

nia, se detiene delante de la obra de Thorwaldsen, y puede contemplar ese monumento que recuerda tantos servicios y tanta ingratitud. El pensamiento vuela hácia la serie de mártires que fueron castigados porque se elevaron sobre sus contemporáneos: Cristóbal Colon cargado de cadenas, Galileo encarcelado, Képler muriéndose de hambre, Copérnico ridiculizado y á cuya memoria el clero de la iglesia de Santa Cruz niega una ceremonia en el siglo XIX. Se recuerda que los prusianos han cambiado su observatorio en calabozo y que sus restos mortales dispersos no tienen asilo todavía.

Este acto del clero de Varsovia, en nuestros dias, no puede ménos de despertar penosos sentimientos en todos los corazones honrados, dice Arago. Hay hombres que parece tienen el prurito de marchar siempre á remolque de su siglo y de mostrarse partidarios de las supersticiones que tanto daño han hecho á la humanidad. Hagamos esfuerzos incesantes en favor de la propagacion de las luces; es el único modo de disminuir el número de los fanáticos, que segun la expresion del poeta « van uncidos por detras al carro de la razon. »

El cuarto aniversario secular del nacimiento del inmortal astrónomo que los sabios polacos se proponen festejar próximamente en Thorn con la mayor solemnidad, reunirá sin duda sufragios mas unánimes. Lo deseamos por la honra de la humanidad. Pero quizas la Prusia militar y despótica, bajo la cual gimen las provincias polacas, como gimen nuestra Alsacia y nuestra Lorena, no permitirá que se celebre libremente la gloria de un héroe del trabajo y del pensamiento que jamas desenvainó la espada, que no vivió sino para practicar el bien y para dar libertad á las conciencias!

## CAPITULO X

### LA SUCESION Y LOS SUCESESORES DE COPÉRNICO

Tycho-Brahe. — Mæstlin. — Galileo. — Képler. — Newton. — Confirmacion constante del sistema y progresos de la astronomía moderna.

Al dejar la Tierra en el instante en que acababa de demostrar su movimiento, el venerable renovador del sistema del mundo trasmitió á sus sucesores una tarea gloriosa sí, pero difícil por todo extremo. Considerada como absurda desde Ptolomeo, la teoría del movimiento de la Tierra no podia ser aceptada rápidamente y el voto universal debia continuar declarándola ridícula é inadmisibile. Solo algunos hombres, pensadores y libres, podian estudiarla á fondo, comprenderla y adoptarla.

Segun lo que nos dice el mismo Copérnico, los primeros partidarios de la nueva teoría que él conoció, fueron un cardenal amigo suyo, Nicolás Schonberg, de Capua; un obispo, amigo tambien, Tidemann Gysio, de Culm; su discípulo y colega Joaquin Rético; el profesor Sho-

ner, de Nuremberg; el matemático Aquiles Gassaró y el médico Vogelino. No resulta que otros hombres conocidos comprendieran la grandeza é importancia de su descubrimiento, y murió sin saber si seria adoptado; si reemplazaria la teoría de Ptolomeo, y llevaria « el sistema de Copérnico » hasta el siglo XIX — época lejana para la cual se suponía generalmente que habria tenido efecto el fin del mundo — y hasta la mas remota posteridad, pues el nombre de Copérnico es ya indestructible.

El famoso concilio de Trento, último de los ecuménicos en el que la Iglesia haya establecido artículos de fe fundamentales, se abrió dos años despues de la muerte de Copérnico y de la publicacion de su obra, el 13 de diciembre de 1545, y se terminó en la antigua opinion de la inmovilidad de la Tierra en el centro del mundo á cuyo beneficio la humanidad terrestre se consideraba como centro y objeto de la creacion universal. No han cambiado sensiblemente despues las creencias católicas.

Tycho-Brahe, uno de los mas notables observadores que hayan existido, tan ilustre en la observacion como lo es Copérnico en la teoría, nació tres años despues de la muerte de Copérnico, el 13 de diciembre de 1546, y vivió hasta 1601. El rey Federico II le dió la isla de Huen, situada en el estrecho del Sund entre Elseneur y Copenhague, para que instalara un establecimiento astronómico y una colonia de astrónomos; y con efecto, edificó el pueblo y el palacio-observatorio de Uraniburgo (ciudad de Urania). Sus observaciones y las de sus treinta colaboradores fueron la base en la cual trazó Képler las leyes que rigen el sistema del mundo. Desgraciadamente para la memoria de Tycho-Brahe, sucedió

que se dejó arrastrar por escrúpulos religiosos y se atrevió á corregir el sistema de Copérnico. Supuso como Copérnico á los planetas situados en torno del Sol; pero conservó la inmovilidad de la Tierra y enseñó que en su derredor giraba el Sol con todo su sistema. Era una combinacion mecánicamente imposible y retrasó corto tiempo el establecimiento del verdadero sistema del mundo.

De los trabajos astronómicos de Tycho-Brahe, resulta que el Sol es 140 veces mas voluminoso que la Tierra. Segun sus cálculos, el diámetro de la Luna es al de la Tierra como 2 á 7; en otros términos, la Luna es 42 veces mas pequeña que nuestro globo. En aquella segunda mitad del siglo XV se creia tambien que Mercurio era 19 veces mas pequeño que la Tierra, — Vénus, 6 veces mas pequeña, — Marte, 13 veces mas pequeño, — Júpiter, 14 veces mayor, — y Saturno 22 veces mayor (Tycho, *Progymnasmata*, I, p. 294). Aun estaban muy léjos de la realidad. Tycho calculó igualmente la distancia de la esfera de las estrellas fijas. A su juicio, la distancia de Saturno habria sido de 12,300 semidiámetros de la Tierra, y la esfera de las fijas habria ido mas allá: á la distancia de 14,000 de aquellos semidiámetros. ¡Cuánto les faltaba todavía para llegar á la concepcion de las verdaderas grandezas astronómicas! Suponian las estrellas á 21 millones de leguas nada mas, lo que constituye apenas la distancia del planeta Marte; siendo así que la estrella mas próxima á nosotros está cuatrocientas mil veces mas léjos, se encuentra á ocho mil millones de leguas de la Tierra.

El sistema de Copérnico apreciado, pero combatido por Tycho-Brahe, llamó tambien la atencion del astrón-

nomo Maestlin, de Wurtemberg, nacido por los años de 1520, muerto en 1590, y cuya gloria principal consiste en haber sido el preceptor de Képler.

Miguel Maestlin era profesor de matemáticas en Tübinga, é imbuido en los errores de los antiguos, publicó un compendio de astronomía, en el que sostuvo la inmovilidad de la Tierra. Pero al fin de su vida, y habiendo examinado bien la interpretacion de Copérnico, se convirtió al sistema, se declaró fogoso partidario y lo manifestó altamente en sus cursos, en su conversacion, en su correspondencia. Su gran deseo era hallar un discípulo que pudiese continuar la obra de Copérnico, deseo que se realizó brillantemente, pues tuvo la dicha de atraer á la nueva teoría á los dos hombres mas eminentes de su época, Képler y Galileo, al primero por sus lecciones, y al segundo por sus conversaciones.

Cansado Képler de los obstáculos y contradicciones que hallaba á cada paso en el estudio del antiguo sistema astronómico, aceptó con avidez aquella exposicion que le agradaba por su sencillez, que respondia á sus sentimientos y que abria un campo vastísimo á sus nuevos estudios. En cuanto á Galileo, arrastrado por el calor con que Maestlin defendia las hipótesis de Copérnico, examinó su doctrina y abrazó la teoría que fué causa de sus desdichas y de su gloria. Así pues, gracias á los esfuerzos del venerable Maestlin, los genios mas ilustres de Alemania y de Italia dieron un nuevo brillo á los trabajos del astrónomo polaco.

Galileo, nacido el 19 de febrero de 1564, veinte y un años despues de la muerte de Copérnico, fué el primer astrónomo que se declaró altamente partidario del nuevo sistema, y cargó con la responsabilidad de enseñarlo por

escrito, cuando como profesor enseñaba oficialmente el antiguo. Muy jóven todavía y apasionado ya por la divina ciencia del Cielo, leyó el libro de Copérnico y habló con algunos pensadores de la verosimilitud de la nueva teoría. Célebre á los veinte y cinco años, profesor de astronomía en Pisa y luego en Padua, no descuidaba nada en medio de sus triunfos para propagar sus simpatías. Una carta á Képler fechada el 6 de agosto de 1597, demuestra ya que estaba bien decidido. Despues de haber recibido el *Prodromo*, en el cual se hallan reunidos los principales argumentos favorables á Copérnico, le escribe : « Leeré vuestro libro, tanto mas gustoso, cuanto que hace ya largo tiempo que soy partidario de Copérnico. Sus ideas me han dado la explicacion de muchos efectos naturales que de otro modo serian inexplicables. Todo lo tengo escrito, pero me guardo muy bien de publicarlo, porque confieso que la suerte de Copérnico me espanta : era digno de una gloria inmortal y le cuentan entre los locos. Si hubiera muchos hombres como vos, ciertamente que me animaria. » Siempre deseoso de propagar la nueva doctrina, Képler contestó : « Confianza, Galileo ; estoy seguro de que pocos matemáticos se negarán á marchar con nosotros. Si la Italia opone obstáculos á vuestras publicaciones, quizas la Alemania os ofrezca mas libertad ; y en el caso de que persistais en no publicar nada, siquiera comunicadme á mí particularmente todos vuestros descubrimientos favorables á Copérnico. »

Principalmente en los años 1610 y 1611 fué cuando Galileo se constituyó en cierto modo en representante de la teoría de Copérnico que habia confirmado con sus propias observaciones. Dirigiendo hácia la Luna los teles-

copios que se acababan de inventar, descubrió y demostró que este astro vecino es una tierra como la nuestra con montañas y valles; al paso que también contemplando el Sol, hizo constar la existencia de manchas en su superficie y su rotación del oeste al este, rotación que ofrecía un gran testimonio en favor del movimiento de traslación de los planetas y de la Tierra, en el mismo sentido, alrededor del astro del día. Volviendo el telescopio hacia Júpiter, el ilustre astrónomo hubo de descubrir que ese inmenso planeta está acompañado de cuatro lunas ó satélites que le siguen en su curso como la Luna acompaña á la Tierra, pequeño sistema que representaba en miniatura todo el sistema planetario. Así se acumulaban como por encanto las pruebas favorables á Copérnico. La más palpable y significativa fué ver que se realizaba en el campo del anteojo la predicción que Copérnico había hecho setenta años ántes á sus detractores. La objeción que le presentaron fué esta: « Si es cierto que está el Sol en el centro del sistema planetario y que Mercurio y Vénus circulan en su derredor en una órbita interior á la de la Tierra, estos dos planetas deben tener fases. Cuando Vénus se encuentra de este lado del Sol, debe estar en media-luna, como la Luna poniéndose por la tarde; cuando forma un ángulo recto con el Sol y nosotros, debe presentarse bajo el aspecto de un primer cuarto, etc. Ahora bien, nunca se ha visto esto. » Y Copérnico contestó: « Pues sin embargo, es la pura verdad y los hombres lo verán un día, si encuentran modo de perfeccionar su vista. » Así Galileo entusiasmado cuando ha descubierto las fases de Vénus, exclama:

« ¡Oh! Nicolas Copérnico; ¡cuán grande sería tu

satisfacción si hubieses podido gozar de estos nuevos experimentos que tan plenamente confirman tus ideas! »

Hasta entonces la nueva doctrina no había sido objeto de ninguna persecución directa; pero al tomar cuerpo, se hizo una fuerza y pareció imponerse para reemplazar los principios enseñados hacia siglos, con lo cual los sabios oficiales se coaligaron de comun acuerdo, unos de buena fe, otros por interés y por envidia, todos deseosos de que aquella novedad no triunfara nunca. Los teólogos decidieron unánimemente que era contraria á las Escrituras. La Congregación del Índice fundada para el mantenimiento de la fe católica, hubo de estudiar la cuestión bajo el punto dogmático por orden del papa, y el 3 de marzo de 1616, la autoridad eclesiástica publicó un decreto de la Sagrada Congregación declarando que la nueva teoría del movimiento de la Tierra era contraria á las Escrituras y que aquellos que la sostuvieran serían considerados como heréticos; prohibiendo que se enseñara en toda la cristiandad verbalmente ó por escrito, y condenando la obra de Copérnico hasta que se corrigiera.

Cuatro años después la misma Congregación indicó los cambios que se debían introducir en el libro de Copérnico; siendo los más importantes el de intercalar la palabra *hipótesis* por donde quiera expone el autor la teoría del movimiento de la Tierra, y el de borrar la palabra *astro* siempre que se aplica á la Tierra.

Sabido es que Galileo fué condenado á detención perpetua en una casa contigua á Florencia (Arcetri) por no haber obedecido á las prohibiciones de la autoridad eclesiástica y que murió en 1642 después de haber confirmado con indestructibles testimonios las realidades de la teoría de Copérnico.

Las persecuciones generalmente dan el resultado de ilustrar á sus víctimas y de aumentar su gloria y fama. Así sucede que en la actualidad la mayor parte de los hombres tienen á Galileo por el verdadero fundador de la astronomía moderna, el astrónomo polaco está eclipsado por la fama del astrónomo florentino. Comunmente se supone que Galileo es el autor del sistema del mundo y se olvida á Copérnico, á quien sin embargo permanece fiel la justicia científica puesto que el sistema conserva su nombre. Galileo es incomparablemente mas popular, y yo estoy persuadido que algunos de mis lectores eran partícipes del error en cuestion ántes de leer estas páginas. Poesía, música, teatro, todo se ha reunido para entonar alabanzas al que sufrió persecucion por enseñar la verdad que medio siglo ántes habia anunciado Copérnico. Képler, que confirmó como Galileo con nuevos descubrimientos la realidad del sistema astronómico moderno solo es conocido de los astrónomos y los sabios; Newton ha permanecido igualmente en las alturas de la ciencia pura; y Galileo, gracias á sus desgracias, personifica para la sociedad en general el fundador de la teoría del movimiento de la Tierra.

Las repetidas sentencias eclesiásticas que se dieron durante el siglo xvii contra la creencia en el movimiento de la Tierra, fueron anuladas por el papa Benedicto XIV y hoy la Iglesia católica admite el verdadero sistema del mundo. Las corporaciones de enseñanza sometidas directa ó indirectamente á la Iglesia, hasta la Revolucion, se opusieron mucho tiempo á que se enseñase como verdadera esta teoría, y no hace todavía cien años que por todas partes se enseña libremente. La Sorbona se vió en la singular condicion de tener que permitir á los profe-

sores que enseñaran la astronomía moderna fundada en el movimiento de la Tierra como una hipótesis cómoda, pero *falsa*... El mismo Descartes tuvo el extraño capricho de decir que en el sistema de Copérnico la Tierra está tan inmóvil como en el de Ptolomeo, atento á que la arrastra en su movimiento la materia cósmica de los torbellinos y que se encuentra tan inmóvil en esa materia como una barca en un rio (1). El P. Boscowich imprimió en Roma en 1746 una disertacion sobre los cometas con esta magnífica declaracion á guisa de prólogo: « Poseído del mayor respeto por la Sagrada Escritura y por el decreto de la Santa Inquisicion considero que la Tierra está inmóvil; pero no obstante, para mayor sencillez, haré como si se moviera. » Era un acto de buen jesuita, tanto mas cuanto que seria imposible de hacer su cálculo de la órbita de los planetas, si la Tierra no estuviese en movimiento. No obstante los obstáculos y los tropiezos de todo género que encontraba la adopcion de la verdad, esta debia acabar por triunfar y desde los primeros momentos de la astronomía moderna, miétras Galileo demostraba físicamente la realidad de las nociones de Copérnico, Képler hacia otro tanto matemáticamente.

(1) Descartes gasta esta broma en el sistema de los torbellinos. Habia escrito una obra sintética sobre el universo que debia dar á la estampa definitivamente á fines del año 1633, cuando la noticia de la condena de Galileo difundida por Gassendi y Bouillaud cuatro meses despues de haber sido pronunciada por la Inquisicion romana, deshizo lo proyectado y privó á la posteridad de aquella vasta obra compuesta con tanto trabajo. Descartes renunció á su publicacion temiendo perder el reposo de que disfrutaba en su soledad de Deventer, así como tambien para que no pareciera que faltaba al respeto á la Santa Sede, sosteniendo de nuevo el movimiento planetario del globo terrestre.

Képler nacido en 1571 y muerto en 1630 se declaró como Galileo en favor de Copérnico y publicó en Alemania con mas libertad que su émulo en Italia, sus ingeniosos y profundos estudios que tendian todos á afirmar sobre bases inquebrantables la discutida teoría del movimiento de la Tierra y de la inmovilidad relativa del Sol en el centro de las órbitas planetarias. Este hombre admirable, de vasto genio y de corazon generoso, aunque tuvo precision de ganarse la vida se ocupó sin cesar en resolver los grandes problemas de la construccion del universo y siguió su camino al traves de las amarguras que se cruzaron en su vida. Discípulo de Maestlin y de Tycho-Brahe, se entregó con pasion al estudio geométrico de los movimientos planetarios. Eligió por asunto de estudios la órbita del planeta Marte, y convencido como todos los astrónomos hasta entónces, de que los movimientos celestes debian efectuarse en círculo, pasó nueve años tratando de trazar el círculo del curso de Marte (1) sin conseguirlo. Los mundos no se mueven siguiendo círculos, sino siguiendo elipses. Gracias á diez y siete años de estudios halló por fin sus tres leyes inmortales de las cuales las dos mas importantes completaban magníficamente la obra de Copérnico: 1º los

(1) Rético nos dice que tambien por el estudio de Marte, comparando sus diámetros aparentes y las diferencias enormes entre sus distancias á la Tierra, logró llegar Copérnico á las principales inducciones en favor del verdadero sistema. Es pues un planeta que habrá prestado un inmenso servicio á la ciencia de los habitantes de la Tierra. — Cierta es que bajo otro punto de vista *Marte* ha ejercido un influjo bastante desastroso sobre la humanidad, ya que la guerra destruye, por término medio, como unos 40 millones de hombres cada siglo. El planeta moderno quizas hará olvidar las faltas de la antigua divinidad sangrienta.

planetas se mueven siguiendo elipses en donde el Sol ocupa uno de los focos; 2º los cuadrados de los tiempos de las revoluciones son entre sí como los cubos de las distancias (1).

Este descubrimiento eliminaba por fin del sistema de Copérnico los círculos excéntricos y los epiciclos que aún le obstruian arraigados en él como herencia orgánica del antiguo sistema. « Entónces, dice Humboldt, apareció la estructura del mundo en su realidad objetiva y en su noble sencillez, como una obra de arquitectura admirable. » La armonía ideal que Képler adivinó de antemano en la obra de Dios, constaba como un hecho que su descubridor daba á conocer á la humanidad.

Nosotros no vemos el sistema planetario de cara, sino de corte; no le vemos de *plano*, sino en *seccion*; y consiste en que nuestro punto de observacion reside en el plano general, y que la nocion que tratamos de formarnos del sistema del mundo no es la de su seccion sino la de su plano. Es como si quisieramos leer un libro, ó

(1) El 8 de marzo de 1618, al cabo de muchas tentativas inútiles, se fijó Képler en la idea de comparar los cuadrados de los tiempos durante los cuales efectuan los planetas su revolucion, con los cubos de las distancias medias; pero se engañó en los cálculos y rechazó la idea. El 15 de mayo de 1618 volvió á la carga y salió bien el cálculo: « estaba encontrada la tercera ley de Képler. » Este descubrimiento y los relativos á él caen precisamente en la triste época en que el hombre de genio, expuesto desde su tierna infancia á los rigores del destino, tuvo que trabajar por espacio de seis años para salvar del tormento y de la hoguera á su madre septuagenaria acusada de envenenamiento y de sortilegio. Lo peor era que justificaba las sospechas la circunstancia de que la infortunada mujer tenia por acusador á su propio hijo el alfarero Cristobal Képler y que se habia criado en casa de una tía que fué quemada viva en Weil por brujería.

*recorrer*, abrazar todo un país en el mapa, teniendo la vista á nivel del papel. Lo único que podemos es apreciar directamente la distancia de los objetos por su volúmen, ó mejor dicho, su cambio de distancia por su cambio de tamaño; ni áun podemos distinguir sino de un modo indirecto las posiciones relativas en que se encuentran de aquellas en que nos parecen situados. Ahora bien, las variaciones de grandor aparente que presentan la Luna y el Sol, son muy poco considerables para que sea posible medirlas sin hacer uso del telescopio, y el cuerpo de los planetas es tan poca cosa que la simple vista no le alcanza.

Una vez admitido el sistema de Copérnico desaparece esta dificultad: todo se reduce á un simple problema de geometría y de cálculo que consiste en determinar segun las posiciones observadas de un planeta, su órbita real alrededor del Sol, así como las demas circunstancias que presenta su movimiento. De este modo procedió Képler respecto á la órbita de Marte que reconoció ser una elipse con uno de sus focos ocupado por el Sol; trató de extender esta ley á los demas planetas y reconoció que á todos se aplica igualmente. Este resultado y otros no ménos notables designados en las obras con el nombre de leyes de Képler, constituyen el mas bello é importante sistema de las relaciones geométricas que jamas se haya descubierto mediante la induccion, y sin auxilio de ningun antecedente teórico. Comprenden estas leyes los movimientos de todos los planetas y ellas nos permiten señalar su lugar respectivo en sus órbitas en una época cualquiera, pasada ó futura, prescindiendo de sus mutuas observaciones, con tal de que se sepan resolver ciertos problemas que son puramente geométricos.

Y sin embargo, hasta mucho tiempo despues de la muerte de Képler no se reconoció la inmensa importancia de las leyes que habia descubierto. Consideradas en sí mismas ofrecian, á la verdad, un hermoso ejemplo de la armonía y regularidad con que están dispuestas todas las partes de la grande obra de la creacion, así como un contraste muy singular con el precedente sistema de ciclos y epiciclos; pero á esto se limitaban, al parecer, todas las ventajas, y áun objetaron contra Képler, no sin ciertos visos de razon, que habia dificultado el cálculo de la posicion de los planetas, atento á que los recursos de la geometría eran entónces insuficientes para resolver los problemas que implicaba la estricta aplicacion de sus leyes.

El conocimiento de los satélites de Júpiter y de las fases de Vénus ejerció grande influencia en el establecimiento y propagacion del sistema de Copérnico. El pequeño *Mundo de Júpiter* (*Mundus Jovialis*) ofrecia á la inteligencia una imágen completa del gran sistema planetario. El descubrimiento de los satélites de Júpiter marca una época eternamente memorable en la historia y vicisitudes de la astronomía. Los eclipses de los satélites, su inmersion en la sombra de Júpiter condujeron á medir la velocidad de la luz (1675) y en su consecuencia á explicar la elipse de aberracion de las estrellas fijas (1727), por la cual se refleja, digámoslo así, en la bóveda del Cielo el movimiento anual de la Tierra en torno del Sol. Con razon se ha dicho que estos descubrimientos de Roemer y de Bradley fueron la clave del sistema de Copérnico, la demostracion material del movimiento de traslacion que arrastra á la Tierra.

La revolucion científica debida á Copérnico tuvo la

buena suerte de que, salvo la corta suspension producida por la hipótesis retrógrada de Tycho-Brahe, constantemente fué á sus fines, esto es, al descubrimiento de la verdadera estructura del mundo. Hasta el gran fondo de observaciones precisas que hizo este, sirvió para descubrir las eternas leyes del sistema planetario, que dieron despues al nombre de Képler un brillo imperecedero, y que interpretadas por Newton, demostradas por él teóricamente y como un resultado necesario, fueron trasladadas á la luminosa esfera del pensamiento y fundaron el conocimiento racional de la naturaleza. Se ha dicho con mucho ingenio que « Képler escribió un Código y Newton el *Espíritu de las leyes*. »

Copérnico, Képler y Galileo apelaron á los hechos. Sus descubrimientos destruyeron los errores de la filosofía de Aristóteles; pero faltaba demostrar cómo y en qué se había engañado; era preciso evidenciar la falsedad del sistema y reemplazarle con un cuerpo de doctrina mejor hecho. Por la misma época emprendió esta tarea Francisco Bacon Verulam (1561-1626), que justamente será considerado por los siglos venideros como el reformador de la filosofía, aunque no aumentara mucho la masa de las verdades físicas, y aunque no siempre sus ideas estuviesen exentas de errores, que mas que á sus alcances deben atribuirse á la ignorancia de su siglo. Se han querido atenuar los servicios que prestó probando que su método es cosa de instinto, y que autores antiguos y modernos lo han empleado en diversas ocasiones; pero no está el mérito de la filosofía de Bacon en haber introducido el razonamiento de induccion, como procedimiento nuevo, inusitado; lo que la recomienda y la caracteriza es su perspicacia, su entusiasmo, la confianza

con que se anuncia como el alfa y el omega de la ciencia, como la grande y única cadena que liga las verdades físicas.

Inmenso fué el impulso que entónces recibió la ciencia. Habríase dicho que el genio del hombre contenido durante tanto tiempo rompía sus ataduras, que se lanzaba por fin en el universo; que comenzaba á desmontar un suelo virgen y ponía á la luz del dia los tesoros encerrados en sus entrañas. Generalmente se reconoció la pobreza é insuficiencia de la ciencia en punto á hechos. Todo el mundo se entregó á la investigacion y muy luego se inauguró una nueva era que rebosaba entusiasmo y maravillas, sin que se la encuentre ninguna comparacion en los anales del género humano. Parecia que hasta la naturaleza secundaba el movimiento, pues en tanto que suministraba medios nuevos y extraordinarios á los sentidos que debian explorarla, en tanto que el telescopio y el microscopio abrian el infinito por todas partes, ella desplegó como para fijar la atencion sobre sus maravillas y hacer famosa la época, el mas notable y misterioso de los fenómenos astronómicos: la aparicion y la extincion total de una estrella fija que Galileo pudo observar dos veces.

Los sucesores inmediatos de Bacon y de Galileo trastornaron la naturaleza toda con hechos nuevos y sorprendentes, con los cuales entró un poco de aquel amor á lo maravilloso que debe considerarse como un resto del siglo de la magia y de la alquimia, pero que bien regulado es un aguijon tan poderoso como útil para excitar á las investigaciones experimentales. Boyle se distinguió entre todos por su ardor que le llevó de experiencia en experiencia sin dejarle un momento de descanso. Hooke,

contemporáneo y casi rival de Newton, emprendió una serie de investigaciones todavía mas extensa. Como los hechos se multiplicaban mas y mas, comenzaban á surgir las leyes y á desarrollarse las generalizaciones. Fué tan rápida la marcha de los descubrimientos y tan brillante el triunfo de la filosofía inductiva, que bastó una generacion y el trabajo de un solo hombre para establecer el sistema del mundo sobre una base inquebrantable.

A traves de las vagas y singulares especulaciones sobre las causas de los movimientos cuyas leyes supo deducir tan bien y tan laboriosamente, Képler habia entrevisto que la de la inercia de la materia se aplica á las grandes masas del Cielo, como á las que cubren la Tierra. Tambien Galileo, mediante su poderosa argumentacion y valiéndose á la par de las armas del ridículo, dió el golpe de gracia á los dogmas de Aristóteles que habian elevado una barrera entre las leyes del movimiento celeste y las del movimiento terrestre. Asimismo habia contribuido con sus investigaciones sobre las que rigen la caida de los cuerpos, la marcha de los proyectiles, á sentar las bases de un verdadero sistema de dinámica en cuya virtud se pueden determinar los movimientos segun las fuerzas que los causan; y las fuerzas segun los movimientos que producen. Hooke hizo mas: estableció con tal claridad el modo de retencion de los planetas en su órbita por la atraccion del Sol, que seguramente si la habilidad del matemático hubiese sido igual á la sagacidad del filósofo y sus estudios hubiesen sido ménos variados y diversos, habria descubierto la ley de la gravitacion universal.

Pero todo lo que se habia hecho en este camino ántes

de Newton, no pasó, digámoslo así, de tentativas al objeto de levantar las primeras dificultades, como obras preparatorias destinadas á poner en estado á Newton de que pudiera desarrollar todos los recursos de su genio. Tan profundo matemático como buen físico, supo hallar métodos nuevos, métodos desconocidos para estudiar los efectos de las causas que su penetracion lograba vislumbrar. Remontándose á los primeros axiomas de la dinámica por una serie de inducciones, rigurosas, compactas, consiguió deducir una explicacion completa de todos los grandes fenómenos astronómicos y dar cuenta de muchos áun entre los mas oscuros y ménos importantes. Las matemáticas no se hallaban bastante adelantadas en aquel tiempo para allanar las dificultades que el vasto problema presentaba. Todo habia que crearlo para resolverlo. Pero léjos de desanimarle esta circunstancia le infundió mas valor y le ofreció ocasion de desenvolver su vasto genio. Por los medios empleados no era posible llegar al fin. Newton halló otros: inventó el método de las fluxiones que hoy se conoce con el nombre de cálculo diferencial y así nos dejó medios de investigacion que son á los usados anteriormente lo que es la máquina á los motores animados que reemplaza.

La obra capital de Newton consiste en haber demostrado que la causa de la suspension de la Tierra y de todos los astros en el espacio, es una fuerza determinada, calculable, cuya intensidad decrece en razon inversa del cuadrado de la distancia, y en cuya virtud los cuerpos celestes se atraen mutuamente, se mueven y se sostienen sobre el equilibrio de una invisible red. La Luna es como una bala de cañon lanzada horizontalmente á 96.000 leguas de altura, y que por su propia

pesantez hácia la Tierra, describe una larga curva en vez de una línea horizontal, y cae de 1 milímetro  $\frac{2}{3}$  por segundo, mientras recorre un kilómetro en el mismo tiempo. Una piedra elevada á esa altura y abandonada á su propio peso, descenderia en el primer segundo de caída, precisamente lo mismo 1 milímetro  $\frac{2}{3}$ . Todos los cálculos concuerdan para demostrar la identidad de la fuerza que sostiene á los astros con la pesantez. Así, pues, la ciencia conoció la existencia y el modo de ser de la *atracción universal*, de la gravitación, fuerza verdaderamente universal, atento á que obra en todo, desde los mas ínfimos movimientos que se efectúan en la superficie del suelo, hasta en las mas lejanas regiones accesibles al telescopio, sosteniendo nuestros pasos, nuestras casas, nuestros edificios, sirviendo de regla á la gota de lluvia como á la partícula de polvo que se lleva el viento — llevando á los globos sobre los mares, — dirigiendo á la Luna en su curso mensual alrededor de la Tierra y á la Tierra en su curso anual en derredor del Sol, — gobernando la traslación de los planetas y de los cometas mas lejanos, — y organizando los movimientos de las estrellas dobles en el fondo del infinito.

Copérnico que anunció las fases de Vénus, adivinó, digámoslo así, la atracción, como ya hemos dicho, y como se desprende textualmente de este párrafo de su obra :

« La pesantez, dice, es una tendencia que el Autor de la naturaleza ha dado á todas las partes de la materia para que se unan y se formen en masa. Esta propiedad no es particular de la Tierra, sino que pertenece igualmente al Sol, á la Luna y á todos los planetas. Por ella las moléculas de la materia que componen esos cuer-

pos se han reunido y redondeado en globos y conservan su forma esférica. Todas las sustancias colocadas en la superficie de los cuerpos celestes, pesan igualmente hácia los centros de esos cuerpos, sin que esto impida á esos globos la circulación en sus órbitas. ¿Por qué esa constancia opondría obstáculo al movimiento de la Tierra? O bien, si se supone que el centro de gravedad debe ser necesariamente el de todos los movimientos, ¿por qué se ha de fijar ese centro en la Tierra, en tanto que el Sol y todos los planetas tienen sus centros de gravedad, y que el Sol, en razón á su masa infinitamente preponderante, merecería mas bien esa preferencia? Esta elección seria muy razonable, puesto que á su beneficio se deducirían fácil y sencillamente todos los fenómenos y las apariencias en los movimientos de las estrellas y de los planetas. »

Por este raciocinio riguroso y metódico se ve que Copérnico fué el primero en decir que la pesantez es una propiedad general de la materia y aplicable á todas sus partes; que se extiende al Sol y á todos los planetas, y que por la acción de esa fuerza las partes de la materia que componen los cuerpos celestes se han reunido en globos y se mantienen bajo esa forma.

Quedaba un paso que dar en ese pensamiento vasto y enteramente nuevo, paso que valió la inmortalidad al nombre de Newton.

Los esfuerzos sucesivos de los astrónomos divulgaron el conocimiento del sistema del mundo que progresaba con el desenvolvimiento de las ciencias y acumulaba pruebas variadas é independientes unas de otras, sobre la realidad del movimiento de la Tierra. En 1759 se reconoció que los cometas son astros ligeros pertenecien-

tes á nuestro sistema planetario y que se mueven á lo largo de elipses muy extensas que los traen periódicamente á las regiones en donde flota la Tierra; y si bien es cierto que muchos cometas no han descubierto su camino, y han pasado por estas regiones para atravesarlas como viajeros extraños, no lo es ménos que el conocimiento de las órbitas cometarias ha llevado la extension del imperio del Sol mucho mas allá del antiguo limite marcado por Saturno, puesto que este planeta gravita á 364 millones de leguas del Sol y el cometa de 1680 se aleja de él hasta 32.000 millones de leguas.

El descubrimiento debido á Herschel del planeta Urano en 1785 y el del planeta Neptuno que llevó en 1846 el limite de las órbitas planetarias de 732 á 1147 millones de leguas, completó las nociones generales del sistema solar; pero entre todos los descubrimientos, el de la distancia de las estrellas es el que ha tenido la mas importante influencia sobre nuestra concepcion del universo.

Al describir en torno del Sol una órbita anual de 74 millones de leguas de diámetro, la Tierra nos lleva por un camino en el cual vemos cambiar las perspectivas celestes. Como los árboles de un paisaje cercano se cambian en el horizonte para el observador que va por el camino, así las estrellas mas próximas á nosotros operan un pequeño cambio aparente con relacion á las mas lejanas que permanecen fijas. Pero esta variacion anual es tan poca cosa que no obstante los esfuerzos sucesivos de Tycho-Brahe, Galileo, Wallis, Hooke, Flamsteed, Grégory, Huygens, Cassini, Roemer, Horrebow, Halley, Bradley, Roberto Long, Herschel, Piazzi, Bradley, Pond, Struve y Bessel, solo con los estudios de

este último astrónomo, de 1835 á 1840, se logró determinar la pequeña fraccion de segundo de arco que hace de cambio la estrella en razon al movimiento de traslacion de la Tierra.

En suma, hace unos treinta años que se pudieron medir por fin las distancias celestes y que el espíritu humano tomó verdadera posesion del universo. La primera estrella cuya distancia se determinó pertenece á la constelacion del Cisne (nº 61) y es poco brillante. Está á 420,000 veces la distancia de aquí al Sol, esto es, á 15.475 mil millones de leguas de aquí, y es una de las mas cercanas: solo se conoce otra mas cercana á del Centauro que se encuentra á mas de ocho mil millones de leguas. La estrella polar cuya variacion anual tambien ha podido medirse, está á 71,950 mil millones de leguas. En la actualidad conocemos las distancias de doce estrellas que son las mas próximas á nosotros, y esas distancias se cuentan por trillones de leguas.

Las estrellas son soles que brillan por su propia luz, y que como el nuestro alumbran sin duda otras tantas familias planetarias, sosteniendo sus sistemas de mundos por su atraccion y manteniendo la vida desconocida que se desenvuelve en la superficie de esas tierras lejanas (1).

A medida que la observacion y el cálculo, la práctica y la teoría adelantaron en el estudio del universo, se fué confirmando el sistema de Copérnico con pruebas y tes-

(1) En nuestras obras las *Maravillas celestes*, 4ª edicion, p. 122 y en la *Pluralidad de los mundos habitados*, 17ª edicion, p. 187 y siguientes, damos bajo una forma popular la descripcion general del universo.

timonios renovados incesantemente, y nunca se atravesó ningún hecho contrario, como le había sucedido al sistema de las apariencias todas las veces que eran más precisas las observaciones. La física, la química, la mecánica, las matemáticas, en los auxilios de diversa especie que han prestado á la astronomía, no han hecho más que realzar el brillo de la teoría proclamada por Copérnico y Galileo. Actualmente la astronomía es la ciencia que tiene mejores fundamentos, la más inquebrantable y respetada; y es también la más admirable entre todas, debiendo su grandeza á los genios escudriñadores de la naturaleza, cuya gloria pura y sin mancha conservará siempre su auréola, sobre todo al ilustre sacerdote de Frauenburgo que consagró toda su vida al estudio de la divina creación y murió dejando á la Tierra la obra más sublime que haya salido del cerebro de la humanidad: el conocimiento del sistema del mundo.

## APÉNDICE

TRADUCCION ABREVIADA DE LOS PÁRRAFOS FUNDAMENTALES  
DE LA OBRA DE COPÉRNICO

Ya que nos hemos puesto en relación con el ilustre astrónomo y su obra, parécenos interesante é instructivo tomar en nuestras manos el libro y recorrerle atentamente para darnos cuenta de los puntos fundamentales de su método y de su demostración.

Sabemos que esa obra inmortal que al cambiar la base de la astronomía hizo que el espíritu humano progresara de un modo inmenso, se publicó por primera vez en 1543 en Nuremberg con este título: *Nicolai Copernici Torinensis, de Revolutionibus orbium caelestium, libri VI.*

En la misma página del título se leía este aviso del impresor ó editor:

«Estudioso lector: tienes en esta obra nueva los movimientos de las estrellas, fijas ó errantes, que se han restablecido con vista de las observaciones antiguas y recientes, y que además se han explicado por nuevas hipótesis sumamente curiosas. Encontrarás también tablas corrientes por las cuales podrás calcular facilísimamente