

Por lo tocante á la otra vía láctea compuesta de nebulosas, créese que no pertenece á nuestra zona estrellada, sino que solo la rodea á enorme distancia bajo la forma de un gran círculo casi perfecto, que atraviesa las nebulosas de Virgo (tan numerosas hácia el ala septentrional), la caballera de Berenice, la Osa mayor, el cinturón de Andrómeda y los Piscis boreales. Hácia la region de Casiopea se cruza probablemente esta vía láctea con la otra formada de estrellas, reuniendo así sus polos situados en la dirección en que es menos espesa nuestra capa estrellada; polos que se encuentran devastados, sin duda por las fuerzas que ha producido la condensación de las estrellas en grupos (1).

Ateniéndonos á estas consideraciones deberíamos representarnos en el espacio: primero, nuestro grupo de estrellas, donde se encuentran indicios de un cambio progresivo de formas, y aun de una dislocación, determinada, á no dudarlo, por la atracción de los centros secundarios; y luego dos anillos, colocado el uno á inmensa distancia y exclusivamente compuesto de nebulosas, y mas cercano el otro de la tierra, formado enteramente por estrellas desprovistas de nebulosidades, (es el que conocemos con el nombre de vía láctea). Estas estrellas parecen, por término medio, de décima ó undécima magnitud (2); pero separadamente consideradas, se diferencian mucho entre sí; mientras que, por el contrario, las que forman los grupos aislados ofrecen casi siempre una perfecta uniformidad de magnitud y de brillo.

Por cualquier punto que se haya estudiado la bóveda celeste con el auxilio de los telescopios, bastante graduados para penetrar profundamente en el espacio, se han llegado á ver estrellas, siquiera no hayan sido mas que de vigésima ó vigésima-cuarta magnitud; ó cuando no, cierto número de nebulosas, en las cuales, instrumentos de mas alcance nos harian divisar, sin duda, estrellas aun mas pequeñas. En efecto, los rayos luminosos que recibe la retina en estos diversos géneros de observación, provienen, ora de puntos aislados, ora de puntos estremadamente cercanos; siendo en este último caso mayor la visibilidad que en el primero, como recientemente lo ha demostrado Arago (5).

La nebulosidad cósmica esparcida universalmente en el espacio, modifica verosimilmente

Stars (Transact. 1833, P. II, pág. 479, figura 23) dice: "We have here a brother System bearing a real physical resemblance and strong analog of structure of our own."

(1) Sir W. Herschell, en las "Transact. for. 1783, P. I, pág. 257. Sir J. Herschell, "Astron., § 616. Este último decía tambien en una carta que me dirigió en Marzo de 1829, lo siguiente: The nebulous region of the heavens form a "nebulous milky way, composed of distinct nebulae as the other of stars."

(2) J. Herschell, "Astron.", § 485.

(3) Arago, "Annuaire" de 1842, páginas 232-235 409-411, y 439-442.

su transparencia, y debería por lo tanto, disminuir la intensidad de aquella luz homogénea, que segun Halley y Olbers, existiría en toda la bóveda celeste, si cada uno de sus puntos fuese la base de una serie infinita de estrellas colocadas en el sentido de la profundidad (1).

Empero estas ideas no se hallan en armonía con lo que la observación nos enseña; muéstranos esta, en efecto, regiones enteras desprovistas de estrellas, ó como decía Herschell, aberturas en el cielo; en el Escorpion existe una de cuatro grados de latitud, y otra en el Serpentario, viéndose cerca de estas dos aberturas hácia sus bordes, multitud de nebulosas resolubles. La que se observa en el borde occidental de la abertura del Escorpion, es uno de los mas ricos grupos de estrellas pequeñas que pueden encontrarse en el cielo.

Herschell, explica por la atracción de estos grupos la falta de estrellas en las regiones vacías (2): "Hay, dice, en nuestra zona estrellada, regiones que el tiempo ha devastado."

Si nos representamos las estrellas telescópicas escalonadas en el espacio, y como formando un tapiz que cubre toda la bóveda aparente del cielo, las regiones vacías del Escorpion y del Serpentario, serian en tal caso aberturas por donde penetra nuestra vista hasta las mas remotas profundidades del universo. Por ventura, allá donde se interrumpen las capas del tapiz, habrá tambien otras estrellas que no alcanzan á divisar nuestros instrumentos. La aparición de los meteoros igneos, habia hecho que los antiguos supusiesen tambien la existencia de figuras ó brechas (*chasmata*) en la bóveda celeste; pero las consideraban como pasajeras, creyendo ademas que debian ser brillantes y no oscuras, á causa del éter luminoso que habria de divisarse, segun ellos, por aberturas accidentales (3). Derham y hasta el mismo Huyghens, no parecen haber estado muy distantes de explicar de este modo la luz tranquila de las nebulosas (4).

Cuando comparamos las estrellas de primera magnitud con las telescópicas que se hallan ciertamente por término medio, á mucha mayor distancia de nosotros; cuando comparamos los grupos nebulosos con las nebulosidades irredutibles, como por ejemplo, la de Andrómeda, ó bien con las nebulosas planetarias, nuestras concepciones acerca de esos mundos situados á tan diferentes distancias y como per-

(1) Olbers, sobre la transparencia de los espacios celestes en las "Efermer de Bode," 1826, páginas 110 y 221.

(2) An opening in the heavens. W. Herschell, en las "Transact. for.", 1783, t. LXXV, P. I, pág. 236. Lalande, "Connaiss. des temps pour, l'an VIII, pág. 8. Arago, "Annuaire de 1842" pág. 423.

(3) Aristot, Meteor., II, 5, 1; Séneca, "Nat. Quaest. I, 14, 2, Gaelum discessisse, Cicer. de Divin., I, 45.

(4) Arago, Annuaire de 1842, pág. 429.

didados en la inmensidad, experimentan el influjo dominante de un hecho que modifica, con arreglo á ciertas leyes, todos los fenómenos y todas las apariencias celestes: hablo de la propagación sucesiva de los rayos luminosos. Segun las últimas investigaciones de Struve, la velocidad de la luz es de 35284 leguas por segundo, cerca de un millón de veces mayor que la velocidad del sonido. Con arreglo á lo que nos han enseñado los trabajos de Maclear, de Bessel y de Struve acerca de las paralajes y de las distancias absolutas de tres estrellas hácia el Centauro 61. ^o del Cisne y *a* de la Lira, un rayo luminoso partido de cada una de ellas emplearia respectivamente 3, 9 $\frac{1}{2}$ y 12 años para llegar hasta nosotros.

Ahora bien: en el corto pero memorable periodo transcurrido desde 1572 hasta 1604, es decir, desde Cornelio Gemma y Tycho hasta Keplero, aparecieron sucesivamente tres nuevas estrellas, una en Casiopea otra en el Cisne y la tercera en el pié del Serpentario. En 1670 se reprodujo el mismo fenómeno en la constelación de la Vulpeja, aunque con intermitencias; y en estos últimos tiempos Juan Herschell ha reconocido, durante su permanencia en el Cabo de Buena Esperanza, que la Nave se habia aumentado gradualmente pasando de segunda á primera magnitud (1). Todos estos hechos son realmente anteriores á la época en que los habitantes de la tierra; son, por decirlo así, como ecos de lo pasado que llegan hasta nosotros.

No si razón se ha dicho, que, merced á nuestros poderosos telescopios, nos es dado penetrar á la par en el espacio y en el tiempo. Nosotros medimos, en efecto, el uno por el otro; y una hora de camino equivale para la luz á cerca de 200 millones de leguas que recorrer.

Mientras que en la teogonía de Hesiodo se hallan espesadas las dimensiones del Universo por la caída de los cuerpos («el yunque de acero no cayó del cielo sobre la tierra mas que nueve dias y nueve noches»). Herschell calculaba que la luz emitida por las últimas nebulosas visibles aun con su telescopio de cuarenta piés, debia emplear cerca de dos millones de años en llegar hasta nosotros (2).

(1) En Diciembre de 1837 vió sir J. Herschell la estrella *a* de Argos, que hasta entonces habia sido siempre de segunda magnitud, pasar de pronto á ser de primera adquiriendo rápidamente mayor brillo. En Enero de 1848, lucía ya tanto como la estrella *a* del Centauro. Segun las noticias mas recientes, Maclear la ha visto en Marzo de 1845 tan brillante como Canopea; y aun á su lado parece ya pálida la estrella *a* de la Cruz del Sud.

(2) "Hence it follows that the rays of the remotest nebulae must have been almost two millions of years on their way, and that consequently so many of years ago, this object must already have had an existence in the sidereal heaven, in order to send out those rays by which we now perceive it." W. Herschell,

10—COSMOS.

Así, pues, ¡cuántos fenómenos no habrán desaparecido, ha largo tiempo, antes de ser percibidos por nuestros ojos! ¡y cuántos cambios no estarán ya de muy antiguo efectuados, que todavía no vemos!

Los fenómenos celestes no son simultáneos sino en la apariencia; y aunque se disminuya tanto como se quiera la distancia á que se hallan de nosotros las manchas casi imperceptibles de nebulosas, ó los grupos estrellados; aunque se reduzcan los millones de años que nos sirven para medir sus distancias, no por ello dejará de ser la luz que han emitido y que llega hoy á nosotros, en virtud de las leyes de su propagación, el testimonio mas antiguo de la existencia de la materia.

Así es como la ciencia conduce al espíritu humano desde las mas sencillas premisas hasta las mas elevadas concepciones, abriéndole esos campos surcados por la luz, donde «germinan infinitos mundos cual la yerba de una noche (1).»

FIN DE LA PRIMERA PARTE.



III. LA TIERRA.

Cuadro general de los fenómenos terrestres.

Abandonemos ya las altísimas regiones que hemos recorrido, y descendamos á nuestra estrecha morada: despues de la naturaleza celeste, vengamos á la terrestre. Ambas dos se hallan unidas con misteriosos lazos; y no era otro el sentido oculto de aquel antiguo mito de los Titanes, sino que el orden en el mundo depende de la unión del cielo con la tierra.

Aunque por su origen pertenece la tierra al sol, ó cuando menos á su atmósfera, antiquísimamente subdividida en anillos, en la actualidad se halla en relación, mediante las emisiones de luz y de calórico, no tan solo con el astro central de nuestro sistema, sino con todos los demas soles que brillan en el firmamento; pues si bien hay gran desproporción entre sus respectivos influjos, no por ello debe el físico dejar de reconocer su conexión y semejanza. Parte, aunque débil, del calórico terrestre, proviene del espacio en que se mueve nuestro planeta; y esta temperatura del espacio, resultante de las irradiaciones caloríficas de todos los astros

Transact. for. 1842, pag. 1492. J. Herschell, "Astron.", . 390. Arago, "Annuaire" de 1842, páginas 534-582-285.

(1) Este verso está sacado de un bellissimo soneto de mi hermano Guillermo de Humboldt, "Gesammelte Werke," t. IV, pág. 535, núm. 23, edición alemana.

del universo, es igual, según Fourrier, á la temperatura media de nuestras regiones polares. La acción más preponderante es sin duda la del sol; sus rayos penetran la atmósfera, iluminan y calientan la superficie de nuestro globo; producen las corrientes eléctricas y magnéticas; y por último, vivifican y desarrollan los gérmenes de la vida en los seres organizados. Mas adelante trataremos especialmente de este benéfico influjo.

Circunscritos ya á la esfera de la naturaleza terrestre, habremos de considerar, ante todo, la distribución de los elementos sólidos y líquidos, la figura de la tierra, su densidad media juntamente con las variaciones que experimenta á cierta profundidad, y por último, el calor y la tensión electro-magnética del globo.

Esto nos conducirá naturalmente á estudiar la reacción de lo interior contra la superficie; y la intervención de una fuerza universalmente esparcida, el calor subterráneo, nos explicará el fenómeno de los terremotos, cuyo efecto se siente por círculos de conmoción más ó menos extensos, el origen de las fuentes termales, y los esfuerzos de los agentes volcánicos.

Las sacudidas interiores, ya violentas y repetidas, ya continuas y por lo tanto casi imperceptibles, modifican poco á poco en el transcurso de los siglos las alturas relativas de las partes sólidas y líquidas de la corteza terrestre, y la configuración del fondo de los mares. Al mismo tiempo fórmanse aberturas temporales ó permanentes que ponen en comunicación el interior de la tierra con la atmósfera, surgiendo en tales casos de ignotas profundidades, masas en estado de fusión que se prolongan en estrechas corrientes por las laderas de las montañas, ya con la impetuosidad de un torrente, ya con movimiento lento y progresivo; hasta que se agota la fuente ignea de donde parten, y la hirviente lava se solidifica bajo la corteza que la cubre. Entonces aparecen á nuestra vista nuevas rocas; en tanto que las fuerzas plutónicas modifican las antiguas por medio del contacto inmediato con las formaciones recientes, ó por la acción de un manantial cercano de calórico como más frecuentemente acontece: sin que aun faltando la penetración dejen por ello de perder su puesto las partículas cristalinas, y de unirse constituyendo un tejido más denso.

Las aguas nos presentan formaciones de muy diferente índole: tales son, las concreciones de restos de animales ó de vegetales: los sedimentos terrosos, arcillosos ó calcáreos; y los conglomerados, compuestos de los detritos de las rocas y recubiertos de capas formadas por las conchitas silíceas de los animalillos infusorios, y por los terrenos de transporte en donde yacen las especies animales del mundo antiguo.

El estudio de estas formaciones que revelan tan diversos orígenes, de estas capas dislocadas, repuestas, dobladas en todas direcciones por

presiones contrarias ó por los esfuerzos de los agentes volcánicos, conduce al observador á la comparación de la época actual con las anteriores, á la combinación de los hechos según las reglas más simples de la analogía; á la generalización, en fin, de las relaciones de extensión, y de las que existen entre las fuerzas que obran todavía á su vista. Así ha salido de la confusión y vaga oscuridad en que yacía, la bellísima ciencia de la geognosia, totalmente desconocida hace cincuenta años.

Háse dicho que los grandes telescopios nos habían dado á conocer más bien el interior de los otros planetas, que no su superficie: observación exactísima, si exceptuamos empero la luna. Los admirables progresos de las observaciones y de los cálculos astronómicos nos permiten, en efecto, pesar los planetas, medir sus volúmenes y determinar sus masas y densidades con una exactitud siempre creciente, mientras que sus propiedades físicas, por el contrario, nos son completamente desconocidas. Solo en la tierra, merced al contacto, estamos en relación con los elementos constitutivos de la naturaleza orgánica; los cuales, combinados en inmensas series y transformados de mil maneras por fuerzas que obran sin cesar, ofrecen á nuestra actividad el alimento que le conviene, asignan un fin á nuestras investigaciones, y hacen que el espíritu humano, fortificado en esta lucha continua, se eleve y engrandezca con sus conquistas; que así se refleja el mundo real en el mundo ideal, y cada gran clase de fenómenos se convierte á su turno en objeto de una nueva ciencia.

La de la tierra devuelve al hombre aquella superioridad de acción de que ya varias veces he hablado, y que dimana de su situación misma sobre la superficie del globo. Hemos visto que la física celeste, desde las nebulosas más remotas hasta el cuerpo central de nuestro sistema, se limita exclusivamente á las nociones generales de volumen y de masa, porque allí no pueden nuestros sentidos distinguir señal alguna de vida, y si se han aventurado algunas conjeturas sobre la naturaleza de los elementos constitutivos de tal ó cual cuerpo celeste, ha sido reduciéndolas de simples analogías y las más veces guiadas tan solo por la imaginación. Mas las propiedades de la materia, sus afinidades químicas, la agregación regular de sus partículas, ya bajo la forma de cristales, ó bien bajo la de tejidos granulados; sus relaciones con la luz que la atraviesa separándose ó dividiéndose, con el calor radiante, ora transmitido en el estado neutro, ora en el de polarización, y con las fuerzas electro-magnéticas, tan energéticas siempre por más que á las veces no se manifieste su acción bajo formas brillantes; y para decirlo de una vez, todo ese tesoro de conocimientos que imprimen á nuestras ciencias físicas cierto sello de grandeza y de poder, lo de-

remos únicamente á la superficie del planeta que habitamos, y más aún á su parte sólida que á su parte líquida.

Sería empero superfluo el insistir más sobre este punto: y por lo tanto concluiremos diciendo que la superioridad intelectual del hombre en ciertos ramos de la ciencia del universo, depende de un encadenamiento de causas semejantes á las que dan á ciertos pueblos una superioridad material sobre parte de los elementos.

Después de haber indicado la diferencia esencial que á este respecto existe entre la ciencia de la tierra y la ciencia de los cuerpos celestes, es indispensable reconocer también hasta dónde pueden extenderse nuestras investigaciones acerca de las propiedades de la materia. Aquí el campo se halla circunscrito por la superficie terrestre, ó más bien por la profundidad á que nos permiten llegar las excavaciones naturales y las que son obra del trabajo del hombre. Estas últimas no han penetrado en dirección vertical arriba de 778 varas por debajo del nivel del mar, las cuales equivalen á $\frac{1}{1000}$ del radio de la tierra, y respecto á las primeras, sabemos solamente que las masas cristalinas lanzadas por los volcanes encendidos aún, parecidas en su mayor parte á las rocas de la superficie, provienen de profundidades indeterminadas, aunque 60 veces mayores, por lo menos, que las alcanzadas por el trabajo del hombre.

Allí donde un depósito de carbon de piedra penetra hacia abajo y se encorva para volver á aparecer más lejos á distancia bien conocida, es posible valuar en números la profundidad de la capa; y se ha demostrado que estos depósitos de carbon, mezclados con restos orgánicos del mundo antiguo, llegan hasta 7178 pies por debajo del nivel del mar (en Bélgica por ejemplo.) Los terrenos calcáreos, y las capas devonianas cóncavas en forma de valles, alcanzan doble profundidad.

Comparando estas depresiones subterráneas con las cimas de las montañas que hasta ahora se consideran como las partes más altas de la corteza solevantada de nuestro globo, se halla una distancia de 43067 pies, ó sea $\frac{1}{3000}$ del radio terrestre.

Tal es el único espacio á que en sentido vertical podrían extenderse las investigaciones de la geognosia, aun cuando la superficie toda de la tierra estuviese á la misma altura que las cumbres del Dhawalagiri ó del Sorata.

Todo cuanto se halla á profundidades más remotas que las depresiones de que he hablado, que el trabajo del hombre y que el fondo del mar (James Ross dejó correr cerca de 50000 pies de sonda sin alcanzarle), nos es tan completamente desconocido como el interior de los demás planetas que componen nuestro sistema solar.

De la misma manera, tampoco conocemos

mas que el total de la masa de la tierra y su densidad media, comparada con las de las capas superficiales, que son las únicas accesibles para nosotros. La absoluta falta de datos positivos acerca de las propiedades químicas ó físicas del interior del globo, nos obliga nuevamente á recurrir á simples conjeturas, ni más ni menos que si se tratase de cualquiera de los demás planetas que giran como la tierra en torno del sol.

Así, pues, no poseemos datos ningunos ciertos acerca de la profundidad en que las rocas pasan al estado de reblandecimiento ó de fusión completa; ni de las cavidades que llenan los vapores elásticos; ni del estado de los gases interiores sometidos á una presión enorme y á elevadísima temperatura; ni acerca, en fin, de la ley que siguen las densidades crecientes de las capas comprendidas entre el centro y la superficie de la tierra.

La elevación de la temperatura á proporción que se va profundizando en el terreno, y la reacción del interior del globo contra la superficie, nos conducirán á la larga serie de los fenómenos volcánicos: tales son, los terremotos, las emisiones gaseosas, las fuentes termales ó de agua caliente, los volcanes de lodo y las corrientes de lava que vomitan los cráteres eruptivos. Las fuentes elásticas obran también alterando el nivel de la superficie. Grandes playas, continentes enteros, se alzan ó se hundien; las partes sólidas se separan de las fluidas; el Océano, atravesado por corrientes cálidas ó frías, cual por otros tantos ríos aislados en su masa líquida, cubre los polos de hielo y baña con sus aguas las rocas, ya densas y resistentes, ya disgregadas y formando bancos móviles. Los límites que separan las aguas de los continentes ó de las tierras, experimentan frecuentes cambios. Las llanuras han oscilado de arriba abajo y de abajo arriba. Después del solevantamiento de los continentes, aparecieron grandes fisuras casi todas paralelas; y hacia la misma época, probablemente, surgieron las cadenas de montañas. Lagos salados y grandes masas de aguas interiores, durante largo tiempo habitadas por las mismas especies animales, se separaron violentamente ocasionando estos y otros trastornos, harto bien atestiguados por los restos fósiles de conchas y de zoófitos, idénticos en todas partes. Así se descubre, prosiguiendo el examen de los fenómenos en sus relaciones de mútua dependencia, que las poderosas fuerzas cuya acción se ejerce en lo interior del globo, son también las que conmueven la costra terrestre, y abren salidas á los torrentes de lava lanzados por la enorme presión de los vapores elásticos.

Estas fuerzas que en otro tiempo solevantaron las cumbres de los Andes y del Himalaya hasta la región de las nieves perpétuas, han producido también en las rocas combinaciones y

agregaciones nuevas, y transformado las capas anteriormente depositadas por las aguas, en donde bajo mil formas pululaba ya la vida orgánica. Aquí reconocemos toda la serie de las formaciones sobrepuestas por orden de antigüedad, y volvemos á encontrar en estas capas todas las variaciones de forma que ha experimentado la superficie, los efectos dinámicos de las fuerzas expansivas, y hasta las acciones químicas de los vapores emitidos por las fisuras.

Las partes sólidas y secas de la superficie terrestre donde la vegetación ha podido desarrollarse en toda su vigorosa lozanía, es decir, los continentes, se hallan en relaciones continuas de acción y de reacción con los mares circunvecinos, en donde reina casi exclusivamente la organización animal. A su turno, el elemento líquido se encuentra cubierto por las capas atmosféricas, especie de Océano aéreo cuyos bajos son las mesetas y las cadenas de montañas, y que tiene también sus corrientes y sus variaciones de temperatura; la humedad acumulada en la región de las nubes se condensa en derredor de las cimas elevadas, corre por las laderas de las montañas, esparciendo desde allí por do quiera en las llanuras la fecundidad y el movimiento.

Mas si la distribución de los mares y de los continentes, la forma general de la superficie y la dirección de las líneas isotermales (zonas en que las temperaturas medias del año son iguales), arreglan y dominan la geografía de las plantas, no sucede lo mismo cuando se trata de la especie humana, último y mas noble objeto de una descripción física del mundo. Los progresos de la civilización, el desarrollo de las facultades y la cultura general de la inteligencia que establece en las naciones la supremacía política, concurren con los accidentes locales, aunque mucho mas eficazmente, á determinar los caracteres diferenciales de las razas y su distribución numérica sobre la superficie del globo. Ciertas razas, tenazmente apegadas al suelo que ocupan, pueden ser arrojadas de él y aun aniquiladas por razas vecinas mas desarrolladas, sin que apenas quede vestigio de ellas en la historia: otras razas, inferiores solo en cuanto al número, atraviesan entonces los mares, y así es como han adquirido casi siempre los pueblos navegantes sus conocimientos geográficos, bien que la superficie total del globo, especialmente la de los países ultramarinos, no se haya conocido del uno al otro polo sino mucho tiempo despues.

Antes de entrar en los pormenores del vasto cuadro de la naturaleza terrestre, me ha parecido conveniente indicar aquí en globo de qué manera pueden reunirse en una sola obra la descripción de la superficie de la tierra; las manifestaciones de las fuerzas que obran incesantemente en su seno, como el electro-magnetis-

mo y el calórico subterráneo; las relaciones de extensión y de configuración, tanto horizontal como verticalmente consideradas; las formaciones típicas de la geognosia; los grandes fenómenos del mar y de la atmósfera; la distribución geográfica de las plantas y de los animales; y en fin, la gradación física de las razas humanas, únicas susceptibles de cultura intelectual, siempre y por do quiera.

Esta unidad de exposición supone que los fenómenos han sido considerados en su mútua dependencia y en el orden natural de su encañamiento. La simple juxta-posición de los hechos no llenaría el fin que me proporgo, ni podría satisfacer la necesidad de una exposición cósmica á que ha dado nacimiento en mi alma el aspecto de la naturaleza durante mis largos viajes marítimos y terrestres por las zonas mas diversas; necesidad que se ha ido formulando mas enérgicamente cada dia, á proporcion que el estudio reflexivo de la naturaleza desarrollaba en mí el sentimiento de su unidad.

No dudo que esta tentativa será imperfecta bajo mas de un concepto; pero el magnífico espectáculo que ofrecen los rápidos progresos de todos los ramos de las ciencias físicas, me infunde la esperanza de que muy en breve será posible corregir y completar las partes defectuosas de mi obra. En el orden mismo de los progresos científicos está que hechos por largo tiempo aislados y sin enlace vengán sucesivamente á ligarse al conjunto, sometiéndose á las leyes generales. Por mi parte no hago aquí mas que indicar la via de la observación y la experiencia, por donde camino como otros muchos, hasta tanto que llegue el dia en que realizándose los votos de Sócrates, "sea la razón el único intérprete de la naturaleza."

Pasando ahora á pintar la terrestre bajo todos sus aspectos, debemos comenzar por la figura y dimensiones de la tierra; atento que la figura geométrica de este nuestro planeta nos revela su origen y su historia tan bien ó mejor que el estudio de sus rocas y de sus minerales. Su forma elíptica indica la primitiva fluidez, ó á lo menos el reblandecimiento de su masa; así como su aplanamiento es, para cuantos saben leer en el libro de la naturaleza, uno de los datos mas antiguos de la geognosia. De la misma manera, la forma elíptica del esferoide lunar, y la dirección constante de su eje máximo hacia nuestro planeta, son hechos que se remontan al origen de aquel satélite.

"La figura matemática de la tierra es aquella que tomaría su superficie si la cubriese completamente un líquido en estado de reposo;" y á esta superficie ideal, que no reproduce las desigualdades ni los accidentes de la parte sólida de la superficie real es á la que se refieren todas las medidas geodésicas, cuando se las reduce al nivel del mar. Para determinar exactamente esta superficie ideal, basta conocer el

valor del aplanamiento y la longitud del diámetro ecuatorial; pero el estudio completo de la superficie ecigiria que se practicase en dos direcciones rectangulares una medida que podríamos llamar doble.

Con las once medidas de grados (determinaciones de la curvatura de la tierra en diferentes puntos de su superficie) practicadas hasta ahora nueve de ellas en nuestro siglo, conocemos ya bien la figura del globo, al cual llamaba Plinio «un punto en el universo.» Estas medidas no nos dan en diferentes meridianos la misma curvatura bajo iguales latitudes; lo cual prueba indudablemente la exactitud de los instrumentos empleados y la fidelidad de los resultados parciales. La disminución de la pesantez cuando se camina del ecuador hacia al polo, depende de la ley que siguen las variaciones de la densidad en lo interior del globo; y lo mismo sucederá con cuantas deducciones saquemos de este hecho respecto á la figura de la tierra. Así, por ejemplo, cuando inspirado por consideraciones teóricas no menos que por el descubrimiento del aplanamiento de Júpiter, hecho por Cassini antes de 1666, anunció Newton en sus inmortales *Philosophice Naturalis Principia* el aplanamiento de la tierra, fijó su valor en $\frac{1}{230}$ bajo la hipótesis de una masa homogénea, mientras que las medidas efectivas, sometidas á los poderosos métodos de la análisis recientemente perfeccionada, han venido á demostrar que el aplanamiento del esferoide terrestre es próximamente igual á $\frac{1}{298}$, por considerarse que la densidad de las capas es cada vez mayor hacia al centro.

Tres métodos se han empleado para determinar la curvatura de la tierra; á saber: las medidas efectivas de grados de meridiano; las observaciones del péndulo; y ciertas desigualdades lunares: todos tres dan idéntico resultado. El primer método es geométrico y astronómico á la par; en los otros dos, se pasa de los movimientos observados con exactitud á las fuerzas que los han producido, y luego de estas mismas fuerzas á su causa comun, que está en relacion con el aplanamiento de la tierra.

Aunque en este cuadro general de la naturaleza no debiera tratar de los métodos, me ha parecido conveniente, sin embargo, hacer una escepcion en favor de los que acabo de citar, por cuanto son muy propios para que resalte claramente la estrecha conexión de la forma y de las fuerzas con los fenómenos generales; fuera de que estos métodos han desempeñado en la ciencia un papel capital, suministrando la ocasion de someter á una prueba delicadísima todos los instrumentos métricos, de perfeccionar en astronomía la teoría de los movimientos de la luna, y en mecánica la del péndulo que oscila en un medio resistente, y abriendo, en fin, al análisis nuevas y fecundas vias.

Desde la investigación de la paralaje de las

estrellas, á la cual debemos el descubrimiento de la aberración y de la nutación, no se encuentra en la historia de las ciencias ningun otro problema, sino el de la figura de la tierra, cuya resolución pueda equipararse en importancia á los progresos generales que indirectamente resultan de los esfuerzos hechos para alcanzar el fin. Bessel ha comparado y calculado, sujetándose á los métodos mas rigurosos, once medidas diferentes de grados, tres de ellas efectuadas fuera de Europa, la una en el Perú (la antigua medida francesa), y las otras dos en las Indias orientales; resultando de todas ellas un aplanamiento equivalente á $\frac{1}{298}$.

Así, pues, el semi-diámetro polar de este nuestro elipsoide de revolución, tiene de longitud 10,938 toesas (cerca de cuatro leguas) menos que el semi-diámetro ecuatorial; de donde resulta que el ensanche del ecuador es como cinco veces la altura del Monte Blanco, ó como dos y media veces la altura probable del Dhawalagiri, que es la mas elevada cumbre de la cadena del Himalaya.

Las desigualdades lunares (perturbaciones del movimiento de la luna en longitud y latitud) han dado á Laplace un aplanamiento de $\frac{1}{298}$; resultado idéntico al obtenido por el método precedente. Empero las observaciones del péndulo dan por término medio un aplanamiento mucho mayor $\frac{1}{298}$.

Cuéntase que Galileo, en su niñez, hallándose un dia en los divinos oficios, que de seguro no debian de llamarle mucho la atención, reconoció la posibilidad de medir la altura de la cúpula del templo por la duración de las oscilaciones de las lámparas colgadas de la bóveda á desiguales alturas. ¡Cuán lejos estaba entonces de imaginar que su péndulo sería llevado del uno al otro polo para determinar la figura de la Tierra, ó mas bien, para comprobar que la diferente densidad de las capas terrestres influye sobre la longitud del péndulo de segundos! Verdaderamente son hasta lo sumo maravillosas las propiedades geognósticas de este instrumento, destinado al principio á medir el tiempo, pero que puede asimismo servir para sondear en cierto modo grandes profundidades; para indicar, por ejemplo, si en ciertas islas volcánicas ó sobre las vertientes de las cadenas de montañas existen cavidades subterráneas ó pesadas moles de basalto y de melafiro. Empero todas estas magníficas propiedades se convierten por desgracia en otros tantos gravísimos inconvenientes, luego que tratamos de aplicar el método de las oscilaciones del péndulo al estudio de la forma general de la tierra. Las cadenas de montañas y la variable densidad de las capas terrestres influyen también, aunque no de una manera tan perjudicial, en la parte astronómica de las medidas de arcos de meridiano.

Conocida la figura de la tierra, es fácil deducir de ella el influjo que ejerce en los movimien-