

por el crisol de la crítica, todo lo he juzgado ante el tribunal de la sana filosofía ahí teneis analogías, antoplas, consecuencias:

Confieso que este asunto merece estudiarse detenidamente. Yo al bosquejarlo a medias no he tenido mas intencion que llamar la atencion de los prácticos chilenos. Demasiado feliz me concideraría si algunas de mis ideas fuesen aceptadas favorablemente por vosotros.

ASTRONOMIA. Proyecto de un plan de estudios para un curso de esta ciencia en Chile.—Discurso de don Luis Gorostiaga en su incorporacion a la Facultad de Ciencias Matemáticas i Físicas, el 26 de Mayo de 1838.

Señores:

La Facultad de Ciencias Matemáticas i Físicas, en la que encuentro a mis mas distinguidos profesores, ha querido sin duda estimularme asociándome a sus trabajos. Siento vivamente no poder ofrecerlos, sino una débil cooperacion en la árdua tarea de adelantar i difundir los conocimientos confiados a vuestros cuidados. Trabajos son estos que requieren principalmente un caudal de esperiencias, que solo con el tiempo es posible adquirir, i que por lo mismo me dan el derecho de contar con vuestra induljencia.

Cumpliendo con el deber que me imponen los estatutos universitarios, principio por trazaros una reseña de la vida de mi predecesor don Paulino del Barrio, cuya sensible i prematura pérdida ha privado a esta Facultad de uno de sus mas intelljentes i laboriosos colaboradores. Muerto cuando recien habia principiado el estudio de las grandes cuestiones que ocuparon sus dias, debemos buscar los títulos que tan justamente honran su memoria, menos en el corto número de resultados positivos que alcanzó a obtener en sus investigaciones, que en la acertada dirección que habia sabido imprimirles, en la exelencia del método que se habia trazado para resolverlas, i en esa admirable facilidad con que sabia desplegar un rico i abundante material de recursos para ilustrar todo jénero de cuestiones por difíciles que fueran:

Consagrado desde su mas tierna juventud al estudio de las Matemáticas i de las Ciencias Físicas, hizo en breve notables progresos, en especial en las últimas, a las que mostró particular predileccion. En la época del aprendizaje, que tantos otros miran como estrictamente calculada para cumplir con las tareas de colejio, del Barrio habia dado ya principio a una série de observaciones meteorolójicas: tarea preciosa para la ciencia, pero monótona, i que por lo mismo requiere para ser ejecutada, todo el conocimiento de su utilidad. Pero, ¡cosa singular! Segun él mismo lo ha consignado en una de sus Memorias, emprendió dichas observaciones cuando aun no se hallaba en estado de apreciar su importancia. Esta especie de inspiracion que tan frecuente ha sido en los hombres que han mostrado mas tarde un mérito superior, no era obra de la casualidad, sino una manifestacion anticipada de las tendencias mas naturales de su espíritu,

siempre observador i reflexivo. Trabajos de este jénero ocuparon en efecto el resto de sus dias, i recibieron pronto una feliz aplicacion sirviendo de base a las nuevas ideas que desarrolló ante esta Facultad en su «Memoria sobre los temblores de tierra en jeneral i en especial sobre los de Chile.» Esta primera publicacion de Barrio, ofrece en pequeño espacio, un cuadro fiel i sistemático de todas las fases con que el fenómeno ha acaecido, de las principales relaciones que guarda con los demas fenómenos que estudia la Física del globo terrestre, i finalmente de las varias teorías sucesivamente inventadas para explicarlo. Inútil sería entrar en un exámen detenido del mérito de este prolijo trabajo, tanto por ser jeneralmente conocido, como porque esta Facultad le ha hecho ya merecida justicia acordándole el premio designado para el concurso de 1855. Mas, no se hallan en igual caso los trabajos de observacion emprendidos por Barrio para fundar su exposicion. Aunque ménos conocidos, no son la parte ménos meritoria de su obra segun la espresion del mismo comisionado para examinarla. Os recordaré la utilidad de estas observaciones, i las dificultades que hubo de vencer para estenderlas a diversos lugares de la República.

La historia de los constantes e infructuosos esfuerzos de imaginacion con que hombres eminentes habian procurado abordar las verdaderas causas que orijinan los temblores de tierra, dióle a conocer que la esperiencia era el único verdadero medio que podria conducirle a un resultado definitivo. Tal método requiere quizá un trabajo preliminar de que la ciencia no se halla aun en posesion, la formacion de series completas de observaciones practicadas a la vez en diversas partes del mundo: trabajo superior al simple esfuerzo individual i cuya ejecucion, que se espera del tiempo, demanda el concurso de gran número de observadores. Las noticias conservadas por la historia de aquel terrible meteoro se refieren principalmente a los terremotos notables por los grandes estragos que causaron, i se concibe que la prescindencia de los sacudimientos mas pequeños, en mayor número que los primeros, e intimamente ligados con ellos, ha de establecer una discontinuidad que inutiliza en gran parte las observaciones recojidas.» Si se pudiese, dice Humboldt, tener noticia del estado diario de toda la superficie terrestre, pronto nos convenceriamos que está siempre ajitada por sacudimientos en algunos de sus puntos, i que se halla sin cesar sometida a la accion de la masa interior.» Sin duda, dice en otra parte de su obra, es menester atribuir a la reaccion de los vapores sometidos a una enorme presion en el interior de la tierra, todos los sacudimientos que agitan su superficie, desde las mas formidables esplosiones hasta los mas débiles sacudimientos....» Estas ideas, fruto de tan larga esperiencia, estableciendo la continuidad de las agitaciones que esperimenta el globo terrestre i su orijen comun, justifican plenamente el método seguido por Barrio, de formar una série completa de todos los temblores acaecidos en un largo período de años i en una vasta estension de tierra, sin escluir ni aun las mas débiles oscilaciones.

Con tales miras, en Enero de 1852 dió principio en Santiago a sus primeras observaciones, i a fines del año siguiente concibió la idea de estenderlas a cuantos lugares le fuese posible, tanto al norte como al sur de la República. Por este medio no solamente se iba a hallar en estado de apreciar las circunstancias particulares con que el fenómeno acaecia en cada lugar determinado, la intensidad i direccion del sacudimiento con las principales circunstancias atmosféricas que le precedian, acompañaban i seguian, sino tambien la curba que señalaba su

maicha. Para estimar justamente a Barrio, viéndole emprender un trabajo de esta naturaleza, me es necesario recordar que estudiante aun, carecía de relaciones i aun de los recursos al parecer mas indispensables para llevarlo a cabo. No tenía mas arbitrio que comunicar su decision i entusiasmo a todos los que debian secundarle en las provincias. Su empeño no se desalentó en mas de dos años de tentativas infructuosas, logrando al fin de este tiempo organizar definitivamente una numerosa asociacion de intelijentes colaboradores que puntualmente le transmitian sus observaciones. Tales son entre otros, los datos que, dispuestos en forma de estados, aparecen a continuacion de su citada Memoria.

Nombrado ensayador de la Casa de Moneda, profesor de Física en el Instituto Nacional, i miembro de esta Facultad, fué de los primeros que recibieron el título de ingeniero de minas, profesion recién creada en aquella época.

Comisionado a principio del año próximo pasado para visitar los depósitos de carbon fósil del sur de la República, rindió cuenta de su comision en una Memoria en que nada parece faltar para suministrar una idea cabal de la explotacion, riqueza i calidad del nuevo producto.

Convencido de que los estudios científicos, por mui interesantes que sean, pierden gran parte de su propio interés cuando no se hallan ligados a su mas lejítimo fin, que no es otro que la instruccion del pueblo, supo dar este hermoso complemento a las especulaciones del entendimiento. Le cupo la honra de ser uno de los primeros promotores de la noble i popular asociacion fundada por primera vez en esta capital con el nombre de *Sociedad de Instruccion Primaria*, a la que continuó prestando gratuitamente sus servicios personales hasta el momento en que se separó de nosotros.

Su moralidad i la austeridad de sus costumbres le hacian tan respetado por sus virtudes como por sus conocimientos. Fiel i sumiso a los principios de nuestra Religion, como independiente en las indagaciones puramente científicas, no incurrió jamas en el lamentable estravio de traspasar con osadía el límite justo i necesario de las especulaciones intelectuales. Sin padre desde su tierna edad, i sin mas guía ni respeto que su madre, todo lo debió a los sacrificios de esta desgraciada señora, que solo contaba para educarle con su virtud i con ese amor intenso que todo lo vence cuando se trata de la felicidad de un hijo. Ella ignoraba que mui pronto, mas de veinte años de constantes sacrificios iban a desvanecerse en un solo momento. Barrio supo apreciar toda la inmensidad de estos sacrificios, siendo un modelo de amor filial, i mostrando constantemente un respetuoso reconocimiento hácia la que le habia dado el ser i consagrándole todo su cariño.

Nombrado Rector del Colegio de Minería que llevaba el encargo de fundar en la ciudad de Copiapó, le sorprendió la muerte cuando aun se ocupaba en la organizacion de aquel nuevo establecimiento. Este suceso lamentable consternó tan profundamente a dicha poblacion como a esta capital, de donde poco há se habia separado de sus deudos i amigos, lleno de satisfaccion, i confiado en el lisonjero porvenir que habia sabido conquistar para sí i su familia con su laboriosidad i las prendas morales que le adornaban. Si Barrio ha dejado escritos que revelan, no el raciocinio lijero de un jóven que recién abre sus ojos a la ciencia, sino una lójica juiciosa i severa, propia de una edad mas avanzada; ha dejado tambien un recuerdo imperecedero de las grandes cualidades que adornaban su alma, dotada de un entusiasta i ardiente amor por la verdad, i siempre

dispuesta a obrar a toda costa el bien. Esa manifestacion unánime de penosa impresion con que recibimos la nueva de su triste fin, fué el digno i justo homenaje merecido por sus talentos i virtudes. Los vecinos de la ciudad de Copiapó, justos apreciadores de su mérito, mandaron formar su retrato para que, colocado en el establecimiento que habia fundado, su memoria sirviera de noble estímulo a los jóvenes educandos, i tuvieran siempre presente un bello modelo que imitar los que debian sucederle en la direccion del establecimiento. La Sociedad de Instruccion Primaria de Santiago se apresuró igualmente a honrar i perpetuar la memoria de uno de sus miembros fundadores; i las Cámaras lejislativas, en premio de los buenos servicios de Barrio, acordaron una pequeña pension a su familia.

Terminaré esta reseña de la vida de mi predecesor, sometiendo a la consideracion de la Facultad los arbitrios que a mi ver deben ponerse en práctica para fundar el verdadero estudio de la Astronomia, que hasta el presente ha recibido tan poca proteccion, no obstante que contamos con todos los medios para establecerle bajo una base digna de su importancia. Si es verdad que el pais ha sostenido hasta el presente un Observatorio astronómico, no es ménos cierto que hemos permanecido indiferentes a sus tareas, siendo que nada habria sido mas sencillo que haberle hecho servir desde su instalacion en provecho de nuestra propia instruccion. Una reforma emprendida con acierto, importa para el pais, no solo hacer en poco tiempo verdaderamente nacionales los trabajos que en el Observatorio se ejecuten tomando en ellos una parte activa, sino tambien la adquisicion de una nueva profesion, tiempo há exigida para la recepcion de injenieros jeógrafos, i que adoptarían gustosos los mas distinguidos alumnos de Matemáticas, atraidos por la belleza i elevado objeto de esta sublime aplicacion del cálculo.

Al proponeros un plan de estudios sobre materia tan superior a mis conocimientos, no me lisonjea la idea de haber acertado con el método que mas convenga adoptar; pero mis deseos quedarán satisfechos si con mejores datos os decidis a realizar tan urgente reforma. El estado de continuo progreso en las demas profesiones que tienen por objeto la naturaleza, forma un extraño contraste con la suma ignorancia en que permanecemos sobre los mas sencillos principios de la presente. La mas brillante instruccion en los otros ramos del saber ha podido hermanarse entre nosotros con la falta de ideas exactas sobre sus principios mas elementales. Cuan frecuente no es oír a personas muy ilustradas en otras materias, dudar hasta del mismo movimiento de la tierra, desconociendo las sólidas pruebas que han establecido incontestablemente esta verdad fundamental. Humboldt cita las singulares reflexiones que con sorpresa suya le hacia una persona respetable con motivo de la caida de un aerolito: la piedra cubierta de una capa vidriosa contenia nada menos que un fragmento del cielo de cristal que debió romper en su caida. Mas, cómo conciliar ideas tan erróneas i tan jeneralmente esparcidas, con la antigüedad de una ciencia cuyas principales teorías ascienden a las primeras fechas de la época histórica? Como es sabido, Pitágoras que vivió en el siglo VI antes de J. C. enseñaba ya a sus discípulos de la célebre escuela Itálica que fundó, no solamente el movimiento de la tierra, su esfericidad i la del sol, sino multitud de otras ideas tan exactas como avanzadas. La idea de las profundas meditaciones, mediante las que la intelijencia, sin los medios auxiliares de que hoy puede disponer, llegó a elevarse en época

tan remota al conocimiento de verdades tan contrarias al testimonio inmediato i diario de nuestros sentidos, se aumenta al considerar que solo despues de un trascurso de 20 siglos, dichas verdades han sido en fin definitivamente establecidas. Sucesivamente atacadas o defendidas desde su orijen, quedaron del todo abandonadas desde que Tolomeo fundó el sistema que hoy lleva su nombre. La Astronomia quedó desde entónces reducida a la observacion pasiva de los principios de Tolomeo, sin que apareciera un solo jénio independiente capaz de contrariar los preceptos del *maestro*, como se le llamaba; i déjenerada en seguida por las visiones de los astrologos, la ciencia cambiando de carácter, terminó por perder completamente su importancia. Sin embargo, debemos congratularnos de que en la época moderna se haya vuelto a renovar el interes que en los primeros tiempos se acordaba a las teorías astronómicas, a tal punto que el cuadro ya tan vasto de los fenómenos i leyes descubiertas, data apenas de la época de Ticho-Brahé que fundó la Astronomia práctica, de Copernico que renovó el sistema de Pitagoras, i de Galileo que fué su mas franco i decidido defensor. Desde entonces, sin interrupcion, los mas ilustres injenios han continuado mirandola como el estudio de su predileccion, i gracias a esfuerzos tan poderosos i continuados, ostenta cual ninguna un grado asombroso de perfeccion i de certidumbre en todas sus teorías. Al presente no es ya como en otros tiempos, un sistema de creaciones imaginarias e hipotéticas, deslumbradoras, pero sin fundamento. Desde que la ciencia ha tomado por bases la observacion i el cálculo, todos los hechos i teorías de su dominio han adquirido ese grado irrefragable de verdad que caracteriza los principios matemáticos: caracter tanto mas notable si se atiende a que al presente la ciencia como enteramente creada, ha traspasado los estrechos limites de una esfera material, i abarcando todos los cuerpos i fenómenos del universo en su estension indefinida, no solamente nos dá razon de su existencia, sino que nos inicia en el conocimiento de las causas que les han dado orijen i en el de las leyes que perpetuamente los rijen. Con tal perfeccion, no parecerá ya extraño la decidida proteccion acordada actualmente a los estudios astronómicos en todos los países que han alcanzado un cierto grado de civilizacion.

Hasta los pueblos mas pobres de la Europa hacen cuantiosos sacrificios en sostener Observatorios astronómicos, dotados de un personal competente de empleados i provistos de instrumentos valiosos.

No será inútil que recordemos una circunstancia que para nosotros tiene particular interés, a saber: que aparte de su carácter científico, la Astronomia se hace especialmente recomendable como base de la Jeografia i la navegación. Suministra al jeógrafo los medios de construir sus mapas mediante observaciones astronómicas, que determinando cada punto independientemente de los otros, evita asi la acumulacion de los errores que de otra manera serian inevitables. Se comprende el grado extremo de exactitud que se alcanza con tal método, sabiendo que la perfeccion de los instrumentos permite apreciar los ángulos con facilidad a ménos de una décima de segundo, que en lonjitud equivale a ménos de un métr. Enseña tambien al navegante a fijar la posicion de su embarcacion en un instante cualquiera, determinando la distancia i direccion en que se halla el lugar a donde trata de dirijirla, los métodos mas exactos de construir las cartas marinas fijando con presicion los escollos que haya que evitar, en suma, mostrándole en cada astro un faro que guie su camino, le suministra

todos los medios necesarios para su seguridad. Hé aquí porque en los países esencialmente marítimos el estudio de la Astronomía se halla especialmente jeneralizado. M. Franceour en su Astronomía práctica, nos cita ejemplos que sería de desear fueran imitados por nuestra culta sociedad. «No hai pais, dice, en que la aficion a las ciencias, i particularmente a la Astronomía, se halle mas jeneralizada en la alta sociedad que en la Gran-Bretaña..... La sociedad astronómica de Lóndres, i la institucion de Edimburgo han prestado grandes servicios desde su orijen; i es cosa digna de admiracion ver a la opulencia despreciar los placeres del mundo i consagrar sus riquezas i sus ratos de ocio a la utilidad pública.» Aun la España, donde en jeneral el estado de las ciencias no es por cierto mui brillante, posee hace años dos buenos Observatorios, de los que, el principal es el marítimo de San-Fernando, cerca de Cádiz, fundado desde mediados del siglo pasado en un fuerte denominado Castillo de Guardias Marinas, i trasladado en 1797 al punto llamado Torre-Alta. Este establecimiento ha hecho desde entónces, sin interrupcion, la publicacion anual del almanaque náutico para los navegantes, i desde 1812 la del almanaque civil para el uso de todas las provincias de España e islas adyacentes. Colocado a la altura de los principales establecimientos de igual clase en Europa, la España puede mostrar en su Observatorio de San-Fernando, una de las instituciones científicas que mas la honran. Todo su personal es ya de nacionales. Se compone como de 20 personas: un director, tres astrónomos, cinco calculadores, tres meritorios, tres submeritorios etc. Mas, en un pais como el nuestro, que solo mide veinte i tantas mil leguas cuadradas, que en tan corta estension posee numerosos i exelentes puertos distribuidos en no ménos de mil leguas de costa, nada se ha hecho por difundir un estudio tan intimamente ligado con los adelantos de la marina, de cuyo progreso tanto tiene que esperar la futura prosperidad de la Republica.

Ya que el plan de los estudios preliminares que el de Astronomía exige, i aun el de este mismo ramo, varia segun el fin que uno se propone al emprenderlo, debo advertir que en esta Memoria no me refiero a las aplicaciones de aquel ramo, sino a los estudios que necesariamente ha de emprender el que aspire al conocimiento de la Astronomía racional; i como parte de estos estudios han sido ya planteados aunque con otros fines, el trabajo queda reducido a exigir los que sean indispensables, dando a algunos mayor desarrollo i estableciendo otros que faltan absolutamente: en una palabra, lo que ante todo se requiere es fijar un plan de estudios.

Despues de haberse cursado los primeros ramos de Matemáticas hasta la Jeometría analítica inclusive, el estudio de la Física debe suceder inmediatamente. Este ramo llamado tambien Filosofia fundamental de la naturaleza, no solamente opera en mayor escala que ningun otro una completa rectificacion de las falsas ideas que en la primera edad nos formamos sobre las leyes que presiden a los fenómenos, sino que suministra conocimientos especiales que el verdadero astrónomo no debe en manera alguna ignorar. Aunque su notoria utilidad me dispensa de entrar en pormenores para probar la necesidad de hacerle obligatorio; con todo, citaré un hecho que a la vez que nos manifiesta la íntima dependencia que existe entre las teorías astronómicas i físicas, nos da una idea la gravedad de los errores a que facilmente puede ser conducido un astrónomo que carezca de nociones exactas i completas sobre este ramo de las ciencias naturales. Una serie de observaciones practicadas en nuestro Observatorio sobre astros cuya exac-

la posición era conocida, manifestaba que todos los puntos nuevamente calculados aparecían débilmente desviados ya al oriente ya al poniente de su verdadera situación, según la hora de la observación. O el movimiento existía realmente en el firmamento, o no era estable el cerro mismo en que los instrumentos estaban colocados. La primera de estas hipótesis, a más de inverosímil era contraria a las observaciones practicadas en las otras partes del mundo, i la segunda que era verdadera quedó del todo comprobada por la conformidad de los efectos, con la causa a que tan naturalmente fueron atraídos. La acción del sol, calentando por la mañana el costado oriental del cerro, i en la tarde el occidental, dilataba alternativamente los dos lados opuestos, produciendo una oscilación de la que participaban los instrumentos i se originaban las anomalías observadas. En general, todos los agentes i teorías físicas tienen para el astrónomo un interés más o ménos inmediato. Basta decir que no se puede hacer una sola observación exacta sin que se halle acompañada de observaciones termométricas, barométricas, e higrométricas, i que tienen aplicación hasta las observaciones eléctricas i magnéticas.

Como un año, tiempo destinado para un estudio tan vasto como la Física, es tan insuficiente, que, cuando más, alcanza para detenerse en ligeras indicaciones sobre la Óptica, ramo de tanto interés para el astrónomo; creo que una de las urgentes medidas es establecer una clase especial de este ramo. Sabido es el temor con que naturalmente se maneja un instrumento cuando se ignoran los principios en que se funda su construcción; uno no se atreve a dar movimiento ni al tornillo o pieza más insignificante teniendo descomponerlo, particularmente si el instrumento es delicado i valioso, como lo son los que se usan en Astronomía. Únicamente formando un curso especial, o bien haciendo de un par de años el estudio de toda la Física, se podrán presentar en detalle las numerosas aplicaciones de la Óptica a los fenómenos celestes i al estudio de los telescopios e instrumentos de reflexión. La grande influencia que este ramo de la Física, i en particular el estudio de los telescopios, ha ejercido i está destinado a ejercer en los progresos de la Astronomía esplica suficientemente la necesidad de hacerle obligatorio para los que se dediquen a aquel estudio. En efecto, apenas había sido descubierto el telescopio cuando mil descubrimientos se sucedieron rápidamente en los espacios celestes. Galileo que fué el primero que le aplicó a observaciones astronómicas, se hizo pronto célebre por multitud de descubrimientos, tanto más rápidos, cuanto que no demandaban más trabajo que dirigirle a los cuerpos celestes. Por primera vez pudo observarse la variedad de facces que a la manera de la Luna presenta sucesivamente el planeta Venus: hecho importantísimo por cuanto ofreció al fin una prueba definitiva sobre la antigua teoría del doble movimiento de la tierra, que con tanta gloria había renovado Copérnico poco ántes de los memorables descubrimientos de Galileo. La propiedad de ofrecer facces, carácter propio de los cuerpos redondos, dió a conocer desde luego la verdadera forma de Venus, i sucesivamente de los demás planetas. Galileo debió también al empleo del telescopio el descubrimiento del movimiento de rotación del sol, fenómeno comprobado por el de las manchas que lo cubren, i que trasportadas en un movimiento jeneral i comun recorren toda su superficie en trece i medio días, desaparecen en uno de los bordes del disco i vuelven a reaparecer en el borde opuesto, en su primer punto de partida desde el cual dan nuevo principio a su camino. Datan de esta misma época las

primeras nociones que poseemos sobre la topografía jeneral de la Luna, la variedad de sus terrenos, la altura de sus montañas, i la invariabilidad de la faz que siempre vuelve hácia la tierra, si se exceptúa la débil i perpétua oscilacion que Galileo denominó libracion. La observacion del tamaño i variacion de las sombras que proyectan las montañas lunares iluminadas por la luz que llega del sol con diversas inclinaciones, ha suministrado los medios de medir sus alturas. Segun la relacion hecha por M. Pouillet en la última edicion de su tratado de Física, la perfeccion de los telescopios permite distinguir sobre la Luna distancias menores que nueve cuadras. «M. Madler, dice, atribuye una altura de 7259 métrós el pico mas elevado de la Luna, al cual ha puesto el nombre de Newton; i ha medido otras veinte montañas de las que la ménos elevada tiene 4340 métrós, sin contar una multitud de cadenas o cordilleras cuyas cimas tienen mas de dos a tres mil métrós.»

Mas la Óptica, como he dicho ántes, parece destinada a prestar nuevos auxilios a la Astronomia, a juzgar por las felices aplicaciones de un carácter enteramente nuevo, emprendidas en los últimos tiempos, i que se refieren a la teoria de la polarizacion de la luz. Debemos, dice Humboldt, a las indagaciones de Arago sobre la polarizacion, los datos mas importantes i decisivos sobre la naturaleza de la luz de los cometas. Su polariscopio le ha servido para resolver los problemas mas difíciles sobre la construccion física del sol i de los cometas. Este instrumento permite en muchas circunstancias, decidir si un rayo de luz, que llega hasta nosotros despues de haber recorrido un espacio cualquiera, es un rayo directo, reflejo o refractado. i si la fuente luminosa de donde emana es un cuerpo sólido, líquido o gaseoso. Por medio de este aparato fueron simultaneamente analizados en el Observatorio de Paris, la luz de *capella* (nombre vulgar *cabra*) i la del gran cometa de 1819: la luz de la estrella fija se portó como era de esperar, es decir, como deben hacerlo los rayos emitidos, bajo todas las inclinaciones i todos los azimutes posibles por un sol que brilla por si propio; pero la luz del cometa apareció polarizada: ella contenía pues luz refleja. Aunque las esperiencias anteriores no ofrezcan mas que conclusiones probables sobre la solucion definitiva de la cuestion interesante a que se refieren, convienen perfectamente a mi propósito, manifestando la grande influencia que los diarios adelantos de la Física i particularmente de la Optica, estan destinados a ejercer en los progresos de la Astronomia. Este mútuo auxilio de las ciencias naturales no es un hecho raro en su historia. Traspasando los estrechos límites a que por tanto tiempo estuvieron reducidas, se las a visto marchar de consuno combinando sus esfuerzos para penetrar en la verdad de los fenómenos de la naturaleza.

Otro ramo indispensable i cuyo estudio deberia hacerse despues del de la Física, es el de la Cosmografía. Las nociones que aquel suministra sobre la pesantez i la atraccion mineral permitirian dar, cual conviene, al estudio de la Cosmografía to lo su desarrollo. Con tal órden, la Cosmografía, verdadera Astronomia descriptiva, podria ofrecer sin inconveniente una exposicion completa de la estructura de todo el universo, del estudio de todos los fenómenos, de las leyes que los rigen i de los varios sistemas sucesivamente inventados para explicarlos. Un cuadro fiel i completo de los trabajos mediante los cuales la humanidad ha logrado en fin quedar en posesion del verdadero sistema del mundo, tendria una saludable influencia, despertando el mas vivo interes por el estudio de la Astro-nomia.

Me es casi inútil advertir que, sin escepcion, deben hacerse obligatorios todos los ramos de las Matemáticas puras, dando, si las circunstancias lo permiten, mayor desarrollo del que ha tenido hasta el presente, al estudio de las Secciones Cónicas: ramo que ha continuado desempeñando un rol tan importante en la Astronomía Matemática, desde el memorable descubrimiento de las verdaderas leyes de los movimientos planetarios. Dichas leyes, descubiertas por Kepler, prueban en efecto que los planetas jiran en órbitas elípticas de las que el Sol ocupa uno de los focos; que las áreas descritas por los radios vectores son proporcionales a los tiempos empleados en describirlas; i finalmente, que los cuadrados de los tiempos de las revoluciones son proporcionales a los cubos de los grandes ejes de las órbitas. «Sin las especulaciones de los griegos sobre las curvas formadas por las intersecciones del cono con un plano, dice M. de Montferrier; quiza estas preciosas leyes serian todavia ignoradas. La figura ablonga de la elipse que es una de estas curvas, indujo a Kepler a hacer mover en ella el planeta Marte; i luego, valiéndose de las numerosas propiedades relativas a las Secciones Cónicas, que habian sido encontradas por los antiguos jeómetras, se aseguró de la verdad de esta hipótesis. «No hai pues en las ciencias un solo principio inútil, porque, como dice el mismo autor citado, todo se relaciona en la cadena inmensa de las verdades, i con frecuencia una sola observacion ha bastado para fecundar las teorías en apariencia mas estériles, trasportándolas a la naturaleza cuyos fenómenos no son sino los resultados matemáticos de un corto número de leyes inmutables. «La curva, que despues de haber sido por tanto tiempo del dominio esclusivo de la teoria, pasa mas tarde a constituir la base de las mas elevadas especulaciones de la ciencia, i que preferida por el arquitecto para dar estabilidad i mayor belleza a sus construcciones, presta su forma a las bóvedas i arcos de nuestros edificios; señala tambien en la bóveda del Cielo los caminos que recorren los planetas en torno del Sol, o los satélites, en torno de sus planetas respectivas para conservar al sistema solar su perpetua invariabilidad,

No ménos indispensable para el astrónomo es el ramo denominado Cálculo diferencial e integral, que años ha se cursa en nuestro Instituto i que en Astronomía tendria su mas inmediata i natural aplicacion. En efecto, las fuerzas que obran en la naturaleza ejercen sus acciones elementales sucesivas, en instantes tan próximos, que se ha llegado a denominarlas continuas, siendo que en rigor, fuerzas de esta clase, ni existen ni pueden existir. Este carácter jeneral de las fuerzas de la naturaleza que hace variables en todos los instantes la velocidad que imprimen i los cambios de direccion que producen, habia sido demostrado en un caso particular, la gravitacion terrestre, cuyas leyes habian sido ya descubiertas por Galileo, ántes de que lo fuera el cálculo infinitesimal. La dificultad de descender a la consideracion de elementos infinitamente pequeños de espacio i tiempo era superior a todos los recursos del cálculo hasta entónces conocido, i llegó a constituir un obstáculo que detuvo por algun tiempo los progresos de la Astronomía. Mas el descubrimiento admirable del cálculo infinitesimal, ramo al parecer creado para explicar la naturaleza, dió tan cumplida solucion a todas las dificultades que se hizo la base i el principio de una era nueva, la mas brillante para la Astronomía. Así como Descartes por la aplicacion del Aljebra a la Geometría, dice M. Bucharlat, abrió una via desconocida a sus predecesores, Newton i Leibnitz asombraron a la Europa sabia con la invencion de un analisis muí

superior a la Geometría de Descartes. Jamás descubrimiento alguno ha honrado más al espíritu humano: el infinito, este ser ideal, pareció sometido al cálculo i a operar prodigios. En vano algunos filósofos quisieron hacer dudar de la exactitud de un análisis tan singular; no pudieron negar los resultados, i no hicieron sino exitar a los jeómetras a meditar mas sobre la verdadera metafísica de los nuevos cálculos. La dificultad de apreciar el verdadero espíritu de este cálculo, que aun al presente se experimenta al estudiarlo, desaparecerá completamente con la estension de las aplicaciones que va a recibir. Tal es la dependencia que con este ramo guardan los elementos de todos los problemas relativos al movimiento de los cuerpos, que al examinar la notable semejanza de un coeficiente diferencial con los elementos de espacio i tiempo arriba mencionados, uno no puede dejar de atribuir la primera idea del cálculo infinitesimal a la insuficiencia observada en los otros ramos de análisis para calcular los movimientos observados en la naturaleza. Examinémos por fin con el señor de Humboldt la influencia del cálculo infinitesimal sobre la teoría matemática del mundo. Dice así: «el descubrimiento de la fuerza, cuya esencia ha sido desarrollada por Newton en su libro Inmortal de los principips, esta teoría jeneral de la naturaleza, ha coincidido con el nuevo vuelo comunicado a las Matemáticas por el calculo infinitesimal. El trabajo del espíritu se ofreció en toda su elevacion i grandeza, donde sin necesidad de medios exteriores i materiales, toma todo su brillo del desarrollo matemático del pensamiento, de la pura abstracción. Hai un encanto que cautiva i que ha sido celebrado por toda la antigüedad, en la contemplacion de las verdades matemáticas, en estas eternas relaciones del tiempo i del espacio que se manifiesta en los sonidos, en los números, en las líneas. La perfeccion de un instrumento intelectual, el análisis, ha desarrollado en las ideas una fecundidad reciproca, no menos preciosa por sí misma que por las riquezas que produce. Gracias a este instrumento, la contemplacion física del mundo ha podido descorrer el velo que ocultaba las causas de las fluctuaciones periódicas que se producen en la superficie de los mares, como las de las perturbaciones planetarias, i descubrir en las esferas de la tierra i del cielo, nuevos horizontes sin medida i sin límite.»

Réstame indicar la necesidad de establecer una clase de Mecánica racional, ramo que con razon es mirado como la verdadera base de la Astronomía fundamental. Es verdad que existe establecida una clase de Mecánica industrial; pero los conocimientos que suministra un ramo cuyo objeto es apreciar la acción i efecto de las máquinas que son la obra del hombre, no pueden ménos que ser insuficientes, como lo son en efecto, para calcular el mecanismo de todas las circunstancias que ofrece en su perpetuo movimiento, esta inmensa máquina que se llama el universo. Me detendré un instante en las consideraciones que justifican la enseñanza de la Mecánica racional. En el estudio de la Astronomía se admiten jeneralmente al presente tres grandes divisiones, que trayendo su origen de los mismos progresos sucesivos de la ciencia, presentan la ventaja de ofrecer los principios que la forman en el mismo orden gradual en que fueron descubiertos. A las tres divisiones de Astronomía esferica, teorica, i física o mecánica, corresponden las tres épocas de Tolomeo a Copérnico, de este a Newton i de este último al presente. En la primera, la tierra figura como centro del sistema planetario i esplica las apariencias; la segunda rectifica nuestras ideas haciendo del Sol, el centro del sistema; i la tercera señala las causas que pre-

liden a la produccion de todos los fenómenos. La hipótesis que hace de la Tierra el punto central de nuestro sistema planetario, parece haber sido reconocido desde los tiempos antiguos como poco a proposito para ofrecer una explicacion natural i sencilla de las apariencias. El mismo Tolomeo, autor de este sistema, para representar todos los movimientos, hubo de apelar a la consideracion de multitud de hipótesis auxiliares que hacian su propio sistema mas complicado de lo que generalmente parece. Ya, ántes de Copérnico i de Keppler, Alfonso X, rei de Castilla i de Leon, llamado el rei astrónomo, por los importantes trabajos sobre Astronomía que ocuparon sus dias, i de quien, aludiendo a sus desgracias como Monarca i a los servicios que prestó a aquella ciencia, se ha dicho «que perdió la tierra por ganar el cielo»; habia sabido juzgar muy acertadamente del sistema de Tolomeo, diciendo: «si Dios me hubiera consultado cuándo creó el Universo, todo habría quedado dispuesto en un orden mejor i más sencillo». Keppler, tomando por base el sistema de Copérnico, i animado como Alfonso de la idea de un mejor orden en la creacion, no se detuvo como este en un vago presentimiento. Un cálculo de que acaso no hai ejemplo analogo, le ocupó por espacio de diez i siete años, i condujo a un resultado tan admirable que por si solo constituye una sólida prueba del movimiento de la tierra. Demostró que en la hipótesis de la inmovilidad del Sol, todos los movimientos planetarios se hallan unicamente rejidos por tres leyes sencillas, que se han denominado leyes de Keppler i que forman el primer resultado positivo que muestra una regla perfectamente invariable en los elementos del sistema solar, antes completamente irregulares. Una circunstancia muy singular i que se explica por las ideas que orijinan el descubrimiento de estas leyes, es que a pesar de haber sido halladas por la esperiencia, representan los movimientos celestes con la mas perfecta exactitud en un caso hipotético que no es el de la naturaleza, a saber: la existencia del sol i del planeta a que la lei se aplica suponiendo la desaparicion de los demas. En efecto, las acciones mútuas que los unos ejercen sobre los otros, los desvian aunque débilmente del camino que dichas leyes les señalan: desvios que han recibido el nombre de perturbaciones planetarias, que la ciencia ha sabido aprovechar para resolver con admirable exactitud, problemas tan singulares como la determinacion del peso i densidad de todos los elementos del sistema solar. Estas perturbaciones que en su orijen fueron atribuidas a error en las observaciones, no tardaron en ser plenamente comprobadas. Desde ese momento las leyes de Keppler, hoy tan importantes, dejaron de producir el resultado que de ellas se esperaba, cual era fijar por su medio las posiciones planetarias en una época cualquiera, sin necesidad de observaciones inmediatas. No obstante, como los desvios eran de poca amplitud se convino en conservar la elipse por no haberse hallado otra curva que pudiera reemplazarla ventajosamente. Esta vez, aun el presentimiento del orden en la creacion que ya habia principiado a producir sus resultados, indujo a los astrónomos a emprender un cálculo prolijo de todas las perturbaciones, las cuales fueron dispuestas en inmensas tablas discutidas con la esperanza de hallar una lei en la sucesion de estas irregularidades: tarea que no condujo a ningún resultado. Mas tarde Newton, verdadero fundador de la Astronomia física, dió la mas brillante solucion a todo jénero de dificultades. Descubrió en la atraccion universal el principio superior i único del cual derivan todos los movimientos, se deducen las leyes de Keppler, se explican las perturbaciones, se establece la

mas perfecta unidad en medio de la variedad indefinida de las apariencias, i por fin se demuestra la estabilidad del sistema del mundo, quedando desde este momento la Astronomía sujeta a la reglas ordinarias de la Dinámica. Tal es el verdadero carácter de la Astronomía moderna, una aplicación de la Mecánica, o mas bien, uno de sus problemas; pero problema inmenso cuya solución requiere un profundo conocimiento del cálculo i serios estudios sobre la Mecánica racional. Desde que el descubrimiento de la atracción universal ha hecho de la Astronomía una aplicación de la Mecánica, su objeto se ha extendido no solamente el estado presente, sino el pasado i futuro del sistema del mundo. La Astronomía pesee métodos igualmente ciertos para fijar, por ejemplo, la posición de un planeta en muchos siglos antes i despues del presente, como la que tuvo ayer o tendrá mañana.

Consecuente con mi propósito de fundar toda mi exposición en el juicio de personas conocidamente competentes, espondré las propias palabras de M. Laplace sobre el verdadero carácter de la Astronomía moderna. He aquí como se expresa en su introducción a la Mecánica celeste: «Newton publicó a fines del último siglo, el descubrimiento de la pesantez universal. Desde esta época los jeómetras han llegado a reducir a esta gran lei de la naturaleza todos los fenómenos conocidos del sistema del mundo, dando así a las teorías i a las tablas astronómicas una precisión inesperada. Me propongo presentar, bajo un mismo punto de vista, estas teorías esparcidas en un gran número de obras, i cuyo conjunto, abrazando todos los resultados de la atracción universal sobre el equilibrio i movimiento de los cuerpos sólidos i fluidos que componen el sistema solar, i los sistemas semejantes esparcidos en la inmensidad de los cielos, forma la Mecánica celeste. La Astronomía considerada del modo mas jeneral, es un gran problema de Mecánica, cuyas incógnitas son los elementos de los movimientos celestes: su solución depende a la vez de la exactitud de las observaciones i de la perfección del análisis, i es en extremo importante esclair todo empirismo, reduciendola a no tomar de la observación sino los datos indispensables.»

Creo haber demostrado que la íntima relación que guardan entre sí las apariencias, las realidades i las causas de los fenómenos celestes, hacen inseparables estas tres divisiones de la ciencia, no solamente en el estudio racional del sistema del mundo, sino en las mas exacta determinación de la posición i movimientos de los cuerpos que lo forman. Esta relación existe hasta en los mas sencillos problemas, como el de hallar la longitud i latitud de un lugar cualquiera, problema cuyas primeras reseñas pertenecen a la Astronomía esférica. No enseñando esta la lei de los cambios continuos a que cada astro se halla sujeto, o lo que es lo mismo, no manifestando la regla para deducir sus posiciones futuras de las que antes fueron observadas, estas por exactas que sean, no podrán ser empleadas como base para ninguna determinación posterior; pues tal cosa sería parecida a querer fijar la situación de un punto terrestre con relación a una nube colocada en un elemento tan irregularmente móvil como el aire. No obstante, el estudio de la Astronomía esférica, hecho prácticamente en nuestro Observatorio, con una metódica enseñanza del uso de las tablas astronómicas que contienen las posiciones celestes, calculadas con mucha anticipación para fijar puntos, ya en tierra ya en mar, podrían suministrar las nociones suficientes al ingeniero jeógrafo para quien la Astronomía no constituye un aprendizaje principal, sino auxiliar de su profesión. Mas esto, que propiamente no es mas que un curso de Cosmografía práctica, no

debe hacernos olvidar la planteacion del verdadero estudio de la Astronomia.

Terminados los ramos de Matemáticas puras, los estudios de Mecánica racional i de Astronomia podrian ser reducidos a dos años en el órden siguiente: 1.^{er} año, clases alternadas de Astronomia esférica; Mecánica racional; i observaciones astronómicas; 2.^o año, clases de las dos últimas divisiones de la Astronomia alternadas con observaciones prácticas en el Observatorio astronómico. Por fin la permanencia de otros dos años en dicho establecimiento, acabaria de dar la suficiente práctica en el manejo de los instrumentos i en la ejecucion de todo jénero de calculos. Mas para lograr tal resultado, creo indispensable que los agregados al Observatorio lo sean en clase de alumnos i no de ayudantes, es decir, que sus tareas consistan no en repetir una misma observacion cien o mas veces, como suele ser necesario en algunas investigaciones para alcanzar un grado extremo de precision, sino practicar constantemente operaciones variadas. En suma, convendria que el Observatorio fuera una verdadera clase práctica de todos los principios de la teoria. No es decir por esto que en el tiempo señalado, se adquiera la práctica de un astrónomo eminente; pero sí, la que en igual grado se exige para dar principio al ejercicio público de cualquiera de las demas profesiones. Seria en verdad formarse una idea mui limitada de toda clase conocimientos, imaginarse que la perfeccion se adquiere en las aulas públicas bajo la inmediata direccion de un profesor, siendo que en ellas no se hace mas que señalar los medios de alcanzarla. Hai en efecto en el aprendizaje una época que llega mas o menos tarde segun las aptitudes del alumno, i desde la cual el auxilio del profesor, a mas de inútil, seria perjudicial, por cuanto acostumbrandose la intelijencia a tener siempre una guia, terminaria por perder su propia espontaneidad.

Ya se concibe cuan grande empeño hemos de tomar por difundir cuanto antes en nuestro pais un estudio bajo todos respectos tan interesante; mas, al hacerlo, no debemos perder de vista que siendo principalmente especulativos los estudios astronómicos e intelectual el estímulo que ofrecen, un método empírico, destruyendo el bello enlace que relaciona las partes mas elementales con los principios mas elevados de la ciencia, haria desaparecer el principal estímulo que dichos estudios puede ofrecer. La razon encuentra siempre su mas poderoso atractivo en elevarse al conocimiento de la verdad mediante un encadenamiento lógico de proposiciones. A medida que el estudio nos revela sucesivamente la razon de todos los principios, participamos de la ilusion, de que ellos forman un descubrimiento inmediato, fruto esclusivo de nuestro trabajo. Por otra parte, ¿qué mas natural que establecer un estudio con el carácter que le es propio i que le señalan los últimos descubrimientos? A mi ver, en una ciencia en que el principal atractivo es el noble placer que origina una contemplacion intelijente del universo, fraccionar los estudios que requiere este objeto elevado con el fin de abreviar el aprendizaje, es, por la indole especial del ramo, no un estímulo como pudiera parecer, sino un obstáculo que conviene evitar, por cuanto impedirá absolutamente, como ha impedido hasta el presente, la difusion de los estudios astronómicos. Asi, el poco éxito que han tenido hasta la fecha, lejos de establecer un mal precedente sobre nuestra decision por esta clase de conocimientos, debe únicamente ser mirado como el necesario resultado de la falta absoluta de estudios auxiliares, tan indispensables, que son nada menos que fundamentales.

No menos importante que establecer el reglamento de una profesion, es crear estímulos, para los que a ella se dediquen. Esto es tanto mas necesario, cuanto

que siendo los nuevos estudios principalmente especulativos, quedarían únicamente espeditos para el corto número de personas acomodadas que, sin necesitar del producto de su trabajo, se decidieran a adoptarlos sin otras expectativas que un amor puro i desinteresado por la ciencia. A mas del pequeño sueldo que hasta la fecha se ha asignado a los agregados al Observatorio, surtiria un exelente resultado acordar a los mas distinguidos, entre los que primero se hallen en estado de rendir las pruebas teóricas i prácticas que la Universidad tenga a bien designar, el derecho de formar parte de un pequeño personal de astrónomos rentados por el Estado, i en compensacion obligados a prestar sus servicios. Para que esta medida, al parecer onerosa, fuera una verdadera economía, bastaria determinar que el personal constára unicamente de los que fueran mas indispensables al servicio público. En efecto, principia a notarse la necesidad de personas idóneas en el ramo de Astronomía, ora para que en lo sucesivo puedan servir de profesores en la Escuela Náutica recién fundada o en las que se establezcan en otros puertos de mar, ora para rejentar las clases de Astronomía elemental cuya fundacion en los Liceos de provincia completará el curso de los estudios establecidos para los ingenieros jeografos, ora para difundir tambien en las provincias el estudio de la Astronomía racional. Algunos podrian ser empleados en el estudio de la Jeografía del pais, i en fin otros de ayudantes en el actual Observatorio. Que estas son necesidades reales i que satisfechas mas tarde hayan de orijinar gastos de consideracion, lo comprueba el hecho de que un solo ayudante contratado en Europa continúa costando al erario 1200 pesos anuales, apesar de no haber podido prestar los servicios a que era destinado. Siendo esto así, ¿por qué no hemos de considerar conveniente acordar a la profesion del astrónomo igual proteccion que a las de ingeniero civil i de minas, de las que la primera cuenta ya, i en breve contará la segunda, con un personal rentado al servicio del Estado?

Prescindiendo de las últimas consideraciones, estoi cierto de que la sola planteacion de los ramos arriba mencionados, decidiria favorablemente de la suerte futura de nuestros estudios astronómicos. Si la naturaleza puede algo indicarnos sobre las tendencias mas naturales del espíritu, el firmamento que a juicio de los estrajeros se ostenta en Chile i particularmente en Santiago en toda su magnificencia, nos señala en el cultivo de los estudios astronómicos, una de las mas brillantes carreras para el porvenir. M. Gilliss, que como fundador del primer Observatorio chileno, ha empeñado altamente nuestra gratitud, i cuyo nombre es citado con elojio por M. de Humboldt en su *Cosmos*, quedó prendado del aspecto tan pintoresco de nuestro cielo. «En Santiago de Chile, dice M. Humboldt, el cielo es durante ocho meses tan puro i la atmósfera tan trasparente, que el lugar teniente Guilliss distinguia perfectamente la 6.ª estrella del trapecio de Orion con un anteojito de 175 milímetros de abertura. Si en muchas noches de invierno las nubes ocultan el firmamento, en compensacion, en esta fria estacion, como a primera vista se nota, los astros se demuestran en mayor número i con mayor brillantéz. La baja temperatura, condensando i precipitando el vapor de agua de la atmósfera, produce tal grado de sequedad que la hace perfectamente trasparente.» Enumerando lo que principalmente puede constituir un poderoso estímulo en los estudios astronómicos, debo señalar la circunstancia de que nuestro hemisférico austral ha sido hasta la fecha poco explorado, de suerte que un estudio tan prolijo como el que se ha hecho del hemisferio boreal, promete, si no el descubrimiento de series completas de fenómenos, por lo menos la solucion de las gran-

des cuestiones de que el universo sideral ha sido objeto en los últimos tiempos. Las observaciones practicadas por M. Gilliss en la corta época en que permaneció entre nosotros, llamaron muy pronto la atención de los astrónomos europeos i contribuyeron a ilustrar una de las cuestiones que mas preocupan a los astrónomos, la variabilidad de las estrellas. Para mejor apreciar la importancia i estension de esta clase de investigaciones, enumeraré las mas esenciales, tomando por base principal los datos consignados en el *Cosmos* de M. de Humboldt. Hasta el presente la constante tarea de nuestro Observatorio ha consistido en recoger los datos que mas tarde han servir para ilustrar estos varios problemas. Ellos consisten en la formacion de un catálogo de estrellas, de las que, segun una nota pasada por el Director al señor Ministro del ramo en 14 de Mayo del año próximo pasado, habian ya calculadas i en estado de publicarse mas de 4000 observaciones. Es este un trabajo laborioso; pero indispensable. El astrónomo que explora el firmamento, como el navegante que recorre los mares en busca de tierras desconocidas, necesita ir fijando la posicion de los nuevos lugares que halla en su camino como puntos de partida para posteriores investigaciones. Uno de los resultados inmediatos de una proliza exploracion del cielo ha sido facilitar considerablemente el descubrimiento de nuevos planetas, particularmente de los telescopicos, que, por su pequeñez, quedarían facilmente confundidos entre los innumerables grupos de pequeñas estrellas, sin ofrecer ninguna particularidad para ser objeto de una serie de observaciones inmediatas que anuncie su naturaleza. Ved en efecto, dice M. de Humboldt, con que facilidad Galle ha podido encontrar a Neptuno a la primera indicacion de Le Verrier, i cuantos pequeños planetas han sido descubiertos, gracias al profundo conocimiento del cielo hasta en sus menores detalles. Sin duda que ha sido el telescopio el que ha abierto el camino de estos descubrimientos; pero los catálogos constituyen uno de los medios mas seguros de realizarlos, si se considera la prolijidad con que algunos son ejecutados comprendiendo estrellas de décima magnitud i aun mas pequeñas. En la antigüedad, i a un hasta la época moderna, 1608, en que el telescopio fué descubierto, solo eran conocidos los grandes planetas Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter i Saturno, i un solo satélite de la Luna; mientras que en el año 1852 el sistema solar comprendia ya 7 grandes planetas, 22 pequeños, 23 satélites, i cerca 200 cometas calculados, pues no baja de 600 a 700 el número de aquellas cuya existencia ha sido señalada. Solamente estos grandes resultados pueden explicar la realizacion de esas empresas cuya ejecucion demanda años de continuo trabajo i que parecerian temerarias sin tener presente la estension de las aplicaciones a que dan lugar. Estos trabajos son debidos esclusivamente a la laboriosidad de los astrónomos modernos. Apenas los antiguos pudieron distinguir i fijar en sus catálogos 4600 estrellas, siendo que el número de las visibles solamente a la simple vista es de 5000 a 5800 segun el horizonte del observador; resultados que se elevan prodijosamente mediante el auxilio del telescopio. El catálogo debido a las observaciones de Lalande, practicadas en los últimos once años del siglo precedente i posteriormente calculadas, comprende 47390 estrellas hasta de 9.^a magnitud, i aun mas pequeñas. Harding determinó las posiciones de 50000; Bessel las de 75000 distribuidas en la zona que se estiende entre el paralelo boreal de 45° i el austral de 45°; i Argelandez fija otras 2200 estendiendo la zona hasta los paralelos de 80°. Pero la grandeza de la creacion quean infinitamente lejos se halla de reflejarse en estos resultados por considerables que parezcan, o en los mas singulares rela-

tivos al número de astros visibles con poderosos telescopios aunque no sfados en catálogos! Segun M. de Humboldt, Struve admite que con el célebre telescopio de 20 pies de W. Herschel se descubren 5800000 estrellas en las dos zonas que se extienden a 30°. al norte i al sur del Ecuador, i 20.374000 en todo el cielo, calculandose en 1800000 el número de las que se hallan contenidas solamente en la Vía Lactea.

Siendo un catálogo de estrellas el conjunto de los datos que determinan sus posiciones en el firmamento, la comparacion de los catálogos de diferentes épocas, ofrece un medio cierto de apreciar cualquier cambio acaecido en sus posiciones relativas, alterando las distancias angulares que las separan o las figuras que forman su conjunto: método tanto mas espedito, cuanto que cualquiera variacion que por su pequeñez se haya sustraído a las mas delicadas observaciones, aumentando insensiblemente, ha de llegar a ser con el tiempo infaliblemente notada. Tal sucede con el movimiento propio de las estrellas, en realidad mui considerable, aunque aparentemente nulo por la gran distancia que de ellas nos separa, pues estos astros habian sido considerados hasta los últimos tiempos como perfectamente fijos. Segun M. de Humboldt ninguna de las brillantes estrellas observadas por los antiguos, ocupa al presente el mismo lugar en el firmamento. Las comparaciones practicadas en los últimos tiempos, en vista de los catálogos sucesivamente formados, han establecido la jeneralidad de aquel primer resultado, demostrando el movimiento de todos los cuerpos del universo. Entre estos movimientos propios de las estrellas, algunos son tan considerables que pueden ser demostrados con intervalo de unos pocos meses, en razon a que la amplitud se eleva anualmente hasta ocho segundos, i a que la precision de las observaciones alcanza a pequeñas fracciones de esta unidad. En 20 siglos, fecha del catálogo de Hiparco, las tres estrellas Arturo, Casiopea i la 61 del Cisne, han aparecido desviadas de su antigua posicion en $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, i 6 veces el diámetro del disco de la luna.

Las variaciones observadas en las estrellas, no solamente se refieren a simples alteraciones en las distancias que mutuamente las separan. Véanse sistemas semejantes a nuestro sistema solar compuestos de grupos aislados de estrellas mui próximas entre si, que en movimientos regulares jiran, ya en torno de una de las componentes, ya en torno de un punto aislado del espacio: circunstancia que ha inducido a creer en la existencia de astros que como la tierra carecen de luz propia. Con fundadas razones se presume que el número de estos cuerpos sea mui considerable, i acaso mayor que el de los que brillan con su propia luz. El número de grupos binarios i multiples de estrellas asciende como a 6000, de las que, cerca de 700 han ofrecido ya los movimientos arriba descritos. Pero lo que causará siempre la mas profunda admiracion, ofreciendo a la vez un campo vastísimo de investigaciones, es que el resultado de las observaciones i cálculos practicados con el fin de apreciar las orbitas de los movimientos de estos Soles, de los que cada uno, como en nuestro sistema solar, debe hallarse probablemente acompañado de numerosos cometas, planetas i satélites; ha venido a demostrar que se hallan rejidos por las mismas leyes que presiden a todos los movimientos de nuestro sistema solar, i arreglan el sencillo desenso vertical de los cuerpos terrestres, libremente abandonados en el espacio a la accion de la pesantez. Participando del movimiento general que en todo reina, las estrellas centrales, animadas de un movimiento de traslacion, se dirijen a lugares apartados del espacio, arrastrando en pos de si el

cortejo de los cuerpos que jiran en su rededor. Un movimiento de traslacion del conjunto de todos los cuerpos que forman nuestro sistema solar adquiere el mas alto grado de probabilidad, si se considera que en un sistema cualquiera de fuerzas en equilibrio, el mas débil cambio en la intimidad o direccion de una de las componentes, basta para destruir el equilibrio ocasionando una modificacion jeneral en todas las partes del sistema. Mas, para que el sistema solar se dirija realmente hácia algun lugar determinado del espacio ha de suceder que las distancias mutuas de las estrellas situadas en la direccion del movimiento, esperimenten mayores variaciones que las que se hallan en los otros lugares del espacio, conforme a las reglas de perspectiva que determinan las variaciones análogas con que se ofrece un sistema de cuerpos a medida que varia el punto de vista. Llevada la cuestion a este terreno, los astrónomos principiaron por aislar los efectos de las varias causas de los movimientos observados, emprendiendo en seguida una prolja discusion de las variaciones mas bien comprobadas. El resultado de esta cuestion, la mas extraordinaria que el astrónomo haya podido proponerse resolver, ha establecido que el Sol, mediante la poderosa fuerza atractiva que posee, conduce consigo los centenares de astros que le estan subordinados, dirijiéndose todo el sistema solar con una velocidad de 619000 miriámetros por dia hacia un punto de la costelacion de Hércules, que, en virtud de una última discusion de los movimientos propios de 797 estrellas, se halla situado a $259^{\circ} 9'$ de R i $34^{\circ} 36'$ de declinacion austral. Se espera que la continua aproximacion del sistema planetario al grupo de estrellas situadas en la direccion del movimiento, haciendo mas sensibles las diferencias observadas, establezca con mayor precision los datos que determinan los primeros elementos de la línea descrita, suministrando a los astrónomos de las épocas venideras los datos indispensables para la exacta solucion de una de las cuestiones mas elevadas e importantes, a saber, la de determinar la verdadera naturaleza, posicion i magnitud de esta inmensa trayectoria que nuestro sistema solar describe en el espacio.

Las estrellas no solamente ofrecen variedad en las distancias que mutuamente las separan, sino en sus caracteres fisicos de color i de luz. Segun M. de Humboldt, ellas ofrecen casi todos los colores de la luz descompuesta i sus matices intermedios. Sirio, la mas brillante de las estrellas conocidas, es de un blanco perfecto; Mira de la Ballena, roja; Polux, rojiza; Castor, verde pálido; B de la Ossa Menor, amarilla etc. Jeneralmente las estrellas binarias poseen colores complementarios: circunstancia que habia inducido a creer que uno de los colores era producido por el otro como un simple efecto de contraste. Herchell en su tratado de Astronomia dice que «se encuentran en algunas rejiones del cielo estrellas aisladas de color rojo, de ordinario sanguinolento, pero jamas estrellas de color verde o azul, caracterizado sin asociacion con otra estrella mas brillante.» No obstante, se conocen ya al presente sistemas binarios cuya estrella principal es blanca i la compañera azul; o al contrario, la 1.^a azul i blanca; o finalmente, ámbas azules. En un pequeño espacio de $3\frac{1}{2}$ minutos se ha descubierto un grupo numeroso de estrellas todas azules; i en otro espacio, pequeño tambien, se han hallado mas de 400 de diversos colores, rojos, verdes, azules, i tan próximas, que, segun la espresion de Humboldt, *su conjunto ofrece el aspecto de un cofrecito de piedras preciosas policromas.* Despues del viaje al Cabo de Buena Esperanza, Sir John Herschel, dice, ha publicado un pequeño catálogo de 76 estrellas comprendidas entre la 7.^a i 9.^a magnitud; todas de color rojo de rubí i algunas vermejas como pequeñas

gotas de sangre. La coloracion de las estrellas se halla sujeta a variaciones cuya lei es aun desconocida. Aunque los datos son todavia en corto número, no obstante varias estrellas son conocidamente variables. Sirio i Aldebaran, ámbas rojas en la antigüedad, ofrecen, la 1.^a el tipo del color blanco, i la 2.^a un color amarillo rojizo. Se concideran tambien algo variables α . i ν . de la Cruz i n . de Arago, segun observaciones debidas a J. Herschel, Mackay i M. Guilliss durante su permanencia en Santiago (Cosmos de Hudmboldt.)

La variabilidad de brillo, fenómeno mas conocido i observado en mayor escala que el anterior, tiene lugar en estrellas de todas magnitudes i colores, cuyos cambios afectan ya una completa irregularidad, a períodos mas o menos sencillos. n . de Arago, estrella cuyas variaciones irregulares han sido especialmente detalladas por M. de Humboldt, ha ofrecido en 173 años (1677—1850) ocho a nueve alternativas de aumento i disminucion de brillo, sin que ellas ofrezcan lei alguna. Al contrario, se conocen ya varias estrellas cuyos cambios periódicos son notablemente sencillos. He aqui las principales: o de la Ballena permanece en su mayor brillo durante 15 dias siendo de 2.^a magnitud; decrece durante tres meses, se hace invisible durante 5 meses, i vuelve nuevamente a crecer hasta el fin del período, que en su total es de 334. Sus irregularidades consisten en que no siempre vuelve exáctamente a un mismo máximum de brillo, i en haber permanecido invisible durante 4 años, desde Octubre de 1772 hasta Diciembre de 1776. Algol o B de Perseo, la estrella de mas corto período, es de 2.^a magnitud en su máximum de brillo que conserva durante 2 dias 13 horas, empleando solamente 7 a 8 horas para descender a su mínimum en que es de 4.^a magnitud. Su período total es de 2 dias 20 h. 49'. Pasan de 20 las variables de períodos bien conocidos, entre las que algunas, tales como V. i S. de Cejeo, B de la Lira i otras tienen períodos tan cortos que solo ascienden a unos pocos dias. En su curso de Uranografía, M. Francœur enumera tres de las causas señaladas para esplicar estas apariencias, aunque, como lo indica, sea tan difícil señalar cual de las tres sea la verdadera, como decidir si realmente lo es alguna de ellas. «Unos suponen que estas estrellas tienen planetas que la distancia hace invisibles, i que en sus revoluciones se interponen produciendo un eclipse; otros quieren que ellas tengan un movimiento de rotacion i su superficie partes obscuras que se nos presentan; o bien que la forma del astro sea lenticular, i que la superficie que se ofrece a nuestra vista, variando de estension, cause el cambio de brillo.» Otros en fin opinan que en virtud de causas aun desconocidas, las estrellas experimentan cambios reales en la intensidad de su color i de su luz propia. Si las observaciones astronómicas prueban que la temperatura media del globo terrestre i por consiguiente del sol, no ha experimentado cambio sensible desde la época de Hiparco, 200 años antes de J. C.; existe al menos la posibilidad de que en épocas anteriores puedan haber tenido lugar notables modificaciones en la intensidad del color i de la luz solar, a la manera como parece acontecer en los otros soles del firmamento. A juicio de M. de Humboldt, tales alteraciones, si han existido, pueden haber tenido consecuencias tan graves i formidables, que «bastarian ámpliamente para esplicar las antiguas revoluciones del globo i los mas grandes fenómenos geológicos.»

Esta identidad entre la naturaleza del sol i de las estrellas, que imprime al estudio de los cuerpos celestes un doble interés, no es una simple conjetura sino el resultado inmediato, que mediante el cálculo i la esperiencia, se ha obtenido sobre la distancia i la luz emitida por las estrellas. La exactitud de los instrumentos

de medida i de tiempo ha hecho por fin apreciables estas distancias, tomando por base el diámetro de la orbita terrestre que antes aparecia comparativamente como un punto imperceptible. La variedad de estas distancias ha podido ofrecer en cierto modo el relieve del universo. Mientras α del Centauro se ha encontrado a doscientas mil veces la distancia de la tierra al sol, la Polar dista un millon setecientas mil veces la misma distancia tomada por unidad. Nada como estos resultados da tan grande idea del espacio, del tiempo i de la creación. Mientras la luz del sol nos llega en 8'. 17''. 78, se ha estimado que, en proporción, la que nos llega de algunas nebulosas emplea como 3 millones de años en recorrer el espacio que de ellas nos separa; o lo que es lo mismo, si en pequeña escala representáramos por una sola pulgada la distancia de la tierra al sol, 300 leguas serian la verdadera medida proporcional de la inconcebible distancia que nos separa de dichas nebulosas.

Los anteriores resultados conducen naturalmente a pensar sobre cuan grande será el tamaño i la cantidad de luz emitida por las estrellas, visibles a distancias tan considerables. Esperiencias directas demuestran en efecto que el Sol, que dá color e ilumina todos los cuerpos que jiran a su rededor i que quizá en todos ellos como en la tierra mantiene la vida i la vejetacion, es de mediano tamaño en comparacion con los demás Soles que iluminan el firmamento. Segun las medidas fotométricas que se consideran mas exactas, α de la Lira emite mayor luz que el sol, del α Centauro como 2 $\frac{1}{2}$ soles, Canopus como 5 soles, Sirio mas luz que 9 soles reunidos etc.

Entre los numerosos i variados cambios que en tan grande escala ofrece el firmamento, demostrando que los cielos no son incorruptibles como lo creian los antiguos, debo mencionar un hecho mui particular, la aparicion de estrellas nuevas, mirado siempre como un fenómeno sobresaliente, verdadero acontecimiento en el universo, según la espresion de M. de Humboldt. La circunstancia de verificarse jeneralmente el fenómeno, ofreciendose repentinamente la estrella aparecida en su maximum de brillo, igualando i aun excediendo a todas las demas estrellas del firmamento i a varios de los grandes planetas, no ménos que la rareza de las apariciones, como 20 en 2000 años, le dan un carácter tan extraordinario, que antes del descubrimiento del telescopio, ningun otro quizá ha ejercido mayor influencia en los progresos realizados en el conocimiento del cielo. M. Francœur en su Uranografía, paj. 313. enumera 8 de estas singulares apariciones: la del año 425 ántes de J. C., que vista por Hiparco le determinó a formar su catálogo; la del año 389 despues de J. C., vista en la costelacion del Aguila i visible durante tres semanas con igual brillo que Venus; dos en el Escorpion con brillo igual al cuarto de la luna; una en el año 945 i otra en 1264, vista en el lugar de la anterior; la de 1572 que, como a Hiparco, indujo a Ticho-Brahé a formar un prolijo catálogo; i la de Keppler en 1604. La estrella de Tycho-Brahé apareció en una tarde repentinamente, en noviembre de 1572, con mayor brillo que todas las demas estrellas i que Jupiter, i comparable solamente al planeta Venus en su mayor proximidad a la tierra. Se refiere que no solamente era visible a medio dia, sino de noche cuando las nubes ocultaban el resto del firmamento. Conservó cerca de un mes este brillo singular; i comenzó en seguida a perderlo lenta i gradualmente, sin cambiar de lugar, hasta su completa desaparicion, diez i siete meses despues de haber sido vista por la primera vez. Se ha creido que este como el fenómeno inverso, ménos comprobado, de desa-

parición de estrellas que por largo tiempo habian comunicado su luz a la tierra, se halla relacionado con el de la variabilidad en largos periodos. Los cambios de color observados en la estrella nueva de 1572, blanca al principio, después amarillenta, en seguida de color amarillo rojizo, i por fin coloreada de blanco plomizo con cuya coloracion desapareció, tan semejantes a las apariencias sucesivas de un combustible que en la tierra se estiende i consume, han inducido a esplicar el fenómeno de que se trata mediante la hipótesis de un vasto incendio. M. Buffon, vivamente impresionado con el cuadro de estos grandes fenómenos de la naturaleza, que en su admiracion denomina «templo exterior de la magnificencia divina», nos ha dejado en su precioso opúsculo titulado «Vista de la Naturaleza», una copia tan fiel como admirable de toda la creacion. Nos habla de estos Soles que aparecen, desaparecen, i parecen alternativamente encenderse i extinguirse; otros que se muestran una vez i desaparecen en seguida para siempre. El Cielo, agrega, es el pais de los grandes acontecimientos; pero apenas la vista humana puede notarlos: un Sol que perete i que causa la catástrofe de un Mundo o de un sistema de Mundos, no nos causa otra impresion a nuestros ojos, que el de un fuego fatuo que brilla i se estingue; el hombre, limitado al átomo terrestre sobre el cual vejeta, ve este átomo como un Mundo, i no ve los Mundos sino como átomos.

INSTITUTO NACIONAL.—Funcion de distribucion de premios.

A las dos de la tarde del Domingo 20 de Junio de 1858 se celebró en este establecimiento la funcion de *Distribucion de premios a los alumnos que mas se habian distinguido en el último año escolar*. Presidia la ceremonia el señor Ministro de instruccion pública don Rafael Sotomayor, con asistencia del Consejo de la Universidad i de los Secretarios de las Facultades, del Consejo de Profesores del Instituto, i de un gran número de personas distinguidas.

El señor Rector de la Universidad don Andrés Bello dió principio, leyendo su Memoria en que dá una sucinta noticia de los estudios universitarios en el año pasado de 1857, e indica los vacios e inconvenientes de que adolecen el órden i método que actualmente rijen en la seccion superior.—En seguida el señor Rector del Instituto don Santiago Prado, dió cuenta en otra Memoria de las mejoras introducidas i de las que aun podían hacerse en la seccion preparatoria.—Leídas las nóminas de los alumnos de ambas secciones a quienes se habia discernido premios, se hizo la distribucion de éstos, los cuales consistieron en diplomas i medallas, de oro para los de primer grado, de plata para los de segundo; i el acto terminó con un discurso de felicitacion que el Profesor don Bernardo Lira dirigió a los jóvenes premiados.

Insertamos a continuación todas esas piezas:

MEMORIA DEL SEÑOR RECTOR DE LA UNIVERSIDAD.

Señor Vice Patrono.—Voi a dar una noticia sucinta de los estudios universitarios en el año pasado de 1857.