

tros goniómetros modernos, habia otra plancha, de la misma forma, que servia de horizonte y para sostener el aparato. Se comprende, por esta somera descripción del astrolabio, que con él podia Hiparco referir sin auxilio de ningun cálculo, la ascension recta y la declinacion de un astro á las coordenadas de la esfera oblícua, esto es, determinar su longitud y latitud. En el astrolabio de Hiparco los mismos cantos de cada linbo servian de índice, por el cual se apreciaban hasta cuartos de grado. El *meteoroscopio* ó *armilar solsticial* ó *astrolabio planisférico* de Hiparco, no es en esencia, otro instrumento que el que acabamos de describir, diferenciándose tan solo en tener alidada y pínulas, de que carecia el anterior. Improbable tarea seria la de reseñar todos los pormenores de la revolucion que introdujo el sabio astrónomo, facilitando las observaciones. A él es debido tambien el *dioptra*, especie de goniómetro sencillo con dos alidadas y un limbo y que servia para asegurarse de la invariabilidad del ángulo de las visuales dirigidas á dos estrellas cualesquiera. Construyó tambien una gran esfera de tela oscura, sostenida por un armazon de madera, donde representó gráficamente las constelaciones; este primer mapa celeste, esférico, fué muy célebre en la antigüedad. Dió al traste con la teoría de las esferas sólidas de cristal de los egipcios y no consideró más que las trayectorias de Anaxágoras; pero desgraciadamente, si hizo justicia á éste, no se la hizo á Aristarco y siguió considerando á la tierra inmóvil en el centro del universo, explicando los movimientos de los astros por la complicada teoría de los epiciclos y de los centros móviles de las órbitas que, hasta Kepler, siempre se consideraron circulares. Descubrió la precesion de los equinoccios, ya observada y conocida de los egipcios, pero puesta en olvido y no tenida en cuenta por los otros astrónomos griegos que le precedieron; corrigió, en consecuencia de este descubrimiento, la denominacion, poco precisa, de año, cuando no va acompañada

del correspondiente adjetivo; y distinguió el año trópico del sideral y ambos del usual ó práctico, de 365 días ó de 366 en los bisiestos, determinando también el año trópico con mayor exactitud que antes lo estaba; reformó el ciclo empírico de Meton de 6,940 días ó sean 235 meses lunares (reforma que sin embargo no prevaleció): y las letras de oro con que el senado de Atenas mandó escribir el nombre de Meton son origen de que aun hoy día se conozca esta corrección con el nombre de *áureo número*. Descubrió también Hiparco lo que se llama, por abreviación técnica, movimiento propio del sol, esto es, que no describe aquel astro arcos iguales, en tiempos iguales (supuesta la tierra inmóvil); averiguó lo mismo respecto de la luna y los planetas; y redactó las primeras tablas del sol y de la luna, entreviendo y en cierto modo iniciando la teoría de los planetas, que tan fecunda sería en la mente del inmortal Kepler para deducir sus luminosas dos leyes de las áreas y de las órbitas elípticas. Finalmente, ideó un método de proyección sobre un plano, determinando abscisas y ordenadas curvilíneas que representaban la longitud y latitud, base de todas las proyecciones posteriores, hasta nuestros días.

¡Oh! ¡cuánto debe la astronomía al inmortal Hiparco, de quien á todo rigor pueden considerarse meros discípulos, más ó menos aprovechados, todos los astrónomos que florecieron después, hasta la época de Copérnico, esto es, durante un espacio de 1,700 años, dentro del cual nadie le sobrepusó ni adelantó!

Entre tantos, merecen sin embargo especial mención el portentoso Arquímedes, Geminus, Posidonio, Cleómedes, el egipcio Soxígenes que hizo la reforma llamada Juliana en el calendario romano en tiempo y por orden de Julio César, Agripa, Menelao, Theon de Esmirna y finalmente Ptolomeo.

El coloso Arquímedes no aplicó sino una pequeña parte de su tiempo y de su genio á la astronomía; pero así y todo, no solo conoció todo lo hecho por los griegos y ale-

jandrinos, sino que hizo una esfera, donde estaban representados los astros y sus movimientos, que era objeto de admiración universal y que consideró Cicerón como una de las invenciones que más honran al talento humano. Claudiano la celebró en sus versos y la *Spheropocia*, citada por Pappus, en que el mismo Arquímedes la describe, se ha perdido desgraciadamente; pero en su célebre *Arenario*, en que trata principalmente de progresiones aritméticas, trae por incidencia la descripción de un originalísimo goniómetro, sin limbo, constituido por una regla y un pequeño cilindro móvil sobre ella, con el cual midió el diámetro aparente del sol, y halló que debía de ser mayor (en grados) de $27' 0''$ y menor de $32' 56''$; lo cual es perfectamente cierto.

Si Ptolomeo no hubiera descubierto la irregularidad del movimiento de la luna, conocida hoy con el nombre de *eveccion*, debiera considerársele más bien que como gran astrónomo, como gran compilador é historiador sapientísimo, erudito, constante y paciente observador y escritor. Sus libros constituyen la obra clásica de la astronomía antigua; obra preciosa, llena de ciencia y de datos históricos, y archivo, además, de las observaciones todas de los que le precedieron. Conócese esta obra con el nombre de *Almagesto* que le dieron los árabes, formando una palabra híbrida con su artículo *al* y con el superlativo griego *megistos* que significa *muy grande*, y en efecto, ningún calificativo puede estar mejor aplicado que el que mereció este tesoro de ciencia acumulada por la veneranda y nunca por demás glorificada antigüedad.

Sin embargo, hay algunos borrones en las páginas de su libro de oro;—¿qué obra humana es perfecta?—acérri-
mo partidario Ptolomeo de la teoría de la inmovilidad de la tierra, esforzó de tal manera sus argumentos contra Pitágoras, Anaxágoras, Aristarco y Seleuco, que llevó la convicción al ánimo de todos los que, no pudiendo comprobar ni

demostrar las sublimes intuiciones de estos grandes genios, hubieron de admitir sus demostraciones; con lo cual, á mi ver, se hizo merecedor del castigo de que lleve su nombre un falso sistema que no inventó, pero al que poderosamente contribuyó á revestir de autoridad, boga y predominio.

VI.

Muy rápidamente, Señores, habré de recorrer la historia de los descubrimientos y adelantos posteriores al brillante período que se cierra en Ptolomeo, porque los acontecimientos han sido tales, tan multiplicados y sorprendentes, que me falta espacio para reseñar áun los que han excitado más vivo interés en el campo científico.

Terminadas á fines del siglo VIII tanto las grandes conquistas de los árabes, como la espantosa guerra civil producida por su cisma religioso, los triunfantes Abassidas, despues de haber casi exterminado á los Omeyas, consagraron dignamente los ocios de la paz á honrar el cultivo de la inteligencia, siguiendo las huellas de griegos y alejandrinos, restableciendo en unas partes, como en Bagdad, y fundando en otras, como en el Cairo, en Marruecos, en España, en Persia y en Mongolia, escuelas famosísimas, desde donde millares de sabios esparcieron por Oriente y Occidente los tesoros de sabiduría que con avidez y esmero habian recogido entre las ruinas del mundo antiguo; siendo á ellos deudora nuestra Europa de todos los elementos de su moderna ilustracion.

A los árabes pertenece la gloria de haber inventado los relojes mecánicos, tan preciosos para el estudio de nuestra ciencia, sustituyendo con ellos las antiguas é imperfectas clepsidras, con cuyo auxilio se habia medido hasta entonces el tiempo que no podian marcar los relojes de sol durante la noche. Arum-el-Raschid envió á Carlo-Magno, en el

año 807, una embajada; y entre los varios presentes que componian la ofrenda, en tales casos acostumbrada, figuraba un reloj que marcaba las 12 horas del dia y las de la noche, por medio de balas que caian en un vaso de bronce.

Aquel reloj fué, sin duda, el primero que se conoció en Europa, el que podríamos llamar antecesor de los relojes con que fueron dotadas á poco tiempo las catedrales, del regulado con el péndulo de Galileo, y de los exactísimos cronómetros modernos por los cuales han alcanzado las observaciones astronómicas la fijeza y precision que al presente las distingue y avalora.

El califa Al-Mamun, que reinó desde 814 á 833 de nuestra era, estipuló con el emperador Miguel III un tratado de paz entre cuyas condiciones honrará perpétuamente la memoria de aquel suceso el pacto en virtud del cual quedaba obligado el emperador á remitir una inmensa coleccion de autores griegos; y no contento con ésto, envió el soberano musulman una numerosa comision á la recién conquistada isla de Chipre, para que recogiese todos los tesoros literarios que poseian los vencidos; antiguo ejemplo de incaucion, siempre censurable, pero que ¡ojalá pudieran disculpar, con tan levantados fines, algunos modernos imitadores!

Fundó tambien aquel gran califa dos observatorios astronómicos, uno en Bagdad y otro en Damasco; mandó traducir al árabe la gran obra de Ptolomeo, que recibió entonces el nombre de *Almagesto*, que aun conserva; ordenó la revision de todas las tablas astronómicas allí contenidas, promoviendo para todo ello la construccion de los instrumentos necesarios, en que puso á contribucion el ingenio de los más hábiles artistas, y la famosa *tabla comprobada* de Yahia Abu-Mansur fué la síntesis de tan prolijos y múltiples trabajos.

Este mismo Yahia con Send-ben-Áli y con Abbas-ben-Said midieron en Bagdad la inclinacion de la eclíptica y hallaron $23^{\circ} 33' 52''$ segun cuenta Ibn-Yunis. Midióse segunda

vez en Damasco por los astrónomos Khalid-ben-Abdulmek, Abul-Taib y Ali-ben-Isha, llamado *el Astrolabio*, por lo muy bien que construía estos instrumentos. Los mismos Abul y Ali midieron, por último, en la vasta llanura de Sindjar en Mesopotamia un arco de meridiano, marchando uno hácia Norte y otro hácia Sur, sin dejar la alineacion, sirviéndoles de instrumento un reglon hasta que, por la altura del polo, observó cada cual que se hallaba en la desviacion de un grado con el punto de partida.

Uno de los dos halló 56 millas; el otro 56 $\frac{2}{3}$. Esta incipiente aplicacion del método de Eratósthenes, practicada por órden del mismo califa citado, proporcionó un cálculo de las dimensiones de la tierra mucho más aproximado á la verdad que todos los anteriores, áun cuando le faltara todavía bastante para llegar á la perfecta exactitud y aunque, apreciada como procedimiento geodésico, parezca rudimentaria en nuestra época.

Basta con lo dicho para formar idea de lo mucho y notable que hicieron los sabios árabes y sus califas, ya que falta espacio para recordar siquiera los centenares de nombres, y no quiero decir millares (aunque no sería demasiada exageracion), que deben oirse con respeto y agradecimiento por todos los amantes de la ciencia. Pero quebrantaria un deber de conciencia no citando, por lo menos, á Moham-med-ben-Djefar, nacido en Baten, y conocido por esta razon con el nombre de Albatenius, que sustituyó las tablas de cuerdas por las de senos, dando el primer paso en Trigonometría, ciencia que es la base primordial de la astronomía moderna. Su obra original, que durante algun tiempo se creyó perdida para la ciencia, existía, por fortuna, en la biblioteca del Vaticano. Otro deber tan sagrado, pero todavía más grato, el deber de patriotismo, exige que mencione á los más renombrados astrónomos españoles, tanto más en cuanto que de nuestra querida patria, como de un radiante foco, partieron los fulgores que más viva luz derramaron

por todos los ámbitos del antiguo continente; y advertid, Señores, que, al decir astrónomos españoles, hago abstracción de orígenes y de razas; que si la religion y la historia distinguen, con razon, entre moros y cristianos, entre invasores é invadidos, la ciencia puede olvidar los agravios de la guerra y de la política, para confundir á todos en la comun denominacion de sabios. Arzachel ó Abraham, astrónomo judío, vivió y escribió en el siglo XI y nos dejó *las tablas toledanas*. Djaber-ben-Affbah, llamado *Geber el Sevillano*, (al que importa no confundir con el químico Geber) criticó concienzudamente el *Almagesto*, cuyo libro fué además condensado, expurgado y aclarado por el célebre Averrhoes (nombre corrompido del árabe Aben-Rochd), nacido en Córdoba en 1120, astrónomo tan famoso como sabio médico y distinguido filósofo.

Entre los españoles cristianos de aquella época, tan fecunda para toda suerte de portentos, descuellan principalmente como astrónomos el célebre Josef, Juan de Sevilla y el Obispo Aiton, que con rayar tan alto en astronomía, brillaron aún mucho más como insignes matemáticos, y en tal concepto son universalmente conocidos. Pero la figura que más notablemente se destaca en el cuadro de aquella época, es la grandiosa del sabio rey Alfonso X, á quien se deben las famosísimas *tablas Alfonsies*, preciosa base de todas las que posteriormente se han compuesto en Europa. Los claros timbres que como jurista, filósofo, astrónomo y matemático alcanzó aquel monarca, le señalan como el *primero* de todos los reyes del mundo, en punto á genio científico.

La destruccion del califato del Cairo en 1171 por Saladino, la del califato de Bagdad por Hulagú, Kan de los Mongoles, en 1258, las conquistas de Mahmud y la invasion de los turcos seldjukidas, juntamente con las terribles guerras que sostuvieron con los cruzados en Palestina, con los españoles en esta península y con otros varios pueblos en todas las riberas y cuenca del Mediterráneo, aniquilaron de

tal modo el poderío árabe, que ya en los vastísimos territorios que ocuparon es cosa rara encontrar un arameo de raza pura, si no es acaso en los desiertos del Africa ó del Asia Menor; y, una vez revueltas y mezcladas las razas de mongoles ó amarillos y la negra con la semítica, la ciencia y la civilización huyeron de los mahometanos, acaso para no reaparecer en ningun tiempo mientras no sobrevenga una reforma en la constitucion y en las creencias de los hijos del Profeta. Pero sucedió entonces lo que sucede siempre que un pueblo inculto arrolla por la fuerza brutal á otro más adelantado; *Grecia capta victores cœpit*; los mongoles tomaron de los árabes la religion, la lengua y las costumbres; y hubieran tomado su ciencia si el mucho desarrollo de esta no fuera incompatible con la inferioridad nativa de la raza dominadora.

Los mongoles se hicieron indios en la India, chinos en la China, árabes en el resto del Asia, en Africa y en la Turquía Europea, y húngaros ó rusos en Europa.

Antes empero de quedar extinguida la luz científica entre los hijos de la media luna, brilló como un postrer destello en el mismo centro del Asia, cuna de la raza amarilla, tantas veces destructora y azote de Dios. Allí donde nacieron las feroces hordas de Atila, Gengis y Timur, en Samarcanda, ciudad central y corazon, por decirlo así, del Thibet, vasto territorio comprendido entre la cadena del Himalaya y el desierto de Ohi, fijó su capital y residencia el famoso Emir de Kesch, Timur-lenk, ó Timur *el cojo*, conocido generalmente por Tamorlan, fundador de un imperio colosal; y en aquella ciudad (convertida hoy en un asqueroso gran villorrio), se condensó por breve tiempo toda la luz de Atenas, Alejandría y Bagdad. Olug-Beg, nieto de Tamorlan, hizo construir en Samarcanda un colegio considerado entonces como una de las maravillas del mundo; se rodeó de los astrónomos Djijath, Cadizedes y Alkush-dji, autores de las famosas tablas conocidas por el nombre *de Olug-beg*,

superiores á las Ilkanianas, llamadas *persas*, que redactaron (por órden de Hulagú) los astrónomos Nassir-Edin (del Khorasan), Al-Oredhi (de Damasco), Al-Khalathi (de Tiflis), Al-Maraghi (de Mosul) y algunos otros. Olug-beg murió asesinado por su hijo en 1449, y con él dió el último suspiro la ciencia astronómica de los mahometanos.

VII.

Apreciado como fenómeno intelectual el desarrollo de los estudios astronómicos, podria creerse que sentia las influencias del clima, al modo que la experimentan los séres animados; embrionaria nuestra ciencia en el origen, vagó no se sabe por qué ámbitos de la tierra; más tarde, adherido aquel embrion á la primera de las civilizaciones antdiluvianas, formó, por decirlo así, el *ovulus* fecundado, que al calor de la humana inteligencia salió á la luz, aunque desmedrado y vacilante; se amparó del arca para flotar sobre las aguas del diluvio, y aterido y casi desbaratado por la gran catástrofe, cobijóse, protegido por los ários, á la sombra de los bosques tropicales de la India, dando sus primeros pasos, forzosamente inseguros, en las ardientes llanuras de Egipto y en la cálida y fecunda planicie de la Mesopotamia; sirviéronle aquellas regiones de amorosa madre y pasó allí su primera infancia; aventuróse despues á entrar en los países templados, y la Grecia y la España dividieron con el Egipto y el Asia el alto honor de albergarlo y robustecerlo; y entonces, ya más desarrollado y robusto, se atrevió á desafiar las espesas nieblas, los crudos inviernos y hasta las eternas nieves, recorriendo cual incansable viajero la Inglaterra é Irlanda, muy luego la fria Dinamarca, y la tierra del hielo, la hiperbórea Islandia; más tarde, Italia, Francia y Alemania; pero siempre resguardado por los muros de algun claustro y al amparo de la cruz

de Jesucristo, para no ser aplastado por el rudo peso de las armaduras y las mazas férreas de la edad media.

Arrastrado despues por el torrente de luz que brotó de las prensas de Guttemberg, salió triunfante del sagrado asilo para luchar y vencer en honroso combate á los bárbaros de toda especie, que los hay por ceguera del entendimiento y por perversidad del corazon, y para extender su dominio por todos los confines del mundo civilizado á la cabeza de las demás ciencias, sus hermanas.

Injusto seria, pues, no citar, entre tantos y tan venerables religiosos y sacerdotes, aquellos á quienes principalmente debe la Europa de nuestros dias haber salido de su oscuridad, ignorancia y barbarie, asimilándose y perfeccionando la ciencia de los antiguos asiáticos y africanos.

La Inglaterra y la Irlanda fueron, desde fines del siglo VII hasta principios del X, las naciones donde más brillaron las ciencias importadas primero de Italia y despues de la España árabe; y así debia ser naturalmente desde que la navegacion alcanzó algun progreso; porque la distancia por mar, aun siendo muy larga, establece menor separacion entre los hombres que una cadena de montañas ó cien leguas de desierto; por lo cual se dice con verdad que hoy todos los habitantes de las costas son vecinos.

Hemealdo compuso varias obras y observó algunos eclipses, que han servido para fijar la antigua cronología inglesa. Adhelm, abad de Malmesbury, nieto de Ina, Rey de los West-Sajones, fijó la fiesta de Pascua y otras, discutiendo como astrónomo el calendario breton. Alcuino, maestro de Carlo-Magno, se distinguió como matemático y astrónomo. Gerberto, que llegó á ser papa con el nombre de Silvestre II, es más conocido como matemático; pero fué tambien un sabio astrónomo. No es cierto que haya inventado el telescopio, como se creyó; la *fístula* de que habla en sus obras es el tubo con que los antiguos miraban los astros para medir mejor su graduacion, pero no tenia reflectores y solo era

un modo de sustituir con ventaja las primitivas alidades. Distinguiéronse tambien en nuestra ciencia, Guillermo, abad de Hirschau, Roberto, llamado el *Lorenés*, obispo de Hereford, Rodolfo de Brujas, Platon de Tivoli, el matemático Leonardo de Pisa, Alberto el Grande, Rogerio Bacon, llamado el *doctor admirable*, nacido en Ilchester en 1224 y muerto en Oxford en 1294, y por último el italiano Gerardo de Sabionetta.

Ya en el siglo XIV, bajo el naciente predominio del oscurantismo, el cultivo de la astronomía se hizo muy difícil y peligroso en toda Europa; de tal modo que Francisco de Stabili, conocido por el nombre de *Cecco d' Ascoli* cuya obra reimpressa veintiuna veces en el espacio de cincuenta años, contiene, á más de lo conocido hasta entonces, muy nuevas y excelentes nociones de meteorología, fué quemado vivo en Florencia, por hereje y encantador, el año 1327, á los setenta de su edad. Se distinguieron despues, Marcos de Benevento, Andasone del Nero, Juan de Dondis, Juan de Sajonia y Jorge de Purbach, maestro del célebre *Regiomontanus* (Juan Müller) cuyo calendario, impreso en Augsburgo en 1498, es el más antiguo que se ha publicado en Europa.

Los cardenales Pedro de Ailly y Nicolás de Cusa se interesaron en la reforma del calendario Juliano, tarea en que igualmente se ocuparon otros varios sabios para poner de acuerdo el año civil y el astronómico; entre ellos citaré á los alemanes Werner, Schoner, Stoeffler, á los italianos Bianchini, Angolo, Novara y á los españoles Fernando de Córdoba y Bernardo de Granolachi (italiano de origen, pero que publicó en español las efemérides de 1488 á 1550).

El descubrimiento del nuevo mundo probó y patentizó á la vista de todos la esfericidad de la tierra, colocò á ésta en su categoría de planeta; y Colon, Magallanes, Elcano y los demás navegantes españoles fueron los precursores y los que suministraron pruebas palpables é irrefutables á Copérnico y á Galileo.

IX.

Cinco grandes nombres forman el eslabon entre la astronomía antigua y la moderna. Empieza la primera con el primer hombre y concluye con los célebres navegantes españoles, todos más ó menos astrónomos, que á fines del siglo XV y principios del XVI acumularon datos y pruebas y esparcieron nociones ciertas é irrefutables, que muy luego sirvieron de bien provisto arsenal para combatir todas las hipótesis astronómicas y geográficas, falsas ó erróneas. Empieza la astronomía moderna con el inmortal Newton.

Como no intento, ni seria posible, condensar en un discurso la enorme copia de verdades, presunciones, descubrimientos, leyes mecánicas y físicas, nombres ilustres, conjunto de observaciones y de cálculos que constituyen la situación actual de los conocimientos astronómicos, he aspirado tan solo á ofreceros en breves páginas un resumen de los orígenes de nuestra ciencia: y aquí daría por terminado este desaliñado trabajo, si no fuese poco menos que absurdo tratar un tema cualquiera de astronomía, sin hablar poco ni mucho de Copérnico, Galileo, Tycho-Brahe, Kepler y Newton, y sin presentar, á manera de cuadro sinóptico, las conquistas científicas iniciadas por aquellos genios colosales y completadas por sus discípulos y sucesores. Permitidme, pues, que abuse todavía por algunos momentos de vuestra benévola indulgencia.

Nicolás Copérnico nació el 12 de Febrero de 1473 en Thorn (Prusia polaca), educándose bajo la proteccion de su tío materno, Wasselrode, obispo de Warmia.

Estudió filosofía y medicina en Cracovia, pasó á Italia y allí fué discípulo, en astronomía, de María Novara. En 1502, hecho sacerdote, fué nombrado canónigo de Frauemberg, pequeña poblacion á orillas del Vístula, donde pasó el resto

de su vida, consagrado á obras de caridad y al estudio de su ciencia favorita, la astronomía.

Muchos de sus amigos le instaban á que publicara sus trabajos, lo que su modestia resistió hasta la edad de sesenta años, en que fué vencida por los ruegos del cardenal Schomberg y de Tidemann Gisius, obispo de Kulm, ilustrados sacerdotes, á quienes debe la ciencia eterno agradecimiento. ¡Cuán poco tiene que agradecer, por el contrario, la religion al indiscreto é ignorante celo de los que, condenando la obra de Copérnico, 73 años despues de su muerte, suministraron pretextos á los enemigos del catolicismo para argumentar sobre tan absurda condenacion! Poco antes de morir pudo ver en sus ya temblorosas manos el fruto de sus vigiliass impreso en Nuremberg el año 1543; y cual si la emocion hubiese apagado el último soplo de su existencia, espiró el 23 de Mayo del mismo año.

Este grande hombre resucitó la teoria de Anaxágoras, juntamente con las de Pitágoras y Aristarco de Samos, que habian dormido en la noche del olvido cerca de 2000 años; pero las resucitó, no ya como una intuitiva hipótesis, desprovista de toda prueba, sino fundándola y explicándola de tal modo que dejara satisfecha la razon más exigente; si bien la comprobacion matemática fué obra posterior del gran Galileo.

Menos mecánico que éste, aunque tan sobresaliente astrónomo como él, deslustró Copérnico su luminosa obra con un grandísimo lunar, cuando, por no acertar á explicarse la simultaneidad del movimiento rotatorio y el de revolucion de nuestro planeta, supuso que, al igual de la luna, dirigia siempre al centro de la revolucion el mismo hemisferio; y la palmaria contradiccion entre semejante hipótesis y el movimiento rotatorio, le hizo caer en un dédalo de confusos y falsos razonamientos, que prueban una vez más cuán cierto es que aun los genios más grandes y sublimes pagan tributo á la triste condicion humana, contándose los ade-

lantos por el número de los tropiezos, vislumbrando un destello de la eterna verdad, mientras caminan entre sombras y tinieblas. Por esto ni Copérnico, ni tantos millares de sabios anteriores á Galileo pudieron comprender que la tierra podia y *debía* tener simultáneamente los cuatro movimientos de que ofrece un ejemplo por todos conocido la peonza que nos ha entretenido en la infancia, esto es, el movimiento rotatorio, el de revolucion al rededor de un centro exterior al suyo, el cónico del eje polar que produce la precesion de los equinoccios, ó sea el mismo que motiva las oscilaciones de la peonza, y por último, el de traslacion que la lleva de uno á otro aposento, como son llevados hácia la constelacion de Hércules, el sol, la tierra y los demás planetas de nuestro sistema.

Tycho-Brahe nació en Kundstrop (Dinamarca), el dia 13 de Diciembre del año 1546; su padre, sueco de origen, que á fuer de noble hubiera preferido que su hijo se dedicase á la carrera de las armas, no se pudo oponer á que uno de sus tios le suministrara medios para cultivar su vocacion por la astronomía, que á la edad de los 14 años, apenas cumplidos, se revelaba en el mozo, despertada tal vez por el eclipse del 21 de Agosto de 1560, cuya exacta prediccion le impresionó vivamente. A los diez y siete años, en 1563, sin más que un globo poco mayor que una naranja (donde se hallaba representado el mapa celeste) y un compás, con cuyas puntas (como alidades) dirigia visuales á dos astros y media su ángulo, estudió atentamente la marcha de Júpiter y la de Saturno, cuya conjuncion, como importantísimo fenómeno astronómico, habia sido anunciada en las *tablas alfonsies* y en las más posteriores llamadas *pruténicas*; y comparando la marcha de ambos astros con la calculada en dichas tablas, halló que las primeras adelantaban su prediccion en un mes y las segundas en un dia, sin embargo de haber sido revisadas por Copérnico.

Esto le indujo, como en su tiempo á Hiparco, á tratar de

reconstituir las observaciones astronómicas sobre nuevas bases y á construir instrumentos cuya precision aventajase al antiguo astrolabio.

En 1567 observó el eclipse de sol de que habla en su *Progimnasta*; en 1569, á los 23 de su edad, hizo construir por hábiles artistas un cuadrante de 7 metros de radio que giraba sobre su diámetro vertical y cuyo radio horizontal recorría un limbo, haciendo este instrumento, como fácilmente puede comprenderse, las veces del moderno teodolito, y permitía por el tamaño de su limbo una aproximacion veinte veces mayor que la obtenida hasta entonces. Este instrumento, de una sencillez y exactitud muy superiores al de Hiparco, le sirvió para componer un catálogo sideral mucho más completo y preciso que todos los ya conocidos. Gracias al auxilio de la trigonometría y merced al gran adelanto de todas las matemáticas, le fué posible referir sus observaciones á la esfera oblicua, esto es, determinar en cada caso la latitud y longitud del astro observado; no pudiendo haber error en el resultado matemático, si el cálculo ha sido bien comprobado, los que tal vez se notaran habian de provenir infaliblemente del instrumento; pero no teniendo éste más que dos limbos y un movimiento, necesariamente habia de ser ocasionado á menos defectos de construccion y ofrecer menores dificultades en su manejo que el antiguo astrolabio con sus cuatro limbos y su doble movimiento.

El 11 de Setiembre de 1572 observó con el mayor asombro una nueva estrella aparecida en la constelacion de *Casiopeya*, que puso en conmocion á todos los astrónomos de aquel tiempo. Sobrepujaba en brillo á todas las demás y aun á los planetas Júpiter y Vénus; pero fué apagándose lentamente, y despues de haber brillado por espacio de 17 meses, desapareció en Marzo de 1574. Tan extraordinario fenómeno, fijando la atencion sobre la contingencia de que algunas estrellas desaparezcan de nuestra vista, excitó su afan.

de registrarlas, á cuyo trabajo se consagró con ardor y perseverancia. ¡Rara coincidencia y raro paralelismo entre dos grandes hombres, separados por un intervalo de 1700 años! La aparicion de otra estrella nueva indujo á Hiparco á hacer el primer catálogo sideral, referido á coordenadas; y áun cuando se tuvo el hecho por fabuloso durante siglos, ha venido á comprobarlo el moderno estudio de los anales chinos que hablan de tal aparicion. Con efecto, el erudito y sabio Biot encontró, en la coleccion china de Matuanlin, que 134 años antes de J. C., esto es, 6 años antes del Catálogo de Hiparco, los chinos habian observado una estrella nueva en la constelacion de *Scorpio*. Despues ha podido ser observado el mismo fenómeno repetidas veces; en 1604 por Kepler en la constelacion de *Serpentariò*, desapareciendo la estrella dos años despues; en 1670 por el padre Antelmo, en la cabeza de la *Zorra*, verificándose la desaparicion tres meses despues; y en 1848, por último, en la constelacion de *Ofiunco*, se descubrió una estrella de cuarta magnitud, observada por Hind, que desapareció al cabo de algunos meses. A Tycho se debe tambien el descubrimiento de la refraccion astronómica; bien que posteriormente se haya podido estudiar el fenómeno con mayor perfeccion; nos dejó asimismo, la teoría de la luna mas completa que la conocida hasta entonces, y el descubrimiento y estudio del movimiento de este astro llamado *variacion*; siendo, por fin, el primero que dedicó un formal estudio al movimiento de los cometas. Otra rara semejanza del gran Tycho-Brahe con el inmortal Hiparco fué que, así como este último empañó sus timbres de gloria suponiendo (contra la opinion de Pitágoras y de Aristarco) la inmovilidad de la tierra, otro tanto admitió Tycho, contra la luminosa teoría de Copérnico. Teniendo, sin embargo, sobrado talento para que pudiera ocultársele cuán robusto era el raciocinio de su colega, tomó un término medio del que formó una teoría, que lleva su nombre, suponiendo que alrededor de la tierra giraba el

sol y alrededor del sol los demás planetas. Pero en ciencias no hay justo medio entre la verdad y el error; Tycho, para conciliar las opiniones de los copernicanos y las de sus contrarios, hizo como el que llamado á resolver entre dos que discuten sobre si dos y tres componen cinco ó siete, fallara que son seis. A pesar de ésto, que tanto ha oscurecido su gloria, fué un gran astrónomo, cuyo nombre debe pronunciarse con respeto. En sus exactas y prolijas observaciones halló el gran Kepler, que fué su ayudante y su discípulo durante algun tiempo, los elementos para deducir las luminosas leyes que llevan su nombre.

Nació Kepler el 27 de Diciembre de 1571, en Magstatt, aldehuela cerca de Weil, en Wurtemberg. Su padre, de familia noble, aunque posadero, sirvió durante la guerra de los Países Bajos, en los tercios españoles del duque de Alba.

La vida del inmortal astrónomo fué una continua lucha contra la miseria y las desgracias.

¡Oh ciega fortuna, cuán mal repartes á veces tus favores! Si Kepler, desprovisto de todo recurso para procurarse instrumentos de observacion, y tiranizado por la necesidad material del sustento, hubiera poseido la décima parte, nada más, del dinero que costó el monumento erigido á su memoria, habria podido vivir más tiempo, con gran provecho de la ciencia y mayor gloria de su patria.

Y sin embargo ¡con cuánta frecuencia se reproducen estos ejemplos de injusticia del hado y de ingratitud por parte de los contemporáneos!

El gran astrónomo no pudo recabar de los soberanos á quienes habia servido que le pagaran el mezquino estipendio que tenia devengado; y lleno de dolor, consumido por los desengaños y por la miseria, dejó este mundo el 15 de Noviembre de 1630, á los 59 años de su edad, y fué enterrado en Ratisbona.

Kepler, á semejanza del gran Pitágoras, vivió preocupado con la profunda idea de que habiéndolo Dios hecho

todo armónicamente, con número, peso y medida, sería posible hallar ocultas relaciones entre las cosas más distantes y al parecer más diversas.

Dejándose arrastrar, idénticamente que Pitágoras, á la region de lo puramente ideal é hipotético, supuso que las distancias del sol á los planetas guardaban entre sí la misma relacion que los radios de las esferas sucesivamente circunscritas é inscritas á los cinco poliedros regulares.

Tan craso error corre parejas con la relacion cromático-musical del matemático griego; por feliz compensacion, la misma idea fija que le habia sugerido tan peregrina hipótesis, lo condujo tambien al descubrimiento de las leyes que han inmortalizado su nombre. Despues de todo, ¿cuál es el grande ingenio que no haya sido más ó menos visionario? Precursor de Newton, entrevió Kepler la ley de la gravitacion universal, sin que por ésto sea lícito al orgullo aleman arrancar una sola hoja de la corona que ciñe las sienes de Newton, el cual proclamó aquella ley fecundísima y además la demostró, del propio modo que ni Aristarco ni Copérnico pueden eclipsar ni oscurecer la gloria de Galileo. Por lo demás, esta eterna polémica entre las naciones acerca de la prioridad en los descubrimientos, hechos por los grandes hombres de cada pais (todos ellos víctimas con frecuencia de la injusticia de sus contemporáneos) prueba tan solo que se desconoce ó se olvida la marcha constante de los progresos de la humanidad; esto es, que de ordinario los más importantes descubrimientos han pasado por sucesivas fases hasta probar su completa evidencia.

Un gran genio tiene la vaga intuicion ó un observador más atento repara en un fenómeno que nadie más advirtió; lo estudia con mejor ó peor acierto y deja sembrada una semilla, siquiera en forma de presuncion ó de sospecha; la dea intuitiva ó el estudio embrionario parece como que dormitan por más ó menos tiempo, unas veces desarrollándose insensiblemente y otras permaneciendo estacionarios

y aún olvidados, hasta que otro genio los despierta de su letargo, los despoja de la mezcla de preocupacion ó error que tal vez contenian, y entonces el invento, puro, esplendente, comprobado y aplicado á nuestras necesidades de ciencia ó de bienestar material, pasa definitivamente á enriquecer el tesoro de verdades que forman el patrimonio intelectual de la humanidad.

Kepler adoptó, con franca resolucion, el sistema de Copérnico; y provisto del copioso cúmulo de observaciones y de datos numéricos recogido por Tycho-Brahe, trabajó, continua y asiduamente para descubrir la relacion, la ley armónica, de todos aquellos movimientos celestes, al parecer tan irregulares; y esta fe sostenida, de que la ley debia existir, y aquel trabajar y ensayar sin descanso y sin desanimarse, aún cuando la verdad parecia esconderse á la luz de su entendimiento, lo condujo por fin al gran descubrimiento que anhelaba. Estudiando los cálculos relativos al movimiento de Marte, formuló su primera ley, estableciendo que *las órbitas de los planetas son elipses uno de cuyos focos está en el centro del sol*; con lo cual vino á tierra la teoría de los movimientos circulares que habia imperado sin rival y sin haber sido puesta en duda jamás durante miles de años, desde el nacimiento de la astronomía. Este primer teorema de Kepler, llamado *ley de las elipses*, suele tambien enunciarse de otro modo, que indica más directamente la observacion de que dimana, esto es, que *las áreas descritas por los radios vectores de un planeta (distancia del centro del sol al de un planeta) son proporcionales á los tiempos tardados en describirlas*. Sirvióle de punto de partida para determinar esta ley, el haber descubierto antes que *las velocidades angulares heliocéntricas del planeta, en el perihelio y en el afelio de su órbita, son reciprocas á los cuadrados de las distancias al sol, en estos dos puntos*.

La segunda ley de Kepler, tal como él la enunció, es que

la proporcion entre los tiempos periódicos de dos planetas es sesquiáltera de la proporcion de sus distancias medias; ó sea en otros términos como se formula hoy: Que los cuadrados de los tiempos de las revoluciones de dos planetas cualesquiera son entre sí como los cubos de los semi-ejes de sus órbitas. Kepler perfeccionó además la teoría de la refraccion, descubierta por Tycho; estudió la luz y la teoría de las lentes; ideó el anteojo con el ocular y el objetivo convexos, como en el dia se usan, aunque su pobreza no le permitió utilizar su propio invento, privándole de observar el cielo con anteojo; de suerte que sin las observaciones y el cuadrante de Tycho, nada hubiera podido adelantar en astronomía. Estudió además los eclipses y dió el método que hoy se usa, muy superior al antiguo, para calcular los de sol; estudió tambien los cometas y la estrella nueva que apareció en 1604 en el pié de *Serpentario*, y señaló antes que otro alguno las manchas y la fotosfera del sol, que forma, segun decia, el círculo luminoso de que se halla rodeada la luna cuando eclipsa totalmente á aquel astro. Anunció igualmente la gravedad del aire antes de que naciera Torricelli, que debia demostrarla con su barómetro.

Son tan conocidas las persecuciones que sufrió Galileo; se han hecho sobre su historia tantos comentarios, unos justos y otros apasionados; se ha prodigado y exprimido tanto el famoso *e pur si muove*; que todo ello pertenece, ya de mucho tiempo, al dominio de los conocimientos vulgares.

Tan solo, pues (y tomando literalmente un pasaje del mismo Galileo), consignaré que, despues de rechazar con energía la acusacion de haber querido socavar los cimientos de la fe religiosa, dice, con mucha verdad, *que el objeto de las Santas Escrituras es enseñar á los hombres el camino de la eterna salvacion y no el de enseñarles la astronomía.* Nació este genio inmortal en Pisa el 16 de Febrero de 1564 y murió en Arcetri, cerca de Florencia, el 8 de Febrero de 1642, á los 78 años de su edad. Contemporáneo de Kepler, cuyos

trabajos conocia, no lo nombra nunca, recibiendo en cambio, igual correspondencia de su colega y rival; humanas debilidades á que pagan tributo áun los ingenios de mayor potencia, cual si el universo en toda su inmensidad fuera reducido espacio para contener la gloria que uno y otro ambicionaban. Orando estaba en un templo cuando la mano de Dios puso en oscilacion ante Galileo una lámpara pendiente del techo, sin duda para sugerir al gran mecánico las leyes del péndulo, que aplicado luego como escape á los cronómetros astronómicos de nuestros días, les pudiera dar la aptitud de precisar maravillosamente las más delicadas observaciones de los tiempos modernos. Tal perfeccion alcanzan estos cronómetros, que no suelen variar más que dos ó tres segundos por año (*); y áun este ligero error se corrige por medio de otro reloj infinitamente más exacto, como fabricado por el supremo Artífice, aquel inmenso reloj que tiene por esfera la celeste bóveda y las constelaciones por minuterios.

Sincero admirador del gran Arquímedes, concedió Galileo la merecida estimacion á sus obras, defendiéndolas con calor y rechazando victoriosamente más de un ataque de los Aristótelicos.

Fué, con el gran siracusano, casi creador de la Física, ciencia entonces naciente y hoy heraldo incansable, que anuncia donde quiera la presencia de Dios, por las infinitas manifestaciones de su poder y su grandeza. Descubrió las leyes de la gravedad y las demostró experimentalmente por medio de su famoso triángulo, preparando con ellas, unidas á las de Kepler, el camino que habia de seguir Newton para determinar las de la gravitacion universal. Construyó por sí mismo y para su propio uso un antejo que aumentaba cien veces la magnitud lineal (diez mil la superficial y un millon la cúbica), siendo el primero que aplicó este medio

(*) M. Ch. Laboulaye.—Complément du Dictionnaire des arts et manufactures —Chronomètres et pendules — 426.

de observacion al estudio de la astronomía. ¡Oh! cuán grandioso panorama se desarrolló ante su vista centuplicada por medio de tan precioso instrumento! ¡Cuán ignorante se hallaba la humanidad entera de los secretos que con su auxilio era posible descubrir! Y sin embargo ¡cuán dilatados é inconmensurables son todavía los horizontes á que no alcanza ni alcanzará jamás el poder escudriñador del instrumento más perfeccionado! Provisto de su inestimable aparato, estudió ante todo la luna; distinguió sus valles, sus montañas y sus apagados cráteres; trató de medir la altura de sus montes por su sombra; pero el instrumento no era todavía bastante preciso y poderoso para ofrecer el resultado con exactitud. Descubrió los satélites de Júpiter é indicó las deducciones que podian sacarse de su marcha para determinar las longitudes en el mar. Vió las manchas del sol y dedujo el movimiento rotatorio de este astro.

Halló que Vénus tenia fases como la luna, lo cual robusteció en gran manera las pruebas en favor del sistema Copernicano.

Bien que sin alcanzar á distinguir el anillo de Saturno, hizo constar su apariencia triangular. Vió multiplicarse las estrellas ante su vista por espacios que se van perdiendo hasta un más allá, en que solo penetran los ojos del alma para contemplar la imágen de Dios en el fondo más remoto de la creacion: y con vivo asombro hubo de notar que su anteojo, con todo y ser tan poderoso, no aumentaba el diámetro de aquellos puntos luminosos, como sucedia con los de los demás astros, de lo cual dedujo, aunque sin medicion alguna, la espantosa enormidad de la distancia y lo colosal de su magnitud para producir un poder luminoso que pudiera llegar hasta nosotros. Observó tres cometas en 1618, adquiriendo como resultado las últimas pruebas para demostrar, segun lo hizo, la verdad del sistema de Copérnico, y para desterrar de una vez el antiguo sistema que impropiamente, como he dicho antes, fué atribuido á Ptolomeo.

Por último, este verdadero coloso de la ciencia escribió un gran número de obras, algunas de gran mérito, sobre arquitectura civil y militar, astronomía, gnomónica, física, matemáticas, mecánica y teoría de los centros de gravedad, dejando en todas bien impreso el sello de su enorme genio, introduciendo capitales reformas y haciendo sentir su vigoroso impulso donde quiera que arrimó la palanca de su poderosa inteligencia.

Nació Isaac Newton el 25 de Diciembre de 1642 (precisamente el mismo año en que murió Galileo), en Woolstrop en el Lincolnshire, de familia noble; y murió en 1727 á los 83 años de su edad. Erigieronle un soberbio mausoleo y se grabaron sobre su lápida estos versos:

Sibi gratulentur mortales

Tale tantumque extitisse

Humani generis decus.

Newton se propuso demostrar que *todos los cuerpos, todas las moléculas del universo, se atraen en razon inversa de sus masas y directa del cuadrado de las distancias*. Partió, en un principio, para sus cálculos, de una medida de la tierra poco exacta, porque no habian llegado á su noticia los trabajos de Picard, y se fundó en los de Snellius y los de Norword. Sus cálculos no le dieron el resultado que se prometia; y por espacio de diez y seis años, luchó entre su conviccion profunda en la grandiosa ley que queria demostrar y su no menos honda certidumbre en los resultados matemáticos de su cálculo. Pero si la medida de la tierra de que habia partido era exacta, estas dos convicciones eran incompatibles; y si no lo era ¿cómo ejecutar los costosos trabajos necesarios para determinar esta dimension con toda la exactitud requerida? Newton se dedicó á los otros estudios que le han inmortalizado como físico, como matemático y como mecánico, aplicando al desarrollo de todas estas ciencias sus titánicas fuerzas de inteligencia y de genio.

Dicese que, viendo caer una manzana, le ocurrió preguntarse por qué descenden los cuerpos segun la vertical y nó segun otra direccion cualquiera: y que ésto le hizo adoptar definitivamente como una creencia la ley vislumbrada por Kepler y conqcida y no apreciada en toda su inmensa importancia por otros varios.

Otra casualidad le hizo volver á emprender los trabajos que habia abandonado y que desde aquel momento fueron el objeto de toda su vida intelectual y el manantial de su inmensa gloria.

Un día del mes de Junio de 1682, llegó Newton uno de los primeros al sitio de reunion de la Sociedad Real, de la que era miembro. Esperando que la asamblea se completase, oyó una conversacion en que se trataba de los resultados obtenidos en Francia por Picard, sobre la medida del meridiano.

Uno de los miembros enseñó una carta consignando aquellos resultados. Newton tomó acta de ellos, apuntándolos en su cartera. Apenas oyó lo que pasaba en la sesion, fué á su casa, sustituyó en sus cálculos estos datos á los de Snellius y Norword, halló el resultado que esperaba; y se desmayó. Cuando volvió en sí, quedó sumido en una abstraccion tan profunda, en una insensibilidad física tan extraordinaria, que fué necesario emplear toda especie de reactivos para volverlo al uso de los sentidos, llegándose á temer que le faltaba la razon. El mismo fenómeno se reprodujo varias veces, hasta el punto, segun cuentan, de salir de su casa con un objeto cualquiera, del que fácilmente se distraia, sentándose y pasando largas horas en una inmovilidad absoluta; en términos de haber permanecido una vez estático, sin tomar alimento, ni dormir, ni moverse, pero con los ojos fijos y fosforescentes, hasta veintiocho horas seguidas. Parece que, por una gracia excepcional, separaba Dios el alma de aquel cuerpo, dejándole, sin embargo, la vida y la aptitud de volver á reincorporársela despues

de haber recorrido los ámbitos infinitos del universo astronómico.

Con la ya referida ley de *la atraccion universal*, explicó Newton todos, absolutamente todos, los movimientos celestes, siendo los más irregulares y más inexplicables al parecer, los que mejor la comprobaban.

Con ella explicó las mareas por la atraccion del sol y de la luna; y con ella se explican hoy los movimientos de que entonces no se tenia la menor noticia.

Al crear Newton lo que se llama *mecánica celeste* (perfeccionada por Laplace y otros), la astronomía quedó convertida en ciencia exacta; y el determinar ó explicar hoy un hecho astronómico queda reducido á efectuar cálculos matemáticos más ó menos largos ó complicados.

El orgullo británico, bien justificado en esta ocasion, puesto que Newton fué muy honrado y respetado toda su vida, ideó estos dos versos para encomiarle:

Nature and nature's laws lay hid in night:
God said «Let Newton be,» and all was light.

Me permitiré traducirlos diciendo:

La naturaleza y sus leyes yacian en la oscuridad;
Dios dijo: «Sea Newton,» y todo fué luz.

X.

Quisiera concluir mi pobre trabajo presentando á vuestra contemplacion el cuadro del universo astronómico en su inmensa grandeza, pero necesaria para ello dotes de que carezco, y aun diré que nadie podrá describirlo en su completa magnificencia, siquiera fuese tan gigante cual yo me considero pigmeo. ¡Oh, cuán profunda humillacion es para el orgullo del hombre sentir su pequeñez y su ceguedad en medio de tanta luz y de tanta grandeza! Cuanto más aprende y averigua, más clara y patentemente ve demostrada su

profunda ignorancia, y abatido en su soberbia, dice con el filósofo griego: «solo sé que no sé nada.»

Pero, aunque verdadera esta reflexion, no sea motivo de pereza y desaliento: que marchando hácia la luz elevamos nuestra inteligencia y nos aproximamos á su fuente purísima y eterna. Voy á deciros, pues, lo mejor que pueda, lo que hoy se sabe ó se cree saber en astronomía.

El sol, centro de nuestro sistema, traído á la báscula del cálculo matemático, nos ha dado su peso y su medida. Lo mismo se han pesado y medido, la tierra, la luna y todos los planetas (1), á excepcion de una parte de los 133 que hasta fines del año último se han descubierto entre Marte y Júpiter, y que han recibido el nombre de planetas telescópicos. Créese que provengan éstos de la catástrofe ocurrida en un planeta primitivo, que al estallar se fraccionó en otros tantos pedazos. Abona esta opinion, además de la falta de esfericidad de los más de ellos, la posicion de sus órbitas; y esta hipótesis es de tal naturaleza, que hoy se los *caza* con el telescopio, apuntándolo al sitio por donde deberian pasar si la suposicion fuera cierta; esto es, de un modo análogo al que sirvió para descubrir al planeta Neptuno, último de nuestro sistema, á lo que se cree. Sabido es que M. Le Verrier dedujo que las anomalías observadas en el movimiento de Urano, debian provenir de un planeta desconocido, cuya masa, órbita, y posicion determinó. Le Verrier no necesitó dirigir al cielo su vista para saber que allí estaba el planeta, sus cálculos de mecánica celeste, fundados en la ley de Newton, no podian fallar; el planeta fué descubierto con rigurosa precision en el sitio que marcaba el telescopio apuntado *à priori*. Fué visto en Berlin antes que en Paris, porque su distancia al sol, de unos 1,200 millones de leguas, no lo hace visible con el telescopio de que Le Verrier podia disponer. Pero ¿qué mejor telescopio que

(1) Véase la tabla inserta al final de este discurso.

su pluma, ni qué mejor observatorio que la bóveda de su noble cráneo? *A priori* también determinó Newton la forma esferoidal de la tierra, ó sea su achatamiento polar, por la doble razon de explicarse así la precesion de los equinoccios y por la de haber sido flúida, en cuyo caso, que confirma la moderna geología, dan las fórmulas mecánicas el aplastamiento polar como necesaria consecuencia. La nutacion de la luna proviene de esta causa también: y los cálculos dan esta misma forma, cuya exacta determinacion han venido á comprobar las mediciones geodésicas más escrupulosas y repetidas en diversas regiones de uno y otro hemisferio. Esta misma forma esferoidal se observa en todos los planetas, cuya magnitud y cercanía permite hacer la comprobacion: y acusa el primitivo estado líquido de todos ellos, puesto que su achatamiento es el mismo que da el cálculo para una esfera líquida de su misma densidad, volumen y velocidad de rotacion.

Sábase de los cometas que describen elipses como los planetas, pero excéntricas en tal grado que parecen parábolas; y la naturaleza física de aquellos cuerpos es todavía un enigma indescifrado. El volumen de sus colas, objeto de terror para el vulgo, encierra tan poca masa, que no solo su choque no produciria ningun cataclismo considerable en nuestro planeta, sino que, hasta hoy, no ha podido observarse la menor accion perturbadora producida por el paso de tales astros. No es decir que no la ejerzan, en absoluto; pero tan pequeña será que en vano se ha puesto empeño y esmeradísimo cuidado en apreciarla.

En el dia se han emprendido trabajos muy concienzudos y prolijos para determinar la naturaleza física de los astros. El análisis químico-espectral parece revelar que han entrado en su composicion los cuerpos simples que conocemos en nuestro planeta; pero esto dista mucho de poderse dar como cosa segura y bien comprobada. Los aerolitos, que innumerables vagan, no se sabe por dónde ni con qué movi-

miento, que pertenecen á nuestro sistema ó vienen de otro, no contienen ningun cuerpo simple que no exista en nuestro planeta; y, por el contrario, se ha hallado en algunos carbon de origen vegetal.

El P. Secchi, celebridad contemporánea de primer orden, que ha estudiado y estudia con ahinco la naturaleza física del sol, ha descubierto que se halla envuelto en una atmósfera gaseosa, debajo de la cual existe una masa líquida que probablemente envuelve á otra parte sólida, cuya porcion más interior sea líquida tambien, de un modo enteramente análogo á lo que sucede en nuestro planeta. Parece indicarlo así la marcha de sus espantosos cataclismos, de sus erupciones volcánicas, de sus hondas rasgaduras y rapidísimos movimientos de enormes volúmenes de materia en ignicion, centenares de veces mayores que nuestro globo y que cambian de forma y lugar en el espacio de algunos minutos. La intensidad y grandeza de estos fenómenos es de tal naturaleza que bastará decir que en los anchurosos y profundos abismos que desde aquí toman la sencilla apariencia de manchas, cabrian algunas docenas de globos como el nuestro cual las avellanas en una taza de regular tamaño. Los surtidores de llama líquida de sus espantosos volcanes elévanse nada menos que á dos ó tres mil leguas de altura, y si se tiene en cuenta que todo cuerpo pesa en la superficie del sol veintinueve veces más de lo que pesaria en la de la tierra, podremos formarnos idea de lo enorme de la fuerza impulsiva capaz de producir los tales surtidores, cuyo diámetro es á veces de más de cien leguas.

Respecto á la luna, la topografía de su parte visible nos es tan conocida ó poco menos que la del mismo globo que habitamos. Se sabe que no tiene atmósfera, puesto que las estrellas y los planetas ni sufren la más mínima refraccion ni pierden absolutamente nada de su brillo cuando están tan próximas como se quiera á enrasar con su limbo; y no

conteniendo atmósfera, claro es que tampoco puede contener líquidos, toda vez que estos se habian de evaporar en el vacío. La vida, pues, para séres análogos á los de nuestro planeta, es en la luna absolutamente imposible.

De la naturaleza física de los planetas lejanos y de la de los muy pequeños, nada ó casi nada se sabe. No hay medios, por ahora, de verlos bien.

Acerca de Mercurio, Vénus y Marte, podré decir que se ha observado grande analogía entre su naturaleza física y la de nuestro globo. Vénus difiere poco en su tamaño de la tierra, pero sus montañas alcanzan una elevacion de 40,000 metros, esto es, cinco veces la de los más elevados picos del Himalaya, que son los puntos culminantes de nuestro planeta. Se ha visto que poseen atmósfera, nubes, continentes, mares y casquetes de hielos polares, cuya magnitud aumenta ó disminuye al compás de las estaciones, propias del movimiento y de la inclinacion polar de estos planetas. El análisis químico-espectral no ha podido determinar aún la composicion de estos continentes, mares y atmósferas; se sabe que sus mares no pueden ser de agua, porque este líquido se hallaria en estado de vapor á la temperatura de Mercurio y Vénus, y en estado sólido á la temperatura de Marte. No se ha descubierto nada que sea parecido á una vegetacion análoga á la nuestra; lo cual no seria difícil de observar por la diferencia de coloracion segun las varias estaciones y en los territorios extensos.

Júpiter y Saturno, de un volúmen muy superior al de la tierra, presentan las mismas condiciones que acabo de indicar. Los mares y continentes de Júpiter no están bien determinados, porque lo impide la constante y movable masa de sus nubes, pero se han observado en él vientos alisios y monzones que las trasladan en las diversas estaciones y zonas de un modo análogo al de igual fenómeno en la tierra. El enorme y múltiple anillo de Saturno, cuyo diámetro exterior es de 71,000 leguas, le da un aspecto y con-

diciones muy distintas de los demás cuerpos de nuestro sistema, confirmando la hipótesis de Kant sobre la formación de los planetas, hipótesis admitida por todos los geólogos modernos y que, lejos de aparecer desmentida en el Génesis, resulta consignada tan claramente como el lenguaje lacónico, parabólico y misterioso de las Santas Escrituras lo permite.

La enorme distancia de Urano y Neptuno, ambos de volumen casi igual y mucho mayor que el de la tierra, no ha permitido observarlos bien, presentando, sin embargo, Urano la particularidad rarísima de que sus ocho satélites giran en dirección contraria á la de todos los satélites de los otros planetas.

Para calcular la distancia de las estrellas, se ha tomado por base un diámetro de la eclíptica; este es, por término medio, de 70 á 75.000,000 de leguas; si con seis meses de intervalo dirigimos desde un mismo punto dos visuales á la misma estrella, formaremos un triángulo, uno de cuyos lados será aquel diámetro y cuyo vértice opuesto será el astro observado. Pues bien; á pesar de una base tan grande, el ángulo opuesto es solo de algunas pequeñas fracciones de segundo, y toda la precisión de nuestros exactísimos y enormes limbos modernos no ha proporcionado sino una medida remotamente aproximada en varios centenares de millones de leguas, más ó menos; y esto para muy pocas estrellas, porque respecto de la inmensa mayoría no aparece hasta el presente ángulo apreciable poco ni mucho; esto es, su paralaje resulta nula y el diámetro de la eclíptica se vería desde allí como un punto. Pero ¿qué mucho, si, tomando por base del cálculo el radio máximo de nuestro sistema, ó sea el de la órbita de Neptuno, equivalente (según dejó dicho) á 1.200 millones de leguas, resulta la estrella más próxima á nosotros, distante unas 7.500 veces aquel mismo radio? Llámase á esta estrella la α del *Centauro*; evaluada esta distancia, tomando por unidad la de la tierra al sol, resul-

ta 226.400 veces este radio de nuestra órbita, ó sea, en leguas, el número de trece cifras 8.603,200.000,000.

Como no podemos darnos clara cuenta de lo que representa esta larga série de cifras y menos aún de la más prolongada que seria preciso escribir con relacion á estrellas más distantes, han buscado los astrónomos una fórmula ingeniosa que establece un tipo colosal de medicion. Determinada la velocidad de la luz por la observacion de los satélites de Júpiter, comparando su movimiento aparente con el comprobado por las leyes de la mecánica celeste y consultando el cronómetro, se ha venido á deducir que corresponde á unas 77.000 leguas por segundo.

La luz tarda en recorrer los 35.000,000 de leguas, que nos separan del sol, poco más de ocho minutos, y en llegar de la α del *Centauro*, más de 3 años y 8 meses; para la 61° del *Cisne* tarda 9 años; desde *Vega*, 12 años y 6 meses; desde *Sirio*, 22 años; de *Arturo*, 25; de la *Polar*, 31; desde la α de la *Lira*, 71 años...., etc.

Se cree con racional fundamento que para las últimas estrellas visibles, con el telescopio de 3 metros, no puede tardar la luz menos de 1.000 años, y que para las que solo son perceptibles con el de 6 metros, necesita por lo menos, 2.700 años; y evidentemente las hay mucho más lejanas; hasta un límite que nos es, y nos será siempre, completamente desconocido.

Los incesantes trabajos ejecutados de un siglo á esta parte por multitud de astrónomos eminentes, entre los cuales se han distinguido los ya difuntos John Herschell, Bessel, de Gauss, Encke, Maedler, W. Struve, Arago, y entre los que afortunadamente viven, Le Verrier, Willarceau, Plantamour, Adams, O. Struve, Cayley, Hansen, Mac-Lear, Henderson, Faye y el eminente P. Secchi, han permitido determinar de un modo seguro el sistema general del universo perceptible. No creo que me ciega el orgullo nacional al colocar junto á estos nombres el del astrónomo español Aguilar y el del geodésico eminente Ibañez.

Consta este universo que nuestra vista alcanza, de un número desconocido de nebulosas, de las cuales han podido descubrirse y observarse cerca de 4.000, de una magnitud, forma y distancia diferentes. Dos de ellas, particularmente, la de la *Virgen* y la del *Perro de caza*, presentan un núcleo central del que parten, á modo de cabellera, fibras divergentes en forma de espiral que parecen indicar una torsion producida por un movimiento rotatorio en un medio resistente. La contextura de estas fibras es la misma que la de todas las demás nebulosas, esto es, constan ó están compuestas cada una de muchísimos millares de estrellas.

La *Via láctea*, de forma lenticular, es la nebulosa de que nuestro sol forma una unidad, y todas las estrellas que se perciben á la simple vista, que son hasta las de sexta magnitud, con más muchos millones de telescópicas, forman parte de esta misma nebulosa. Herschell, no pudiendo contarlas de otro modo, las *aforó* con su enorme telescopio, por cuyo campo pasaron, en el corto tiempo de 15 minutos y en un espacio igual á la cuarta parte del disco aparente del sol, hasta 116.000; resultando para la *Via láctea* 18 millones por lo menos, quizá dos ó tres más.

Medida la separacion angular de dos estrellas, desde nuestro planeta, y teniendo en cuenta la distancia á que se hallan de nosotros, resulta que la de ambas entre sí presenta una enormidad numérica que guarda analogía con la que expresa nuestra propia distancia á cualquiera de ellas. Sin embargo, toda nuestra nebulosa no apareceria sino como de dimensiones ordinarias, y comprendida en un ángulo de $10'$, si pudiéramos verla desde una distancia igual á 334 veces su diámetro; y la luz tardaria en recorrer esta distancia unos 15.000 años; á otras 334 veces, esta misma distancia se veria bajo un ángulo de $10''$ y la luz tardaria en llegar 5.010.000 años. Segun los cálculos del sabio Arago, estos deben ser los números que pueden darnos idea de la magnitud y distancia de las diversas nebulosas.

Todos estos números no son hoy más que groseras apro-

ximaciones que nos dan una idea vaga y casi podríamos decir confusa de la realidad; pero algo es conocer el procedimiento para rectificarlos y la esperanza de conseguirlo. En efecto; por los trabajos de Bessel resulta probado con evidencia, que todo nuestro sistema camina progresivamente hácia la constelacion de *Hércules* con una velocidad que ha de ser, *por lo menos*, de 17 leguas por segundo; multiplicado este número por el de segundos del año (de 365 dias, 5 horas, 48 minutos y 46" ó sea 33. 746, 926") resulta para la distancia recorrida en un año por la tierra 673. 697, 742 leguas, *por lo menos*; ó bien digamos en números redondos, 674 millones de leguas. Ahora bien; tomando por base de las futuras paralages de las estrellas y nebulosas 10, ó 100 ó 1000 veces, si es necesario, esta distancia, luego que se haya estudiado bien éste movimiento de traslacion y se hayan perfeccionado y agrandado los instrumentos astronómicos, podrán determinarse las distancias con mucha mayor exactitud que tomando la insuficiente base de 70 millones de leguas que hasta hoy ha sido la máxima utilizable, por falta de otra, exactamente determinada.

Finalmente, lejos de creerse hoy, como creian los antiguos en lo que llamaban la *incorruptibilidad* de los cielos, esto es, en su perpétuo reposo, sin género alguno de transformacion, se ha observado un movimiento propio en muchas estrellas y se tiene la idea de que podrian clasificarse mejor que por constelaciones, por la naturaleza de estos movimientos y por sus distancias respectivas; pero antes es necesario determinarlos mucho mejor que lo están hoy: y ésto ha de ser obra de mucho tiempo.

Hase visto, como antes hemos dicho, que las estrellas pueden aparecer y desaparecer. Se han observado, además, muchas de las llamadas dobles, esto es, constituyendo un sistema en que la una gira alrededor de la otra á distancia relativamente pequeña. Por último, confirmando la teoría de Kant, se han descubierto masas translucidas y opacas que girando como planetas de enorme volúmen con rela-

cion á la estrella, ofuscan su brillo periódicamente, de un modo más ó menos completo, á semejanza de lo que se ve en las luces de los faros marítimos.

XI.

Señores, he concluido de decir lo que me habia propuesto; pero, antes de bajar de esta cátedra, creo de mi deber llamaros la atencion sobre un punto muy importante. No entiendo yo que el patriotismo consista en adular falsa y bajamente el orgullo nacional del vulgo, haciéndole creer que se halla nuestra nacion al frente de todas; hagan esto en mal hora los que piensan explotarla, á cambio de sus mentidas adulaciones. Me parece que el verdadero patriotismo aconseja á todos y en especial á los catedráticos que han de dirigir á la juventud por el camino del progreso verdadero, que se pongan de manifiesto los obstáculos que pueden impedir su marcha. Esta mision no solo es altamente patriótica, sino paternal, en mi concepto. Y lleno de esta idea de mi deber, oid por brevisimo rato lo que voy á deciros.

¿Por qué, á pesar del atractivo que ofrecen á la inteligencia y al corazon, han permanecido los estudios astronómicos poco menos que olvidados en nuestra desgraciada patria? ¿Por qué, habiendo brillado tanto en las ciencias que se refieren á todo cuanto ha hecho el hombre, no hemos rayado á igual altura en las que se refieren á lo que directamente y sin humano concurso ha hecho Dios? ¿Por qué, teniendo y habiendo tenido tantas eminencias en otros ramos del saber, ha sido tan escaso el número de los consagrados á estudiar las leyes por que se rigen la marcha de los astros, las combinaciones químicas, los cuerpos físicos y las vibraciones etéreas? ¿Por qué no se han cultivado con el necesario ahinco las matemáticas puras, preliminar in-

dispensable para estudiar y comprender estas leyes? ¿Será, como algunos imaginan, que una ley de raza nos condene á perpétua esterilidad en estas ciencias?

Nó, Señores; el pais que puede ofrecer al respeto y á la consideracion del mundo civilizado una galería de hombres ilustres tan esplendente y variada como la que ofrecen los anales de nuestra patria, no puede ser considerado como impotente para elevarse al nivel de las naciones mas encumbradas.

La patria de Pizarro, Hernan Cortés y el Gran Capitan bien puede ser la cuna de otros guerreros no menos grandes; donde han florecido el Cardenal Cisneros, Saavedra, Campomanes, Jovellanos, Balmes y tantos otros ilustradísimos varones, no puede, con razon, afirmarse que se halle proscriba la raza de los políticos profundos y de los estadistas eminentes; las suaves brisas, el puro cielo y el verdor de los campos que inspiraron la musa de Argensola, de Rioja, de Melendez Valdés y de cien más ingenios esclarecidos, no pueden ser mortíferos para el cultivo de las bellas letras; el pais que vió nacer á Murillo, á Velazquez, á Rivera, bien puede producir artistas poseidos del sentimiento de lo bello; allí donde se ha hecho ese milagro de estereotomía que se llama Escorial, y la maravillosa Alhambra y la incomparable catedral de Búrgos, y tantos otros portentos, pueden nacer inspirados y sabios arquitectos. Pero es preciso convenir en que una direccion, ya de muy antiguo, errada y viciosa en el cultivo del campo científico nos ha dejado respecto el grupo de las ciencias naturales, físico-químicas y exactas, en vergonzoso atraso con relacion á la mayoría de las naciones civilizadas. En Historia Natural no tenemos un Linneo, ni un Cuvier; nada nos debe la Zooloogía; en Química no tenemos un Lavoisier, ó un Berzelius, ni en Física un Biot, un Volta, un Franklin, ni en Mecánica un Watt, ni en Astronomía un Kepler, un Galileo, ni mucho menos grandes genios universales en todas estas ciencias como los co-

losales Arquímedes, Newton y el mismo Galileo. Triste, tristísimo es considerar que ninguna de las ramas en que se divide la ciencia matemática debe su origen á un español, mientras apenas hay nacion europea que no haya enriquecido la preciosa herencia que nos legaron Griegos, Alejandrinos y Arabes.

La Italia ofrece como contingente debido al genio y á las vigilias de Ferri, Tartaglia, Cardan y Ferrari, la resolucion de las ecuaciones de tercero y cuarto grado. Francia, riquísima en genios matemáticos, aparece representada en este honorífico certámen, por Viete, creador del Álgebra moderna, madre fecunda de toda la ciencia matemática actual, por Descartes, creador de la Geometría Analítica, por Desargues, autor de la Teoría y el Cálculo de las Séries, por Monge, inventor de la Geometría Descriptiva, por Bachet de Meziriac y Fermat, á quienes debemos la Teoría de los Números y el Análisis Indeterminado. Inglaterra presenta en primera línea al más extraordinario y colosal genio matemático que haya nacido jamás, al inmortal Newton, inventor del Cálculo Diferencial é Integral, criatura privilegiada que recibe de Dios el secreto de la atraccion universal de los mundos. En órden menos elevado, pero siempre muy descollante, ofrece la Gran Bretaña los talentos de Brouncker, á quien se deben el Cálculo y Teoría de las Fracciones Continuas, de Neper inventor de los Logaritmos y de Harriot que completó los trabajos de Viete, creando la Teoría General de las Ecuaciones. Alemania presenta con legítimo orgullo á Leibnitz, digno rival del gran Newton, con quien comparte la inmarcesible gloria de haber inventado los Cálculos llamados *sublimes* por excelencia. El pequeño Piemonte se gloria con ser la patria del gran Lagrange, inventor del Cálculo de Variaciones. La fria Noruega tiene la honra de haber producido al gran matemático Abel y la vergüenza de haberlo dejado morir de hambre. Aumentan y perfeccionan y completan estos descubrimientos, Euler,

Laplace, Cavallieri, D'Alembert, los Bernoulli, Salomon de Caus, Poisson, de Poinsot, Jacobi, de Cauchy, Legendre, Carnot, Catalan, Taylor, Mac-Laurin, Moivre, Bezout y cien y cien más cuyos nombres pronuncia con dificultad nuestro labio por ser todos extraños á la patria de Cervantes.

Confesémoslo, pues, con amargura, nuestra España brilla por su ausencia en este honroso certámen del ingenio y del estudio. ¿En qué consistirá esto, vuelvo á preguntar? ¿Hay algo en nuestra organizacion que nos incapacite para investigar las eternas é incontrovertibles verdades matemáticas, que forman una parte mínima, pero positiva, de la infinita ciencia del infinito sabio Hacedor? ¿Estará negado á los españoles elevarse al conocimiento de las leyes á que le plugo sujetar el universo físico? No tal, Señores, no apaguemos con inspiraciones de frio desaliento el ardoroso entusiasmo de la juventud. No son la semilla ó el gérmen lo que aquí ha faltado, sino el cultivo y el abono. Así, aunque modestamente, han brillado entre nosotros el eminente matemático Juan Rojas, castellano, el gran geómetra Nuñez, portugués, que, precursor de Viete, escribe una excelente obra de álgebra y consigue resolver el para entonces difícilísimo problema del menor crepúsculo, anticipándose de mucho tiempo al poderoso genio de Bernoulli; la patria de Hugo Omerique á quien con razon elogia el gran Newton, la de D. Jorge Juan, inmortal marino español que apenas inventado el cálculo por Newton y Leibnitz, lo aplica, *el primero*, á la construccion de buques, y cuya soberbia obra de Mecánica Aplicada se halla traducida al francés por órden y especial encargo de la Academia de Ciencias de París y vertida despues á todos los idiomas de las naciones civilizadas; la tierra donde vieron la luz el otro gran marino D. Antonio Ulloa y el sabio y profundo y célebre D. Gabriel de Ciscar, no es tierra estéril para el genio matemático, que solo estos pocos nombres, justamente celebrados y universalmente conocidos, bastarian para demostrarlo. Empero lo

cierto es que la tendencia oscurantista y el espíritu de sistemática intolerancia que desde las gradas del trono y del altar hasta las últimas capas de la sociedad española, dominaron sin rival durante un largo espacio, que se cuenta por siglos, miraban con sañuda prevención los estudios matemáticos y más aún los astronómicos, hasta el punto de anatematizarlos y como regla general, proscribirlos. Tenido como excepción, y por una imperiosa necesidad, eran tolerados para los marinos, pero en dosis muy escatimada; y sin embargo de ser tan limitado el número de los cultivadores con respecto á la masa total de la nación, han dado al mundo científico dos profundos astrónomos, genios matemáticos dignos competidores del mayor número de los que registra el catálogo universal. No es, pues, defecto de raza el que nos mantiene oscurecidos en este punto.

¿Será tal vez influencia del clima, como suponen otros? De ninguna manera. Felizmente la influencia climatológica de los países templados mas bien es propicia que contraria para la fecundación de la mente, y dista mucho de ser enervante como en los trópicos y en las regiones hipérboreas. Pruébalo cumplidamente que Grecia produjo insignes matemáticos; al gran Thales, al casi divino Platon, al gigante Pitágoras y al inmortal Aristóteles, cuyo método es todavía consultado con fruto para los estudios modernos. Alejandría produjo al eminente y profundísimo Euclides, á Eratóstenes, Apolonio, Diofanto, primer autor de Álgebra; Sicilia levanta sobre pedestal que admiran todas las generaciones la gran figura de Arquímedes; y *mil quinientos años despues* la Italia descuella personificada en el mundo científico por el colosal Galileo. Bagdad es durante un largo período la fastuosa y elegante Atenas del Oriente, enalteciendo aquella época, ya de suyo memorable, los genios matemáticos de Ben Musa, de Hassen, de Thebit, de Ben Corrah y de Alkindi; y las escuelas de nuestra España ocupada por los árabes, rivalizando con las de Bagdad espar-

cen tan intensa luz y ejercen tan avasalladora influencia, que á través de murallas y parapetos penetra en todos los confines de la Europa, y venciendo toda especie de resistencia de raza, de religion, de antagonismo y de lengua se difunde por la España cristiana para formar en matemáticas y astronomía discípulos tan eminentes como el célebre Josef, Juan de Sevilla, el Obispo Aiton y el sabio rey Alfonso X.

Convengamos, pues, en que si tras el brillo de aquellas lumbreras quedó nuestra patria sumida en tenebrosa noche, débese á la tendencia oscurantista que prevaleció, apenas reconstituida con la toma de Granada la unidad nacional, antes y despues mil veces combatida por enemigos propios y extraños, pero mil veces triunfante, como águila que sabe desplomarse, pero sin caer, cerniéndose sobre un abismo.

Detengámonos aquí, sin embargo, para declararlo bien alto; esa tendencia oscurantista y recelosa que desviaba los entendimientos del cultivo de aquellas verdades que más claramente les hubieran ofrecido la imágen de Dios en toda su inmensa grandeza, esa tendencia mortífera y abominable, no hay que confundirla con lo que tuvo de vivificante y fecundo el espíritu religioso de aquellos tiempos; antes al contrario, justo será recordar que las ciencias hallaron sagrado asilo dentro de los muros del claustro, en los tiempos bárbaros de la edad media, y la libertad humana heroicos defensores con tosco sayal y humilde sandalia. Nó; entre la ciencia y la verdadera religion es imposible que haya verdadera antítesis; los que tal suponen blasfeman torpemente convirtiendo á Dios en espíritu de tinieblas que desaparece ante la más ténue luz. Que no hay tal divorcio lo atestiguan los talentos que siendo glorias de la religion son á la vez lumbreras de la ciencia; nuestro ilustrado Balmes, el eminente cardenal Wiseman, el gran Maclaurin, jesuita como el sapientísimo y profundo P. Secchi, y tantos y tantos otros virtuosos y sapientísimos sacerdotes. Nó;

el oscurantismo no es hijo del espíritu católico, eminentemente civilizador; es árbol venenoso plantado por la tiranía, regado con sangre de humanas víctimas y germinado al calor que irradia todo un infierno de impiedad, de hipocresía, de ambición, de ignorancia y de bárbaro y cruel fanatismo..... ¡Ay de los pueblos que se aletargan á su mortífera sombra!

Esta planta no es indígena de nuestro país, pero en verdad tenemos la gran desgracia de que haya echado en él tan vetustas, poderosas y hondas raíces, que se hace muy difícil, aunque no sea imposible, desarraigarla, y tal debe ser la obra eminentemente civilizadora de las Universidades y Escuelas, de Catedráticos y alumnos. Yo entre todos, el más humilde, vengo á contribuir hoy con mis escasas fuerzas á tan noble fin, señalando á la juventud estudiosa uno de los derroteros que abren para la inteligencia más vastos horizontes y guían más derechamente á la contemplación de la Divinidad, origen y síntesis de toda sabiduría.

He dicho.



PRINCIPALES ELEMENTOS DEL SISTEMA SOLAR.

NOMBRES.	DISTANCIAS AL SOL		DIMETROS		SUPERFICIES		VOLÚMENES		DURACIONES DE LA ROTACION		DURACIONES DE LA REVOLUCION		DURACION de las estaciones.	MASAS comparadas á la de la tierra.	DENSIDADES		PESO EN LA SUPERFICIE		Luz y calor comparados al de la tierra.	Excentricidad de la órbita.	Inclinacion de la órbita.	Inclinacion del eje.	Número de los satélites.
	Comparadas á la de la tierra.	Reales en leguas.	Comparados al de la tierra.	Reales en metros.	Comparadas á la de la tierra.	Reales en miriámetros cuadrados.	Comparados al de la tierra.	Reales en miriámetros cúbicos.	Comparadas á la de la tierra.	Reales.	Comparadas á la de la tierra.	Reales.			Comparadas á la de la tierra.	REALES. — Peso específico.	Comparado al de la tierra.	Espacio recorrido durante el primer segundo de la caída.					
Sol.	»	»	112,060	1 426 839 136	42 557 444	63 956 835 273 420	4 407 487, 430	1 520 996 847 653 800	25,570	642. 0. 0	»	»	»	334 936,000	0,26	4,42	29,37	143,91	»	»	»	7°32'	»
Mercurio.	0,387	14 783 400	0,391	4 978 530	0,153	779 250 850	0,060	64 851 800	4,004	24. 5.28	0, 5	87.23.14	22	0,475	2,95	16,16	1,15	5,63	6,674	0,2506	7° 0'	70. 0	»
Vénus.	0,723	27 618 600	0,985	42 544 840	0,970	4 940 348 530	0,957	4 033 386 400	0,973	23.21. 7	0,63	224.16.44	56	0,885	0,92	5,04	0,95	4,65	4,911	0,0068	3.23	75. 5	»
La Tierra.	1,000	38 230 000	1,000	42 732 814	1,000	5 093 442 812	1,000	4 080 863 240	1,000	23.56. 4	1,00	365. 5.48	3. 0	1,000	1,00	5,48	1,00	4,90	1,000	0,0168	0. 0	23.37	1
Marte.	4,524	58 178 600	0,519	6 608 330	0,270	1 375 448 560	0,140	451 320 800	4,027	24.39.21	1,92	4.321.22.18	5.22	0,132	0,95	5,20	0,44	2,16	0,431	0,0932	4.51	28.42	»
Planetas telescópicos (término medio).	2,500	100 000 000	0,050	636 640	0,003	45 000 000	0,001	408 400	»	»	4,70	4.255. 0.	1. 2. 4	»	»	»	»	»	0,440	»	»	»	»
Júpiter.	5,203	198 746 400	11,225	442 925 838	126,000	641 735 994 310	4 414,350	4 528 718 930 600	0,444	9.55.45	11,87	41.315.12.	2.11.18	338,034	0,24	1,34	2,55	42,49	0,037	0,0484	4.19	3. 5	4
Saturno.	9,539	364 351 600	9,022	114 875 448	81,396	414 530 893 470	734,359	793 742 722 600	0,428	10.16. 0	29,48	29.481. 4.	7. 4.15	401,411	0,14	0,76	4,09	5,34	0,044	0,0564	2.30	31.19	8
Urano.	49,183	732 752 400	4,344	55 341 344	18,270	96 107 604 860	81,972	88 600 524 900	»	»	84,25	84. 89. 9.	21. 0.22	14,789	0,48	0,98	1,41	5,44	0,003	0,0466	0.46	69. 0	8
Neptuno.	30,040	4 147 528 000	4,719	60 086 450	22,278	413 465 035 570	405,087	443 604 676 000	»	»	164,62	164.226. 0.	44. 4.26	20,879	0,22	4,24	4,02	5,00	0,004	0,0087	4.47	»	1