

PROGRESO DE LAS CIENCIAS
INFLUENCIA EJERCIDA
SOMOS
DE LA IDEA DEL COSMOS
SABRE EL DESARROLLO
LOS SIGLOS XVII Y XVIII

INFLUENCIA EJERCIDA

POR EL

PROGRESO DE LAS CIENCIAS,

SOBRE EL DESARROLLO

DE LA IDEA DEL COSMOS

EN LOS SIGLOS XVII Y XVIII.

I.

Grandes descubrimientos en los espacios celestes con la ayuda del telescopio.

Tratando de enumerar los periodos mas distintos y las fases principales en las que se divisa la historia de la contemplacion del mundo, hemos bosquejado en último lugar la época en que los pueblos civilizados del antiguo mundo aprendieron á conocer el nuevo. Al siglo de los grandes descubrimientos verificados en el espacio, sobre la superficie de nuestro planeta, siguió inmediatamente la toma de posesion de una parte considerable de los espacios celestes por la invencion del telescopio. La aplicacion de un instrumento que al poder de penetrar el espacio, y aun yo podré decir, creacion de un órgano nuevo, evocó todo un mundo de ideas desconocidas, y una era brillante se abrió en ese momento para la astronomía y las matemáticas. Entonces comenzó aquella serie de matemáticos profundos que se extendió hasta Alejandro Euler, quien como se ha dicho trasformó todas las cosas, y cuyo nacimiento aconteció en 1707, tocando muy de cerca á la muerte de Santiago Renoullé.

Un pequeño número de nombres puede bastar para recordar los pasos gigantescos que el espíritu humano, en virtud de su propia fuerza y sin escitacion exterior, ha dado en el siglo XVII, y sobre todo, en el desarrollo de la idea matemática. Las leyes que presiden á la caída de los cuerpos y al movimiento de los planetas, son proclamados: la presion atmosférica, la propagacion, la refraccion y la polaridad de la luz,

se hicieron el objeto de estudios bastante profundos.

Se formó el estudio de la matemática de la naturaleza y se apoyó sobre dos bases sólidas La invencion del cálculo infinitesimal señaló los últimos años del siglo, y provista de esta fuerza nueva pudo la inteligencia humana ensayar con éxito, durante los ciento cincuenta años que siguieron, para la solucion de los problemas que presentan las perturbaciones de los cuerpos celestes, la polarización y la influencia de las ondulaciones luminosas, el calor reinante, la accion circular de las corrientes electromagnéticas, la vibracion de las cuerdas y del vidrio, la atraccion capilar en los tubos estrechos y tantos otros fenómenos naturales.

Desde aquel momento se continuó el trabajo sin interrupcion en la masa del pensamiento y cada cosa se prestaba recursos mutuos. Ninguno de los gérmenes ya nacidos fué sofocado, y el acrecentamiento de los materiales científicos, el rigor de los métodos y la perfeccion de los instrumentos, todo caminaba de concierto. En el siglo XVII, tan armonioso en su conjunto, tenemos el siglo de Kepler, Galileo y Bacon, de Ticho, de Descartes y de Huyghens, de Fermat, Nevvton y de Leibnitz, pues los servicios de tales hombres son tan generalmente conocidos, que bastan ligeras indicaciones para hacer resaltar la parte brillante que han tomado por el engrandecimiento de las miras sobre el mundo.

Ya hemos demostrado por qué el ojo, órgano de la contemplación física, había dado á la segunda aparición del telescopio un poder cuyo límite está todavía lejos de ser alcanzado, y desde su principio, cuando el instrumento débil aún, apenas podía acrecentar treinta y dos veces los abjetos, penetraba sin embargo en el espacio á unas profundidades que hasta entonces no habían sido sondeadas. El conocimiento exacto de un gran número de cuerpos celestes pertenencia á nuestro sistema solar, la observación de las leyes eternas, según las cuales ellos describen su órbita, tales son las más brillantes conquistas de la época cuyos rasgos esenciales tratamos de reproducir.

Los descubrimientos habidos en este período forman lo que se llama contornos principales del gran cuadro de la naturaleza; y ellos añaden á los objetos nuevamente explorados que encierran los espacios de la tierra, el contenido ignorado hasta entonces de los espacios celestes, donde se manifiesta un orden tan admirable, á lo menos en nuestro sistema planetario. Para nosotros, siempre en el estudio de las ideas generales, nos contentamos con anotar los resultados más importantes de las observaciones astronómicas en el siglo XVII, teniendo cuidado de indicar, el medio por el que estos trabajos han acarreado de improviso descubrimientos de un elevado alcance, y cómo han ensanchado y sublimado la contemplación del mundo.

Hemos hecho observar ya por qué fortuna tan grandes acontecimientos, tales, como el progreso de la voluntad religiosa, el desarrollo de un sentimiento más noble del arte y la propagación del sistema de Copérnico sobre el mundo, han señalado al mismo tiempo que las empresas marítimas el siglo de Colon, Gama y Magallanes. Nicolas Copérnico ó Kopernik, como el mismo se apellida, en dos cartas todavía existentes había llegado ya á los veintinueve años y hacía observaciones en Cracovia con el astrónomo Alberto Brudzewiski, cuando Colon descubrió la América. En el año que siguió á la muerte del gran navegante, le encontramos en Cracovia, ocupado en tergiversar todas las ideas recibidas en astronomía; después de un intervalo de seis años en las ciudades de Pádua, Bolonia y Roma. Nombrado canónigo en Frauenbourg el año de 1510, por la protección de su tío, Lucas Wasselrode de Allen, obispo de Ermeald, todavía tardó treinta y tres años en terminar su obra *De Revolutionibus orbium celestium*, y el primer ejemplar impreso, le fue llevado, cuando ya paralizado de cuerpo y de espíritu, se preparaba á morir. Vió el volumen y todavía pudo tocarlo; pero su pensamiento no estaba ya en las cosas temporales. Murió, no como refiere su biógrafo Gassendi, algunas horas, sino algunos días después del 24 de Mayo de 1543. Dos años más adelante,

una parte importante de su doctrina había sido ya esparcida en el público, por una carta impresa de uno de sus más ardorosos discípulos, Joaquin Rhaeticus á Juan Schoner, profesor de Nuremberg. Por tanto no son estos ni el éxito del sistema de Copérnico ni la teoría del sol central y del movimiento que describe la tierra, que poco más de cincuenta años después, condujeron á los brillantes descubrimientos astronómicos por los que comenzó el siglo XVII. Estos descubrimientos que completaron y aumentaron el sistema de Copérnico tienen por causa la invención fortuita del telescopio. Fortificados y ensanchados por los resultados de la astronomía física, tales como las observaciones hechas sobre el sistema de los satélites de Júpiter y sobre las fases de Venus, los principios de Copérnico, han abierto á la astronomía teórica vías que deben conducir á un fin seguro y provocar al estudio de problemas cuya solución exigía el perfeccionamiento del cálculo analítico.

Lo mismo que George Peurbach y Regiomontanus (Juan Muller, de Königsberg en Francoña) han tenido una influencia feliz sobre Copérnico y sus discípulos Rhaeticus, Reinhold y Moestlin, estos á su vuelta obraron sobre los trabajos de Repler de Galileo y de Newton, aunque hayan sido reparados por un intervalo más largo de tiempo. Así un solo lazo intelectual ligaba el siglo XVII con el XVI y no puede volverse á trazar el engrandecimiento que la contemplación del mundo ha debido á la astronomía en el siglo XVII, sin indagar el impulso que este período había recibido del precedente.

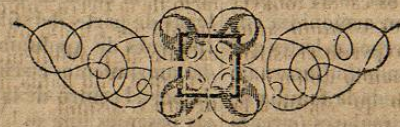
Es una opinión errónea y por desgracia muy común todavía en nuestros días, que Copérnico por debilidad y por escapar de la persecución de los sacerdotes, presentó el movimiento planetario de la tierra como una pura hipótesis, teniendo por último fin facilitar la aplicación del cálculo al movimiento de los cuerpos celestes; pero que "no había necesidad de ser verdadero ni aun verosímil." No se puede negar que estas palabras extrañas se leyeron en el prefacio anónimo colocado en cabeza de la obra de Copérnico y que tiene por título *De Hypothesibus Hujus operis*; pero esta declaración es completamente extraña á Copérnico y está en oposición directa con la dedicatoria que él hizo al papa Pablo III. El autor del prefacio según dice Gassendi de la manera más positiva en la vida de Copérnico, era un matemático que vivía entonces en Nuremberg, y se llamaba Andreas Ociander, encargado de dirigir en compañía de Schoner, la impresión del libro de *Revolutionibus*, y que sin manifestar espresamente escrúpulos religiosos, juzgó prudente presentar las ideas nuevas como una verdad demostrada y no como lo hizo Copérnico como una hipótesis

El hombre que puede llamarse fundador del

nuevo sistema del mundo, porque á él pertenecían incontestablemente las partes esenciales de ese sistema y los rasgos más grandiosos del cuadro del Universo, quizá encomienda menos todavía la admiración por su ciencia, que por su valor y su confianza. Bien merecía el elogio que el mismo Repler le hacía, cuando en su introducción á las *Tablas Rudolfinas* le llama un espíritu libre "Vir fuit maximo ingenio in quod in leve exercitio (es decir, en lo hecho contra las preocupaciones) magni momenti est animo liber." Cuando Copérnico refería en su dedicatoria al papa la historia de su obra, no vaciló en tratar de cuán absurda era la creencia á la inmovilidad y á la posición central de la tierra; creencia esparcida generalmente entre los mismos teólogos. Atacó sin temor la estupidez de aquellos que se ligaban á opiniones tan falsas; y dice que si nunca insignificantes ablandadores agenos de todo conocimiento matemático tenían la pretensión de llevar un juicio en su obra, y torturando á discreción algún pasaje de la Sagrada Escritura (propter aliquem locum scripturae male al suum propositum de totum), des-

preciarán estos vanos ataques. Todo el mundo sabe, añade, que el célebre Lactance, á quien no se puede tomar á la verdad, por un matemático, ha disertado de una manera pueril acerca de la forma de la tierra y se burlaba de aquellos que la miraban como un esferoide; pero cuando se trata de los asuntos de las matemáticas, es preciso escribir para los matemáticos.

A fin de probar que, en cuanto á él, profundamente penetrado de la justicia de sus resultados no aclaró ningún juicio del ángulo de tierra en que está relegado y llamó al jefe de la Iglesia y le pidió protección contra las injurias de los calumniadores, y lo ha hecho con tanta más confianza cuanto que la Iglesia misma puede sacar ventaja de sus indagaciones sobre el trascurso del año y sobre los movimientos de la luna. La astrología y la reforma del calendario estuvieron solas mucho tiempo, para proteger á la astronomía cerca de las potencias espirituales y temporales, lo mismo que la química y la botánica estuvieron al principio enteramente consagradas al servicio de la farmacología.



en su admirable obra *De Stella Martis*, aplicándolas al flujo y reflujo del océano, han recibido en 1666 y 1674 una vida y una fecundidad nueva, merced á la penetración del ingenioso Roberto Hooke. Después de grandes preliminares vino la gran teoría de Newton, acerca de la gravitación universal, suministrando el medio de transformar toda la astronomía física en una verdadera mecánica del cielo.

Copérnico conocía perfectamente, como se ve no solamente en su dedicatoria al papa, sino en diversos pasajes de su libro, las imágenes, según las cuales se representaban los antiguos la estructura del mundo. Sin embargo para los tiempos anteriores á Hiparco, no cita á Hicetas de Syracusa á quien llama siempre Nicetas, Philolaus el Pitagórico, Timeo (aquel que hace hablar Platon.) Ephantus, Heráclides de Pont y al gran geometra Apollonius de Perge. Dos de los matemáticos que se acercan mas á su sistema, son Aristarco de Samos y Seleucus de Babilonia: llama al primero sin caracterizarlo de ninguna manera, y tampoco cita al segundo. Se ha afirmado frecuentemente que no ha conocido la opinión de Aristarco de Samos sobre la posición central del sol y sobre el movimiento de la tierra, porque el *Arenarius* y todas las obras de Arquimides no aparecieron sino un año después de su muerte; es decir, un siglo entero después de la invención de la imprenta; pero se olvida que Copérnico en su dedicatoria al papa Pablo III, cita un largo pasaje extractado del tratado de Plutarco *De placitis philosophorum* (lib. III, cap. 15) acerca de Philolaus, Ephantus y Heráclides de Pont, y que en la misma obra, cap. 24 del lib. II. habia podido leer el modo como Aristarco de Samos arreglaba el sol entre los astros fijos.

De todos los testimonios de la antigüedad, los que parecen haber obrado mas sobre la dirección y el desarrollo progresivo de las ideas de Copérnico, son según Gassendi un pasaje de la enciclopedia semibárbara de Martianus Mineus Capella, nativo de Madauro, y el sistema del mundo de Apollonius de Peage. Según el sentir de Martianus Mineus, que se le ha hecho subir, con demasiada seguridad, ya á los egipcios, y ya á los caldeos, la tierra quedó inmóvil en el centro del mundo; pero el sol describe su órbita en torno de dos satélites, que son Mercurio y Venus. Tal concepto sobre la estructura de todo el mundo, parece es cierto, preparar la inclinación á la idea de la fuerza centripeta del sol; pero nada, ni en el *Almageste* y en general en los escritos de los antiguos, ni en el tratado de Copérnico *De Revolutionibus* autorizaba á Gassendi á asegurar de una manera tan positiva la semejanza absoluta del sistema de Felco con el que se le quiere atribuir á Apollonius de Perge. En cuanto á la confusión que se ha tratado de establecer entre el sistema de Copérnico y el del Pitagórico Philolaus, en el que la tierra (por-

que Philolaus dice que no es un planeta distinto sino solamente un hemisferio del que habitamos) en el cual digo, privada esa tierra de movimiento de rotación dá vuelta como el sol al rededor del foco del mundo, ó fuego central; es decir, al rededor de la flama que da la vida á todo nuestro sistema planetario. Esta es una conjetura cuya cuestión no puede ya tratarse, desde que M. Boeckh ha publicado sus estudios concluyentes sobre este asunto.

La revolución científica cuyo autor es Nicolas Copérnico ha tenido la rara fortuna de que si se exceptúa la corta suspensión producida por la hipótesis retrógrada de Tycho, ha tendido constantemente al fin; es decir hácia el descubrimiento de la verdadera estructura del mundo. El rico fondo de observaciones precisas que por sí suministró el ardiente adversario de Copérnico, Tycho, ha servido también para descubrir esas leyes eternas del sistema planetario, que han esparcido mas tarde en el nombre de Kepler un brillo imperecedero, y que interpretadas por Newton, demostradas por él teóricamente y como un resultado necesario, han sido transportadas á la esfera luminosa del pensamiento y han fundado el conocimiento racional de la naturaleza. Se ha dicho ingeniosamente, aunque acaso sin hacer aún bastante justicia al libre genio, que ha creado por sus propias fuerzas la teoría de la gravitación: "Kepler ha escrito un Código y Newton el *Espíritu de las leyes*."

Las alegorías poéticas de que Pitágoras y Platon han sembrado sus cuadros del mundo, alegorías variadas como la fantasía que les dió el sér, se reflejan todavía en parte en los escritos de Kepler; ellas han iluminado y serenado mas y mas su alma frecuentemente sombría; pero no fueran capaces de distraerlo del fin que se habia propuesto y que alcanzó doce años antes de su muerte, en la memorable noche del 15 de Mayo de 1618. Copérnico habia dado por la rotación diurna de la tierra, una esplicación satisfactoria del movimiento aparente de las estrellas fijas; y de la revolución anual de la tierra al rededor del sol, habia resuelto igualmente el problema de los movimientos mas notables de los planetas (estaciones y retrogradaciones), y de este modo habia encontrado el verdadero fundamento de lo que se ha llamado la segunda desigualdad de los planetas. En cuanto á la primera desigualdad, es decir, al movimiento no uniforme, por el que los planetas describen su órbita, es punto que deja sin esclarecer. Copérnico, fiel al antiguo principio pitagórico de la perfección inherente á los movimientos circulares, sentia todavía la necesidad de hacer entrar en la composición del mundo círculos escéntricos y cuyo centro no ocupaba ningun cuerpo y algunos de los epiciclos de Apollonius de Perge. Como fué tan atrevido para entrar en esa vía, no podia desprenderse de una vez de todos los antiguos errores.

II.

Sistema de Copérnico.

El libre y mal lenguaje de Copérnico, testimonio de una convicción profunda, contradice bastante la vieja aserción de que hubiera hecho el sistema al que está ligado su nombre inmortal, como una hipótesis propia para facilitar los cálculos pero que podia muy bien no tener fundamento. «Por ninguna otra combinación, exclamaba con entusiasmo, he podido encontrar una simetría tan admirable en las diversas partes del gran todo, una unión tan armoniosa entre los movimientos de los cuerpos celestes que considerando el luminar del mundo (*lucernam mundi*), ese sol que gobierna toda la familia de los astros en sus evoluciones circulares (*circum magentem gubernans astrorum familiam*, en un trono regio, en medio del templo de la naturaleza.

La idea de la gravitación universal ó de la atracción (*appetentia quaedam naturalis partibus indita*), que ejerce el sol como centro del mundo (*centrum mundi*), parece presentarse también al espíritu de este grande hombre, por inducción de los efectos de la pesantez en los cuerpos esféricos. Esto es lo que prueba un pasaje notable del tratado *De Revolutionibus* en el libro I, cap. 9.

Si se recorren las diversas fases de la contemplación del mundo se ve que la atracción de las grandes masas y la fuerza centrífuga han sido presentadas desde los tiempos mas remotos. Jacobo en sus escritos, abandonados desgracia-

damente al estado de manuscritos, acerca de los conocimientos matemáticos de los griegos, hace resaltar con razón «las miras profundas de Anaxágoras, en quien no podemos ver sin admiración, que la luna si la velocidad adquirida acabase de cesar, caería sobre la tierra como la piedra lanzada á lo profundo.»

Ya tengo mencionado en otra parte, con motivo de la caída de los aerolitos, conjeturas análogas de parte del filósofo de Clazomena y de Diógenes de Apolonio sobre la brusca cesación del movimiento circular. La atracción ejercida por el centro de la tierra sobre todas las masas pesantes que se le separan, presentaba ciertamente al genio de Platon, una noción mas clara que al de Aristóteles, quien conocia á la verdad, como Hiparco, la fuerza aceleratriz que regla la caída de los cuerpos, pero sin comprender bien el principio. Sin embargo, en Platon como en Demócrito, está reducida la atracción á la afinidad, es decir, al esfuerzo que hacen para reunirse las sustancias moleculares análogas. Solo el Alejandrino Juan Philopon, discípulo de Ammonias hijo de Herneas, quien verdaderamente no es anterior al siglo VI, esplica el movimiento de las esferas celestes por impulso primitivo, y enlaza esta idea á la de la caída de los cuerpos y al esfuerzo por el que todas las sustancias, ligeras ó pesadas tienden á aproximarse á la tierra. Las verdades que Copérnico suponía, y que Kepler ha espresado mas claramente

La distancia siempre igual á quedan unas estrellas respecto de otras, en tanto que toda la bóveda celeste se mueve del oriente al occidente habia acarreado la hipótesis de un firmamento, de una esfera trasparente y sólida, segun Anaximeno, quien no parece sino haber sido muy posterior á Pitágoras, donde las estrellas estaban como clavadas.

Geminus de Rodas, contemporáneo de Ciceron suponía que los astros están fijos en una superficie plana, unos mas altos y otros mas bajos. Lo mismo que se habia imaginado de las estrellas fijas, queria aplicar tambien á los planetas; y así fué como apareció la teoria de las esferas escéntricas ligadas las unas á las otras; teoria defendida por Eudoxo, Menechemne y Aristóteles quien inventó las esferas resistentes. La teoria de los epiciclos, cuyo mecanismo se aplicaba mas fácilmente á la representacion y al cálculo de los movimientos planetarios, destruyó despues de un siglo merced á la penetracion de Apolonius, la hipótesis de las esferas sólidas. En cuanto á saber si es cierto, como lo creia

Idelea, que se comenzó á admitir como posible el libre movimiento de los planetas en el espacio, al salir únicamente de la formacion del museo de Alejandria, ó si ya antes de esta época representábase en general las esferas trasparentes que se rozan y que Eudoxo en número de 27, Aristóteles en el numero de 55, aunque tambien los epiciclos, transmitidos á la edad media por Hiparco y Ptolomeo, admitia no como esferas sólidas y materiales existentes, sino como aun concepciones imaginarias; cuestion es esta que no me atrevo á encargarme de ella para decidir las aunque me inclino hácia la parte de las concepciones imaginarias. Lo cierto es que á mediados del siglo XVI, cuando fué acogida la teoría de las 77 esferas homocéntricas propuestas por el sabio polígrafo Girolamo Fracastor, y mas tarde los adversarios de Copernico pusieron todo en obra para defender el sistema de Ptolomeo: la creencia en la existencia de las esferas, de los círculos y de los epiciclos sólidos que los Padres de la Iglesia habian favorecido particularmente, estaba todavia muy divulgada.



III.

Ticho-Brahé y sus contemporáneos.

Ticho-Brahé por sus consideraciones sobre las órbitas de los cometas se gloriaba de haber demostrado primero la imposibilidad de las esferas sólidas y de haber destruido esta ingeniosa andamiada: suponía llenos de aire los espacios del cielo y pensaba que este medio alterado por el movimiento de los cuerpos celestes oponia una resistencia, de donde nacian sonidos armoniosos. Rothman, cuya organizacion era poco poética, creyó necesario refutar la fábula de Pitágoras de la armonia renovada.

El gran descubrimiento de Kepler, de que todos los planetas describen elipses al rededor del sol y que el sol ocupa uno de los focos de éstas, ha desenvuelto, en fin, el sistema de Copernico, sobre los círculos escéntricos y todos los epiciclos que lo encumbraban á su origen. La estructura del mundo planetario apareció entonces en su realidad objetiva y en su noble sencillez, como una obra admirable de arquitectura; pero estaba reservado á Newton descubrir el juego y la conexión de las fuerzas interiores que animan y conservan el sistema del mundo.

Los hombres que han seguido el desarrollo progresivo del conocimiento humano, han tenido frecuentemente ocasion de observar que los grandes descubrimientos, fortuitos en la apariencia, se estrechan en un limitado espacio de tiempo, y que los grandes genios gustan, de cualquiera manera, presentarse al frente. Este

fenómeno se reproduce de la manera mas clara en los diez primeros años del siglo XVII. Ticho, fundador de la astronomia matemática, Kepler, Galileo y Bacon de Verulam son contemporáneos. Todos, á escepcion de Ticho, han podido conocer en los años de su madurez, los trabajos de Descartes y de Fermat.

Los principios de Bacon, consignados en la *Instauratio magna*, aparecieron en inglés desde el año de 1605, quince años antes de la publicacion del *Novum Organon*. La invencion del telescopio, y los mas grandes descubrimientos de la astronomia física, tales, como el de los satélites de Júpiter, de las manchas del sol, de las fases de Venus y de la singular figura de Saturno, tuvieron lugar entre los años de 1609 y 1612. Las especulaciones de Kepler sobre la órbita elíptica de Marte comenzaron en 1601, y se hicieron la materia de la *Astronomia nova seu Phisica celestis*, que fué concluida ocho años despues. "Estudiando la órbita de Marte, escribe Kepler, es cuando debemos profundizar los misterios de la astronomia, ó no sabremos nunca nada. En fin, para un trabajo obstinado, he podido someter á una ley natural las irregularidades que se notan en el movimiento de este planeta." Ese hombre, de una imaginacion tan brillante, generalizando el mismo pensamiento, llegó á adivinar las grandes verdades espuestas por él diez años despues en los cinco libros de su *Armonia del Mundo*.