

La *physica speculatio*, primer libro de física escrito y publicado en el continente americano

M.A. Moreno Corral*

*Observatorio José Arbol y Bonilla, Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas,
Av. Preparatoria 301 Col. Progreso, 98060 Zacatecas, Zac., México,
e-mail: mam@planck.reduaz.mx*

Recibido el 14 de mayo de 2003; aceptado el 18 de septiembre de 2003

En 1557 en la capital de la Nueva España, fray Alonso de la Veracruz publicó el que habría de ser el primer texto americano que se ocupó específicamente del estudio de la física, escrito para enseñar en forma sistemática esa disciplina a los alumnos de la Real Universidad de México. En el presente trabajo se discute su contenido y su valor, poniéndolo en el contexto de lo que entonces se hacía en física en los más importantes centros académicos europeos. También se muestra que dicho libro sirvió para introducir los principales conceptos teóricos de la astronomía geocéntrica, aceptada en aquella época en todas esas instituciones, pero además, se demuestra que en ese texto se encuentran referencias implícitas pero muy claras, al modelo heliocéntrico, lo que resulta notable, pues esa obra científica del México Colonial, salió a la luz solamente 14 años después que el *De revolutionibus orbium coelestium* de Nicolás Copérnico.

Descriptor: Historia de la física en México; primeras enseñanzas académicas de la astronomía en México

In 1557, a text written by Friar Alonso de la Veracruz was printed in the capital of New Spain. This work dealt specifically with physics and was written for the sole purpose of teaching that field at the Real Universidad de México. This work was to become the first physics textbook published in America. Here, we discuss its content and its value, comparing it with what was taught in physics in the principal European universities at that time. In particular, we show that not only did de la Veracruz' text introduce the principal theoretical concepts of geocentric astronomy so common at that time but also presents implicitly, but clearly, the ideas of the novel heliocentric model of the solar system, a remarkable fact, since this scientific book of the colonial Mexico appeared only 14 years after the first edition of *De Revolutionibus Orbium Coelestium* by Nicholas Copernicus in Europe.

Keywords: History of physics; history of science; historical astronomy.

PACS: 01.65.+g; 95.90.+v

1. Introducción

Uno de los primeros colegios superiores que operó en América fue el de Estudios Mayores que los agustinos abrieron en 1540 en Tiripetío, Michoacán[1], del que fue profesor fray Alonso de la Veracruz (1504-1584). El papel que jugó este personaje como filósofo, teólogo y educador ha sido ampliamente estudiado, no así su acción como introductor en nuestro país de las ciencias de su época, por lo que en este trabajo nos ocuparemos de esa labor pionera y en particular la que desarrolló en torno a la física.

En los cursos de *Artes* impartidos por ese personaje en aquella población, dio clases de gramática (latín), filosofía (lógica y dialéctica aristotélicas) y retórica, pero también fue en ellos donde por primera vez en el Nuevo Mundo, se impartió de manera formal educación "científica", ya que se incluyeron como materias la aritmética, la astronomía y la geometría, pues la enseñanza que se dio en los colegios superiores de América durante el siglo XVI, tuvo la estructura del *Trivium* y del *Cuadrivium* surgidos en las escuelas catedralicias y universidades europeas medievales. En la Nueva España la duración de aquellos estudios fue en promedio de tres años, al término de los cuales el estudiante podía graduarse como *Bachiller en Artes*, requisito indispensable si deseaba continuar otros de mayor rango.

Debe destacarse que el interés de Alonso de la Veracruz por los estudios astronómicos no solamente se ciñó a su ac-

tuación como profesor, sino que por ellos mismos debieron llamar su atención, tal y como muestra el hecho de que de los muchos libros que trajo o hizo traer de Europa para formar las bibliotecas de los colegios y conventos agustinos de la Nueva España, algunos hayan tratado esos temas. Se puede pensar que la inquietud por el conocimiento de los fenómenos celestes se originó en su etapa de estudiante de Artes en la Universidad de Salamanca[2], institución que desde 1411 contó con una cátedra de Astronomía y Matemáticas. En la época en que Alonso Gutierrez, nombre original de nuestro fraile, fue alumno de Artes en Salamanca, quien estaba encargado de la enseñanza de esas dos disciplinas era el profesor Sancho de Salaya[3]. Además de temas específicamente astronómicos, ahí también se explicaban las operaciones aritméticas fundamentales y algo de geometría, usando para ello el libro clásico de Euclides, conocido como los *Elementos*[4], obra de la que por cierto existe actualmente un ejemplar en Morelia, Mich., con anotaciones hechas por fray Alonso.

Entre 1562 y 1573 Alonso de la Veracruz estuvo en España por motivos relativos a intereses de su orden religiosa en México. A su regreso a la Nueva España, trajo sesenta cajones con libros, además de "mapas, globos celestes y terrestres, astrolabios, orologios, ballestillas, planisferios y toda una serie de aparatos sofisticados"[5], que fueron destinados a la biblioteca del Convento de San Pablo, lo que confirma que su interés por el estudio formal de la astronomía persistió más allá de su labor docente.

2. La física en el siglo XVI

A lo largo de casi toda esa centuria, la física tuvo un desarrollo pobre quedando, en la mayoría de los casos, reducida a la enseñanza de los conceptos aristotélicos. Sólo al finalizar aquel siglo comenzó a tener un modesto crecimiento, propiciado por incipientes estudios de magnetismo terrestre, así como por algunos trabajos de óptica y por el replanteamiento de ciertas cuestiones relativas a la mecánica. La estática y la hidrostática habían permanecido prácticamente en el estado que las dejó Arquímedes. Únicamente comenzaron a resurgir a partir de 1586, cuando Stevin dio a conocer sus trabajos sobre esas disciplinas.

En tales condiciones no debe extrañar que durante aquel periodo, la enseñanza de la física en prácticamente todos los centros académicos europeos, se sujetara a la explicación de los conceptos aristotélicos y que la obra mayormente utilizada para ello, fuera precisamente la *Física* escrita por Aristóteles en el siglo IV anterior a nuestra era, en la que ese pensador expuso su concepción del mundo. Sin embargo con ese texto pasó lo que con la mayoría de la obra aristotélica, pues los estudiosos no consultaron la fuente original, sino que recurrieron a los muchos comentarios que sobre ella se escribieron, sobre todo a lo largo del siglo XVI, lo que ocasionó diversas interpretaciones acerca de lo que ese filósofo dijo en verdad y sobre el espíritu que lo animó en sus estudios relativos a la naturaleza. A diferencia de lo que ocurre en el presente, donde la física estudia todo aquello que existe materialmente en el Universo, buscando establecer experimentalmente las leyes que rigen el comportamiento de todos los procesos conocidos, la física aristotélica tenía como propósito fundamental, *encontrar la naturaleza* de todo lo existente, por lo que debía ser capaz de explicar porqué caían los cuerpos, el movimiento de los astros en la bóveda celeste, la composición de la materia, o entender aspectos del comportamiento social.

Aristóteles construyó sus teorías partiendo de ciertas ideas básicas como que el mundo es uno, eterno y finito, ya que consideró que ése era el único modo “lógico” que tenía para ser. Tomó de otros pensadores el sistema de los cuatro elementos y le dio una formulación rigurosa, estableciendo que todo lo existente en el mundo corruptible o sublunar, necesariamente estaba hecho de fuego, aire, agua y tierra o de sus combinaciones. Como por su naturaleza estos elementos no podían ser los que formaban los cuerpos celestes, pues éstos eran perfectos, agregó un quinto elemento, el *éter*, que tenía las propiedades de llenar completamente el cosmos, no ser mudable, ser sutil y transparente, sin pesantez ni ligereza y tener movimiento circular. Es de todos sabido que esas ideas permearon la ciencia por cerca de dos mil años, frenando su desarrollo.

Para ese pensador el estudio del movimiento fue primordial, pues lo consideró el fenómeno fundamental por el cual se manifestaba la naturaleza de las cosas, esto es, su ser y su substancia, así que su *Física* estuvo en buena medida dedicada a entenderlo. Para su estudio lo dividió en natural, forzado y voluntario. El primero lo ejemplificó con la caída de

los cuerpos, diciendo que ocurre únicamente cuando éstos se encuentran fuera de lugar y por tanto tienden a recuperar el sitio que les es propio. El segundo se debe a agentes externos y existirá mientras ellos actúen, tal como cuando se dispara una flecha. Por último el movimiento voluntario era aquel que efectuaban los seres vivos. Según Aristóteles el natural era final, mientras que los otros siempre requerían de un motor para mantener ese estado.

Fue precisamente en su *Física* donde estableció relaciones entre los agentes motores y el movimiento, pero aunque pudiera pensarse que ellas podrían ser la base de una teoría mecánica y que incluso haya ahí elementos de una matematización del movimiento (*Física* III, 3), su enfoque fue puramente especulativo[6], razón por la que no es posible relacionarlo con el estudio moderno de la dinámica. En lo referente a la hidrostática, a pesar de los avances que logró Arquímedes, se aceptó, incluso hasta el siglo XVI, la afirmación de Aristóteles meramente especulativa sobre la flotabilidad de los cuerpos, según la cual, la capacidad de flotación de un cuerpo, estaba determinada por su forma.

Sólo para ejemplificar las ideas que ese pensador manejó en sus “libros científicos” como la *Física*, los *Meteorológicos* y en *Acerca del Cielo*, obras que estuvieron vigentes hasta bien entrado el siglo XVII, se mencionarán los temas principales que trató en ellas. En la primera discutió sobre La Naturaleza y lo natural, La física respecto de las matemáticas y la filosofía primaria, Definición de movimiento, Importancia y dificultades del estudio del lugar. El problema del tiempo, El movimiento: su estructura y sus clases, Lo continuo como infinitamente divisible, El principio del movimiento y la necesidad de un primer movimiento, Siempre ha habido y siempre habrá movimiento. En la segunda trató sobre Filosofía Natural, El mar, Las tormentas, Lo caliente y lo frío, mientras que en la última discutió sobre Perfección del universo, Perfección del cielo, Teorías sobre la generación, Generalidades sobre la gravedad y la levedad.

3. Las “ciencias exactas” introducidas en el Nuevo Mundo

La enseñanza en los colegios superiores y en la Real Universidad de México se hizo a través de “lecturas”, en las que el profesor leía parte de algún texto, para después dar su explicación o interpretación de lo leído, propiciando la discusión con y entre los alumnos. Los libros usados en aquella época, tanto en Europa como en la Nueva España, fueron los mismos, así que sabemos que en los centros educativos novohispanos, se utilizaron además de los textos aristotélicos ya mencionados, el *Mathematike Syntaxis* de Tolomeo, mejor conocido como el *Almagesto*, aunque fue más común usar alguno de los comentarios que sobre ese libro de la Antigüedad se habían escrito desde el siglo XIII, como por ejemplo la *Sphaera* de Johannes de Sacrobosco, obra de la que se han encontrado frecuentes referencias en los inventarios de libros que durante el siglo XVI llegaron a nuestro país[7]. Para los

estudios geométricos el libro más utilizado fue el ya entonces clásico *Elementos* de Euclides[8], mientras que las operaciones aritméticas básicas se enseñaron a través del libro escrito por Boecio en el siglo VI, llamado *De Institutione Arithmeticae*.

Esta información induce a pensar que la enseñanza de esas disciplinas en el México del siglo XVI fue obsoleta y aunque ello es cierto en primera instancia, debe aclararse que no sólo en nuestro país o en el mundo hispánico fue así. Por ejemplo, las investigaciones sobre la vida y obra de Newton, han mostrado que cuando él fue estudiante de la Universidad de Cambridge, el Trinity College era una de sus escuelas más tradicionales, caracterizada por un espíritu puritano casi monacal[9], donde la enseñanza era típicamente escolástica[10]. En efecto, para graduarse en *Artes* en esa y otras instituciones similares de Europa, había que estudiar durante cuatro años de acuerdo al siguiente plan de estudios. En el primero el alumno aprendía retórica, lectura y escritura (latín, griego y hebreo). También estudiaba lógica aristotélica, pues se consideraba fundamental para enfrentar y resolver problemas filosóficos. El segundo y tercer año los dedicaba a la comprensión de la dialéctica, estudiando las leyes del razonamiento. En el último entraba en contacto propiamente con la filosofía, que se consideraba formada por la metafísica, la ética, la física y las matemáticas, que de acuerdo con las más pura tradición griega, se consideraba que comprendían a la aritmética, la geometría, la astronomía geocéntrica y la música. Al terminar esos estudios los discípulos realizaban unos ejercicios de argumentación sobre base silogística, obteniendo de esa manera el bachillerato en Artes[11], así que si eso ocurría en una de las más prestigiadas universidades inglesas hacia 1660, no debe extrañar que lo enseñado en la Universidad Mexicana un siglo antes, tuviera la misma orientación.

4. La *Physica Speculatio*

La Real Universidad de México, primera institución operativa de ese tipo en toda América, inició formalmente sus labores en enero de 1553, pero sus clases principiaron hasta el 5 de junio del mismo año[12]. Entre los primeros maestros llamados para enseñar en ella, se hallaba fray Alonso de la Veracruz, seguramente debido a la experiencia y suficiencia que había mostrado dando cursos de *Artes*, pues incluso antes de viajar a la Nueva España en 1536, había sido profesor de esas disciplinas en la Universidad de Salamanca[13].

Como fruto de su labor académica y seguramente aprovechando su experiencia en Tiripetío y otros lugares donde enseñó, publicó en la capital novohispana un *Curso de Artes*, constituido por tres volúmenes escritos en latín[14]. El primero, impreso en 1553 bajo el título de *Recognitio Summularum*, tuvo como propósito ayudar a los estudiantes de la Real Universidad de México 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, por lo que entre ambos formaron un verdadero curso de filosofía aristotélica.

El último y para nosotros el de mayor interés fue la *Physica Speculatio* publicada en 1557 en la ciudad de México[15], lo que sin lugar a dudas lo convierte en el primer libro sobre física escrito e impreso en toda América. Esta obra, que recoge las ideas vigentes en el siglo XVI sobre física, biología, meteorología, botánica y psicología. Es un comentario a los textos aristotélicos que trataban sobre filosofía natural y fue escrito con la intención expresa de facilitar el estudio de esos temas a los jóvenes novohispanos, por lo que su enfoque es eminentemente didáctico. Seguramente por esta característica tuvo cierta vigencia, ya que se hicieron cuatro ediciones de ella, sin embargo aquí solamente interesa analizar la primera, que fue la publicada en México. Las otras se imprimieron para uso de los estudiantes salmantinos y fueron versiones abreviadas de la mexicana.

Ahora es fácil cuestionar el contenido científico de ese texto, sin embargo antes de hacerlo deben tomarse en cuenta algunos hechos. Se ha dicho que en aquel tiempo la ciencia que se enseñaba en todas las universidades europeas, era precisamente la aristotélica. Ello no era casual, sino que obedecía a que hasta entonces el único cuerpo sistematizado de conocimientos sobre la naturaleza disponible en el mundo occidental, era el que se originó con los trabajos de Aristóteles y aunque en el año de 1543 Nicolás Copérnico había publicado el *De revolutionibus orbium coelestium*, texto que años después sería uno de los principales motores de la Revolución Científica, en aquellos momentos era prácticamente desconocido, siendo muy pocos los que podían leer su complicado lenguaje matemático y menos aún los que comprendían su verdadero significado físico[16]. También debe recordarse que cuando de la Veracruz publicó esa obra, faltaban cuarenta y nueve años para que Galileo fuera designado catedrático de Matemáticas en la Universidad de Padua, entre cincuenta y sesenta para que Kepler encontrara las leyes del movimiento planetario y más de cien para que Isaac Newton sintetizara magistralmente la nueva física en obras tan trascendentes como los *Philosophia naturalis principia mathematica* y la *Optiks*, así que para juzgar adecuadamente el valor de la *Physica Speculatio* hay que tomar en cuenta el estado de la ciencia en aquella época.

La *Physica Speculatio* está formada por diferentes partes. La primera fue escrita para comentar con amplitud la *Física* de Aristóteles, por lo que al igual que ésta, esa sección fue dividida en ocho libros, que resumen y discuten las ideas aristotélicas que ya se han mencionado. Los temas que ahí trató fray Alonso fueron De la ciencia de la naturaleza y de los principios de los seres naturales, Del movimiento general y sobre el infinito, Del lugar, el tiempo y el vacío, Del movimiento en particular, Del continuo y la indivisibilidad del tiempo y el vacío, Sobre la eternidad del mundo y acerca del primer motor.

A continuación de la Veracruz comentó el tratado de *Los Meteorológicos*, hablando de Si el Cielo y los astros influyen en los seres inferiores, De los cuatro elementos fundamentales. Discutió después la materia de los meteoros y si los cometas son de naturaleza celeste y trató sobre las mareas, los

halos formados en ocasiones alrededor de la Luna y el Sol, el Arcoiris y el origen de los metales.

Después expuso sus ideas sobre el *Acerca del Cielo*, pero a diferencia de la obra aristotélica del mismo nombre formada por cuatro libros, fray Alonso lo resumió en uno. Ahí fue donde planteó problemas acerca de Si el Universo es perfecto, Si el Cielo es un cuerpo simple o compuesto, Si el movimiento de un cuerpo simple sólo puede ser simple, Si todos los cuerpos son simples o esféricos, Si toda la Tierra es habitable. En esta parte también se ocupó de temas relativos a los fenómenos climáticos.

5. Aristotelismo y geocentrismo

Aristóteles tuvo una visión del mundo totalmente homocéntrica, pues consideró al hombre el centro de todo, así que de acuerdo a esa interpretación, aceptó que la estructura del Universo era geocéntrica. Los fundamentos que apoyaron esa concepción se hallaban en su física y más concretamente en sus ideas sobre los graves, los leves y el movimiento natural. Afirmó que el mundo sublunar se encontraba constituido por tierra, agua, aire y fuego. De esos elementos el primero era el más grave o pesado, por lo que naturalmente ocupaba el lugar más bajo. Luego se hallaba la esfera de agua, también grave, pero menos que la de tierra. Los leves que eran el aire y el fuego, rodeaban a los dos primeros. Éste era el orden y el lugar natural de cada uno de aquellos elementos básicos, así que cuando un objeto hecho de alguno de ellos era removido de su correspondiente esfera, no requería la aplicación de ningún agente externo para regresar a ella.

Según esos conceptos, la Tierra tenía que estar en el centro cósmico, ya que los 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, que resultaba su lugar en la naturaleza.

Para demostrar la inmovilidad terrestre, en esencia se afirmaba que si la Tierra girara, estaría sometida a los 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. La Tierra misma se desintegraría a consecuencia de ese rápido giro. Como ello no ocurría, entonces estaba inmóvil.

El cosmos aristotélico puede resumirse como un conjunto de esferas materiales, concéntricas, cristalinas y totalmente transparentes, donde cada una se desplazaba con movimiento circular uniforme, arrastrando al astro correspondiente. Al centro de todas se encontraba la Tierra completamente inmóvil. Según ese modelo, eran necesarias al menos 8 esferas para representar los movimientos de la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno y las "estrellas fijas". De acuerdo a sus ideas sobre el movimiento, Aristóteles tuvo que recurrir a un agente externo para justificar los desplazamientos de esos cuerpos (*Física VIII, 5*), lo que lo obligó a aceptar la existencia de un *primum mobile* o Primer Motor, destinado a transmitir el movimiento a todos los astros. Localizado más allá de la esfera externa ocupada por las estrellas

fijas y siendo estacionario, transmitía el movimiento de afuera para adentro del sistema. Sin duda la introducción de ese motor universal significó un gran retroceso para la física, ya que abrió una vez más la puerta a especulaciones metafísicas, sobre todo porque tal modelo fue aceptado como una realidad física, lo que a la larga se convirtió en un verdadero lastre para el avance de esta disciplina en particular y para el de la ciencia en general.

Ahora bien, la representación basada en un sistema perfecto de esferas concéntricas en movimiento uniforme, no fue compatible con el uso de epiciclos, deferentes y círculos excéntricos introducidos que en el siglo II de nuestra era por Tolomeo, a través de su *Almagesto*, obra donde presentó una explicación matemática de la estructura cósmica, que también fue geocéntrica, pero que no tuvo las complicaciones metafísicas del esquema aristotélico[17].

El *movimiento diurno* de los cuerpos celestes en el firmamento es un desplazamiento que ahora se sabe es aparente y que es causado por la revolución que la Tierra hace sobre su propio eje a lo largo de un día. En la concepción geocéntrica esta posibilidad no existía, pues nuestro planeta estaba fijo e inmóvil en el centro del Universo, así que para explicarlo aceptaron que las esferas que trasportaban a los planetas y a las estrellas, se movían alrededor de la Tierra. En el caso del modelo geométrico de Tolomeo, dicho suceso se explicó mediante ocho esferas que giraban de este a oeste, fundamentalmente en la misma forma que lo hacía la representación aristotélica, pero para representar "satisfactoriamente" el complejo movimiento de la Luna en la bóveda celeste, ese astrónomo tuvo que introducir cuatro esferas más. Mercurio que es el planeta que tiene los movimientos de mayor complicación, requirió de siete esferas adicionales, mientras que Venus, Marte, Júpiter y Saturno necesitaron cada uno de cinco, pues sólo así se pudo explicar las retrogradaciones planetarias, fenómeno consistente en que esos astros al desplazarse por el firmamento, en ciertas partes de su trayectoria parecen detenerse, para luego invertir la dirección de su movimiento por un tiempo, dando al observador la impresión de que retroceden y luego vuelven a avanzar.

En este esquema el Sol requería de tres esferas extras para representar adecuadamente su desplazamiento por la eclíptica, mientras que las estrellas fijas requirieron una más, lo que en total implicaba el uso de cuarenta y tres esferas para explicar los movimientos de los cuerpos celestes[18].

Diferentes astrónomos árabes y europeos intentaron a lo largo de la Edad Media resolver la incompatibilidad entre las esferas sólidas y cristalinas aristotélicas y el movimiento planetario representado por epiciclos y deferentes introducidos por Tolomeo, pero en realidad nunca lo lograron, presentándose de esa manera una dicotomía: el cosmos físico se entendía según el modelo aristotélico, pero el estudio del movimiento de los cuerpos celestes se hacía aplicando el esquema geométrico tolemaico. Desde el siglo XV personajes como Georg Peurbach y su alumno Regiomontano, trataron con seriedad de solucionar los problemas causados por esas

dos interpretaciones, pero fue Copérnico quien finalmente logró resolver esa cuestión. Para ello se vio obligado a construir un nuevo modelo, que resultó ser el heliocéntrico. Al hacerlo, abrió un espectro de posibilidades nuevas a la astronomía y la física, que gracias a los trabajos de investigadores que lo sucedieron, finalmente mostraron lo equivocada que había sido la visión aristotélica de la naturaleza.

Alonso de la Veracruz debió estar conciente del problema generado por aquellas dos visiones geocéntricas, pues habiendo explicado con amplitud el punto de vista aristotélico en el cuerpo principal de la *Physica Speculatio*, al final de ella incluyó un tratado astronómico que seguía los lineamientos tolemaicos. Este hecho hizo de esa obra alonsina algo distinto de muchas otras usadas en su época, mostrando gran objetividad por parte de nuestro autor.

Como el *Almagesto* es un libro especializado y muy técnico, que usa mucho la geometría, con el empobrecimiento cultural europeo ocurrido durante la Edad Media, la mayoría de los hombres cultos de entonces fueron incapaces de leerlo, por lo que a partir del siglo XIII, comenzaron a escribirse comentarios sobre él, pero sin usar su lenguaje matemático. Uno de esos textos fue el que utilizó fray Alonso para presentar la visión tolemaica del mundo, por lo que a continuación se discutirá brevemente.

6. El primer texto astronómico publicado en América

La cortedad de los comentarios hechos al texto *Acerca del Cielo*, los que debió considerar insuficientes para explicar claramente a los alumnos la astronomía de su época, pero sobre todo la razón que se ha expresado sobre la incompatibilidad entre las dos visiones geocéntricas de su tiempo, debieron ser la causa que hizo que Alonso de la Veracruz agregara como apéndice de la *Physica Speculatio*, el *Tractatus de Sphera* de Giovanni Campano de Novara, escrito por ese astrónomo italiano en el siglo XIII, e impreso por primera vez en 1518. Formado por 52 capítulos, sus encabezados indican lo que ahí trató, que fue: 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, Que la Tierra no se mueve y que está en el centro del Cielo. En esta obra también se explicaba, siempre sin usar el aparato geométrico desarrollado por los griegos, las retrogradaciones de los planetas.

Este temario confirma que la astronomía enseñada por de la Veracruz fue puramente geocéntrica, pero como ya se mencionó, este último texto no tenía la fuerte carga filosófica de las obras aristotélicas, pues más bien ponía el énfasis en el estudio geométrico de los movimientos de los astros, aunque estaba inmerso en el más puro geocentrismo, lo que resulta-

ba totalmente natural en un libro publicado en 1557. A pesar de ello, se verá que fray Alonso incluyó dos comentarios notables, que dejan ver que intuía, o algo sabía sobre el heliocentrismo y acerca del modelo híbrido que posteriormente desarrollaría Tycho Brahe para explicar la estructura cósmica.

La importancia de estos hechos ha pasado desapercibida para los estudiosos de la *Physica Speculatio*, que hasta ahora solamente han analizado sus contribuciones filosóficas y pedagógicas. Como consideramos que esos dos comentarios arrojarán información novedosa y valiosa para aquellos que están interesados en el estudio del desarrollo histórico de la física en México, a continuación se les trata con mayor amplitud.

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

“Aunque 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.”

A pesar de que de la Veracruz no hizo mención explícita a Copérnico en ninguna parte de su obra, es claro que con este párrafo se refirió al modelo cosmogónico del astrónomo polaco, 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 la 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*[19], obra principal de Giovanni Campano de Novara, constatando que en ella no hay ninguna referencia al movimiento de la Tierra, no ha sido posible 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 haberse referido a Copérnico pues lo precedió en unos doscientos años, pero sí pudo referirse al precursor de éste, Aristarco de Samos, astrónomo griego del siglo II antes de nuestra era, que con sus observaciones encontró que el Sol era mayor y más distante que la Luna y que también era más grande que la Tierra, razón que le pareció suficiente para afirmar que debería ser ésta la que estuviera girando en torno al Sol y no al revés como ya entonces se aceptaba. En todo caso lo que importa 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.

Al final del *Tractatus*, en el Capítulo 52 titulado *De la comunicación de los planetas con el Sol en su movimiento*, 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.”

Luego de dar una explicación técnica sobre los movimientos de deferentes, epiciclos y las conjunciones planetarias con el Sol, continuó diciendo que

“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.”

Sin duda 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 modelo geocéntrico-heliocéntrico enunciado por el célebre astrónomo danés Tycho Brahe, el que fue desarrollado y aceptado sobre todo por los religiosos católicos y muy especialmente por los jesuitas [20], pues “salvaba las apariencias” y no entraba en conflicto con lo expresado en las Sagradas Escrituras [21].

Las ideas expresadas por los dos párrafos citados no fueron originales de fray Alonso de la Veracruz, quien probablemente supo sobre el tema cuando estudió o impartió cátedra en Salamanca. Aunque los movimientos de la Tierra no se aceptaron hasta mucho después, se había especulado sobre ellos desde la Antigüedad, tal y como muestran los estudios históricos sobre el desarrollo de la astronomía [22]. A pesar de que no puede afirmarse que fray Alonso hubiera sido un innovador en el terreno de las ciencias físicas, queremos insistir en su honestidad intelectual, pues no estando de acuerdo con la movilidad terrestre y las ideas relacionadas, las mencionó en la *Physica Speculatio* y las enseñó a los estudiantes novohispanos.

7. Conclusiones

Sin duda, la *Physica Speculatio* fue el primer libro de física escrito y publicado en toda América y aunque puede cuestionarse el valor que como obra científica tuvo, al considerarla dentro del marco que las ciencias físicas y naturales tuvieron durante el siglo XVI, puede afirmarse que fue un buen texto para la enseñanza de la física, incluso a nivel mundial, ya que alcanzó varias ediciones en Europa. Esta

obra que pronto cumplirá 450 años, tiene también el mérito de haber sido redactada con la intención expresa de que fuera usada como libro de texto en la Universidad Mexicana, por lo que es válido afirmar que a través de ella, los alumnos de esa institución tuvieron el primer contacto formal con la visión entonces dominante del mundo físico.

Aunque ese primer texto americano de física se usó también para enseñar astronomía geocéntrica en la Nueva España, agregando como apéndice el que habría de convertirse en el primer texto astronómico publicado en América, como se ha mostrado en este trabajo, incluyó, aunque de forma velada, las primeras referencias publicadas en el Nuevo Mundo a los modelos heliocéntrico y geocéntrico-heliocéntrico, así que gracias a esas lecciones de fray Alonso de la Veracruz, puede afirmarse que desde la implantación misma del geocentrismo en el continente americano, ese concepto estuvo acompañado por la semilla del heliocentrismo.

El interés que Alonso de la Veracruz mostró por el estudio formal de la astronomía, fue causa directa de que trajera o hiciera traer desde Europa, libros que específicamente trataban temas de esa disciplina, que sirvieron para enriquecer las bibliotecas novohispanas de aquella época. Además, como a su regreso a la Nueva España trajo también un buen número de globos terrestres y celestes, astrolabios, sextantes, balles-tillas y relojes (horologium), con alta probabilidad ese hecho lo convierte en el primer introductor a nuestro país de un conjunto importante de aparatos de medición o *instrumentos matemáticos*, que era como entonces se les llamaba, destinados para el uso de los académicos mexicanos, y los cuales seguramente fueron utilizados para realizar mediciones astronómicas más exactas.

Como se ha mostrado, la enseñanza sistemática de la física que Alonso de la Veracruz realizó a partir de 1540, primero en los colegios superiores de su orden y luego en la Real Universidad de México, precisamente a través de la *Physica Speculatio*, sirvió para introducir por primera vez en este país los conceptos físicos y astronómicos vigentes en la Europa del siglo XVI y puesto que éste fue en esas fechas el foco de irradiación de la cultura occidental en nuestro continente, con toda justicia ese fraile agustino debe ser considerado como el introductor del estudio académico de esas disciplinas no sólo en la Nueva España, sino en toda América.

Agradecimientos

Agradezco el trabajo de traducción del latín al español, que el Dr. Alberto Cordero, Investigador Titular de la FCFM de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, realizó de algunas partes del *Tractatus* de Campano de Novara utilizadas en este artículo. También reconozco el esfuerzo que la Lic. Ma. Elena Jiménez, bibliotecaria del Instituto de Astronomía de la UNAM, Campus Ensenada, hizo para conseguir una copia completa del ejemplar de la *Physica Speculatio* que custodia la Biblioteca Nacional de México. Finalmente agradezco los valiosos comentarios de un árbitro anónimo, que permitieron mejorar este trabajo.

-
- *. En sabático por el Instituto de Astronomía-UNAM, Campus Ensenada.
1. I. Cerda Farías, *El siglo XVI en el pueblo de Tiripetío* (Morelia, 2000).
 2. J. Hernández Luna. "Fray Alonso de la Veracruz en Tiripitio". En *Fray Alonso de la Veracruz Antología y Facetas de su obra* (Morelia, 1992).
 3. F. Cantera Burgos. Anexo III de *El Judío Salmantino Abraham Zacut*, Madrid, s.d.
 4. E. de Bustos Tovar, *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* **67** (1973) 235.
 5. F. Miranda Godinez. "Alonso de la Veracruz, Etnólogo Michoacano". En *Humanistas Novohispanos de Michoacán* (Morelia, 1982).
 6. Aristóteles, *Física* (UNAM, México, 2001).
 7. M.A. Moreno Corral, *Ciencia y Desarrollo* **XIX** (1993) 72.
 8. M.A. Moreno Corral, *Mathesis* **VIII**(3) (1992) 331.
 9. E. Rada García, Introducción a los *Principios matemáticos de la filosofía natural* de Isaac Newton. Alianza Editorial (Madrid, 1987).
 10. R. Westfall, *The life of Isaac Newton* (Cambridge University Press, 1993).
 11. J. Muñoz Santoja, *Newton. El umbral de la ciencia moderna* (Ed. Nivola, Madrid, 1999).
 12. A.M. Carreño, *La Real y Pontificia Universidad de México. 1536-1865* (UNAM, México, 1961).
 13. D. de Basalenque, *Los agustinos aquellos misioneros hacendados* (SEP, México, 1985).
 14. B. Navarro, "La Filosofía de la Naturaleza o Cosmovisión Aristotélica". En *Fray Alonso de la Veracruz Antología y Facetas de su Obra* (Morelia, 1992) pag. 274.
 15. *Physica Speculatio, Aedita per R. P. F. Alphonsum a Veracrucce, Avgustinianae familiae Provinciae, artii et Sacrae Theologiae Doctorem, atque caedrae prima in Academia Mexicana in nova Hispania moderatoré accessit Compendium Sphaerae Campani ad complementum tractatus de caelo. Excudebat Mexici. Ioan Paulo Brissencis. Anno 1557.*
 16. D. Stimson, *The Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe* (Goucester, Mass., 1972).
 17. C. Mínguez Pérez, *Ptolomeo* (Ediciones del Orto, Madrid, 1997).
 18. E. Pérez Sedeño. Introducción a *Las hipótesis planetarias* de C. Ptolomeo (Alianza Editorial, Madrid, 1987).
 19. G.J. Toomer, *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory* (Madison, 1971).
 20. M. James Lattis, *Between Copernicus and Galileo* (The University of Chicago Press, 1994).
 21. F.X. Clavijero, *Física Particular* (UMSNH. Morelia, 1995) p. 71.
 22. T.L. Heath, *Greek Astronomy* (Dover Publications, Inc. New York, 1991).