primero y segundo satélite de Júpiter…"[23]

Estas y otras observaciones las realizó con el fin primario de establecer con precisión las coordenadas geográficas del sitio donde instaló su campamento permanente, desde donde observó el tránsito venusino del 3 de junio de 1769. Esto muestra que, además de cumplir con sus obligaciones oficiales, aprovechó toda oportunidad para realizar estudios de la zona, sobre la cual escribió que

---

[21] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez…*, p. 51.

[22] Henry C. King, *The History of the Telescope*, New York, Dover Publications Inc., 1955, pp. 84-88.

[23] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez…*, p. 55.

> "…el temperamento del aire y vapores de la tierra parecen sanos, sin embargo de experimentarse 17 grados de calor sobre el temperamento de México, observados en el mismo termómetro Fahrenheit de que allá he usado; y esto es muy regular, porque sin embargo de que este lugar de Santa Ana tiene cuatro grados más de altura de polo que México, pero esta diferencia no compensa con mucho la que hay en la altura del terreno sobre el nivel del mar. México se halla sobre éste en más de mil y cien varas, y este lugar salió en trescientas escasas, porque habiendo hecho las experiencias del barómetro, así a la orilla del golfo Californio, como del gran Mar del Sur, se suspende el mercurio en uno y otro a las 28 pulgadas y 5 líneas; aquí en Santa Ana, a las 27, y en México, a las 23…"[24]

Como parte de su trabajo, pero más bien en preparación para la correcta observación de aquel tránsito planetario, Velázquez de León realizó muchas observaciones. No solamente la del citado eclipse lunar y las de los satélites jovianos, sino también sobre las alturas del Sol, de la Luna y de buen número de estrellas brillantes. Antonio León y Gama, amigo de nuestro personaje y también un notable astrónomo y matemático novohispano, dejó esta descripción del trabajo astronómico que realizaba don Joaquín de forma regular:

> "Después de los trabajos del día, ocupaba las noches en continuas observaciones de aquel cielo califórnico (cuya limpieza y serenidad, me dijo muchas veces, le convidaba a ejecutarlas), siendo su mayor descanso la fatiga y molestia con que las hacía, por carecer de instrumentos acomodados, supliéndose con algunos que hacía construir brevemente, por no perder el tiempo de la observación, sin cuidar de la pulidez de su fábrica, como estuvieran prontos y produjeran el efecto que deseaba. De éstos mantengo en mi poder un pie de anteojo hecho groseramente, pero muy simple y fácil de manejar. Desde que llegó a aquel lugar se dedicó a observar los eclipses de los satélites de Júpiter y a tomar las alturas del sol y las estrellas; y de todas estas observaciones dedujo la verdadera longitud y latitud de Santa Ana y otros lugares donde estuvo con algún espacio…".[25]

---

[24] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez*…, p. 54-55.
[25] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez*…, p. 55.

La observación del tránsito venusino frente al disco solar era astronómicamente importante porque de ella los astrónomos intentaban deducir la distancia verdadera que separa a nuestro planeta del Sol, lo que a su vez les permitiría conocer las dimensiones reales de nuestro sistema planetario. Por dicha razón los países europeos desarrollados prepararon con anticipación comisiones formadas por personal altamente calificado en los campos astronómico, geodésico y cartográfico para que viajaran a los lugares donde ese suceso podría observarse completo. Como ya se dijo, uno de ellos era el sur de Baja California, sitio que fue seleccionado por una comisión franco-española que se instaló en San José del Cabo.

Las peripecias de ese grupo de científicos han sido narradas en diferentes publicaciones, así que aquí no entraremos en detalles, remitiendo a los interesados a la literatura correspondiente.[26] Solamente se mencionará que tanto los comisionados franco-españoles como Velázquez de León realizaron la observación de ese poco frecuente fenómeno astronómico obteniendo buenos resultados. Como los miembros del grupo franco-español cayeron enfermos debido a una epidemia y casi todos murieron, don Joaquín se encargó de rescatar los instrumentos y los datos de las observaciones[27] y los hizo llegar a París junto con los datos que él obtuvo, los cuales, debido a su calidad, fueron publicados en el reporte oficial de los astrónomos franceses sobre esa comisión, confirmando así los conocimientos que en el terreno astronómico tuvo don Joaquín.[28] Aquellos instrumentos fueron llevados por Velázquez de León a la ciudad de México,

---

[26] Manuel Álvarez, Marco A. Moreno Corral y Roberto Vázquez, *Memoria sobre la observación del tránsito de Venus frente al disco solar. 5 de junio de 2012,* Baja California, Instituto de Astronomía-Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

[27] Roberto Moreno, "Los instrumentos científicos del abate Chappe D'Auteroche", *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia de la Tecnología,* núm. 4, 1974, p. 309-324.

[28] Dominique Cassini, *Voyage en Californie, pour l'observation du passage de Venus sur le disque du Soleil, le 3 juin 1769*, Sinaloa, Edición facsimilar con prólogo de José Gaxiola López, Gobierno de Baja California Sur/Instituto Subcaliforniano de Cultura/El Colegio de Sinaloa, 2004, p. 159.

donde durante algún tiempo los utilizó para observar el firmamento. En efecto a su regreso a esa capital escribió que:

> "En la primavera de 1771 en la misma casa de la calle de San Lorenzo, de que arriba puse las señas, con un anteojo acromático inglés de Dollond y un péndulo bien reglado de Fernando Berthoud, se hicieron varias observaciones del primero y segundo satélite de Júpiter en las que me acompañaron también algunas veces el doctor Bartolache y don Antonio Gama. En la casa de este último en la calle del Reloj y en su compañía he ejecutado otras diferentes veces con un buen tubo acromático de diez pies y en fin, posteriormente he practicado otras muchas observaciones con buenos instrumentos y la mayor atención posible y de todas se deduce la diferencia de tiempo entre el meridiano del observatorio de París y el de esta ciudad de México, de seis horas cuarenta y seis minutos y cincuenta y cinco segundos."[29]

Gran parte de las observaciones astronómicas que Velázquez de León realizó, tanto en la ciudad de México y sus alrededores como en la Península de Baja California, fueron pensadas y enfocadas a derivar un valor exacto de la longitud geográfica de la capital novohispana. Este problema preocupó a los novohispanos que estudiaban el cielo desde el siglo XVI,[30] pues sus datos les indicaban que los valores impresos en mapas y en la literatura especializada europea eran incorrectos. Este problema no fue resuelto en forma definitiva sino hasta el siglo XIX, y en su solución los astrónomos coloniales y buena parte de los de la décimo novena centuria aplicaron todos sus conocimientos para resolverlo y así ampliar el saber cosmográfico de su tiempo.

---

[29] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez…*, p. 205.

[30] Elías Trabulse, "Fray Diego Rodríguez y la posición geográfica de México", México, *Diálogos: Artes, Letras, Ciencias Humanas* Vol. 18 No. 4 (106) julio-agosto 1982, p. 13-15.

Don Antonio de León y Gama fue otro novohispano que destacó como astrónomo, matemático y arqueólogo.[31] Su formación académica en estas disciplinas fue autodidacta y se sabe que asistió a la academia de Velázquez por su interés de conocer las nuevas ramas matemáticas. Su preparación teórica fue sólida y quedó demostrada en documentos como la respuesta que en el año de 1785 dio al editor de la *Gaceta de México* referente a un escrito anónimo enviado a esa publicación desde California donde se aseguraba haber resuelto el antiquísimo problema de la cuadratura del círculo.[32] Consultado sobre el particular escribió una larga y erudita disertación titulada *De la cuadratura del círculo* donde mostró los errores presentes en el trabajo anónimo en cuestión. En su respuesta, que en realidad fue una disertación sobre el tema, León y Gama procedió de manera metódica, lógica y rigurosa, mostrando que fue persona acostumbrada a tratar con teoremas y demostraciones matemáticas, pues el lenguaje que usó era precisamente el de un matemático. No se limitó a señalar los errores de aquel escrito, sino que por completes de la información dirigida a los lectores de ese periódico trató sobre la imposibilidad de encontrar una solución exacta a dicho problema.[33]

Su excelente preparación matemática y astronómica permitió que calculara y predijera con exactitud la ocurrencia del eclipse solar que habría de suceder el 24 de junio de 1778. En un opúsculo de 36 páginas titulado *Descripción Orthographica Universal del Eclipse de Sol del día 24 de junio de 1778* presentó sus resultados sobre ese suceso.[34] Además de las efemérides detalladas de aquel eclipse,

---

[31] Roberto Moreno, "Ensayo bibliográfico de Antonio de León y Gama", *Boletín de Investigaciones Bibliográficas*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1970, p. 43-135.

[32] El problema consiste en "construir un cuadrado de igual área que un círculo dado" haciéndolo solamente con escuadra y compás; o lo que es lo mismo, la construcción debe hacerse enteramente usando un número finito de líneas rectas y de circunferencias.

[33] Antonio de León y Gama, *Carta de don Antonio de León y Gama al autor de la Gaceta*, México, en la Oficina de la Gaceta, 1785.

[34] Gustavo Soriano Cedillo, *Aplicaciones de la Mecánica Celeste. Un estudio comparativo de los métodos de predicción de eclipses*, México, Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 1997. Véase el Apéndice A.

León y Gama incluyó en ese trabajo las posiciones geográficas de los principales lugares del mundo donde podría verse, así como el registro de las posiciones del planeta que la penumbra producida por la Luna iría tocando, tanto al norte como al sur de la franja de centralidad. Para realizar los cálculos de aquel eclipse utilizó las *Ephemerides astronomicae* de Maximilian Hell publicadas en 1764, las de Eustachio Manfredi publicadas en 1750, así como las *Ephemerides motuum coelestium* de Eustachio Zanotto de 1751 y las *Èphèmèrides des mouvemens celestes* calculadas por Nicolas Lous de Lacaille en 1763. Todas estas obras fueron calculadas por sus autores usando el modelo cosmogónico heliocéntrico e incluyeron correcciones debidas a la elipticidad de las órbitas planetarias, a la forma elipsoidal de la Tierra y a los efectos de nutación y de otras irregularidades del movimiento terrestre causadas por la atracción gravitacional que sobre nuestro planeta ejercen la Luna y el Sol. Esta información permite afirmar que León y Gama estuvo bien enterado de los avances teóricos que habían alcanzado los astrónomos europeos.

Una obra más donde este novohispano mostró sus amplios conocimientos científicos fue la *Disertación Física sobre la materia y formación de las auroras boreales*,[35] que con motivo de la que fue vista en diversas regiones de la Nueva España al anochecer del 14 de noviembre de 1789 escribió para dar su opinión (su teoría diríamos ahora) sobre las causas de ese fenómeno. Lo primero que hay que destacar es que en aquella época no se sabía si las auroras ocurrían en nuestra atmósfera o en el firmamento, por lo que su estudio quedaba dentro del campo de la astronomía. También hay que notar que a las latitudes de nuestro país esos fenómenos ocurren muy de vez en cuando, pues en general se observan en las regiones polares, así que pueden pasar muchas generaciones antes de que sucedan por lo que pocos en el mundo habían intentado explicarlos. En aquel entonces nadie tenía idea de lo que ocasionaba las auroras así que existían muchas teorías que trataban de responder las interrogantes que su presencia ocasionaba. Aunque la explicación de don Antonio

[35] Antonio de León y Gama, *Disertación Física sobre la materia y formación de las auroras boreales*, México, Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1790.

tampoco fue correcta, en la redacción de su texto recurrió a los trabajos de buen número de los principales científicos de ese tiempo, mostrando adecuada comprensión de ellos y, si no pudo explicar lo que en realidad causaba las auroras, igual les ocurrió a sus contemporáneos porque habrían de transcurrir más de ciento cincuenta años antes de que se alcanzara el conocimiento para comprender las verdaderas causas de esos espectaculares fenómenos ocurridos en lo alto de nuestra atmósfera.

Otro personaje del que debemos ocuparnos si queremos tener una visión amplia sobre el nivel de los conocimientos astronómicos y matemáticos que en el último tercio del siglo XVIII se tenían en la Nueva España es José Ignacio Bartolache, que destacó como cultivador de la astronomía, las matemáticas, la física, como médico y como metalurgista.[36] Su preparación en el campo astronómico-matemático la obtuvo en buena medida bajo la guía de Velázquez de León pues fue su pupilo. En su compañía y en la de Antonio de León y Gama realizó diversas observaciones de fenómenos celestes. De esa actividad quedó constancia de la que llevó a cabo junto a Antonio Alzate del tránsito venusino del 3 de Junio de 1769, del que se pudo observar algunas fases en la Ciudad de México. Ese trabajo se lo encargó el Cabildo de dicha capital y lo realizaron con éxito desde la azotea del edificio que entonces ocupaba el Ayuntamiento,[37] donde con días de anticipación instalaron los telescopios y demás equipos necesarios para estudiar aquel importante suceso astronómico. El resultado fue publicado en un cartel que se tituló *Suplemento a la famosa observación del tránsito de Venus por el disco del Sol, hecho de encargo de la Muy Noble Imperial México*[38] donde se infor-

[36] Norma Angélica Rodríguez Guzmán e Ignacio Barradas Bribiesca, *Ignacio Bartolache matemático de la Nueva España*, Querétaro, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, 2010, p. 15-28.

[37] Actual edificio de Gobierno de la Ciudad de México localizado al sur del Zócalo capitalino, entre las avenidas 20 de Noviembre y 5 de Febrero.

[38] Marco Arturo Moreno Corral, "Ciencia y arte en dos publicaciones astronómicas novohispanas del siglo XVIII", México, *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, núm. 102, primavera 2013, p. 11-31.

mó lo que se hizo y se ilustró el estado del Sol en el momento del tránsito.

Los conocimientos astronómicos de Bartolache, pero sobre todo el hecho de que siempre demostró un genuino interés por la nueva ciencia,[39] debió ser la principal razón por la que Velázquez de León lo propuso como suplente en sus frecuentes ausencias a la cátedra de Astronomía y Matemáticas. En efecto, entre 1766-1768 y 1772-1773 substituyó a don Joaquín, quien de esa forma debió pensar que garantizaría los cambios que había introducido en la enseñanza de esas disciplinas en la Real y Pontificia Universidad de México. Consecuencia directa de su primer periodo encargado de aquella cátedra como suplente fue la publicación que en 1769 hizo de las *Lecciones Matemáticas* que muestran lo que debió enseñar en la Universidad. A pesar de su nombre esa obra no es un curso de matemáticas propiamente dicho, sino más bien un texto que trató sobre el método científico aplicado a las matemáticas y donde Bartolache definió el alcance y limitaciones de éste. Para justificar la importancia de realizar esos estudios dijo que: "…en cualquier ciencia pueda usarse el método matemático… sirvense los Geómetras de él para inquirir y enseñar metódicamente la verdad de Definiciones, Axiomas, Postulados, Teoremas, Problemas, Corolarios, Escolios y Lemas".[40]

A continuación, dio la definición precisa de cada uno de esos términos. A lo largo de 44 páginas discurrió sobre el método en las ciencias. Para ello siguió sobre todo a René Descartes. Al comenzar su obra Bartolache indicó que publicaría otros escritos matemáticos dependiendo de la aceptación que tuvieran entre el público, lo que no sucedió, o bien porque no tuvo la respuesta esperada, o por los problemas que don Ignacio enfrentó con diversos personajes que impugnaron la forma novedosa con la que pretendía enseñar las

---

[39] Moreno, Roberto, "Introducción", en José Ignacio Bartolache, *Mercurio Volante*, México, Biblioteca del Estudiante Universitario/101, Universidad Nacional Autónoma de México, 1979, XLIII-XLVIII.

[40] José Ignacio Bartolache, *Lecciones Matemáticas que en la Real Universidad dictaba…* México, Imprenta de la Biblioteca Mexicana, MDCCLXIX, postulado 3.1 (sin paginación).

matemáticas en la Universidad Mexicana,[41] actitud que finalmente lo cansó y lo alejó de esa institución.[42]

Tanto León y Gama como Bartolache realizaron observaciones astronómicas en compañía de Velázquez de León tal y como este último escribió:

> "En efecto, desde el día 25 de marzo hasta el 10 de abril de 1771, en la calle de San Lorenzo, en la casa más alta de ella que está a la mitad de la acera que mira al norte, con un cuarto de círculo de dos pies y medio de radio, armado de un anteojo acromático y de un excelente micrómetro, todo de la fábrica de Mr. Canivet, ingeniero instrumentario de la Academia Real de las Ciencias, acompañado siempre del doctor don José Ignacio Bartolache y muchas veces de don Antonio Gama, matemáticos de esta ciudad, observamos ocho veces la altura meridiana del centro del sol y cinco la culminación de la estrella de primera magnitud, llamada Spica Virginis, entre las que no habiendo intervenido nunca la diferencia de diez segundos, usando las Efemérides y tablas de Mr. De Lacaille (que son hasta hoy las mejores de Europa) para computar la declinación y demás correcciones de dichos astros, dedujimos la latitud boreal de México de 19º 25´ y 58´´, que puede redondamente suponerse de 19º y 26´´'.[43]

Sin duda esta cita muestra que esos astrónomos también estuvieron interesados en resolver el problema de las coordenadas geográficas precisas de la Ciudad de México y, puesto que los mejores instrumentos para hacerlo eran los que habían pertenecido a la fallida comisión francesa y que quedaron en custodia de Velázquez de León, se unieron a él para realizar los trabajos correspondientes.

Otro logro de Bartolache fue que en las lecciones que impartió realizó experimentos específicos de física, lo que resulta notable, sobre todo si se toma en cuenta el estado de la enseñanza que las

---

[41] Roberto Moreno, "Las lecciones matemáticas del doctor Bartolache", *Anuario de Humanidades*, vol. II, 1974, p. 221-272.

[42] María de Lourdes Ibarra Herrerías, *José Ignacio Bartolache. La Ilustración en Nueva España*, México, Tesis de Licenciatura en Historia, Escuela de Historia, Universidad Iberoamericana, 1976, pp. 75-76 y 93.

[43] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez*…, p. 197.

ciencias tenían en la Real y Pontificia Universidad de México en aquellos años. Los números 3 y 4 de su periódico *Mercurio Volante* publicados el 4 y el 11 de noviembre de 1772[44] los dedicó a "los instrumentos más necesarios y manuales que sirven a la buena física" e hizo una detallada descripción del termómetro y del barómetro, la manera en que funcionan y cómo usarlos. Además, y esto es lo que interesa resaltar aquí, escribió el siguiente párrafo.

> "El año pasado de 67 expliqué y demostré todo lo perteneciente a la construcción del termómetro y del barómetro a muchos jóvenes que frecuentaban el aula de matemáticas en la Real Universidad: y he visto después que no fue inútil la instrucción, pues se han verificado algunos por los estudiantes de medicina y otros aficionados. Así que no faltará en México a quién preguntar cómo se entienden esos negocios".[45]

Finalmente, la preparación científica y técnica de don Ignacio fue reconocida, pues se le nombró Apartador General de la Casa de Moneda de México, puesto en el que pudo mostrar sus conocimientos en física, química y metalurgia.

Otro criollo novohispano que destacó como observador de sucesos celestes fue José Antonio Alzate y Ramírez, quien por sus otras facetas sin duda ha sido el mejor estudiado dentro de ese grupo de notables novohispanos interesados en las ciencias exactas. Fue un personaje multifacético que, gracias a que contó con recursos propios, publicó el *Diario literario de México* y las *Gacetas de literatura de México* que le permitieron desarrollar una labor de divulgación científica muy variada.

Alzate realizó diversos trabajos astronómicos que en algunos casos publicó. No fueron de tipo teórico sino resultado de observaciones puntuales de fenómenos notables como sus estudios de las manchas solares, los eclipses de Sol de 1778 y 1784, el de luna de diciembre de 1769 y la presencia de cometas. Sus observaciones del

---

[44] José Ignacio Bartolache, *Mercurio Volante*, México, Biblioteca del Estudiante Universitario/101, Universidad Nacional Autónoma de México, 1979, pp. 23-44.
[45] Bartolache, *Mercurio Volante*…, p. 27.

tránsito venusino del 3 de junio de 1769 realizadas en compañía de Bartolache y de León y Gama desde la parte alta de las casas del Cabildo de la Ciudad de México, así como las que hizo del tránsito de Mercurio por el disco solar ocurrido el 9 de noviembre del mismo año las publicó como hojas sueltas destinadas a informar a un sector amplio de la población.[46] En ellas reportó los datos que obtuvo así como los instrumentos que utilizó para realizarlas e incluyó dibujos de las trayectorias que esos planetas siguieron proyectados contra el brillante disco del Sol. Hasta donde se ha podido investigar esos dibujos tienen el valor de ser de los primeros impresos en México que mostraron las manchas solares, datos que en la actualidad han sido revalorados por investigadores que estudian el comportamiento de nuestra estrella pues son de los pocos que existen a nivel mundial de aquella época.[47]

El año de 1769 fue rico en sucesos astronómicos de importancia, pues hubo dos tránsitos planetarios: uno de Venus -suceso muy poco común- y otro de Mercurio. También ocurrieron cinco eclipses: tres de Sol y dos de Luna. Los solares ocurrieron los días 8 de enero, 4 de junio y 28 de noviembre. De ellos sólo el de junio fue total. Debido a la hora en que sucedieron, así como por el trayecto seguido por los vértices del cono de sombra proyectado por la Luna sobre la superficie terrestre, ninguno de ellos fue visible desde la Nueva España. De los lunares el ocurrido el 18 de junio fue total mientras que el del 12 de diciembre fue parcial ya que la superficie lunar quedó cubierta por la sombra terrestre en un 75%. El primero fue observado desde la capital de la Nueva España, al menos por León y Gama y Alzate, mientras que en el sur de la península bajacaliforniana lo estudiaron Joaquín Velázquez de León y los miembros de la expedición astronómica franco-española encabezada por Chappe D'Auteroche.[48] El segundo también fue estudiado por Alzate, quien con suficiente anticipación se preparó para

[46] Moreno Corral, "Ciencia y arte en dos publicaciones...", p. 15-16.

[47] J. M. Vaquero, R. M. Trigo, M. C. Gallego y M. A. Moreno-Corral, "Two Early Sunspots Observers: Teodoro de Almeida and José Antonio Alzate", *Solar Physics*, 240, núm. 1, 2007, p. 165-175.

[48] Manuel Álvarez *et al.*, *Memoria sobre las observaciones…*, p. 1-18.

observarlo desde la capital novohispana. Con ese motivo publicó en 1770 en la Ciudad de México el opúsculo titulado *Eclypse de Luna del doce de diciembre de 1769,*[49] que fue un reporte destinado a informar a un público amplio sobre lo que observó, pero que también utilizó para explicar la naturaleza de esos sucesos que no debían ser temidos. Este documento es importante para los historiadores de la ciencia mexicana porque, aunque es breve, permite conocer en forma directa el ambiente científico que verdaderamente imperó en la Nueva España en aquella época. Un trabajo de ese tipo hace mucho que dejó de considerarse en la frontera del conocimiento astronómico, así que para establecer su valor adecuadamente debe situarse en el momento en que se produjo y recordar que el estudio moderno de la interacción Tierra-Luna, así como la comprensión completa de los mecanismos que originan los eclipses solares y lunares, tuvieron inicio con las investigaciones sobre mecánica celeste que Newton publicó en 1687; pero fueron las investigaciones de Clairaut en su *Théorie de la lune* de 1752, y los trabajos sobre diversos aspectos del movimiento lunar realizados por astrónomos y matemáticos tan destacados como Euler, D'Lambert, Lagrange y Laplace, los que finalmente permitieron determinar con precisión los eclipses.

De la lectura del opúsculo de Alzate y en especial de algunos de sus párrafos puede pensarse que conoció al menos en lo general los *Principia Mathematica* de Newton, ya que en su trabajo mencionó el concepto de atracción gravitacional, aunque no parece haberla comprendido del todo pues no aceptó la idea de la existencia de fuerzas de acción recíproca entre astros separados por el vacío. Al igual que muchos de sus contemporáneos, tanto europeos como americanos, seguía pensando que para ello era necesario un medio material. Al analizar la parte del reporte referente a la observación misma se aprecia claramente que Alzate realizó su investigación apegado al método convencional utilizado por los observadores de este tipo de sucesos; registró los tiempos en que la sombra proyectada por la

[49] José Antonio de Alzate y Ramírez, *Eclypse de Luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años. Observado en la imperial Ciudad de México*, México, Joseph Jáuregui, 1770.

Tierra o umbra cubría diferentes cráteres y otros accidentes notables de la superficie lunar. El escrito también deja ver que su observación no fue fortuita, sino que resultó de un plan de trabajo bien pensado cuya correcta puesta en práctica permitió que obtuviera la mayor precisión posible de aquellas observaciones. Para lograrlo aprovechó al máximo los instrumentos que tuvo disponibles, los que previamente probó para estar seguro de su bondad. Aunque no aclaró explícitamente su motivación científica para realizar la observación debió ser en primera instancia obtener información sobre la verdadera longitud de la Ciudad de México; problema que ya se ha dicho tuvo gran importancia para los científicos novohispanos. Un segundo motivo pudo ser lograr datos que permitieran esclarecer algunas interrogantes que por entonces había respecto al sistema Tierra-Luna, así como la posible constitución de nuestro satélite.

Al medir cuidadosamente el avance de la sombra proyectada por nuestro planeta sobre la superficie de la Luna era posible determinar el valor real del disco lunar. Obtener datos que permitieran refinar ese valor era importante en aquella época ya que en 1707 Philippe de Lahire había encontrado que en promedio resultaba un 2.5% mayor que lo predicho por los cálculos teóricos desarrollados de acuerdo con la teoría newtoniana. Gracias a la exactitud que ya entonces tenían los aparatos de medición esta diferencia no podía ser interpretada como un error de observación, así que los astrónomos aprovecharon todos los eclipses lunares que pudieron observar para obtener más información al respecto y con ella tratar de entender cuál era la causa de esa diferencia.

El eclipse en cuestión ocurrió durante la noche del martes 12 y la madrugada del miércoles 13 de diciembre de 1769. Aunque Alzate nunca lo mencionó en su texto, fue un eclipse parcial, pero ese dato se halla implícito en su reporte pues entre los datos que proporcionó dijo que *"…la sombra llegó hasta cerca de Tycho, dejando ocultos los Mares del Néctar y de las Nubes"*.[50]

---

[50] Alzate y Ramírez, *Eclypse de Luna del doce de diciembre*…, renglón de la tabla de los tiempos del eclipse correspondiente a las 11 horas, 36 minutos, 24 segundos. El trabajo no tiene paginación.

Los cálculos modernos para ese eclipse muestran que duró un total de tres horas, dos minutos. Según lo que reportó Alzate duró solamente dos horas, cincuenta y siete minutos, cuarenta y cuatro segundos. La diferencia entre estos valores se debe fundamentalmente a que las modernas tablas que dan la posición de la Luna a lo largo de toda su órbita son más precisas que las que había en el siglo XVIII, lo que permite mayor exactitud en la elaboración de las efemérides correspondientes. Pero debe hacerse notar que parte de esa diferencia se debió a que durante el eclipse las nubes cubrían la Ciudad de México, aspecto que dificultó la determinación precisa de las diferentes fases del suceso, en especial su principio y su fin.

Un aspecto interesante para quien estudia el desarrollo de la ciencia y la técnica en el México colonial es que ese opúsculo indica con cierto detalle los instrumentos de observación y medición utilizados. Los aparatos del tipo de los que Alzate manejó durante la observación eran difíciles de conseguir en la Nueva España y resultaban muy caros y escasos. En este reporte nuestro astrónomo mencionó haber medido el tiempo con un "Péndulo Real de segundos, construido por el inglés Juan Eblivorth" que, según pruebas hechas por él previas al suceso, tenía una precisión de 12 segundos en cada 24 horas, lo que para ese momento lo hacía un instrumento exacto. También utilizó un telescopio refractor de "siete pies, y tres pulgadas"[51] sobre el que no dio más información, sólo señaló en una nota de pie de página que "se compone de dos vidrios, el ocular, y el objetivo" y que ambos pueden ser "ó plano convexos, ó convexo convexos". Sin embargo, como también aclaró que la imagen que producía aquel aparato era invertida, puede concluirse que se trató de un telescopio kepleriano que en efecto se forma por dos lentes convexas separadas entre sí por una cierta distancia, que además de amplificar la imagen del objeto en estudio dando así la sensación de cercanía, tienen la propiedad de invertirla por lo que el observador mira los objetos como si estuvieran de cabeza.

[51] Distancia un poco mayor a los dos metros que debió ser igual a la distancia focal de ese instrumento.

Cómo obtuvo ese y otros instrumentos similares se desconoce; sin embargo, al leer otros de sus trabajos y algunos de los de sus conterráneos, surge evidencia que indica que los telescopios los pudo fabricar Alzate mismo. Al escribir sobre la geografía novohispana nuestro autor discutió distintas determinaciones hechas hasta su época de la longitud de la Ciudad de México. Al mencionar las que él hizo, afirmó que "al ver esta diferencia estaba perplejo; por una parte, conocía había puesto todo el esmero en ejecutarlas; por otro veía podía haber algún error en mis instrumentos, que como construidos por mí o a mi dirección, eran susceptibles de error."[52]

Velázquez de León confirmó indirectamente la existencia de esos instrumentos, ya que al tratar sobre las observaciones de los satélites de Júpiter que él realizó a partir de 1755 y, ante la pretensión de Alzate de haber sido el primero en observarlos en la Nueva España, escribió:[53]

> "… pero estemos en hora buena precisamente a las observaciones de los satélites; ello es cierto que para que éstas sean dignas de fe no basta la suficiencia del observador, sino que es menester también la de los instrumentos y el mismo don José Alzate confiesa de los suyos haber sido hechos aquí y a su dirección. Yo no los he visto, dóilos por buenos; pero nunca los creeré comparables a los ejecutados por Dollond, Canivet y Berthound, que fueron los que yo usé en las mismas observaciones…".[54]

Alzate se caracterizó por una constante actitud polémica que lo llevó a frecuentes discusiones y enfrentamientos con varios de sus conciudadanos, las cuales quedaron registradas en sus *Gacetas*. En el caso que aquí nos ocupa, Alzate intentó quitar crédito a

---

[52] José Antonio Alzate y Ramírez, *Obras I- Periódicos*, México, Edición, introducción, notas e índices por Roberto Moreno, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1980, p.111.

[53] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez*…, p. 207.

[54] Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez*…, p. 210.

Velázquez sobre la primacía de aquellas observaciones, por lo que escribió el artículo "Inmersiones de los satélites de Júpiter hechas en la Ciudad de México el año de 1770 con un telescopio de 7 pies 3 pulgadas que hace un efecto mayor que un gregoriano de 2 pies", título que hacía alusión directa a uno de los telescopios europeos que utilizó don Joaquín. La pregunta que surge inmediatamente es: ¿fue presunción de Alzate engendrada por su personalidad o se trató de verdadera superioridad instrumental? Desgraciadamente no tenemos manera de dar una respuesta definitiva pues se desconocen los datos técnicos de aquellos telescopios. Lo que sí puede decirse es que un telescopio refractor kepleriano como el que nuestro personaje menciona no era tecnológicamente difícil de fabricar en la Nueva España de fines del XVIII, ya que el vidrio para pulir los lentes estaba disponible, pues desde el siglo XVI había fábricas de este material en Puebla. El estudio del desarrollo que tuvo la óptica en México ha mostrado que la información teórica y práctica necesaria para tallar lentes como el que mencionó Alzate era conocida por él y algunos de sus coterráneos,[55] así que bien pudo hacerlo. La viabilidad de esa acción es confirmada cuando se sabe que más de cien años antes el poblano Alejandro Favián, refiriéndose a intentos que entonces hizo para fabricar algunos lentes, escribió que "El vidrio que yo hice labrar en esta ciudad juzgo no puede ser mejor y las dichas esferas salen buenas aunque no grandes".[56]

Los intereses científicos de Alzate fueron variados y mucho de lo que llegó a saber lo difundió a través de diversas publicaciones que con sus propios recursos fue publicando a lo largo de los años.[57] El

---

[55] Marco Arturo Moreno Corral y Esteban Luna, "Evidencias sobre la introducción temprana de la óptica en México", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, vol. 13, núm. 2, 1999, p. 71-78.

[56] Osorio Romero, *La luz imaginaria…*, p. 29.

[57] Alberto Saladino García, *Dos científicos de la Ilustración Hispanoamericana: J. A. Alzate F. J. de Caldas,* México, Coordinación de Humanidades-Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma del Estado de México, 1990.

14 de noviembre de 1789 se vio sobre la capital novohispana y muchas otras poblaciones de la Nueva España una aurora boreal, fenómeno que muy pocas veces llega a verse a las latitudes de nuestro país, por lo que llamó mucho la atención además de causar pánico entre la mayoría de quienes observaron ese fenómeno natural. Con tal motivo se generó una interesante polémica sobre las causas que originaban ese fenómeno[58] y se escribieron diversos artículos como el ya mencionado de León y Gama[59] y los de otros personajes menos conocidos.[60] Por considerar que ilustra bien la forma en que procedió Alzate para observar e interpretar aquel suceso, a continuación se reproduce lo que sobre él escribió:

> "Serían las 8 y media de la noche, cuando mi mozo advirtió se registraba en el cielo una luz particular por la parte del norte; al punto subí a mi pequeño observatorio y registré una parte del círculo formada de una luz rojo obscura. La persuasión en que estaba de que las auroras boreales sólo son observables en las partes septentrionales o meridionales del globo, me tenía perplejo. A primera vista parecía que en la villa de Guadalupe había algún incendio; pero reconociendo que entre la luz y la ciudad se miraban bien claros los cerros que están contiguos a la villa, se me presentaba la idea de que acaso el pueblo de San Juanico o de San Cristóbal eran los que incendiados causaban aquella luz; pero también advertía que estos pueblos son pequeños para poder esparcir tanta copia de luz, a más de que en un incendio la luz se observa cónica y no circular como la de la ocasión; por lo mismo deseché la idea de que fuesen algunos campos incendiados, pues sólo en la primavera acostumbran quemarlos, a más de que en estas ocasiones no se registra semejante

[58] A. Luna, S. Biro, "La ciencia en la cultura novohispana: el debate sobre la aurora boreal de 1789", *Revista Mexicana de Física E*, vol. 63, 2017, p. 87-94.

[59] León y Gama, *Disertación Física sobre la materia…*

[60] Marco Arturo Moreno Corral y María Guadalupe López Molina, "Experimental Chemistry in Mexico at the end of the XVIII century. Comments on the *Discurso físico sobre la formación de las Auroras Boreales,* by José F. Dimas Rangel, 1789", *Boletín de la Sociedad Química de México*, vol. 2 , núm. 2, 2008, p. 63-66.

fenómeno, por lo que hube de reconocer que era una aurora boreal".[61]

El último de los criollos novohispanos que mencionaremos en esta parte es Felipe Zúñiga y Ontiveros, personaje que ha sido muy estudiado por su actividad como impresor de la Nueva España;[62] no obstante, su labor astronómica es prácticamente desconocida, por lo que aquí haremos referencia a ella. Por cuestiones familiares en 1773 don Felipe tuvo que hacer un listado de sus bienes y lo sorprendente del documento que entonces escribió es que en él mencionó un extenso grupo de aparatos para trabajo técnico y científico de los que algunos eran entonces verdaderamente novedosos y por ello se pensaba que no los habría en la Nueva España. Ese documento fue publicado doscientos veinte años después, en 1993, y en él se listan 120 instrumentos científicos[63] entre los que pueden mencionarse varios telescopios reflectores y refractores; microscopios; relojes mecánicos, solares y de arena; astrolabios; cuadrantes, sextantes y ballestillas; barómetros y termómetros; globos terrestres y celestes, al igual que reglas, compases y otros aparatos de medición, de nivelación y de dibujo. Dada la época y el lugar, este inventario resulta verdaderamente notable, sobre todo por lo que se refiere a los telescopios, que según indicaciones del mismo Zúñiga y Ontiveros eran de fabricación inglesa y de la mejor calidad. Al ser traídos desde Europa debieron resultar muy costosos y fuera del alcance de la mayoría de los habitantes de la Nueva España.

Entre las diversas actividades desarrolladas por Zúñiga estaba la de agrimensor, profesión que para su correcto desempeño requería de conocimientos astronómicos, ya que las determinaciones

---

[61] José Antonio Alzate, *Gacetas de Literatura de México*, tomo I Puebla, Reimpresas en la oficina del hospital de S. Pedro, 1831, p. 231.

[62] Manuel Suárez Rivera, *Dinastía de tinta y papel. Los Zúñiga Ontiveros en la cultura novohispana (1756-1855)*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-Universidad Nacional Autónoma de México, 2019.

[63] Arturo Soberón Mora, "Felipe de Zúñiga y Ontiveros, un impresor ilustrado de la Nueva España", *Tempus. Revista de Historia de la Facultad de Filosofía y Letras*, núm. 1, 1993, p. 51-75.

primarias de las posiciones geográficas que se consignaban en los planos y mapas que esos técnicos elaboraban se hacían a partir de la observación de sucesos astronómicos como eclipses, el movimiento del Sol, la Luna y de la posición que las estrellas guardan en el firmamento, así que al menos parte de aquel valioso equipo debió ser usado para esas labores; pero los diversos telescopios y sus aditamentos realmente los usó para estudios astronómicos tal y como indica un grabado recientemente descubierto que muestra la observación que desde la capital novohispana llevó a cabo don Felipe del tránsito venusino del 3 de junio de 1769.[64] El detalle, la metodología y el número de telescopios e instrumentos auxiliares que ahí se describen permite considerarlo como una "fotografía instantánea" del sitio de observación que don Felipe usó para realizar la observación de aquel tránsito, imagen que muestra la forma de operar de un astrónomo en el momento mismo de realizar sus estudios sobre aquel importante suceso.

El mencionado inventario también incluye un buen número de libros técnicos y científicos que, si bien para aquel momento la mayoría pueden considerarse de un saber antiguo, seguían siendo usados por los novohispanos. Tanto los instrumentos como los libros aparecen claramente tazados, lo que podría indicar que Zúñiga y Ontiveros los vendía, ya que es bien sabido que tuvo una de las mayores librerías de la Nueva España de la segunda mitad del siglo XVIII. De ser ese el caso este personaje podría haber sido uno de los proveedores de los instrumentos científicos que algunos de sus conciudadanos poseyeron y a los que antes se ha hecho referencia.

Para concluir este capítulo mencionaremos una nota curiosa que apareció en la *Gazeta de México* que bien podríamos catalogar como un aviso oportuno de los que actualmente publican los periódicos. Al final de la correspondiente al miércoles 14 de enero de 1784

[64] Marco Arturo Moreno Corral y Manuel Suárez Rivera, "Un grabado novohispano inédito. El tránsito de Venus de 1769 y los instrumentos científicos de Felipe Zúñiga Ontiveros", *Bibliographica*, vol. 5, núm. 1, primer semestre 2022, p. 130-158.

puede leerse que "quien tuviere un Anteojo Gregoriano de reflexión ocurra a la calle de Tiburcio número 49, donde se le comprará".[65] Nota que, por la singularidad y costo del instrumento al que hace referencia, da la impresión de que quien la hizo publicar estaba tratando de recuperarlo por haberlo perdido, o quizá porque se lo habían robado. Esas gacetas por cierto eran publicadas en la imprenta de Zúñiga y Ontiveros.

[65] Manuel Antonio Valdés, *Gacetas de México, compendio de noticias de Nueva España*, México, Felipe Zúñiga y Ontiveros, 14 de enero de 1784, p. 15.

Capítulo IV.
La discusión novohispana sobre los sistemas del mundo

La estructura y movimiento de los cuerpos celestes

Se conoce como sistemas del mundo al conjunto de ideas y representaciones que desde la Antigüedad se han usado para explicar la distribución y los movimientos de los astros, el geocéntrico, el heliocéntrico y el geo-heliocéntrico.[1] Para el siglo XVI fundamentalmente existían tres de ellos; el geocéntrico originado en la Grecia clásica y que Aristóteles sistematizó en sus textos sobre la naturaleza. Ese modelo fue matematizado en el siglo II de nuestra era por Tolomeo en su *Almagesto,* el cual gracias a que la cultura árabe lo absorbió logró sobrevivir para ser reintroducido en Europa siglos después, donde su contenido fue simplificado y popularizado por Johannes de Sacrobosco en el siglo XIII a través de su libro *De Sphaera*.[2] Desde los primeros años de la décimo sexta centuria Nicolás Copérnico trabajó buscando superar los problemas y deficiencias que el geocentrismo estaba enfrentando. Al no lograr una solución adecuada finalmente en 1543 publicó su *De Revolutionibus Orbium Coelestium* en el que presentó y justificó su sistema heliocéntrico en el que la Tierra pasó a ser un planeta más orbitando alrededor del Sol junto con Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno; además de considerar al conjunto de las estrellas fijas como algo verdaderamente lejano. A pesar de los obvios avances que el modelo heliocéntrico proporcionó para explicar los movimientos de los astros no fue aceptado inmediatamente y habrían de pasar más de cien años para que se le considerara como una realidad física. A ello contribuyó fuertemente Johannes Kepler quien rompió paradigmas establecidos más de dos mil años antes cuando demostró que las órbitas planetarias no eran circulares sino elípticas, algo que incluso Copérnico

---

[1] Julius Sageret, *El Sistema del Mundo desde Pitágoras hasta Eddington*, México, Editorial Orión, 1945, p. 17-36.

[2] John Louis Emil Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, New York, Dover Publications, 1953, p. 233.

no vio, pues en su sistema heliocéntrico consideró que los planetas giraban en torno al Sol en trayectorias circulares. Por su parte Galileo Galilei con sus observaciones telescópicas hechas a partir de 1609 contribuyó fuertemente a apuntalar el heliocentrismo al mostrar la realidad física de este modelo, lo que como es bien sabido no fue aceptado por la Iglesia Católica cuya jerarquía se aferró dogmáticamente al geocentrismo incluso hasta bien entrado el siglo XVIII.

El tercer sistema del mundo fue el ideado por Tycho Brahe quien conociendo el sistema copernicano no lo aceptó; sobre todo porque al disponer de los mejores instrumentos astronómicos de su época, no pudo detectar los movimientos de las estrellas que el heliocentrismo implicaba, así que para explicar lo que había observado y medido desarrolló el modelo geo-heliocéntrico donde la Tierra seguía inmóvil en el centro del mundo, pero alrededor de ella además de la Luna giraba el Sol que a su vez era el centro de los movimientos de Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.[3] Este sistema que "salvaba las apariencias" fue bien recibido por los religiosos, pues en aquella época de crisis en que las explicaciones sobre los fenómenos de la naturaleza estaban cambiando rápidamente les permitió aferrarse a lo dicho en las Sagradas Escrituras respecto a la centralidad e inmovilidad de la Tierra. Entre los más fuertes defensores de la idea de Tycho se hallaban los jesuitas quienes a través de sus colegios fueron introductores en la Nueva España de cambios en la enseñanza del saber científico.[4] Dicho lo anterior se harán algunos comentarios sobre las concepciones relativas al cosmos que durante el siglo de la Ilustración manejaron las personas cultas de nuestra nación.

---

[3] Dreyer, *Tycho Brahe…*, p. 167-169.

[4] José Morales Orozco, *Los jesuitas y la ciencia. Los límites de la razón*, Presentación, *Artes de México*, Número 82, Año 2005, p. 39-43.

La visión de los astrónomos

La información disponible muestra que tanto Joaquín Velázquez de León, Antonio León y Gama y José Ignacio Bartolache habían asimilado las ideas heliocéntricas y aunque salvo el resumen de la presentación que el primero hizo para obtener en propiedad la cátedra universitaria correspondiente no se conoce ningún documento escrito por ellos que claramente muestre ese hecho. Su actitud general de modernidad en la ciencia y sobre todo el uso regular que hicieron de textos europeos basados en la concepción heliocéntrica indican que ya habían dejado atrás los modelos del mundo tolemaico y tychonico. Se sabe que don Joaquín, estudió el heliocentrismo en fuentes originales ya que según indicó Humboldt[5] la física la aprendió directamente en la obra de Newton *Philosophia naturalis principia mathematica*; la cual además de presentar los conceptos sobre el movimiento planetario causado por la fuerza gravitacional dedicó el libro tercero titulado *Sobre el Sistema del Mundo*[6] para analizar consecuencias de la aplicación de esa fuerza en la naturaleza, mostrando así la realidad física del modelo heliocéntrico. Por otra parte, también se ha establecido que Velázquez de León poseyó un ejemplar de la tercera edición del *De Revolutionibus* de Copérnico[7] así que sus conocimientos sobre la estructura de nuestro sistema planetario los debió adquirir directamente de esas obras.

Por lo que se refiere a don Antonio León y Gama se conoce el contenido de su biblioteca personal[8] sabiéndose que también tuvo

---

[5] Alejandro de Humboldt, *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, México, Sepan cuantos… Editorial Porrúa, 2002, p. 81.

[6] Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural,* Madrid, Alianza Editorial, 1987, 615-786.

[7] Moreno Corral, *Copérnico y el heliocentrismo…*, p. 102.

[8] Roberto Moreno, "La biblioteca de Antonio de León y Gama", en *Ensayos de bibliografía mexicana. Autores, libros, imprenta, bibliotecas*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986, p. 167-196.

obras de Isaac Newton que como ya se ha dicho mostraron la realidad física del heliocentrismo. Además, poseyó textos de otros autores que definitivamente eran copernicanos.[9] De Bartolache igualmente se conoce el contenido de su biblioteca[10] en la que se encontraban obras como la *Física Newtoniana por Monsieur Voltaire* que no era otra cosa que la traducción de los *Principia* de Newton hecha por Madame Émilie du Châtelet y comentada por Voltaire. Bartolache también tuvo diversos textos de astronomía de autores totalmente identificados con el heliocentrismo como las *Leçons d'astronomie* de Nicolas Louis de Lacaille y los *Discours sur la figure des astres* de Pierre Louis Mauperuis. En virtud de la información presentada en estos dos últimos párrafos, pero sobre todo en la actuación que tuvieron como científicos, es que puede afirmarse que estos tres astrónomos novohispanos de la segunda mitad del siglo XVIII realmente eran copernicanos puesto que aceptaron la realidad física del modelo heliocéntrico.

Igualmente sabemos que en definitiva la astrología ya no les interesó ni siquiera para polemizar en contra de ella. También se sabe que la modernidad que Velázquez llevó a la cátedra de Astronomía y Matemáticas, y que Bartolache apoyó durante los periodos que lo sustituyó, creó malestar y oposición entre profesores y alumnos universitarios que se identificaron con los grupos conservadores. A consecuencia de esa actitud el propio rey español tuvo que intervenir a través de una Cédula Real fechada el 12 de junio de 1778 donde aclaró con precisión "que el objeto de la cátedra de astrología era distinto del de la de Medicina y que lo que su catedrático debía saber y leer, era Matemáticas".[11]

---

[9] Marco Arturo Moreno Corral, "Textos sobre Física en la biblioteca de un científico novohispano del siglo XVIII", *Revista Mexicana de Física* E. **18**, 020301, July-December 2021, p.1-6.

[10] Ramón Sánchez Flores, "José Ignacio Bartolache El Sabio Humanista a través de sus bienes, sus libros e instrumentos de trabajo", *Boletín del Archivo General de la Nación*, Tomo XIII, 1972-1976, p. 187-216.

[11] Izquierdo, *Montaña y los orígenes…*, pp. 65 y 117.

Esta disposición además de tardía no fue cumplida por lo que la primera cátedra de ciencias exactas que hubo en la Universidad no pudo evolucionar para alcanzar los nuevos paradigmas de esas disciplinas.

En cuanto a Antonio Alzate y Ramírez a pesar de que en muchos aspectos de su actividad académica y de divulgación luchó por la modernidad no parece haber sido ese el caso respecto del heliocentrismo, pues algunos de sus escritos lo presentan en el mejor de los casos como un hombre de transición, ya que indican que no tuvo claridad respecto a la validez física del sistema del mundo surgido de las ideas de Copérnico, ni respecto a algunas de sus implicaciones como, por ejemplo, el concepto de fuerza gravitacional como generadora del movimiento planetario. Esa actitud dual se presenta en el opúsculo que con motivo del eclipse lunar ocurrido el 12 de diciembre de 1769 escribió para reportar sus resultados.[12] Al hablar ahí de los movimientos lunares explícitamente mencionó el "Systema Ticoniano" para explicar algunos de ellos. También se refirió a la Luna y a el Sol llamándolos planetas como lo hacían los defensores del geocentrismo. Sin duda Alzate fue un hombre polémico que se sabe que fue un buen observador de sucesos celestes, además en sus variadas publicaciones con frecuencia atacó las ideas astrológicas, como cuando publicó la traducción de un extenso artículo debido al científico francés Alexandre Savérien, quien lo había publicado en el *Dictionaire universel de mathematique et de physique* en el año de 1753. Al hacerlo agregó un comentario que es ilustrativo de cómo Alzate entendía las ideas astrológicas: "Si en sus pronósticos siguiesen lo astronómico, abandonando lo astrológico, serían de mucha mayor utilidad".[13]

Con este último comentario queremos resaltar que si bien Alzate tuvo una actitud de franca apertura hacia las nuevas corrientes científicas que se producían en Europa, ello de ninguna manera implica

---

[12] Alzate y Ramírez, *Eclypse de Luna del doce de diciembre…* Ver la discusión que hace en torno al movimiento lunar.

[13] Alzate, *Obras I – Periódicos…* pp. 28-30.

que haya sido copernicano, lo que no va en demérito de todo lo que hizo para promover y divulgar los nuevos conocimientos. Simplemente como sucedió a muchos de sus contemporáneos, tanto americanos como europeos, hubo tal cantidad de cambios en la ciencia de su época que no pudo aceptar todas las novedades.

El plano teórico o filosófico

En la sección anterior nos ocupamos principalmente de la astronomía de observación hecha en México en la segunda mitad del siglo XVIII. Ahora diremos algo sobre sus fundamentos teóricos que en aquella época seguían enmarcados dentro de los programas de estudio de lo que se llamó Filosofía Natural. Tanto en los colegios de las órdenes monásticas como en la Universidad, en esos cursos era donde se hablaba de los sistemas del mundo. Esto es lo que nos ha llevado a considerar en este trabajo a algunos novohispanos que más que astrónomos han sido tipificados como filósofos o profesores de filosofía.

Los primeros indicios del cambio de paradigmas astronómicos se han encontrado hacía la década de 1760 entre algunos de los jesuitas que impartían los cursos de Artes o cursos filosóficos de varios de los colegios novohispanos. Uno de aquellos personajes fue Francisco Xavier Clavijero. Hacia 1765 impartió cursos sobre esos temas, primero en el colegio que los jesuitas tenían en Valladolid y luego en el de Guadalajara. Su *Physica Particularis* quedó manuscrita hasta fecha reciente, pero afortunadamente ha sobrevivido un ejemplar conservado actualmente en la Biblioteca Pública del Estado de Jalisco, lo que nos ha permitido conocer las ideas básicas que enseñó sobre los sistemas del mundo. Ese texto que bien puede ser considerado como un curso de Cosmografía o descriptivo sobre el cosmos, contiene en su capítulo quinto en la sección dedicada a tratar "Sobre el sistema del Mundo", una presentación general sobre los modelos de Tolomeo, de Copérnico y de Tycho Brahe. Clavijero explicó con gran detalle el sistema geocéntrico del astrónomo griego, pero señalando sus deficiencias, lo que lo llevó a concluir que: "no concuerda con los fenómenos de la astronomía".[14]

---

[14] Francisco Xavier Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna en Valladolid de Michoacán, hoy Morelia,* Morelia, traducción del latín al castellano de la *Física Particular*, por el Dr. Bernardo Navarro, Centro de Estudios sobre la Cultura Nicolaita, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1995, p. 69.

Luego expuso en forma amplia las principales ideas heliocéntricas pero su presentación fue retórica pues nunca recurrió al formalismo matemático utilizado por Copérnico y los astrónomos que lo siguieron.[15] Como la explicación de Clavijero puede considerarse representativa de lo que discutían los interesados en ese asunto en la Nueva España del último tercio del siglo XVIII, en seguida se cita textualmente lo que escribió ese profesor novohispano:

> "Pues bien esta hipótesis, que florece muchísimo entre los modernos, es de esta manera: El Sol es colocado inmóvil en el centro del mundo: próximo al Sol da vueltas Mercurio, que en el espacio de casi un trimestre gira alrededor del mismo; después Venus, que completa su curso en el término de ocho meses; después sigue el círculo que se llama la Gran Orbita y que la Tierra completa en el movimiento anual; en torno a la Tierra gira la Luna, que se mueve alrededor como una elipse en el término de un mes; a la gran órbita sigue el círculo de Marte, el que éste recorre en el espacio de casi dos años; viene después el círculo de Júpiter y finalmente el de Saturno, de manera que en sus órbitas Júpiter acaba su período en el término de doce años y Saturno por su parte en el de treinta años. Pero, así como la Luna da vueltas alrededor de la Tierra, así Júpiter y Saturno tienen sus lunitas, que se llaman satélites por causa de que los acompañan perpetuamente y dan vueltas alrededor de ellos: a Júpiter, por cierto cuatro y a Saturno cinco".[16]

Debe hacerse notar que Clavijero en esa parte descriptiva del modelo heliocéntrico incluyó algunos elementos de modernidad respecto del esquema que originalmente presentó Copérnico. En efecto señaló en forma explícita, al menos para el caso de la Luna, que la órbita que describía era una elipse, indicación que muestra que supo de los trabajos de Kepler al menos en lo general. El novohispano también introdujo en su descripción los descubrimientos telescópicos hechos por Galileo y Cassini, quienes mostraron la existencia de

---

[15] Bernabé Navarro, "Ensayo introductorio", en *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*, México, SepSetentas, Secretaría de Educación Pública, 1974, p. 34-40.
[16] Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna…*, pp. 70-71.

los satélites jovianos y de Saturno respectivamente. Indicó además que giraban constantemente alrededor de sus respectivos planetas. Este señalamiento fue importante porque, aunque Clavijero no lo dijo, ese hecho se interpretó correctamente por algunos de los más importantes astrónomos del siglo XVII como una prueba definitiva derivada directamente de la observación de la existencia en la naturaleza de sistemas como el propuesto por Copérnico. Más adelante de su *Physica Particularis* Clavijero trató otra parte esencial del heliocentrismo, al explicar cómo gira la Tierra en torno a su eje y la forma en que se desplaza alrededor del Sol. Al respecto menciona:

> "Ahora bien, a la Tierra se le asigna un triple movimiento: el diurno, el anual y el movimiento de paralelismo. Cuando por el movimiento diurno del ocaso al orto da vuelta alrededor de su propio eje, el Sol nos parece circungirar del orto al ocaso: de donde procede la sucesión del día y de la noche; mas por el movimiento anual avanza a lo largo de la gran órbita conforme a la sucesión de los signos del zodiaco y termina su periodo en trescientos sesenta y cinco días, cinco horas y cuarenta y nueve minutos. Como si por el pavimento de esta aula se hiciera rodar una pelota de madera, tendría un doble movimiento: uno, por el cual daría vueltas alrededor de su propio centro; otro, por el cual avanzaría a través de las diversas lozas del pavimento. El movimiento de paralelismo es aquel por cuya fuerza el eje de la Tierra es siempre paralelo al eje del mundo, o sea, del ecuador; porque, si fuera paralelo al eje de la eclíptica, no habría ninguna desigualdad de los días y de las noches".[17]

> "Ahora bien, así como el movimiento diurno de la Tierra produce la sucesión del día y de la noche, así, en cambio, del movimiento anual a lo largo de la gran órbita proviene la sucesión de los meses y de los años, pero según esta relación: que cuando la Tierra está, por ejemplo, entre el Sol y Capricornio, el Sol aparece entre la Tierra y Cáncer, opuesto a Capricornio; así también, del movimiento de paralelismo provienen las cuatro estaciones del año".[18]

---

[17] Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna…*, p.71.
[18] Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna…*, p. 70-71.

Pero contra todo lo que podría pensarse sobre la modernidad de Clavijero, al finalizar su exposición de las ideas centrales del modelo heliocéntrico sorprende, pues después de explicar correctamente los fenómenos naturales que origina el movimiento terrestre no los acepta. Como esta postura fue la que muchos estudiosos que eran creyentes sinceros tomaron, tanto en América como en Europa, a continuación, se reproducen las conclusiones del jesuita novohispano:

> "1ª. Conclusión. El sistema copernicano no puede ser defendido como tesis. 1° porque la opinión acerca de la quietud del Sol y del movimiento de la Tierra parece oponerse a las Sagradas Letras. Pues en el Salmo se dice: Que Dios asentó firmemente el orbe de la Tierra, que no se moverá. Además, se cuenta que Josué detuvo el Sol por un día entero, obedeciendo Dios a la voz del hombre. También en el Capítulo 1° versículo 6 del Eclesiastés se encuentran estas afirmaciones: El Sol sale y se pone y retorna a su lugar. Ahí mismo: Renaciendo gira a través del mediodía y se vuelve hacia el Aquilón: iluminando a todas las cosas el viento avanza en marcha circular y retorna en sus propios círculos. Sé la respuesta de los copernicanos: que los escritores sagrados se acomodaban a la opinión del vulgo; pero, si se sostiene esta respuesta, se tambaleará en gran parte la verdad de las Sagradas Letras".[19]

Nuevamente sorprende esta argumentación de Clavijero, sobre todo si se piensa que fue un hombre abierto a la modernidad y que por lo mismo no interpretaría literalmente los textos bíblicos, pues al menos desde fines del siglo XVI cuando el teólogo español Diego de Zúñiga había mostrado que no existía incompatibilidad entre las Sagradas Escrituras y el reconocimiento de hechos que el estudio de los astros mostraba, diferentes teólogos europeos habían argumentado en esa dirección. Las conclusiones de Clavijero prosiguen:

> "2°. Porque los Jueces Romanos de la Fe juzgaron que era absurda y herética la opinión que afirmara que el Sol permanece inmóvil en el

[19] Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna*…, p. 71-72.

centro del mundo; y que la Tierra, en cambio, se mueve alrededor de él: y a causa de ello no sólo prohibieron primeramente el libro de Copérnico y después, corregido, lo permitieron, sino que a Galileo, que apoyaba aquella opinión, lo metieron a la cárcel. Pero dirás: no es propio de los Jueces Romanos pronunciar sentencia acerca de un asunto astronómico; sin embargo sí es propio de ellos discurrir y juzgar, qué opinión se opone a las Sagradas Letras".[20]

"3°. Porque esa opinión fue consignada en la lista de las doctrinas proscritas por la Santísima Compañía de Jesús y prohibida a los profesores de filosofía, como se puede ver en el Plan de Estudios, y aun cuando ningún otro, excepto los jesuitas, deban sujetarse a tales leyes, sin embargo, quién negará que es un testimonio de gran peso aportado por la Compañía de Jesús entera en los Capítulos Generales. Omito otras cosas con las que puede confirmarse esta conclusión".[21]

Estas afirmaciones sólo se explican sabiendo las obligaciones de obediencia que los jesuitas tenían hacia la Compañía, por lo que pensamos que la actitud tomada por Clavijero debió ser, con alto grado de probabilidad, la que lo obligó a la negación total del copernicanismo, aseveración que se reafirma cuando leemos la argumentación que desarrolló en su segunda conclusión, ya que en ella trató incluso de demostrar que el heliocentrismo era incompatible con los fenómenos observados. Ello en una época en que por gran parte de Europa el sistema de Copérnico estaba siendo aceptado como una realidad física especialmente gracias a las nuevas observaciones que se realizaban con telescopios y accesorios cada vez mejores. Como la conclusión a la que finalmente llegó Clavijero y las cuatro partes que la forman, son en realidad extensas, pero sobre todo no aportan nada nuevo a lo que ya se ha visto, se remite al lector interesado en conocerla a la *Physica Particularis,* pues aquí solamente se la enuncia: "2°. Conclusión. El sistema copernicano no puede admitirse ni siquiera como hipótesis".[22]

---

[20] Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna…*, p. 72.
[21] Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna…*, p. 72-73.
[22] Clavijero, *Introductor de la filosofía moderna…*, p. 73.

Al margen de estas posturas puede afirmarse que Francisco Xavier Clavijero fue el primero que enseñó públicamente en la Nueva España las bases de la teoría heliocéntrica, hecho que dentro del sistema educativo novohispano significó un adelanto; sin embargo, él mismo no pudo aceptarla, y no por los problemas relativos al aspecto astronómico, sino por lo concerniente a los dogmas y paradigmas de la Iglesia. Por lo que al final como creyente sincero y jesuita disciplinado concluyó enseñando a sus alumnos que: "de lo dicho hasta aquí comprenderás que ninguna de esas hipótesis[23] es aprobada por nosotros; sin embargo, si de aquí en adelante se aprueba alguna, procuraremos exponerla y fundarla nítidamente".[24]

Un hecho que debe mencionarse sobre todo porque parece existir una idea generalizada entre quienes se han dedicado a estudiar la introducción de la modernidad filosófica en la Nueva España, es la relativa a que fueron los jesuitas los únicos que iniciaron ese proceso, cuando en realidad hubo otros pensadores entre religiosos y laicos que contribuyeron al cambio en forma notable. Uno fue el sacerdote oratoriano Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos[25] que con sus *Elementa recentioris Philosophiae* publicados en la Ciudad de México en 1774 inició a sus alumnos en algunas de las facetas de la ciencia moderna.[26] Esta obra, formada por dos tomos, dedicó el primero a las disciplinas propiamente filosóficas, mientras que el segundo titulado *Elementorum recentioris philosophiae volumen alterum physicem cum generalem, tum particularem una complectens,*[27] lo dedicó a las ciencias naturales, entendiéndolas formadas entre otras

---

[23] Se refiere al modelo geocéntrico y al heliocéntrico.

[24] Clavijero, *Physica Particularis…*, p.73.

[25] María del Carmen Rovira Gaspar y Carolina Ponce (compiladoras), *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos. Elementos de la Filosofía Moderna*, México, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma del Estado de México, 1998, p. 7-11.

[26] Marco Arturo Moreno Corral, "Un texto mexicano de física del siglo XVIII", *Revista Mexicana de Física,* vol. E 52(1), 2006, p. 104-110.

[27] Segundo volumen de los *Elementos de Filosofía Moderna* que reúne en un conjunto la Física tanto general como particular.

disciplinas por la estática, la mecánica, la hidrostática, la electrostática, la óptica, la química, la biología, la geografía y la astronomía. La quinta parte del segundo tomo fue escrita por Díaz de Gamarra para tratar "Sobre la composición del mundo". En los capítulos III y IV hizo la presentación y discusión sobre los modelos cósmicos. En su introducción al tema dijo que: "hasta ahora se ilustran (e incluso todavía tienen vigencia en las escuelas) tres sistemas, ya astronómicos, ya físicos. Así que es útil explicar someramente cada uno".[28]

Esta cita resulta relevante para nuestro trabajo porque indica con claridad que durante el último cuarto del Siglo de las Luces el sistema educativo superior novohispano no tenía una postura definida sobre los sistemas del mundo. Más bien parece ser que la actitud oficial fue ignorar el problema de la estructura cósmica aceptando tácitamente los supuestos aristotélicos, ya que la educación se hallaba en manos del clero y sus miembros mayoritariamente aceptaron la postura señalada por la prohibición que contra el heliocentrismo había hecho la Sagrada Congregación.

Después del párrafo introductorio Díaz de Gamarra expuso sucintamente lo esencial de los modelos geocéntrico y geocéntrico-heliocéntrico para luego tratar con mayor amplitud el planteamiento copernicano. Igual que hizo Clavijero, el oratoriano presentó información general no matemática y se ocupó del triple movimiento de la Tierra, pero a diferencia del jesuita escribió que: "Digo que el sistema copernicano, como una mera hipótesis para explicar los movimientos y los fenómenos de los astros, parece mucho más conveniente, más que el tolemaico y el tychónico".[29]

Inmediatamente agregó algo que a nuestro juicio es importante ya que establece una diferencia fundamental respecto de la postura de Clavijero, pues el oratoriano dijo que: "en efecto, la hipótesis de Copérnico no se opone a la Física ni a la Astronomía como el sistema ptolemaico".[30] Al seguir desarrollando sus ideas afirmó algo que debe destacarse pues para él: "la hipótesis copernicana está más

---

[28] *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos Elementos de Filosofía…* p. 217.

[29] *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos Elementos de Filosofía…*, p. 223.

[30] *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos Elementos de Filosofía…*, p. 224.

ordenada, y con un encadenamiento armonioso conecta la situación y la disposición de los cuerpos celestes; puesto que en ella ninguno de los planetas primarios corta la órbita de otro, como en el sistema de Tico".[31] Un poco más adelante afirmó que: "este sistema es mucho más fácil y mucho más apto para fundar las observaciones astronómicas y las demostraciones".[32]

Todas estas citas muestran la inclinación que Gamarra tuvo hacia el modelo heliocéntrico. Sin embargo, y seguramente como reflejo del ambiente intelectual que entonces se vivía en la Nueva España, para evitarse problemas con la Iglesia finalizó su exposición con la siguiente aclaración: "pero queden dichas cosas de paso, no para que tengamos el sistema de Copérnico y Galileo como comprobado y decidido, puesto que ya desde el principio dijimos que nosotros los adoptamos sólo como hipótesis para explicar los fenómenos".[33]

Para entender la actitud tomada por esos personajes debe considerarse el ambiente hostil del que tuvieron que cuidarse los novohispanos de fines de la Ilustración, el cual aunque ya no fue tan represivo como el que le tocó vivir a Melchor Pérez de Soto un siglo antes, seguía presente y no solamente por la existencia del Tribunal de la Inquisición sino por la actitud misma de los ciudadanos, que no entendían lo que era y lo que significaba la ciencia surgida de la Revolución Científica. Esa actitud se dio en todos los niveles de la sociedad novohispana y quedó bien reflejada en dos textos prácticamente contemporáneos de los de Clavijero y Gamarra, pero que fueron escritos con el fin de demostrar que la interpretación aristotélica-tolemaica del cosmos era correcta.

---

[31] *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos Elementos de Filosofía…*, p. 225.
[32] *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos Elementos de Filosofía…*, p. 227.
[33] *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos Elementos de Filosofía…*, p. 237.

El retroceso

Los avances de la ciencia no son lineales, por lo que al estudiar su desarrollo histórico se encuentran además de puntos de inflexión en los que hay cambios de paradigmas, estancamientos del conocimiento y retrocesos. Esa situación es la que se dio al finalizar la Ilustración en la Nueva España pues además de los avances comentados en la recepción de los nuevos modelos del cosmos, hubo verdadero rechazo que se manifestó no solo en palabras y actitudes, sino también a través de escritos que negaban y atacaban el heliocentrismo.

En 1773 se publicó en la Ciudad de México una obra escrita por el novohispano Tomás Cayetano de Ochoa titulada *Tabla eclesiástica astronómica que en seis ruedas y un quadro declara el kalendario y lunario…*, la cual ha vuelto a publicarse recientemente en edición facsimilar[34] lo que nos ha facilitado su estudio detallado, por lo que podemos afirmar que a pesar del largo título en el que se prometía dar una "sucinta explicación de los orbes celestes", nada novedoso sobre este tema se encontró en ella. Respecto a los "autores modernos" que también prometió tratar se limitó a decir que: "el sistema de Copérnico no se admitió y con todo derecho fue calificado como temerario, al hacer a la Tierra movible y llevársela lejos en vez de tenerla como centro del Universo".[35] Pero Tomás Cayetano no solamente descalificó las ideas heliocéntricas, sino que también afirmó que: "el Sistema de Tycho más tolerable que el de Copérnico, con todo no parece suficientemente probable".[36]

---

[34] Tomás Cayetano de Ochoa Arín y Peralta Lasso de la Vega, *Tabla eclesiástica astronómica, que en seis ruedas y un quadro declaran el kalendario y lunario con todas las fiestas movibles… y una succinta explicación de los orbes celestes y sus siete planetas, sacada de los más célebres autores, así antiguos como modernos, con otras curiosidades apreciables y claras,* México, Universidad Iberoamericana, 2001.

[35] Tomás Cayetano de Ochoa, *Tabla eclesiástica…*, p. 9 del facsímil. Originalmente en latín, la traducción es nuestra.

[36] Tomás Cayetano de Ochoa, *Tabla eclesiástica…*, p. 9.

La actitud del autor de la *Tabla eclesiástica astronómica* frente al heliocentrismo no puede pensarse como un caso aislado, ya que existen otros escritos similares publicados en la Nueva España de esa época por otros autores que en sus trabajos ignoraron la teoría heliocéntrica y sus implicaciones, [37] así que puede afirmarse que únicamente un reducido grupo de la elite cultural novohispana fue la que se interesó por el heliocentrismo y los cambios de paradigmas astronómicos que éste introdujo. La enorme mayoría seguía aferrada a la tradición no sólo respecto de ese tema sino por lo que se refería a la ciencia moderna en general. El mismo Ochoa Arín confirma esta afirmación, al escribir que:

> "...quanto porque este, como he dicho, no es mas que un pequeño apunte para una mediana instrucción de los aficionados, es preciso reducirme, en cuya inteligencia escribo, según el Sistema de Tholomeo, sin admitir los otros de Copernicano, y Tycónico, por ser reprobados por la Santa Iglesia".[38]

Luego de esta justificación Ochoa explicó ampliamente el modelo geocéntrico y la estructura cósmica tal y como se entendía en la Europa del siglo XIII, cuando al esquema derivado de los trabajos de Tolomeo se le agregaron los conceptos aristotélicos. El novohispano habló del *Primum mobile*, de la octava esfera o cielo de las estrellas fijas, de la esfera de Saturno, pero no mencionó ningún dato moderno como el descubrimiento de sus anillos y de sus satélites hechos bien establecidos para cuando él escribió. Trató sobre el sexto cielo o lugar de Júpiter, volviendo a omitir toda mención a los nuevos descubrimientos. A continuación, se refirió al cielo de Marte, al del Sol, al de Venus y al de Mercurio, pero incurriendo en errores al dar los valores de los periodos de estos dos planetas. La descripción de Ochoa continuó con la mención del primer cielo ocupado

---

[37] Como ejemplo puede mencionarse la *Astronomica y harmoniosa mano* de Francisco de Osorio. México, 1757 así como el gran número de *lunarios* y otros escritos de corte astrológico que a todo lo largo del Siglo de las Luces se publicaron en México.

[38] *Tabla eclesiástica*…, p. 9 del facsímil.

por la Luna y después introdujo los conceptos aristotélicos de las esferas de los cuatro elementos; la del fuego, la del aire, la del agua y finalmente en el centro la de tierra.

La descripción anterior muestra que, en efecto, Ochoa entendía al cosmos tal y como lo hizo Dante al escribir la *Divina Comedia*. Además, a pesar de ser un religioso y por ello estarle prohibido aceptó las interpretaciones astrológicas pues escribió que "todos los planetas tienen sus Conjunciones entre sí, y aun suelen tener mayor actividad sus efectos para con las Criaturas, y temperies, ó climas, que aun las mismas del Sol y de la Luna".[39]

Para concluir con esta sección nos ocuparemos de forma breve de otro opúsculo que se publicó en la Ciudad de México, pero ya en 1812, donde además de encontrar otra crítica al heliocentrismo, puede apreciarse el grado de atraso que en el terreno científico tenía entonces la enseñanza que se daba en la Nueva España. El texto en cuestión lleva por título *Idea Astronómica del Sistema Copernicano censurado*[40] y fue escrito bajo el pseudónimo de Sadagier por Fermín de Reygadas, criollo novohispano que se dedicó a la minería y que llegó a publicar al menos un folleto sobre efemérides astronómicas. A pesar de que esta fue la primera obra mexicana que explícitamente trató sobre el sistema copernicano lo hizo para atacarlo. Ya desde el inicio Reygadas mostraba su oposición a los cambios de paradigmas científicos y así lo hizo saber cuándo escribió que:

> "La filosofía que tiene por objeto el examen de la naturaleza creada para que por ella se conduzca el hombre a adorar a aquella Majestad sabia, omnipotente y eterna a quien debe su existencia, ha sido en estos últimos siglos profanada por la arbitraria opinión de muchos filósofos. Esta arbitrariedad sin otro apoyo que una lógica seductora que enseña a discurrir a todos los hombres a su antojo, juzgo que es el origen de los males que afligen a la humanidad. Atacar a esta atrevida filosofía que trata de debilitar la autoridad revelada, me parece que es obligación de todo hombre de bien y católico. Soy un

[39] Tomás Cayetano de Ochoa, *Tabla eclesiástica…*, p. 10 del facsímil.

[40] Fermín de Reygadas, *Idea Astronómica. El Sistema Copernicano Censurado,* México, Imprenta de Arizpe, 1812.

débil soldado de la razón; voy a acometer a aquella por un flanco: plegue a Dios que haya otros verdaderos sabios que me sigan".[41]

El libro de Reygadas se publicó cuando el Real Seminario de Minería ya tenía veinte años operando[42] habiendo para entonces formado decenas de alumnos dedicados a labores técnicas y científicas. Para 1799 su biblioteca contaba con más de doscientas obras, la mayoría de corte moderno entre las que se hallaban los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de Isaac Newton y la *Astronomia Instaurata* de Nicolás Copérnico,[43] que fue la tercera edición del *De Revolutionibus orbium coelestium.* En aquella biblioteca también estaban otros textos heliocéntricos de diversos autores así que sus egresados debieron conocer bien el sistema del mundo debido al astrónomo polaco, lo que debió causar que personajes como don Fermín criticaran duramente las nuevas enseñanzas que se brindaban a parte de la juventud novohispana, ya que escribió lo siguiente en su texto:

> "Me parece vergonzoso que en nuestras escuelas se defiendan como verdades indudables los absurdos más groseros, porque se han apoyado sobre un principio ilusorio que repugna la razón. Me sonrojo que el ingenio español se preste tan fácil a creer lo que se le antoja decir al extranjero"[44]

Con comentarios de este tenor fue entrando en el tema para describir los "cinco sistemas generales del mundo", que en realidad se reducen a los tres que a lo largo de este trabajo hemos mencionado repetidas veces; el geocéntrico, el híbrido geo-heliocéntrico y el heliocéntrico, pues los otros dos eran variantes de alguno de ellos. Si se toma en cuenta su aversión a considerar al Sol como el centro del mundo puede decirse que hizo una presentación sencilla pero

---

[41] Fermín de Reygadas, *Idea Astronómica. El Sistema Copernicano…*, p. 3.

[42] Clementina Díaz y de Ovando, *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*, México, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998. T. I, p. 19.

[43] Díaz y de Ovando, *Los veneros…*, p. 313-317.

[44] Fermín de Reygadas, *Idea Astronómica. El Sistema Copernicano…*, p. 4.

buena del sistema copernicano, pues fue más allá que la mayoría de sus contemporáneos que se ocuparon del tema, ya que además del orden de los planetas incluyó algunos datos astronómicos sobre ellos, como el número de satélites de Júpiter y Saturno entonces conocidos.

> "Su actitud despectiva hacia el modelo planetario copernicano y a quienes apoyaban las ideas heliocéntricas está presente en toda su argumentación, tal y como puede verse en la cita siguiente: "He llamado impostores a los autores y secuaces del sistema planetario, porque con el objeto de hacerlo reinar en los venerables recintos de la filosofía natural se han atrevido a destrozar los fueros de lo verosímil".[45]

Al continuar su discusión Reygadas mostró haber oído hablar de algunos científicos importantes como Newton, Huygens y Domingo Cassini a quienes menciona, pero nada de su ciencia conoció, pues al argumentar para tratar de mostrar la invalidez del sistema copernicano mezcló magnetismo y atracción gravitacional y aunque recurrió a esta última en sus explicaciones no entendió su significado físico, esto solamente como ejemplo. En resumen, el trabajo de don Fermín no mostró lo que pretendía pues su argumentación no es sostenible ya que se fundamentó en dogmas.

[45] Fermín de Reygadas, *Idea Astronómica. El Sistema Copernicano…*, p. 21.

Un relato singular

Para contrastar lo dicho en el párrafo precedente ahora nos referiremos a un documento titulado *Sysigias y quadratura lunares, ajustadas al Meridiano de Mérida, Yucatán por un Anctitona, o habitador de la Luna...*, escrito por el fraile franciscano Manuel Antonio de Rivas. Este es un documento muy curioso que por describir un viaje a la Luna es considerado como el primer texto de ficción científica escrito en México.[46]

Este escrito que sin duda resulta único para su época y lugar de origen narra el viaje que un francés hizo a la Luna en una máquina voladora de su invención. Gracias a ello estableció contacto con los moradores de nuestro satélite. Por su narrativa tan especial los estudiosos de nuestra literatura se han ocupado de esta singular obra,[47] pero también debido a que el Tribunal de la Inquisición le siguió juicio al autor por algunas de las ideas que ahí expresó. Al margen de esos hechos, lo que aquí queremos resaltar es que Rivas contrapone en su ficción a la anquilosada actitud retórica de la mayoría de los escritos novohispanos de esa época, el valor que tiene la experimentación en la ciencia. En efecto, escribió que Onésimo Dutalon el francés que realizó el viaje, "en su intento de llegar a la Luna lleva a cabo varios experimentos, los cuales se refieren a operaciones científicas reales". Al hablar de las causas del movimiento planetario criticó la Teoría de los Torbellinos de René Descartes, según la cual éstos eran los que movían a los astros, incluyendo el giro que la

---

[46] Manuel Antonio de Rivas, *Sizigias y cuadraturas lunares ajustadas al meridiano de Mérida de Yucatán por un anctítona o habitador de la luna y dirigidas al Bachiller Don Ambrosio de Echeverría, entonador que ha sido de Kyries funerales en la parroquia del Jesús de dicha ciudad y al presente profesor de logarítmica en el pueblo de Mama de la península de Yucatán, para el año del Señor 1775*, Mérida, Edición preparada por Carolina Depetris, Estudios preliminares de Adrián Curiel Rivera y Carolina Depetris, Universidad Nacional Autónoma de México/Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales, 2009.

[47] Rivas, *Sizigias y cuadraturas lunares…* y referencias ahí mencionadas.

Luna realiza en torno a la Tierra. Refiriéndose al trayecto seguido en su viaje hacia la Luna escribió que:

> "Tenía yo andadas bien seguramente 25 mil leguas, cuando tuve bastante que reír, acordándome de los torbellinos de Monsieur Descartes; quien, por un rapto de imaginación extravagante, hace dar vuelta a la Luna alrededor de la Tierra en fuerza a su torbellino; de lo que no encontré el menor vestigio".[48]

A lo largo de su texto el franciscano se opuso al hermetismo, altamente valorado en el siglo XVII y que seguía siendo el fundamento de la ciencia para muchos novohispanos de la décima octava centuria. En efecto Manuel Antonio escribió que al llegar el terrestre a la Luna se dirigió a sus pobladores diciendo:

> "Monsíeures, dijo, yo me llamo Onesimo Dutalon: nací en un pequeño lugar del Bayliage d' Estampe en la Francia: hice mis primeros estudios en mí Patría: más viendo que la filosofía de la escuela era inútil, y que no podía hacer docto chico, ni grande, pasé a París, en donde me entregara con aplicación infatigable al estudio de la Física Experimental, que es la verdadera; y con esta ocasión, después de una meditación pausada en las obras de aquel espíritu de primer Orden del suelo Británico, el incomparable Isaac Newton, me hice dueño de los más profundos arcanos de la Geometría".[49]

Junto con este documento don Manuel escribió un almanaque para el año de 1775 en el que a diferencia de muchos otros que entonces se publicaban en la Nueva España solamente se ocupó de dar datos sobre salidas y puestas del Sol; fechas y horas de ocurrencia de las fases lunares a lo largo del año; conjunciones e información sobre los equinoccios y solsticios, así como acerca de los eclipses de aquel año; todo ello sin hacer mención a preceptos astrológicos o sobre fechas propiciatorias en los procedimientos médicos. Debe también señalarse que los valores astronómicos que utilizó sobre

---

[48] Rivas, *Sizigias y cuadraturas lunares*… p. 42.
[49] Rivas, *Sizigias y cuadraturas lunares*…, p. 40-41.

todo en la *Sysigias* fueron correctos; tal fue el caso de la distancia Tierra-Luna y del valor del diámetro de nuestro satélite. Para concluir con este singular caso del uso de la astronomía en las tierras novohispanas citaremos lo que su almanaque decía sobre un eclipse lunar que ocurriría el 11 de agosto de 1775:

> "… El día 11 es la Luna llena a los 56 minutos después de media noche, en 18 grados, 26 minutos de Acuario. En esta llena padece la Luna eclipse, cuyo medio es a los 15 minutos después de media noche; su principio a las 11 horas, 51 minutos de la noche del día 10; y el fin a la 1 hora, 42 de la madrugada del día 11. Toda la duración del eclipse es de 1 hora, 52 minutos. La porción de la Luna eclipsada, por la parte del Sur, es de 9 dedos, 52 minutos".[50]

La mención de esta obra novohispana de ficción científica podría interpretarse meramente como algo curioso, pero en realidad hay un trasfondo para hacerlo, ya que fue denunciada ante el Tribunal de la Inquisición y éste le siguió juicio a su autor. En las dos ediciones que hemos citado de las *Sysigias y quadraturas lunares* se ha incluido la extensa documentación que generó esa denuncia mostrando los juicios que sobre ella hicieron los inquisidores que finalmente calificaron como heréticas algunas de sus partes usando argumentos como el que se cita a continuación referente al heliocentrismo:

> "Pero es de decir, que en la Hypothesis Copernicana, en que el Sol está en el centro del mundo, y la tierra se mueve a rededor del mismo Sol como planeta, el Sol estaría en el punto más bajo de todo el Universo, como en lo más alto el Empíreo; y así por consecuencia de doctrina, quien adopte un tal sistema debe decir, que quien desde la tierra va al Empíreo, asciende, sube, o va a lo más alto; y quien va al mismo Sol desde la tierra, va a lo profundo, desciende, o baja".[51]

---

[50] *Sysigias y quadraturas lunares*…Edición de Carmen Fernández Galán Montemayor, Universidad Autónoma de Zacatecas/Factores Ediciones. México, 2010, p. 135.

[51] *Sysigias y quadraturas lunares*…Edición de Carmen Fernández Galán, p. 55.

Paradigmas astronómicos modernos

Al igual que otros religiosos de su orden el jesuita mexicano Andrés de Guevara y Basoasabal se radicó en la ciudad italiana de Ferrara cuando por órdenes del rey español Carlos III fue expulsado de su natal Nueva España. Para ocupar apropiadamente el tiempo que entonces tuvo disponible, escribió un par de textos sobre física y astronomía pensados para ser usados por los jóvenes mexicanos. El primero de ellos escrito en latín lo tituló *Institutionum Elementarum Philosophiae y* en él escribió que:

"Y en verdad espero que los adolescentes mexicanos habrán de despertar fácilmente hacia el amor de la filosofía, cuando sepan que un mexicano elaboró para ellos estas lucubraciones filosóficas, sin buscar en ello nombre, gloria ni ninguna otra retribución o premio humano, sino sólo su provecho".[52]

La otra obra que escribió fue los *Pasatiempos de Cosmología* donde expuso con amplitud, pero en forma sencilla las ideas copernicanas y otros conceptos físicos.[53] Su enfoque puede calificarse de moderno lo que nos lleva a afirmar que este texto es el primero escrito por un mexicano donde ya se trata el heliocentrismo como una realidad física. La parte astronómica la inició con una extensa presentación sobre aspectos técnicos básicos de astronomía de posición. Ahí habló de los círculos y puntos notables de la bóveda celeste analizando la estructura del cosmos fundamentalmente desde la perspectiva del modelo de Copérnico, lo que hizo de su libro un texto que también puede calificarse como una cosmografía. Aunque por completo expuso los lineamientos de los otros sistemas del mundo, no les

[52] Hugo Ibarra Ortíz, *La insurgencia de la razón. La filosofía de Andrés de Guevara y Basoazábal, 1748-1848,* Zacatecas, Instituto Zacatecano de Cultura Ramón López Velarde, 2016, Exordio p. 12-13.

[53] Andrés de Guevara y Basoasabal, *Pasatiempos de Cosmología*, México, Introducción, notas y traducciones del texto José Ignacio Palencia, Gobierno del Estado de Guanajuato/Universidad de Guanajuato, 1982.

concedió mayor peso. Su actitud hacia ellos se deja ver en el siguiente párrafo:

> "Aunque en el día no hay ya quien lo sostenga en todo el rigor primitivo[54], no faltan quienes lo procuren vestir con nueva gala, por no decir con remiendos y presentarlo otra vez en el teatro para que haga de nuevo su papel. No obstante, es muy difícil restablecer un crédito ya perdido. Los dos sistemas que se pueden llamar dominantes son el Ticónico y el Copernicano. Para hablar con sinceridad, el Ticónico no es más que una de las reformas del orden Tolemaico. Por este motivo reduciremos a solo dos partidos las partes contendientes en la disputa. A los Ticónicos les daremos el nombre general de Tolemaicos; a los opositores el de Copernicanos entre los cuales también ha habido sus reformas.[55]

Seguramente para que los *Pasatiempos* fueran accesibles a los jóvenes a quienes se los dedicó escribió esa obra en español. Aunque no se imprimió en vida del autor el manuscrito original lo dedicó a la juventud guanajuatense y lo envió a Guanajuato su ciudad natal. En la introducción explícitamente señaló que la redactó para que sus paisanos tuvieran material moderno y entretenido sobre cuestiones relativas a la forma y estructura del cosmos el cual pudieran usar para tratar esos temas en sus tertulias. El manuscrito lo envió a la Nueva España en 1789, pero quedó en ese estado por un poco más de doscientos años. En su versión impresa está formado por 248 páginas distribuidas en 24 capítulos algunos de los cuales se subdividen en extensas secciones. Como el índice mismo proporciona idea clara de lo que el guanajuatense trató a continuación se reproduce. I. Idea general del Universo. II. Edad del mundo o del género humano. III. Figura y extensión del Universo. IV. Límites, unidad, estación en que fue creado el Universo. V. Diversos aspectos del Universo visto desde la Tierra. Explicación sucinta de la esfera. VI. Continuación de la esfera. VII. Se concluye lo perteneciente

[54] Se refiere al modelo de Tolomeo.

[55] Guevara y Basoasabal, *Pasatiempos de Cosmología*, Entretenimiento octavo, p.99.

a la esfera. VIII. Sistemas del mundo. IX. Sistema copernicano. X. Continuación del sistema copernicano. XI. Dialogo entre un tolemaico, un copernicano, un abogado y un canónigo, en el que se explican más las cosas pertenecientes al sistema copernicano. XII. Continuación del mismo diálogo entre el canónigo, copernicano y tolemaico. XIII. Centro del Universo. Continuación del diálogo entre el canónigo, copernicano y tolemaico. XIV. Sueño del copernicano. XV. Continuación del sueño del copernicano. Sistema del conde Buffon. XVI. Continuación de la misma materia: pensamientos del barón de Lebniz. XVII. Ideas del Dr. Carlos Bonnet expuestas en su Palingenesia Filosófica. XVIII. Sistema de M. Lambert extractado por M. Merian. XIX. Continuación de la primera parte del sistema de M. Lambert. XX. Parte segunda del sistema de M. Lambert. XXI. Continuación de la segunda parte. XXII. Armonía del Universo. XXIII. Continuación del mismo asunto. XXIV. Se concluye lo perteneciente a la armonía del Universo. Como puede verse de esta extensa lista Guevara y Basoasabal trató en los *Pasatiempos de Cosmología* con gran amplitud el heliocentrismo. También puede apreciarse que este texto incluyó comentarios a trabajos científicos y filosóficos de muchos de los más importantes pensadores que entonces había, pero sobre todo de los franceses.

En los capítulos dedicados a comentar el trabajo de Copérnico tradujo y expuso la parte del texto *Astronomie* del notable astrónomo francés Joseph Jerome Le Francois de Lalande que trata acerca del sistema heliocéntrico. De la lectura de los comentarios que Guevara y Basoasabal hizo a esa obra se infiere que él nunca leyó directamente el *De Revolutionibus,* sino que sus conocimientos sobre la materia los obtuvo en fuentes secundarias como esa.

Aunque Guevara escribió su texto en el exilio y éste fue poco conocido en el México de su época, es importante para comprender en forma adecuada el desarrollo que el heliocentrismo tuvo en nuestro país. Primero porque su autor al redactarlo informó que esa obra "mucho antes estaba concebida" lo que nos dice que antes de la fecha de expulsión de los jesuitas de la Nueva España que fue el año de 1767, ya debía tener los conocimientos y la intención de escribirla. En segundo lugar, ayuda a formarse una idea clara sobre

el estado de aceptación que tuvo la teoría heliocéntrica entre algunos círculos cultos mexicanos, pues Guevara se formó intelectualmente en los colegios jesuitas novohispanos de San Ildefonso y Tepotzotlán poco antes de la expulsión, por lo que debió conocer bien las discusiones que en torno al tema debieron surgir frecuentemente entre alumnos y profesores de esos y otros centros de enseñanza superior. Seguramente por ese conocimiento de primera mano se preocupó por comentar extensamente lo expuesto por Lalande en su *Astronomie* e hizo señalamientos importantes sobre los argumentos físicos y observacionales que los copernicanos usaban para demostrar los movimientos terrestres. También debe mencionarse que en su discusión introdujo otros conceptos básicos de la física como las leyes de la dinámica y de la Gravitación Universal debidas a Newton y reconoció que las órbitas planetarias en realidad no son circulares sino elípticas tal como había mostrado Kepler, lo que aprovechó para comentar que los planetas no se desplazan con movimiento circular uniforme como incluso había supuesto Copérnico, sino que lo hacen con velocidad variable. De la lectura de los *Pasatiempos* se desprende que Guevara no fue solamente un comentador o apologista del heliocentrismo, sino que muestra que era un expositor más que medianamente instruido en ese tema y en otras materias que ahí trató.

Debe señalarse que a diferencia de los otros religiosos mexicanos que se ocuparon del tema en aquella época Guevara y Basoasabal ya no tuvo la presión de la prohibición del Santo Oficio, ya que explícitamente dijo en la parte de los *Pasatiempos* donde discutió el heliocentrismo que:

> "... la Iglesia de Roma no anda ya con escrúpulos en este asunto. En la última edición del catálogo del índice, se suprimió el artículo concerniente a todos los libros en que se defiende el movimiento de la Tierra, y cuando yo estuve en Roma, vi que se podía esperar con fundamento, que dentro de poco se daría un permiso más auténtico a los físicos dejándolos en libertad sobre este punto".[56]

[56] Guevara y Basoasabal, *Pasatiempos de Cosmología*..., Entretenimiento Nono, p. 116.

Al leer los *Pasatiempos de Cosmología* es claro que Guevara y Basoasabal, además de aceptar el modelo del sistema del mundo copernicano, lo entendió como una realidad física, hecho que es muy importante pues marca el principio del cambio hacia la mentalidad científica moderna en México. Esta actitud completamente diferente a la adoptada por Clavijero y Gamarra hace del autor guanajuatense el primer mexicano que afirmó públicamente que el cosmos tenía la estructura heliocéntrica y que esa no era solamente una representación que facilitaba los cálculos o salvaba las apariencias, sino que era una realidad física.

Sin duda personajes como Velázquez de León, Gamarra, León y Gama, Alzate, Clavijero, Bartolache y Guevara y Basoasabal contribuyeron de forma importante a cambiar los paradigmas científicos en la Nueva España del último tercio del siglo XVIII, pero no fueron los únicos, ya que al avanzar las investigaciones concernientes a las ciencias exactas de esa época han surgido documentos que muestran que algunas instituciones de enseñanza media de ciudades como México y Puebla, tuvieron profesores que sin el renombre de los que se han listado al principio de este párrafo, igualmente se preocuparon por hacer llegar a sus alumnos las nuevas ideas científicas.[57] Estamos convencidos que al ahondar en esas investigaciones surgirán datos sobre otros maestros que enseñaron en ciudades distintas a esas. Finalmente, la institucionalización de la enseñanza de la ciencia moderna se dio con la fundación del Real Colegio de Minería de la Ciudad de México,[58] institución que por su carácter laico pudo tener programas de estudio completamente diferentes a los que se daban en los colegios de las órdenes religiosas y en la Real y Pontificia Universidad de México. Los cursos que ahí se dieron cubrieron las diversas ramas de las matemáticas, la física y la

---

[57] Marco Arturo Moreno Corral, "Tesis de Física presentadas en la Real y Pontificia Universidad de México. 1774-1791", *Revista Mexicana de Física E* vol. 62 (2016), p. 14-22.

[58] María de la Paz Ramos Lara, *Historia de la Física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros*, México, Tesis doctoral Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.

química tanto en su aspecto teórico como experimental, siendo en esa institución donde se establecieron los primeros laboratorios modernos de esas y otras disciplinas que hubo en México,[59] lo que ya de por sí hizo una diferencia fundamental con la enseñanza tradicional impartida hasta entonces.

Para concluir debe resaltarse que a pesar de todos esos logros la enseñanza de las nuevas disciplinas científicas no sucedió de manera coordinada y armoniosa en nuestra nación en lo que quedó del siglo XVIII y buena parte del XIX, más bien se dio con avances y retrocesos. El proceso de introducción y cambio de paradigmas científicos en los diferentes sistemas educativos que hubo en México en ese periodo es algo que aún está en estudio pero sí puede decirse que a la par de los avances, hubo inercias muy fuertes de vencer y que en fechas tan tardías como el final del siglo XIX todavía surgían en la prensa nacional polémicas en torno a los sistemas del mundo, que negando lo que ya era evidente y comprobado por múltiples observaciones telescópicas pretendían dar otras explicaciones sobre la estructura cósmica. Solamente para ejemplificar se mencionarán dos libros publicados uno en 1872 en Monterrey, Nuevo León y el otro 1899 en la Ciudad de México que pretendían contener explicaciones diferentes sobre el sistema solar[60] y mostrar errores en la teoría gravitatoria newtoniana.[61] Curiosamente diez años antes de que apareciera este último libro se publicó en la capital del país un extenso artículo donde se tratada con amplitud el proceso histórico que llevó al levantamiento de la prohibición que el Tribunal de la Inquisición había emitido en marzo de 1616 contra del libro heliocéntrico de Copérnico.[62]

---

[59] Marco Arturo Moreno C., María Estela de Lara A. y Francisco Omar Escamilla G, "El primer laboratorio de física en México", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* vol. 18, número 1, marzo-abril 2004, p. 27-33.

[60] A. de Jesús Dávila y Prieto, *Nueva hipótesis para explicar el giro de los planetas al derredor del Sol,* Monterrey, Tipografía de Mier, 1872.

[61] Fructuoso Michel, *Errores de la Astronomía Moderna,* México, Imprenta Hijas de J. F. Jens, 1899.

[62] Antonio Favaro, "De cómo y cuándo el Santo Oficio anuló la prohibición del Sistema Copernicano", México, *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate",* Imprenta del Gobierno Federal, 1889, Tomo III, p. 289-303.

Comentarios finales

La violencia de la conquista impidió que sobrevivieran los conceptos e ideas que los pueblos nativos tuvieron sobre la estructura del cosmos, perdiéndose también los conocimientos aritméticos alcanzados por ellos; sobre todo los que lograron los mayas quienes pudieron expresar números muy grandes y manejarlos para expresar periodos de tiempo enormes. Sus observaciones de la bóveda celeste alcanzaron grados de precisión notables siendo capaces de predecir eclipses y establecer el movimiento aparente de los planetas; sobre todo de Venus, tal y como muestra el *Códice Dresde* que contiene tablas astronómicas de gran precisión y datos sobre el ciclo venusino entre otros temas astronómicos. Siendo este uno de los tres textos prehispánicos sobrevivientes hace pensar que debió ser mucha la pérdida de conocimiento por la destrucción indiscriminada de lo producido por las culturas autóctonas de América.

El proceso de aculturación a que los pobladores nativos estuvieron sujetos a partir de 1521 logró en muy pocos años borrar casi todas sus ideas y conocimientos sobre la naturaleza, dando la impresión equivocada de que no las tuvieron así que a lo largo de los tres siglos de dominación española, se implantó en nuestro territorio la llamada cultura occidental creada a partir de las concepciones de los pensadores de la antigua Grecia por lo que la ciencia que los novohispanos conocieron fue la que llegó de España.

Los primeros textos publicados en todo el continente americano sobre ciencia salieron de las prensas novohispanas al mediar el siglo XVI,[1] sirviendo para enseñar conocimientos teóricos y prácticos de disciplinas como la astronomía, la aritmética, el álgebra y la física pero también sobre otras ramas del saber cómo la minería, la metalurgia, la navegación y la fabricación de armas y de pólvora. El primero que vio la luz en el continente americano sobre matemáticas

[1] Bruce Stanley Burdick, *Mathematical Works Printed in the Americas, 1554-1700*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 2009, p. 1-9.

salió de las prensas mexicanas ocupándose de temas de aritmética y de álgebra. Al paso de los años fueron escritos y publicados otros más en este país básicamente sobre aritmética que era la disciplina matemática que más requerían los comerciantes y mineros, pero también se produjeron textos sobre geometría. Mucho de ese material sigue siendo desconocido porque quedó en forma manuscrita. Solamente las investigaciones que ahora se están haciendo para conocer el desarrollo científico mexicano de la época colonial los ha ido mostrando.

El dilatado proceso que durante el periodo colonial novohispano llevó al cambio de paradigmas científicos en el terreno astronómico reflejó la lucha que se dio en Europa entre geocentrismo y heliocentrismo, pero que aquí estuvo matizado más que por el desarrollo mismo de la ciencia por actitudes dogmáticas tanto religiosas como personales, y aunque todo indica que fue en la Nueva España donde por primera vez en el Nuevo Mundo se habló de heliocentrismo y a donde llegaron al menos desde 1600 ejemplares del *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, la plena aceptación de las ideas de Nicolás Copérnico y sus implicaciones tuvieron que esperar más de tres siglos.

La implantación del geocentrismo astronómico vino acompañado de ideas astrológicas del Viejo Mundo aunque éstas también fueron propias de las culturas nativas así que sucesos como la presencia de cometas o la ocurrencia de eclipses en general causaron temor entre los novohispanos, tanto cultos como iletrados siendo por ello abundante la producción literaria novohispana sobre esos temas particularmente en el siglo XVII durante el cual, las prensas mexicanas crujieron para producir libros y folletos sobre la significación de los cometas. La excepción fue el texto que Sigüenza y Góngora publicó en 1690 relativo a la aparición del brillante cometa de 1680-1681 donde argumentó y defendió una interpretación natural de esos astros, siendo su libro el primero con esas características publicado en todo el continente americano.

Desde al menos la época del virrey Antonio de Mendoza llegaron a estas tierras instrumentos astronómicos como los astrolabios, ballestillas, relojes de arena y cuadrantes que fueron usados por los

novohispanos para realizar observaciones de los astros con las que pudieron determinar latitudes y longitudes geográficas de las diferentes poblaciones que fueron surgiendo al avanzar la conquista y la colonización. Ayudados con instrumentos de ese tipo fueron capaces de producir una abundante cartografía, pero también pudieron determinar la ocurrencia de fenómenos celestes como los eclipses y las conjunciones planetarias.

Al mediar el siglo XVII comenzaron a llegar los primeros instrumentos ópticos como telescopios y microscopios utilizados por personajes como Alejandro Favián, Carlos de Sigüenza y Góngora y Francisco Eusebio Kino, quienes los utilizaron como novedades de la ciencia pero también para realizar estudios de los objetos celestes y mediciones en los nuevos territorios que entonces se exploraban.

La enseñanza sistemática de lo que ahora conocemos como ciencias exactas fue muy lento durante los tres siglos de vasallaje y solamente comenzó a darse un cambio al final del periodo colonial cuando se fundó el Real Seminario de Minería, que fue una institución laica donde empezaron a cultivarse diversas ramas de la matemática moderna, la física y la química surgidas de la Revolución Científica así como disciplinas afines como la mineralogía, la geología y la astronomía heliocéntrica[2] por lo que atinadamente se ha afirmado que ese centro educativo fue la primera casa de las ciencias en México.[3]

Mucho del rechazo que sufrió la introducción de la ciencia moderna en México se ha querido ver solamente como consecuencia del dogmatismo religioso que sin duda imperó durante el periodo colonial. Sin embargo pensamos que hacer este tipo de valoraciones es buscar una manera fácil de justificar nuestro estado actual de atraso científico. Para tener un panorama claro que permita hacer afirmaciones contundentes primero debemos buscar y estudiar cuidadosamente los documentos que nos pueden dar información

---

[2] María de la Paz Ramos Lara, *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, A. C./Universidad Autónoma de Puebla, 1994.

[3] José Joaquín Izquierdo, *La primera casa de las ciencias en México*, México, Ediciones Ciencia, 1958.

sobre ese pasado. El desarrollo histórico de la ciencia en México es algo que ha sido muy poco estudiado y donde se han trasmitido muchas ideas preconcebidas y sin un sustento adecuado. Tenemos que saber qué ciencia hicieron los novohispanos para poder entender el grado de modernidad que ésta tuvo desde su implantación en nuestro país. Pero sobre todo tenemos que estudiarla en el contexto social donde se desenvolvió sin verla como algo ajeno a la cultura o como aquello que solamente pueden comprender los especialistas.

El objetivo fundamental de este trabajo ha sido mostrar que las ciencias exactas fueron cultivadas con mayor o menor intensidad durante el periodo colonial mexicano, habiendo casos en que lo logrado por los novohispanos en ese terreno estuvo a la misma altura que lo que hacían sus contemporáneos europeos. Sin embargo como este es un campo de investigación abierto todavía queda mucho por hacer, así que lo que aquí se ha reseñado necesariamente dista mucho de ser todo lo que hicieron. Para avanzar en el conocimiento de sus logros en esas disciplinas lo primero es aceptar una idea amplia de cultura que incluya a esas disciplinas, lo que hará que la época colonial mexicana resulte mucho más compleja de lo que en general se piensa que fue pero al mismo tiempo también más interesante, por lo que para estudiarla será necesario hacerlo desde perspectivas diferentes pero sobre todo restituirla al contexto de la cultura nacional, pues si seguimos ignorando lo que se hizo en ciencia en los trescientos años de coloniaje nuestra historia continuará trunca y tendremos una visión equivocada e incompleta de ella. Pensamos que en un texto de carácter divulgativo como éste se debe insistir en que hay que conocer ese pasado, pues al hacerlo sobre todo los jóvenes tendrán referentes que les harán sentirse orgullosos de él.

Bibliografía

Abetti, Giorgio, *Historia de la astronomía*, México, Fondo de Cultura Económica, 1966.

Álvarez, Manuel, Marco A. Moreno Corral, Roberto Vázquez. *Memoria sobre la observación del tránsito de Venus frente al disco solar. 5 de junio de 2012,* Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

Alzate, José Antonio, *Eclypse de luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años, observado en la imperial ciudad de México.* México, José de Jáuregui, 1770.

———, *Gacetas de Literatura de México*, Puebla, Reimpresas en la oficina del hospital de S. Pedro, 1831.

———, *Obras I- Periódicos*., México, Edición, introducción, notas e índices por Roberto Moreno, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1980.

Aristóteles. *Física*, México, Bibliotheca Scriptorvm Graecorvm et Romanorvm Mexicana, Universidad Nacional Autónoma de México, 2001.

———, *Acerca del Cielo,* Madrid, Biblioteca Clásica Gredos, 1966.

———, *Del Cielo fray Alonso de la Vera Cruz*, México, Traducción de Mauricio Beuchot Puente. Ciencia y Tecnología en la Historia de México. María de la Paz Ramos Lara coordinadora. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

———, *Los Meteorológicos*, Madrid, Alianza Editorial, 1996.

Báez Macías, Eduardo, *Las obras de fray Andrés de San Miguel*, México, Dirección General de Publicaciones, Universidad Nacional Autónoma de México, 1969.

Bartolache, José Ignacio, *Lecciones Matemáticas,* México, Imprenta de la Biblioteca Mexicana, 1779.

———, *Mercurio Volante*, México, Introducción de Roberto Moreno, Biblioteca del Estudiante Universitario/101, Universidad Nacional Autónoma de México, 1979.

Basalenque, Diego, *Historia de la Provincia de San Nicolás de Tolentino de Michoacán, del Orden de N. P. S. Agustín*, México, Tip. Barbedillo y Comp., 1886

———, *Los agustinos aquellos misioneros hacendados*, México, Secretaría de Educación Pública, 1985.

Benavides de Luca, Manuel, *El cometa y el filósofo. Vida y obra de Pierre Bayle*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1987.

Beuchot, Mauricio, Elsa Cecilia Frost, Antonio Gómez Robledo y Silvio Zavala, *Homenaje a fray Alonso de la Veracruz en el IV centenario de su muerte (1584-1984)*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas. Universidad Nacional Autónoma de México, 1986.

Carreño, Alberto María, *Efemérides de la Real y Pontificia Universidad de México según sus libros de Claustros,* México, Coordinación de Humanidades/Instituto de Historia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1963.

Castanien, Donald G., *A Seventeenth Century Mexican Library and the Inquisition*, Ann Arbor Michigan, Phd dissertation, University of Michigan, 1951.

Cerda Farías, Igor, *El siglo XVI en el pueblo de Tiripetío*, Morelia, Secretaría de Difusión Cultural y Extensión Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2000.

Clavijero, Francisco Xavier, *Introductor de la filosofía moderna en Valladolid de Michoacán, hoy Morelia,* Morelia, Traducción del latín al castellano de la *Física Particular* por el Dr. Bernabé Navarro, Centro de Estudios sobre la Cultura Nicolaita, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1995.

Copernici, Nicolai Torinensis, *De Revolutionibus Orbium Coelestium, Libri VI*. Norimbergae, apud Ioh. Petrium, Anno MDXLIII.

———, *Revoluciones de las órbitas celestes por Nicolás Copérnico*, México, Traducción al Castellano del Dr. Manuel Tagüeña Lacorte y Prof. Carlos Moreno Cañadas. Colección Clásicos de la Ciencia. Subsecretaría de Enseñanzas Técnica y Superior. Instituto Politécnico Nacional, 1969.

Corona, Carmen, *Lunarios: calendarios novohispanos del siglo XVII*, México, El Día en libros, 1991.

Crowther, Kathleen M, "Sacrobosco's Sphaera in Spain and Portugal", Matteo Valleriani, *De Sphaera of Johannes de Sacrobosco in the Early Modern Period. The Authors of the Commentaries*, Cham Switzerland, Springer Open, 2019

D'Auteroche, Chappe, *Voyage en Californie pour l'observation du pasaje de Venus sur le disque du Soleil, le 3 Juin 1769*, Culiacán, Prólogo José Gaxiola López. Gobierno del Estado de Baja California Sur, Instituto Subcaliforniano de Cultura, El Colegio de Sinaloa, 2004.

Dávila y Prieto, A. de Jesús, *Nueva hipótesis para explicar el giro de los planetas al derredor del Sol,* Monterrey, Tipografía de Mier, 1872.

Díaz de Gamarra y Dávalos, Juan Benito, *Elementa recentioris Philosophiae Volumen Alterum, Physicen cum Generalem tum Particularem una completens*, México, Joseph de Jáuregui, 1774.

Díaz de Ovando, Clementina, *El Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo*, México, Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª edición, 1985.

———, *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*, México, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.

Díez Freyle, Juan, *Sumario Compendioso de las cuentas de plata y oro que en los reynos del Perú son necesarias a los mercaderes y todo género de tratantes. Con algunas reglas tocantes a la Aritmética*, México, Juan Pablos, 1556.

———, *Sumario Compendioso de las cuentas de plata y oro que en los reinos del Perú son necesarias a los mercaderes y todo género de tratantes. Con algunas reglas tocantes a la Aritmética hecho por Juan Díez Freyle*, México, Edición facsimilar, Bibliotheca Mexicana Historiae Scientiarum, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.

Dreyer, John Louis Emil, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, New York, Dover Publications, 1953.

———, *Tycho Brahe A Picture of Scientific Life and Work in the Sixteenth Century*, Gloucester Massachusetts, Peter Smith, 1977.

Engstrand, Iris Wilson, *Royal Officer in Baja California 1768-1770 Joaquin Velazquez de Leon*, Los Angeles, Baja California Travels Series/37. Dawson's Book Shop, 1976.

Favaro, Antonio, "De cómo y cuándo el Santo Oficio anuló la prohibición del Sistema Copernicano", *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate*, Tomo III, México, Imprenta del Gobierno Federal, 1889.

Fernández Villa, Miguel Ángel, *Sobre el astrolabio firmado por G. Frisius y G Arsenius*, México, Colección de los Museos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1976.

Fernández Galán, Carmen, *Sysigias y quadraturas lunares*…, México, La serpiente emplumada 38/ Factoría Ediciones, S. de R. L., 2010.

Galindo Uribarri, Salvador, Marco Arturo Moreno Corral y Alberto Saladino García. *El astrónomo José Antonio Alzate*, México, Innovación editorial lagares, 2011.

Gangui, Alejandro, *Poética Astronómica. El cosmos de Dante Alighieri*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2008.

García Icazbalceta, Joaquín, *Bibliografía mexicana del siglo XVI*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.

García de Palacio, Diego, *Diálogos Militares*, Madrid, Colección de Incunables Americanos Siglo XVI volumen VII, edición facsimilar, Prólogo de Julio F. Guillen, 1944.

———, *Instrucción Náutica para Navegar*, Madrid, Colección de Incunables Americanos Siglo XVI volumen VIII, Prólogo de Julio F. Guillen, 1944.

Garrido, Felipe, *Las aventuras y desventuras del Padre Kino en la Pimeria Alta,* México, Asociación Nacional de Libreros A. C., 1986.

González Blasco, Pedro, José Jiménez Blanco y José Ma. López Piñero, *Historia y sociología de la ciencia en España*, Madrid, Alianza Universidad, 1979.

Gortari, Elí de, *La ciencia en la historia de México*, México, Editorial Grijalbo, S. A., 1979.

Guevara y Basoasabal, Andrés, *Pasatiempos de Cosmología,* Guanajuato, Gobierno del Estado de Guanajuato/Universidad de Guanajuato, 1982.

Gurría Lacroix, Jorge, *El desagüe del valle de México durante la época novohispana,* México, Dirección General de Publicaciones, Universidad Nacional Autónoma de México, 1978.

Henry, John, *Moving Heaven and Earth. Copernicus and the Solar System,* Cambridge, UK, Icon Books, 2001.

Humboldt, Alejandro de, *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, México, Estudio preliminar, cotejos, notas y anexos de Juan A. Ortega y Medina. Colección Sepan cuantos…/39. Librería Porrúa, 2002.

Ibarra Herrerías, María de Lourdes, *José Ignacio Bartolache. La Ilustración en Nueva España*, México, Tesis de Licenciatura en Historia, Escuela de Historia, Universidad Iberoamericana, 1976.

Ibarra Ortíz, Hugo, *La insurgencia de la razón. La filosofía de Andrés de Guevara y Basoazábal, 1748-1848*, Zacatecas, Instituto Zacatecano de Cultura Ramón López Velarde, 2016.

Izquierdo, José Joaquín, *Montaña y los orígenes del movimiento social y científico de México*, México, Ediciones Ciencia, 1955.

———, *La primera casa de las ciencias en México,* México, Ediciones Ciencia, 1958.

King, Henry C., *The History of the Telescope,* New York, Dover Publications, Inc., 1955.

Kino, Francisco Eusebio, *Exposición astronómica de el cometa que el año de 1680 por los meses de Noviembre, y Diziembre, y este año de 1681 por los meses de Enero y Febrero, se ha visto en todo el mundo, y le ha observado en la Ciudad de Cádiz*, México, Francisco Rodríguez Lupercio, 1681.

———, *Kino escribe a la Duquesa correspondencia del P. Eusebio Francisco Kino con la Duquesa de Aveiro y otros documentos*, Madrid, Colección Chimalistac. Ediciones José Porrúa Turanzas, 1964.

———, *Crónica de la Pimería Alta. Favores celestiales*, Hermosillo, Gobierno del Estado de Sonora, 3ª edición, 1985.

Kircheri, Atanasii, *Magneticvm Natvrae*, Puebla, Edición facsimilar y versión castellana, Biblioteca Palafoxiana/Gobierno del Estado de Puebla, 2014.

Lamb, Ursula, *Cosmographers and Pilots of the Spanish Maritime Empire*, Brookfield Vermont, Aldershot Variorum, 1995.

Ledezma Peralta, Alejandra Isabel, *Melchor Pérez de Soto entre la legalidad y la censura*, Coppell Texas, Editorial Académica Española, 2020.

Lenard, Irving A., *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un sabio mexicano del siglo XVII*, México, Fondo de Cultura Económica, 1998.

León-Portilla, Miguel, *Cartografía y crónicas de la antigua California*, México, Fundación de Investigaciones Sociales, A.C./Universidad Nacional Autónoma de México, 1989.

León y Gama, Antonio de, *Descripción Orthographica Universal del Eclipse de Sol del día 24 de junio de 1778*, México, Imprenta nueva Matritense de D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1778.

———, *Disertación Física sobre la materia y formación de las auroras boreales*, México, Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1790.

López Piñero, José Ma., *La introducción de la ciencia moderna en España*, Barcelona, Editorial Ariel, 1969.

Mayer, Alicia, *Dos americanos, dos pensamientos*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.

Martínez, Henrrico, *Reportorio de los Tiempos y Historia Natural desta Nueva España*, México, Imprenta del mismo autor año de 1606.

Martínez, Henrico, *Reportorio de los tiempos y Historia Natural de Nueva España*. México, Centro de Estudios de Historia de México Condumex Chimalistac, 1981.

———, *Repertorio de los Tiempos e Historia Natural de esta Nueva España,* México, Cien de México/Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1991.

Maza, Francisco de la, *Enrico Martínez cosmógrafo e impresor de Nueva España*, México, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, 1943.

Mendoza, Antonio de, *Regimiento de la declinación del Sol del virrey Antonio de Mendoza. La Astronomía como instrumento en la exploración de los océanos durante el siglo XVI*, México, Introducción, estudio y notas de Fernando Atrio Barandela y Jesús Galindo Trejo, Dirección General de Publicaciones, Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.

Michel, Fructuoso, *Errores de la Astronomía Moderna*, México, Imprenta Hijas de J. F. Jens, 1899.

Morales Orozco, José S. J. (presentación), *Los jesuitas y la ciencia. Los límites de la razón*. México, *Artes de México*, Número 82, Año 2005.

Moreno Corral, Marco Arturo, "Telescopios utilizados en México (siglos XVII, XVIII y XIX)", *Elementos*, vol. 1, no. 6, año 2, en/mar 1986.

———, *Odisea 1874 o el primer viaje internacional de científicos mexicanos*, México, la ciencia para todos/15, Fondo de Cultura Económica, 2001.

———, *Historia de la astronomía en México*, México, la ciencia para todos/4, Fondo de Cultura Económica, 2003.

———, *Implantación de la ciencia europea en el México colonial. Siglos XVI y XVII*, Ensenada, Baja California, Edición del autor, 2004.

———, "Un texto mexicano de física del siglo XVIII", *Revista Mexicana de Física*, vol. E 52(1), 2006.

_____, *Las ciencias exactas en México. Periodo colonial*, México, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, 2007.

———, "Los *Elementos* de Euclides en la enseñanza de las matemáticas en el México colonial", en David Herrera Carrasco y Fernando Macías Romero, *Matemáticas y sus aplicaciones 10*, Puebla, Dirección General de Publicaciones. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2018, p. 35-48.

———, "Textos sobre Física en la biblioteca de un científico novohispano del siglo XVIII". *Revista Mexicana de Física* E, 18, 020301 1-6, July-December 2021.

Moreno Corral, Marco Arturo y Esteban Luna, "Evidencias sobre la introducción temprana de la óptica en México", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, vol. 13, no. 2, 1999.

Moreno Corral, Marco Arturo y María Guadalupe López Molina, "Desarrollo de la astronomía en la Puebla colonial", *Elementos*, vol. 1, No. 17, 1992.

Moreno Corral, Marco Arturo, Carlos Chavarría-K e Immo Appenzeller, "Enrico Martínez. Ein Astronom aus Hamburg in Neu-Spanien", *Sterne und Weltraum*, 42, Nr. 7 2003.

Moreno Corral, Marco Arturo y Manuel Suárez Rivera, "Un grabado novohispano inédito. El tránsito de Venus de 1769 y los instrumentos científicos de Felipe Zúñiga Ontiveros", *Bibliographica*, vol. 5, núm. 1, primer semestre 2022.

Moreno, Roberto, "Las lecciones matemáticas del doctor Bartolache", *Anuario de Humanidades*, vol. II, 1974.

———, "Los instrumentos científicos del abate Chappe D'Auteroche", *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia de la Tecnología*, No. 4. México, 1974.

———, *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México 1773-1775*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1977.

———, "La biblioteca de Antonio de León y Gama", *Ensayos de bibliografía mexicana. Autores, libros, imprenta, bibliotecas*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1989.

Navarro, Bernabé, "Ensayo introductorio", *Sobre las revoluciones de los orbes celestes,* México, Secretaría de Educación Pública, 1974.

———, "La filosofía de la naturaleza o cosmovisión aristotélica", en fray Alonso de la Veracruz", *Fray Alonso de la Veracruz. Antología y facetas de su obra,* M. Beuchot, A. M. Álvarez Gallardo, M. E. Castillo Gómez, O. Robles, S. Castro, A. M. Garza, B. Navarro, A. Gómez Robledo, W. Redmond, J. M. Campos B. E. Frost y P. López Cruz, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1992.

Isaac Newton, Isaac, *Principios matemáticos de la filosofía natural,* Madrid, Alianza Editorial, 1987.

Ochoa Arín y Peralta Lasso de la Vega, Tomás Cayetano de, *Tabla eclesiástica astronómica, que en seis ruedas y un quadro declaran el kalendario y lunario con todas las fiestas movibles… y una succinta explicación de los orbes celestes y sus siete planetas, sacada de los más célebres autores, así antiguos como modernos, con otras curiosidades apreciables y claras*, México, Universidad Iberoamericana, 2001.

Orozco y Berra, Manuel, *Apuntes para la Historia de la Geografía en México*, Guadalajara, Biblioteca de Facsímiles Mexicanos/8, 1973.

Osorio Romero, Ignacio, *La luz imaginaria. Epistolario de Atanasio Kircher con los novohispanos*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1993.

Pareja, Francisco de, *Crónica de la Provincia de la Visitación de Ntra. Sra. De la Merced*, México, Imprenta de J. R. Barbedillo, 1883.

Plaza y Jaen, Cristóbal Bernardo de la, *Crónica de la Real y Pontificia Universidad de México,* México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1931.

Ponce Hernández, Carolina (coordinadora), *Innovación y tradición en fray Alonso de la Veracruz*, México, Colección Jornadas, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

Portuondo, María M., *Secret Science*, Chicago, The University of Chicago Press, 2009.

Prieto Rodríguez, Sotero, *Historia de las matemáticas,* Toluca, Ciencia y Cultura/1, IMC/Ediciones, 1991.

Ptolemy, On the Magnitudes of the Sun, Moon, and Earth. *The Almagest*, Chicago, Great Books of the Western World/16, Encyclopaedia Britannica, Inc., 1952.

Pulido, Marco Antonio y Carlos Haces, *Adiós, adiós, cometa de mis noches…* México, Ediciones del Ermitaño, S.A. de C.V., 1986

Quintana, José Manuel, *La Astrología en la Nueva España en el siglo XVII*, México, Bibliófilos Mexicanos, 1969.

Ramírez, Santiago, *Estudio biográfico del Señor don Joaquín Velázquez Cárdenas y León*, México, Imprenta del Gobierno en el Ex Arzobispado, 1888.

Ramos Lara, María de la Paz, *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, A.C./Universidad Autónoma de Puebla, 1994.

———, *Historia de la Física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros*, México, Tesis doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.

Reygadas, Fermín de, *Idea Astronómica. El Sistema Copernicano Censurado*, México, Imprenta de Arizpe, 1812.

Ritter Oppolzer, Theodor, *Canon of Eclipses,* New York, translated by Owen Gingerich. Dover Publications, Inc., 1962.

Rivas, Manuel Antonio de, *Sizigias y cuadraturas lunares ajustadas al meridiano de Mérida de Yucatán por un anctítona o habitador de la luna y dirigidas al Bachiller Don Ambrosio de Echeverría, entonador que ha sido de Kyries funerales en la parroquia del Jesús de dicha ciudad y al presente profesor de logarítmica en el pueblo de Mama de la península de Yucatán, para el año del Señor 1775*. Mérida, Edición prepa-

rada por Carolina Depetris. Estudios preliminares de Adrián Curiel Rivera y Carolina Depetris. Universidad Nacional Autónoma de México/Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales, 2009.

Rovira Gaspar, María del Carmen, Carolina Ponce (compiladoras), *Fray Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos. Elementos de la Filosofía Moderna*, México, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma del Estado de México, 1998.

Rodríguez, Diego, *Modo de calcular cualquier eclipse de Sol y Luna según las Tablas arriba puestas del movimiento del sol y luna según Tychon*, México, Manuscrito, Fondo Reservado Biblioteca Nacional de México, ca. 1641.

———, *Discurso etheorologico del nuevo cometa visto en aqueste hemisferio mexicano*, México, Por la Viuda de Bernardo Calderón, 1652.

Rodríguez Guzmán, Norma Angélica, Ignacio Barradas Bribiesca. *Ignacio Bartolache matemático de la Nueva España*, Querétaro, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, 2010.

Rodríguez-Sala, María Luisa, Ignacio Gómezgil RS, "Enrico Martínez, primer científico y técnico multidisciplinario en la Nueva España del siglo XVII", *Ciencia*, vol. 45, Academia Mexicana de Ciencias, 1994.

Rodríguez Sala, María Luisa (Ed.), *El Eclipse de Luna. Misión Científica de Felipe II en Nueva España*, Huelva, Universidad Nacional Autónoma de México/Academia Mexicana de Ciencias/Universidad de Huelva, 1998.

——— (coordinadora), *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)*, México,

Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.

Romero de Terreros, Manuel, *Un bibliófilo en el Santo Oficio*, México, Pedro Robredo, 1920.

Ronan, Colin A., *Science. Its History and Development Among the World's Cultures*, New York, The Hamlyn Publishing Group Limited, 1982.

Sageret, Julius, *El Sistema del Mundo desde Pitágoras hasta Eddington,* México, Editorial Orión, 1945.

Saladino García, Alberto, *Dos científicos de la Ilustración Hispanoamericana: J. A. Alzate F. J. de Caldas*, México, Coordinación de Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma del Estado de México, 1990.

San Miguel, Andrés de, *Obras de fray Andrés de San Miguel*, México, Introducción, notas y versión paleográfica de Eduardo Báez Macías. Instituto de Investigaciones Estéticas. Universidad Nacional Autónoma de México, 1969.

Seymour Benjamin, Francis, Gerald James Toomer, *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory of the Universe*, Madison Wisconsin, The University of Wisconsin Press, 1971.

Sigüenza y Góngora, Carlos de, *Libra Astronómica y Filosófica*, México, Nueva Biblioteca Mexicana/2. Presentación de José Gaos. Edición de Bernabé Navarro, Instituto de Investigaciones Filosóficas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1984.

———, *Seis Obras. Infortunios de Alonso Ramírez. Trofeo de la justicia española. Alboroto y Motín. Mercurio Volante. Teatro de virtudes políticas. Libra Astronómica y Filosófica*, Caracas, Prólogo de Irving A. Leonard. Edición y notas de William G. Bryant. Biblioteca Ayacucho, 1986.

———, *Teatro de virtudes políticas… Alboroto y motín de los indios de México*, México, Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México/Miguel Ángel Porrúa, 1996.

Soberón Mora, Arturo, "Felipe de Zúñiga y Ontiveros, un impresor ilustrado de la Nueva España", *Tempus. Revista de Historia de la Facultad de Filosofía y Letras*, núm. 1, 1993.

Soriano Cedillo, Gustavo, *Aplicaciones de la Mecánica Celeste. Un estudio comparativo de los métodos de predicción de eclipses*, México, Tesis, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, 1997.

Stanley Burdick, Bruce, *Mathematical Works Printed in the Americas, 1554-1700*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 2009.

Stimson, Dorothy, *The Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe*, Gloucester Massachusetts, Peter Smith, 1972.

Suárez Rivera, Manuel, *Dinastía de tinta y papel. Los Zúñiga Ontiveros en la cultura novohispana (1756-1855)*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2019.

Temple Bell, Eric, *Historia de las Matemáticas*, México, Traducido por R. Ortiz. Fondo de Cultura Económica, 1985.

Toomer, Gerald James, *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory of the Universe*, Madison Wisconsin, The University of Wisconsin Press, 1971.

Trabulse, Elías, *Historia de la ciencia en México*, México, 5 volúmenes. Conacyt/Fondo de Cultura Económica, 1983-1989.

———, *El círculo roto*, México, Lecturas Mexicanas No. 54, Fondo de Cultura Económica, 1984.

———, *Los orígenes de la ciencia en México (1630-1680)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1994.

_____, *La ciencia perdida*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

———, "El tránsito del hermetismo a la ciencia moderna: Alejandro Fabián, Sor Juana Inés de la Cruz y Carlos de Sigüenza y Góngora (1667-1690)". *Caliope* vol. 4 No. 1/2, 1998.

———, *En busca de la historia perdida: la ciencia y la tecnología en el pasado de México*. Centro de Estudios Históricos. El Colegio de México. México, 2001.

———, *La justa de los cometas. Don Carlos de Sigüenza y Góngora y la astronomía de su siglo*, México, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.

Valdés, Manuel Antonio, *Gacetas de México, compendio de noticias de Nueva España*, México, Felipe Zúñiga y Ontiveros, 1784.

Valleriani, Matteo (Editor), *De Sphaera of Johannes de Sacrobosco in the Early Modern Period. The Authors of the Commentaries,* Cham Switzerland, Springer Open, 2019

Vargas Rea, Luis, (Editor), *Instrucción para la observación de los Eclipses de Luna*, México, Biblioteca de Historiadores Mexicanos, 1953.

Vaquero, J. M, J R. M. Trigo, M. C. Gallego, M. A. Moreno-Corral, "Two Early Sunspots Observers: Teodoro de Almeida and José Antonio Alzate", *Solar Physics*, 240, num. 1, 165-175, 2007.

Veracruz, Alonso de la, *Physica Speculatio Aedita per R. P. F. Alphonsum a Veracrce, Augustinianae familiae Provintiale, artii et Sacra*

Theologiae Doctorem, atque cathedrae prima in Academia Mexicana in nova Hispania…, México, Juan Pablos, 1557.

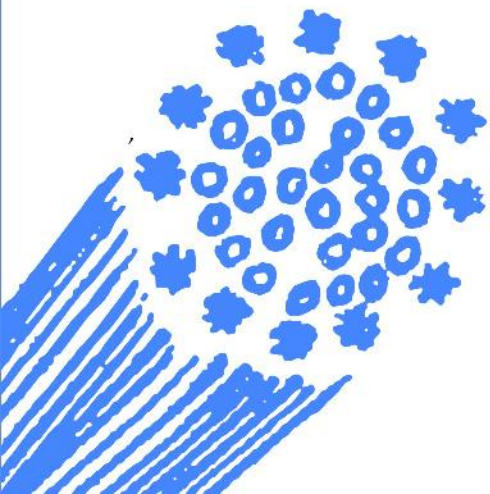
——— *Physica Speculatio por Fray Alonso de la Vera Cruz*, México, Edición facsimilar. Estudio histórico y filosófico de Mauricio Beuchot; Introducción científica de Marco Arturo Moreno Corral. María de la Paz Ramos Lara, editora. Bibliotheca Mexicana Historiae Scientiarum. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Westfall, Richard S., *The life of Isaac Newton*, Cambridge Massachusetts, Cambridge University Press, 2013.

Astronomía, Matemáticas y Cosmografía
en el ámbito novohispano,
editado por Historiadores de las Ciencias
y las Humanidades, A.C.

El régimen colonial novohispano a través de la implantación de la cultura occidental forjó una sociedad con múltiples matices que se reflejaron en las estructuras políticas, sociales y religiosas que por trescientos años hubo en México. Fue complejo y dinámico, pues en ese prolongado lapso se realizaron esfuerzos notables por explorar, conocer y explotar muchos de los recursos de este vasto territorio, pero también por poblarlo, lo que llevó a la fundación de muchas de las poblaciones que ahora existen y en las que se crearon instituciones educativas con el mismo nivel que las europeas de aquellos tiempos, las que desde los inicios mismos del coloniaje produjeron bienes culturales de importancia, entre los que destaca la impresión de los primeros libros producidos en el continente americano.

En este trabajo de divulgación nos ocuparemos de narrar los logros que los novohispanos tuvieron en esas últimas disciplinas, pues consideramos que lo que en esos campos se hizo es poco conocido, sobre todo por los jóvenes, lo que ha llevado a que piensen que nada de ciencia se produjo en el México colonial.



HCH HISTORIADORES DE LAS CIENCIAS Y LAS HUMANIDADES A.C.

5 901234 123457