

# Homenaje a Nicolás Copérnico

Con motivo del cuarto centenario de la muerte de Copérnico, (24 de mayo de 1543) la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas celebró en el Salón de Honor de la Universidad una velada conmemorativa, en la cual hicieron uso de la palabra el Decano de la Facultad, el Ministro de Polonia, Excmo. señor Ladislao Mazurkiewicz, el Director del Observatorio Astronómico Nacional, Profesor señor Rosaura Castro, y el Astrónomo señor Federico Rutllant, miembro docente de la Facultad.

## DISCURSO DEL MINISTRO DE POLONIA, EXCMO. SEÑOR LADISLAO MAZURKIEVICZ

Ante todo deseo agradecer en mi carácter de Ministro de Polonia al señor Rector de la Universidad de Chile, don Juvenal Hernández, y muy especialmente, al señor Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad, don Gustavo Lira, principal organizador del acto que presenciamos, por este homenaje tributado a Nicolás Copérnico, uno de los más grandes hombres de ciencia, que era polaco.

El señor Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, a quien ya debemos la organización de un homenaje a otro gran hombre polaco, Ignacio Domeyko, tuvo además la gran fineza de darme la oportunidad de pronunciar algunas palabras con motivo de este acto, lo que considero una deferencia no solamente para mí, sino que también para mi país.

En esta forma el acto de homenaje a Copérnico constituye en cierto modo un acercamiento cultural entre nuestros dos países—la exteriorización de sentimientos de simpatía y amistad entre ellos, sentimientos que debido a la actitud tan leal, afectuosa y comprensiva de Chile hacia Polonia en estos años de guerra, están fortaleciéndose cada día más.

La presencia de tantas personalidades chilenas, de mis colegas del Cuerpo Diplomático, finalmente de los representantes de las colectividades eslavas y otras colectividades aliadas, es para mí un motivo de gran satisfacción y les expreso a todos mi más profundo reconocimiento.

Personas mucho más competentes que yo, ilustres profesores y astrónomos de esta Alma Mater, hablarán a continuación sobre la personalidad de Copérnico y su rol en la ciencia moderna; yo quisiera solamente, agregar unas pocas palabras relativas a la procedencia y carácter polaco de Copérnico y acompañarlas con algunas consideraciones generales.

Los antepasados de Copérnico, de origen de Silesia, se establecieron todavía en la mitad del siglo XIV en la antigua capital de Polonia, Cracovia, de donde el padre de Copérnico se trasladó en el año 1458 a Torun una ciudad importante en la Pomerania, provincia polaca, llamada también en esa época Prusia Real. Cuando Polonia recuperó su independencia a raíz de la Gran Guerra, la Pomerania, junto con Torun, entraron a formar parte del nuevo estado polaco, siendo territorios que pertenecían a Polonia, sin interrupción, hasta las reparticiones del siglo XVIII. Allá en Torun nació en el año 1473, Nicolás Copérnico.

Desde el año 1491 hasta 1495, Copérnico estudiaba en la famosa Universidad de Cracovia, una de las más antiguas en Europa, siendo su maestro otro eminente hombre de ciencias polaco, Wojcidch o Alberto Brudzewski, el primero que desarrolló en el joven alumno el interés y afición por la astronomía. De Polonia, Copérnico se dirigió a Italia, para completar sus estudios en Bologna, Roma y Padua, en esta última ciudad se inscribió en el registro de estudiantes polacos. Después de haber regresado a su patria, Copérnico se estableció en la provincia polaca de Warmia, donde actuó como sacerdote y médico, dedicándose también a los estudios astronómicos. Cuando en el año 1520 la Orden Teutónica de los Caballeros de la Cruz, atacó a Warmia, Copérnico, en carácter de comandante en jefe, defendió la ciudad de Olsztyn (Allenstein) contra los invasores. Poco tiempo después el Rey de Polonia, Sigismundo I, le encargó la realización de algunas reformas económicas en Warmia y otras provincias vecinas. Murió Copérnico el 24 de mayo de 1543.

Lo más esencial de su trascendental teoría que ha revolucionado completamente la ciencia y dió origen a la astronomía moderna y cuya explicación se encuentra en su obra maestra «De Revolutionibus Orbium Celestium», ha sido expresado en esta frase del célebre filósofo alemán Felipe Melachton: «Sarmaticus astronomus qui movet terram et figit sollem», astrónomo sármata, quiere decir en polaco, quien movió la tierra y paró el sol. Con esto la tierra del punto central del Universo, como se creía anteriormente, conforma las teorías de Ptolomeo; se convirtió en uno de los planetas que se mueven alrededor del sol. Podría parecer que así se infringió un golpe al orgullo del hombre por haber sido destronizada la tierra donde él habita y manda; sin embargo, el hombre físicamente empequeñecido, se agrandó espiritualmente. Delante de él se extendía un universo infinito con sus misterios. El espíritu del hombre se alzó más allá de lo terrestre, penetró en la inmensidad del Universo y así se acercó más a Dios. Este engrandecimiento del espíritu, del alma humana, es una de las consecuencias lógicas de la teoría de Copérnico. El mismo Copérnico, lejos de ser un ateo o un escéptico, ha sido un hombre de fe, un hombre de sentimientos religiosos y sufrió enormemente por el hecho que su teoría parecía encontrar al principio resistencia en los círculos eclesiásticos.

En el actual momento, de terrible lucha entre el Bien y el Mal, conmemorar la vida de un gran Genio, como ha sido Copérnico, compenetrarse de sus ideas, tiene, creo yo, doble significado. En primer lugar parece ser un descanso en medio de las enormes preocupaciones, en medio del ruido de las armas, en medio de los gritos espantosos de las víctimas de la barbarie, un descanso para el alma, que penetra en el mundo de las sublimes ideas, se olvida de los odios y de las miserias

humanas y mira únicamente lo que es lo más grande en el hombre—su fuerza creadora,— ve cómo del cerebro de un genio brotan como las más bellas flores, nuevas ideas, que conducen a la humanidad por las vías del progreso y de la perfección. Entonces, el odio está reemplazado por el amor, los hombres se sienten hermanos, se sienten orgullosos y solidarios, ya que nada une tanto a los seres humanos como una nueva idea que les muestra el camino de marchar juntos hacia un mundo mejor.

Pero, además es también el afianzamiento de la fe y de la esperanza en el triunfo del Bien sobre el Mal, es la confirmación que el espíritu triunfa siempre sobre la materia y que nada valen las grandes conquistas, los sueños dominadores de los dictadores enloquecidos, que todo esto se disipará como humo y lo que queda eternamente, son las grandes ideas, que son como guías para la Humanidad.

Cuando en este momento rendimos homenaje a una gran idea, como ha sido la idea copernicana, nos parece que alrededor nuestro se encienden millares de luces, como millares de astros en el Universo, surgidos de las visiones Copernicanas, y estas luces nos enseñan la ruta de la victoria, de la victoria del espíritu sobre la fuerza bruta, de la libertad sobre la esclavitud, de la dignidad sobre la bajeza.

En el momento, cuando se trata de aniquilar a nuestra nación, el hecho que Polonia ha dado al mundo hombres tan grandes como Copérnico, como Madame Sklodowska Curie, como Chopin, cuyas obras se quedan eternamente, es un enorme consuelo, porque demuestra la grandeza y lo eterno del pensamiento polaco. Es como un magnífico monumento que se alza sobre todos, construídos en mármol y bronce; pueden estos últimos, como ya ha sucedido, quedar destruídos bárbaramente por el invasor, este otro monumento se yergue intacto, demostrando al mundo lo indestructible del pensamiento polaco que vive no obstante los destrozos infligidos a las obras de arte y de cultura.

Una nación así no perecerá. Copérnico es como una estrella de esperanza para la nación polaca en estos días de prueba, una estrella que con sus luces le inyecta valor para soportar las más duras adversidades y mantener fe en su destino.

---

#### DISCURSO DEL SEÑOR ROSAURO CASTRO, DIRECTOR DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL

Señor Decano, Excelentísimo señor Ministro, Señoras, Señores:

El 24 del presente se cumplieron cuatro siglos desde la muerte del insigne astrónomo polaco Nicolás Copérnico. Su vida ejemplar se caracteriza por el amor al estudio y al trabajo a tal punto que se puede decir que casi no hubo conocimiento de esos tiempos que le fuera ignorado. Estudió en varias universidades especialmente en la de Padua en la cual se hizo inscribir como estudiante polaco. Su afición a la astronomía se desarrolló en su espíritu desde la niñez, pudiendo profundizar esos estudios en Bolonia. Su fama de sabiduría le hizo granjearse la admiración de sus contemporáneos y así fué como a los 27 años de edad fué llamado a Roma (1499) para asignarle una cátedra de matemáticas. En Padua obtiene el título de médico. En 1503

vuelve a Cracovia para convertirse luego en canónigo y establecerse definitivamente en Frauenburgo en 1510.

El acontecimiento más importante a fines del siglo XV fué el descubrimiento de América y tuvo considerable influjo en el progreso de la astronomía. Con los viajes de circunnavegación que fueron la inmediata consecuencia, demostróse y se hizo evidente a los ojos de todos que era cierto lo que pensaban algunos sabios desde los tiempos de Pitágoras (siglo V A. de C.) sobre la redondez de la Tierra y su aislamiento en el espacio. Así preparó a los espíritus para admitir su movimiento de tal manera que puede decirse con razón que Cristóbal Colón fué el precursor de Copérnico. Desde los tiempos del famoso astrónomo griego Eudoxus (siglo IV A. de C.) hasta los árabes, dominó sin contrapeso el dogma de la completa inmovilidad de la Tierra. Es verdad que ya los pitagóricos habían pensado en un movimiento diurno de rotación alrededor de un supuesto fuego central, así como Aristarco de Samos, (III A. de C.) otro astrónomo griego, sostuvo en sus lecciones que la Tierra giraba en torno del Sol; pero estos destellos del genio humano debieron parecer al público absurdos de insanos, cayendo pronto en un completo olvido, y la inmovilidad de la Tierra permaneció como un principio inatacable. Este sistema que considera al Sol y a los planetas girando alrededor de la Tierra se designa bajo el nombre de sistema de Tolomeo (140 A. de C.) porque aparece publicado en su obra «Almagesto». Preciso es mencionar al cardenal de Cusa, quien sostuvo, aunque en vano, que la Tierra gira alrededor del Sol. Es Copérnico el que en seguida se convierte en el campeón de esta idea, que triunfó finalmente gracias a los esfuerzos que Kepler y Galileo pusieron en juego.

La complicación del sistema ptolomaico indujo a Copérnico al estudio de las ideas emitidas para explicar los movimientos celestes y llegó así después de pacientes y laboriosas observaciones a enunciar su sistema heliocéntrico, expuesto en su inmortal obra titulada: «De revolutionibus orbium celestium, libri VI, 1543» cuyo primer ejemplar llegó a sus manos solamente algunos días antes de su muerte. He aquí la marcha de sus ideas tal como fueron presentadas en su dedicatoria al papa Pablo III: «Como yo meditaba desde mucho tiempo sobre la incertidumbre de las tradiciones matemáticas en relación con el movimiento de las esferas del mundo, comencé a lamentar que los filósofos, que a veces escrutan tan perfectamente las pequeñas cosas del Universo, no hayan podido establecer una explicación más certera sobre el movimiento de la máquina de un mundo que ha sido creado para nosotros por el más perfecto y el más regular de los obreros. Es por esto que emprendí la tarea de releer a todos los filósofos, cuando logré conseguir sus libros, para ver si alguno de ellos no había emitido una opinión diferente de la que enseñan en las escuelas los profesores de Matemáticas; y así encontré desde luego en Cicerón que Nicetas había creído en el movimiento de la Tierra; en seguida en Plutarco encontré que otros habían tenido la misma opinión. . . De ahí ha nacido la ocasión que me ha hecho reflexionar también sobre el movimiento de la Tierra. Y aunque esta opinión parezca absurda. . .». Hasta aquí parte de la dedicatoria.

En el libro I de su tratado, Copérnico expone las razones que tuvo para preferir el sistema heliocéntrico en vez del sistema geocéntrico de Tolomeo. Trata de demostrar que el Universo es esférico, cosa que aún ignoramos; que la Tierra tiene la misma forma y para esto da razones, ya conocidas, tales como las apariencias pre-

sentadas por un barco que se aleja, o la forma del contorno de la sombra arrojada por la Tierra en los eclipses de Luna. En seguida quiere establecer a su turno el principio pitagórico que dice: «el movimiento de los cuerpos celestes es igual, circular, perpetuo, o compuesto de movimientos circulares», admirable y profunda idea, cuyo sentido abstracto encierra el germen de otros principios básicos en mecánica racional, tales como el movimiento central, y el principio de inercia.

Aunque haya acuerdo, dice Copérnico en otros de sus párrafos, en suponer inmóvil la Tierra, y que la opinión contraria parezca ridícula, un examen atento muestra que la cuestión está nada menos que resuelta, puesto que nuestro juicio se basa en movimientos relativos. Desde encima de la Tierra observamos el cielo; si la Tierra está animada de un movimiento, nos parecerá ver moverse el cielo en sentido contrario. Algunos antiguos, que colocaban a la Tierra en el centro del mundo, han admitido el movimiento de ella alrededor de su eje; se puede igualmente admitir que no está en el centro y que su distancia a ese centro es comparable a las distancias de los planetas, y entonces se tendrá una explicación plausible de las desigualdades observadas. Así deduce Copérnico que se puede pensar en que la Tierra, fuera de su movimiento de rotación sobre si misma, puede tener un segundo movimiento y que ella misma es un planeta.

Muestra luego Copérnico que la Tierra es como un punto en relación con las distancias de las estrellas; de allí ¿no es lo más natural admitir que la tierra es la que gira y no la esfera de las estrellas fijas? Se le hizo objeción de que los objetos que están sobre la superficie terrestre serían dispersados por la rapidez del movimiento; pero este argumento sería más de temer para la esfera infinitamente grande de las estrellas fijas y llega así Copérnico a admitir que es la Tierra la que gira produciendo la apariencia del movimiento diurno. En un pasaje muy notable de «*Revolutionibus Orbium Celestium*» se encuentra el germen de la gravitación universal. Dice así: «estimo pues, que la gravedad no es otra cosa que una cierta tendencia natural (*appetentiam quandam naturalem*) dada por el Creador a todas las partes y que las lleva a reunirse y formar globos. Puede creerse que esta causa obra también en el Sol, en la Luna y en otros planetas, y les ha dado la forma esférica, lo que no les impide cumplir sus diversas revoluciones».

Finalmente muestra Copérnico el movimiento de la Tierra alrededor del Sol y da una figura de su sistema colocando al Sol en el centro de siete circunferencias concéntricas. La primera de ellas, la que lleva el número romano I corresponde a la esfera de las estrellas fijas y es la más alejada del centro solar; hacia el interior siguen circunferencias correspondientes a los planetas Saturno con 30 años de revolución; Júpiter con 12 años; Marte con casi dos años; la Tierra (*Telluris* la llama él) con uno; Venus con nueve meses y Mercurio con 80 días de revolución. La Luna figura en una circunferencia alrededor de la Tierra. Por otra parte Copérnico conserva como cosa secundaria de los movimientos circulares, los excéntricos y los epiciclos.

Tales son los argumentos desarrollados por Copérnico en favor del sistema heliocéntrico. Sus contemporáneos dudaron y negaron el nuevo sistema y se transluce en las vacilaciones del gran astrónomo polaco al postergar durante treinta y tantos años la publicación de su obra inmortal. Cincuenta años después del deceso de Nicolás Copérnico eran contados los partidarios de su sistema enunciado en «*De Revolutionibus Orbium Celestium*».

Un valioso testigo de las resistencias encontradas por el Sistema Copernicano, al mismo tiempo que un buen conocedor de las simplificaciones que lleva consigo, fué Tycho Brahe quien, influido por los prejuicios de la época, imaginó un sistema intermediario entre el de Tolomeo y el de Copérnico. En este sistema predomina la vieja idea de una Tierra inmóvil haciendo que el Sol, circundado por todos los demás planetas, rinda tributo a la Tierra, girando a su alrededor. Los méritos de Tycho no necesitaban este esfuerzo para ser dignos por tanto otro título a la admiración de la posteridad. Sin embargo, la astronomía planetaria de entonces requiere ser conocida a base de las teorías de la Luna y de los planetas, expuestas por Copérnico.

En el sistema heliocéntrico concebido por Copérnico cada planeta se mueve en el zodiaco, por entre las estrellas zodiacales, y presenta dos desigualdades que ya en la antigüedad habían sido distinguidas por Hiparco, aunque no conoció sus causas. Una de estas irregularidades es lo que Copérnico llama *conmutación* y es producida por la translación del observador, llevado por la Tierra, dando ocasión a que se produzcan estaciones y retrogradaciones; la otra causa es la que se genera por el movimiento del planeta en su propia órbita; Copérnico descubrió la causa de la primera desigualdad, pero no la de la segunda, que tiene atingencia con la elipticidad de la órbita y que él explicaba a la manera antigua por un círculo excéntrico, haciendo desplazarse el planeta sobre una circunferencia cuyo centro quedaba fuera del Sol (teoría del excéntrico). Así mismo para el planeta Mercurio supone varios excéntricos y epíclis obligado a ello por la gran elipticidad de su órbita, desconocida entonces para Copérnico y que sería revelada pronto por Juan Kepler.

En cuanto a la adaptación de su teoría al cálculo de Tablas, Copérnico se limita a menudo a una transposición de los métodos de Tolomeo.

Pero donde Copérnico se muestra estricto es en el desacuerdo que resulta de la teoría de Tolomeo, concerniente a las paralajes y a los diámetros observados. Tolomeo empleaba un epíclis sobre un diferente excéntrico; Copérnico empleaba dos epíclis superpuestos y por esta simple substitución de un epíclis a un excéntrico se encuentran paralajes y diámetros mucho menos inexactos, y este cambio al parecer tan simple fué un gran progreso, porque así se corrigieron errores enormes; pero bajo el punto de vista físico, Copérnico tuvo que reconocer cuánto se apartaba de las leyes de la naturaleza.

Las teorías planetarias de Copérnico, fueron las últimas basadas en el principio pitagórico de los movimientos circulares y uniformes. Antes de un siglo Kepler descubriría la naturaleza elíptica de los movimientos planetarios.

Juan Kepler fué el primero que suministró argumentos en favor de la teoría de Copérnico; pero sus expresiones algo pintorescas carecen a menudo de aticismo; escribía así: «El Sol, haciendo brillar la verdad, hará fundir como mantequilla todo este aparato de Tolomeo y expulsará a todos los partidarios del antiguo sistema, los que serán forzados a entrar en el campo de Copérnico o en el de Tycho». Otras veces, mejor inspirado, apóyase sobre consideraciones de causas físicas, apenas invocadas hasta entonces; así piensa que la fuerza motriz de los planetas reside en el Sol, vida del Universo planetario y dice textualmente: «fuente de la luz y de la vegetación que son el ornamento del mundo», y agrega: « Que Tycho juzgue si no es más conveniente colocar en el Sol la fuerza que pone en movimiento a la Tierra, así como a los

otros planetas, en vez de hacer mover a los planetas en torno del Sol y a este luminar junto con su cortejo, alrededor de la Tierra».

El descubrimiento de las leyes del movimiento elíptico, al suprimir los centros vacíos de los excéntricos y al colocar al Sol en un foco común, trajo un nuevo argumento en favor del sistema heliocéntrico.

Pero estos diversos razonamientos no eran accesibles más que a un pequeño número de iniciados y por consiguiente no tenían la virtud de crear una corriente amplia y rápida en pro del nuevo sistema: Este privilegio estaba reservado a los descubrimientos hechos por Galileo con un nuevo y maravilloso instrumento, el anteojo de larga vista. Al revelar las fases de Venus, variables según su posición en la órbita, el anteojo probaba que este planeta circula alrededor del Sol; lo mismo sucedía para Mercurio y para Marte. Además, Galileo al descubrir los cuatro satélites principales de Júpiter que giraban a su alrededor, puso en evidencia la influencia de la masa. A estas razones, los partidarios de Aristóteles objetaban la incorruptibilidad de los cielos, la dignidad de la Tierra, mansión del hombre, rey de la naturaleza,—la increíble distancia que había que suponer a las estrellas,—reiterábanse las objeciones de Tolomeo, sacadas de las nubes, del vuelo de las aves que no podrían volver a encontrar sus nidos, llevados por la Tierra, etc. Pero el argumento capital, hasta cierto punto popular, era sacado de la imposibilidad del movimiento terrestre. Las objeciones a este movimiento eran de dos especies, unas tomadas del testimonio de los sentidos y las otras de las Escrituras. A las primeras replicaba Galileo haciendo ver que a menudo el movimiento de un barco es insensible para los que van en su interior; a las otras respondía Galileo diciendo que era preciso entender las Escrituras en el sentido figurado y hierático de las parábolas sin prejuzgar sobre su fondo.

Las polémicas nacidas de este antagonismo llamaron la atención sobre los libros que trataban del movimiento de la Tierra y es así como un decreto de 15 de marzo de 1615 puso en el índice hasta su corrección la obra *De Revolutionibus* de Copérnico, publicada hacía ya más de setenta años. Galileo era conocido por sustentar públicamente los conceptos así condenados; pero no fué entonces inquietado en lo más mínimo; sólo cuando publicó en 1632 sus célebres *Diálogos*, atrajo sobre sí la condenación de las autoridades romanas, casi todos ellos ardientes peripatéticos; y su libro fué condenado teniendo Galileo que abjurar el 22 de junio de 1633; siendo puesto ipso facto en cautiverio dentro del palacio mismo del Arzobispo de Sienna, Piccolomini, su alumno y amigo. Allí residió en esa dorada jaula hasta comienzos de diciembre de 1633, volviendo a Arcetri, cerca de Florencia, donde pasó el resto de su vida. Esta resonante difusión e intercambio de las ideas nuevas, que concluyeron por imponerse, consolidaron el Sistema Copernicano.

Los que seguían al filósofo y matemático Pitágoras admitían que el movimiento circular uniforme es el más perfecto y debía ser el de todos los astros. Este principio que parecía satisfacer las observaciones un tanto groseras de que se disponía entonces, iba a ser pronto desvirtuado por las más precisas que supo obtener Tycho-Brahe. Este gran señor danés estaba destinado a la carrera de las armas por tradiciones de familia y porque no se consideraba correcto que un gentilhombre se consagrara al estudio de las letras o de las ciencias, lo que entonces era mirado según los prejuicios de la época como absolutamente supérfluo. El joven Tycho a los 14 años se impresionó grandemente cuando pudo observar el eclipse de 21 de agosto de 1560, de acuerdo

con la predicción astronómica y esto le hizo consagrarse al cultivo de la Astronomía. Después de haber visitado los observatorios, los astrónomos y los constructores de Alemania, Tycho residió algún tiempo en Augsburgo, cuyo burgomaestre se hizo tan amigo suyo que le mandó construir en madera un cuarto de círculo de 14 codos de radio (5 metros más o menos) y cuyo transporte exigía la fuerza de 40 hombres.

Vuelto a su patria en 1571, se propuso vivir alejado del mundo, consagrándose a la ciencia, aunque dicen que algo pudo haber influido en esta determinación el hecho de que a raíz de un duelo había quedado desfigurado al perder parte de la nariz. El rey de Dinamarca Federico II informado por el landgrave de Hesse sobre los méritos de Tycho le prestó su magnífica ayuda a fin de que prosiguiera sus investigaciones; le dió la pequeña isla de Huene, a la entrada del Sund y le hizo construir un observatorio provisto de los mejores instrumentos; así mismo le asignó una fuerte pensión que lo habilitó para contratar ayudantes y calculadores. Allí realizó durante 15 años un buen número de observaciones, las más exactas realizadas hasta entonces. Cuando murió Federico II los enemigos de Tycho aprovecharon la menor edad de su sucesor Christian IV para hacerle suprimir la pensión. Poco después Tycho aceptó los brillantes ofrecimientos del emperador Rodolfo II que cultivaba la astronomía y que compartía con Tycho sus creencias en los mitos astrológicos; se instaló en Praga y al poco tiempo tuvo como su ayudante a Kepler.

Tycho se ocupó en confeccionar nuevas tablas de los planetas, las llamadas «Tablas Rudolfinas» en honor de su último protector; desgraciadamente no terminó su obra postrera porque una aguda dolencia extinguió su vida en 1601, a los 55 años de edad.

Kepler le sucedió como astrónomo de Rodolfo II y se propuso continuar las Tablas Rudolfinas, encontrándose heredero de todas las observaciones de Tycho Brahe, cuya precisión conocía bien y de la cual podía servirse con provecho.

Cuando Kepler llegó a Praga, Tycho se ocupaba de la teoría del planeta Marte tocándole a Kepler la suerte de colaborar eficientemente en las observaciones, digo la suerte, porque Marte es, después de Mercurio, el planeta que tiene mayor excentricidad.

Kepler hizo conocer sus investigaciones en una obra inmortal publicada en 1609 bajo el título de «Astronomía nova seu Physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus G. V. Tychonis Brahe...». Se refiere que en su lecho de muerte, Tycho hizo prometer a Kepler que conservaría sus hipótesis; éste mantuvo su promesa durante largo tiempo; pero las discordancias con las observaciones alcanzaban ya hasta 8 y 9', cantidades superiores a los errores de observación. «La bondad divina, dice Kepler, nos ha dado en Tycho un observador tan exacto, que este error de 8' es imposible. Hay que agradecer a Dios y sacar partido de esta ventaja; hay que descubrir lo que vicia nuestras suposiciones. Estos 8' que no es permitido aceptar van a darnos los medios de reformar toda la Astronomía».

Kepler va a encaminarse según sus propias ideas, es decir, a suponer al Sol inmóvil en el centro y a la Tierra y los demás planetas circulando en torno de él. Pero las observaciones de Marte son hechas desde un observatorio móvil, la Tierra; por lo tanto es necesario conocer bien el movimiento terrestre, lo que envuelve casi las mismas dificultades de Marte; la manera de resolverlas es propia del genio con que Kepler fué conducido al descubrimiento de sus leyes inmortales.



Partiendo de una oposición de Marte, Kepler determinó, después de una revolución marciana (687 días) el valor del radio vector terrestre en función del radio vector marciano, tomado como unidad, por medio del triángulo plano formado por el Sol, la Tierra y Marte. Después de otros 687 días Marte volvía a colocarse donde estaba antes, pero la Tierra ocupaba otro lugar en su órbita, pudiéndose nuevamente determinar su radio vector en función del mismo radio vector marciano ya empleado anteriormente, y así sucesivamente, a intervalos de 687 días fué determinando todos los radios vectores posibles de la Tierra, y dedujo que la curva descrita era como una circunferencia. Invertiendo ahora el procedimiento pudo Kepler determinar todos los radios vectores de la órbita de Marte que fueron posibles y entonces resultó claramente una curva elíptica, a causa de la mayor excentricidad. Y enunció su ley:

«Los planetas describen órbitas elípticas y el Sol ocupa uno de los focos».

La segunda ley o ley de las áreas está demostrada en su obra «Compendio de Astronomía Copernicana» y se basa en la constancia que resulta de multiplicar el radio vector por el arco descrito en la unidad de tiempo. Así deduce que «las áreas descritas por el radio vector en la unidad de tiempo son constantes». Estas dos primeras leyes publicadas en el libro «De Stellae Martis» remontan a 1609. La tercera ley vino sólo 9 años más tarde, y la enunció así: «La proporción entre las distancias medias de dos planetas es precisamente sesquiáltera de la proporción de los períodos de revolución», lo que se llama proporción sesquiáltera es aquella en que los términos tienen el exponente  $3/2$ .

Contrariamente a sus hábitos, Kepler no da a conocer en este caso la historia de sus ideas. Sabemos solamente que después de múltiples tentativas llegó a sospechar la ley el 8 de marzo de 1618; pero renunció a proseguir por no concordar los resultados, ignorando haberse equivocado en un cálculo. El 15 de mayo, después de rectificar los cálculos se convenció de la verdad contenida en su tercera ley.

«Desde hace ocho meses, dice Kepler, yo he visto el primer rayo de luz; hace tres meses que he visto el día, y en fin, desde pocos días, he visto al Sol con la contemplación más admirable.

Señores:

Al mencionar a estos hombres yo quiero hacer ver que la Astronomía moderna está en marcha. El impulso genético aplicado al Universo Sideral por el genio de Copérnico no se detendrá ya en el futuro y seguirán los siglos rindiendo tributo al insigne sabio polaco e inmortal ciudadano del mundo, Nicolás Copérnico.

## SOBRE ASTROFISICA Y EVOLUCION ESTELAR

Por FEDERICO RUTLLANT

Miembro docente de la Facultad de Matemáticas,  
y Astrónomo del Observatorio Astronómico Nacional

Señor Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Excmo. señor Nuncio Apostólico, Excmo. señor Ministro de Polonia, Señoras y Señores:

Los antropólogos y los geólogos están de acuerdo en estimar que la especie humana existe en la superficie de la tierra desde hace unos 300 mil años. Nosotros nos