

tos de la luna; y reciprocamente, conociendo bien estos movimientos, es fácil remontarse á la forma de nuestro planeta. Por esto decía Laplace: «Es cosa verdaderamente notabilísima, que sin salir de su observatorio, y sin hacer mas que comparar sus observaciones con el análisis, hubiera podido un astrónomo determinar exactamente la magnitud y el aplanamiento de la tierra, y su distancia al sol y á la luna; elementos que no se han obtenido sino á fuerza de largos y penosos viajes por uno y otro hemisferio.»

El aplanamiento así deducido de las desigualdades lunares, tiene sobre las medidas aisladas de grados, y sobre las observaciones del péndulo, la ventaja de ser independiente de los accidentes locales, y puede considerarse como el aplanamiento *medio* de nuestro planeta. Comparándole con la velocidad de rotacion de la tierra, demuestra que la densidad de las capas terrestres va aumentándose desde la superficie hácia el centro; resultado idéntico al que se obtiene cuando se comparan los aplanamientos de Júpiter y de Saturno con la duracion de sus respectivas rotaciones. Por donde se ve que el conocimiento de la figura exterior de los astros conduce al de las propiedades de su masa interior.

En iguales latitudes, los dos hemisferios presentan, á poco mas ó menos, la misma curvatura; pero las medidas de grados y las observaciones del péndulo dan tan diversos resultados en localidades diferentes, que á los datos así obtenidos es imposible adaptarles ninguna figura regular. La figura real de la tierra es á una figura geométrica regular, «lo que la revuelta superficie de un mar tempestuoso, á la superficie tersa y apacible de un sosegado estanque.»

No le bastaba al hombre haber medido así la tierra, sino que le era preciso tambien pesarla; y para ello se han imaginado varios métodos ó procedimientos. El primero consiste en determinar, por medio de una combinacion de medidas astronómicas y geodésicas, cuánto se desvia la plomada de la direccion vertical á las inmediaciones de las montañas. El segundo se funda en la comparacion de las longitudes de un péndulo que se hace oscilar primero al pié, y luego en la cumbre de una montaña. El tercero es la balanza de torsion, que puede considerarse tambien como un péndulo oscilante en sentido horizontal.

De estos tres procedimientos, el mas seguro es el último, porque no exige, como los otros dos, la determinacion de la densidad de los minerales de que se compone una montaña, cosa que es siempre difícil en extremo. Las recientes investigaciones de Reich, hechas con la balanza de torsion, han fijado en 3,44 la densidad media de toda la tierra, tomando como unidad la del agua pura.

Ahora bien: segun la naturaleza de las rocas

que componen las capas superiores de la parte sólida del globo, la densidad de los continentes es apenas de 2,7; y por lo tanto la densidad media de los continentes y de los mares no llega á 1,6. Véase, pues, cuánto deberá ir creciendo hácia el centro la densidad de las capas interiores, bien sea por la enorme presion que experimentan, ó bien por la naturaleza misma de su materia componente; y véase tambien otra razon mas en apoyo del nombre de instrumento geognóstico que lleva el péndulo, sea vertical ú horizontal.

Colocándose en puntos de vista diferentes, varios físicos célebres han deducido de este resultado conclusiones diametralmente opuestas acerca de lo interior de nuestro globo. Háse calculado á cuánta profundidad deben adquirir los líquidos, y aun los gases, mayor densidad que la del platino ó el iridio; y luego, para conciliar la hipótesis de la indefinida compresibilidad de la materia con el valor fijo del aplanamiento, reducido ya hoy á límites entre sí poco distantes, el ingenioso Leslie se ha visto en la necesidad de presentarnos el interior del globo terrestre como una caverna esférica «llena de un fluido imponderable, pero dotado de una fuerza de expansion enorme.» Tan aventuradas concepciones dieron pronto nacimiento á ideas aun mas fantásticas, en la mente de hombres estraños enteramente á las ciencias: supúsose que crecían plantas en aquella esfera hueca; poblóse de animales; y para disipar las tinieblas, dijose que circulaban en ella dos astros, Pluton y Proserpina. Dotóse á estas regiones subterráneas de una temperatura casi igual, y de un aire siempre luminoso á causa de la presion que experimenta: (sin duda se habian dado al olvido los dos soles colocados ya allí para iluminarlas); y, por último, imaginóse que á los 82° de latitud, cerca, del polo Norte se encontraba una inmensa abertura para dar salida á la luz de las auroras boreales, y por la cual podria bajarse hasta penetrar en la esfera hueca. Sir Humphry Davy y yo hemos sido públicamente invitados por el capitán Symms, con reiteradas instancias, para que emprendiésemos esta expedicion subterránea. ¡Tan enérgica es en ciertas imaginaciones enfermas la inclinacion á poblar de maravillas los espacios desconocidos, sin curarse de los hechos científicos ni de las leyes universalmente reconocidas en la naturaleza!

Ya el célebre Halley, á fines del siglo XVII, habia tambien escavado así el interior de la tierra en sus especulaciones magnéticas, suponiendo que un núcleo, girando libremente en aquella cavidad subterránea, producía las variaciones de declinacion anuales y diurnas de la aguja imanada. Estas ideas, que no fueron nunca para el ingenioso Holberg sino meras ficciones, se han puesto de moda en nuestros dias, y no ha

faltado quien haya querido darles, con increíble seriedad, cierto viso científico.

La figura, densidad y consistencia actuales del globo están en íntima relacion con las fuerzas que obran en su seno independientemente de todo influjo exterior. Así, la fuerza centrífuga, consecuencia del movimiento de rotacion de que se halla animado el esferoide terrestre, es la causa determinante del aplanamiento del globo; y á su turno este aplanamiento denota la fluidez primitiva de nuestro planeta. Una cantidad enorme de calórico latente ha pasado á ser libre por la solidificacion de esta masa fluida, y si, segun la opinion de Fourier, las capas superficiales son las primeras que se han enfriado y solidificado al emitir sus rayos hácia los espacios celestes, las partes mas inmediatas al centro deben de haber conservado su fluidez é incandescencia primitiva. Este calórico interno ha atravesado durante largo tiempo la costra exterior así formada, perdiéndose al cabo en el espacio; y despues vino otro periodo de equilibrio estable en la temperatura del globo, de suerte que el calórico, partiendo desde la superficie, debe de ir creciendo gradualmente hácia el centro. Semejante aumento de calórico, se halla en realidad comprobado de una manera irrecusable, á lo menos hasta muy grandes profundidades, por la temperatura de las aguas que manan de los pozos artesianos, por la de las rocas que se laborean en las minas profundas, y muy principalmente por la actividad volcánica de la tierra, es decir, por la erupcion de las masas liquefactas que arroja de su seno. Por inducciones fundadas á la verdad sobre simples analogías, es muy probable que este aumento de calórico continúe propagándose hasta el centro.

En la completa ignorancia en que nos hallamos acerca de la naturaleza de los materiales de que el interior de la tierra está compuesto; de los diversos grados de capacidad para el calórico y de la conductibilidad de las capas superpuestas; y por último de las trasformaciones químicas que las materias sólidas ó líquidas deben experimentar bajo la influencia de una presion enorme, no nos es lícito aplicar sin grau reserva á nuestro planeta las leyes de propagacion del calórico descubiertas por un profundo geómetra para un esferoide homogéneo de metal, con el auxilio del análisis que él mismo habia criado. Apenas si nuestra mente consigue representarse el limite que separa la masa líquida interior, de las capas sólidas de que se compone la corteza terrestre, ó sea la insensible gradacion por medio de la cual pasan las capas del estado de solidificacion completa á la semi-fluidez de las sustancias terrestres reblandecidas, pero que no han llegado aún al estado de fusion.

Las leyes conocidas de la hidráulica no pueden tampoco aplicarse sin grandes restricciones

á este estado intermedio. La atraccion del sol y de la luna, que eleva las aguas del Océano y produce las mareas, debe dejarse sentir tambien bajo la bóveda que forman las capas ya solidificadas, produciendo sin duda en la masa fundida un flujo y un reflujo, una variacion periódica de la presion que la bóveda experimenta. Con todo, estas oscilaciones deben de ser muy poco considerables, y no podemos atribuir á ellas, sino á fuerzas interiores mas enérgicas, los temblores de tierra. Por donde se ve que existen series enteras de fenómenos cuya débil influencia apenas podríamos determinar numéricamente, pero que es útil sin embargo ir indicando, á fin de establecer las grandes leyes de la naturaleza en toda su generalidad y hasta en sus mas minuciosos pormenores.

Segun esperimentos, asaz conformes entre sí, á que se ha sometido el agua de diversos pozos artesianos, parece que la temperatura de la costra terrestre se aumenta por término medio á medida que se va profundizando en direccion vertical, á razon de 1° del termómetro centígrado por cada 36 varas. Si esta ley pudiera aplicarse á toda especie de profundidad, una capa de granito no llegaría al estado de completa fusion, sino á mas de siete leguas debajo de tierra (cuatro ó cinco veces la altura de la mas elevada cima del Himalaya).

El calórico se propaga en el globo terrestre de tres maneras distintas. El primer movimiento es periódico y hace variar la temperatura de las capas terrestres, segun que el calórico, con arreglo á las estaciones y á la posicion del sol, penetra de alto á bajo, ó se escapa de abajo á arriba siguiendo el mismo camino, aunque en sentido inverso. El segundo movimiento, que tambien resulta de la accion solar, es de una lentitud estremada: una parte del calórico que penetra por las capas ecuatoriales, se mueve en lo interior de la costra terrestre hasta llegar casi á los polos; allí se desvia de su direccion, sale á la atmósfera y va á perderse en las apartadas regiones del espacio. La tercer manera de propagacion es la mas lenta de todas, y consiste en el enfriamiento secular del globo, es decir, en la pérdida de aquella débil porcion de calórico primitivo que actualmente se trasmite á la superficie. Esta pérdida de calórico central debió ser muy considerable en la época de las mas antiguas revoluciones de la tierra; pero ha ido tan á menos desde los tiempos históricos, que es casi inapreciable para nuestros mejores instrumentos termométricos. La superficie de la tierra se halla por lo tanto colocada entre la incandescencia de las capas interiores, y la baja temperatura de los espacios celestes, que verosimilmente es inferior al punto de congelacion del mercurio.

Las variaciones periódicas que la situacion del sol y los fenómenos meteorológicos producen en la temperatura de la superficie, no se

propagan á lo interior de la tierra sino hasta muy cortas profundidades. Esta lenta trasmision del calórico disminuye la pérdida que el suelo experimenta durante el invierno, y es altamente favorable á los árboles de profundas raíces. Los puntos situados en una misma línea vertical á profundidades diversas, alcanzan así, en épocas muy diferentes, el máximum y el mínimum de la temperatura que les toca; y mientras mas lejanos estén de la superficie, menor es en ellos la diferencia de estos dos extremos. En la region templada que nosotros habitamos (lat. 43°-52°), la capa de temperatura invariable se encuentra de 28 á 52 varas de profundidad; y hácia la mitad de ella las oscilaciones que el termómetro experimenta en virtud de las alternativas estacionales, apenas llegan á medio grado. En los trópicos, la capa invariable se encuentra ya á poco mas de un pié por debajo de la superficie; circunstancias de que Boussingault ha sacado partido para determinar de una manera muy sencilla, y en su concepto muy segura, la temperatura media de la atmósfera local. Esta temperatura media de la atmósfera en un punto dado de la superficie, ó mas bien en un grupo de puntos cercanos, puede considerarse como el elemento fundamental que determina en cada país la naturaleza de la vegetacion y del clima.

La temperatura media de toda la superficie difiere mucho de la de todo el globo terrestre. Trátase con frecuencia de averiguar si el curso de los siglos ha modificado sensiblemente esta temperatura media del globo; si el clima de una region se ha deteriorado; si el invierno se ha hecho en ella mas templado, y menos cálido el estío. El termómetro es el único medio de resolver semejantes cuestiones, y su descubrimiento apenas data de dos siglos y medio; pudiendo asegurarse que casi no se le ha empleado de una manera racional sino de 120 años á esta parte. La naturaleza y la novedad del medio restringen así considerablemente el campo de nuestras investigaciones acerca de las temperaturas atmosféricas. No sucede lo mismo cuando se trata del calor central de la tierra. A la manera que de la igualdad en la duracion de las oscilaciones de un péndulo puede deducirse la invariabilidad de la temperatura, así tambien la constancia de la velocidad de rotacion que anima al globo terrestre, nos da la medida de la estabilidad de su temperatura media. El descubrimiento de esta relacion entre la *duracion del día y el calor del globo*, es sin disputa una de las mas brillantes aplicaciones que se han podido hacer de un prolongado conocimiento de los movimientos celestes, al estudio del estado térmico de nuestro planeta. Sábese que la velocidad de rotacion de la tierra depende de su volumen; enfriándose la masa de la tierra por via de irradiacion, debe disminuir su volumen; luego toda disminucion de temperatura

corresponde á un aumento de la velocidad de rotacion, es decir, á una disminucion en la duracion del día.

Ahora bien, computando las desigualdades seculares del movimiento de la luna, en el cálculo de los eclipses observados en las épocas mas remotas, se halla que desde el tiempo de Hiparco, es decir, dos mil años ha, la duracion del día no ha disminuido ciertamente ni aun la centésima parte de un segundo. Se puede por lo tanto, afirmar sin salir de estos mismos límites, que la temperatura media del globo terrestre no ha variado de dos mil años á esta parte ni  $\frac{1}{170}$  de grado.

Semejante invariabilidad en las dimensiones, supone igual invariabilidad en la reparticion de la densidad por lo interior de la tierra; de donde resulta que la formacion de los volcanes actuales, la erupcion de lavas ferruginosas, y el transporte de las pesadas moles de piedra que han rellenado las hendiduras y las quiebras, no han producido, en realidad, sino modificaciones insignificantes, meros accidentes superficiales, cuyas dimensiones se desvanecen cuando se las compara á las del globo.

Las precedentes consideraciones acerca del calórico interno de nuestro planeta, se fundan casi exclusivamente en los resultados de las magníficas investigaciones de Fourier. Poisson ha suscitado ciertas dudas sobre la realidad de este aumento continuo del calórico terrestre desde la superficie del globo hasta su centro; segun él, no hay calórico que no haya penetrado de lo exterior á lo interior; y el que no proviene del sol, depende de la temperatura, ó muy alta ó muy baja, de los espacios celestes que atraviesa el sistema solar en su movimiento de traslacion. Por mas que esta hipótesis haya sido emitida por uno de los mas profundos geométricos de nuestra época, no ha satisfecho ni á los físicos ni á los geólogos. Mas cualquiera que sea el origen del calor interno de nuestro planeta, cualquiera que sea la causa de su aumento limitado ó ilimitado hácia el centro, siempre resulta que la íntima conexcion de todos los fenómenos primordiales de la materia, y el escondido lazo que une entre sí á las fuerzas moleculares, nos inducen á inferir al calórico central del globo los misteriosos fenómenos del *magnetismo terrestre*.

En efecto, el magnetismo terrestre, cuyo principal carácter es presentar una cantidad de variaciones periódicas en su triple manera de obrar, debe atribuirse á la desigualdad de la temperatura del globo, ó las corrientes galvánicas que nosotros consideramos como electricidad movida en un recinto cerrado. La misteriosa direccion de la aguja imanada depende al par del tiempo y del espacio, del curso del sol y de la posicion geográfica. Por la aguja imanada puede saberse la hora que es del día, lo mismo que en las regiones intertropicales por

las oscilaciones del barómetro. Las auroras boreales que coloran el cielo de nuestras regiones árticas con rojizos resplandores, ejercen tambien sobre la aguja una accion pasajera, pero inmediata. Cuando una *tempestad magnética* perturba el movimiento horario de la aguja, acaece con frecuencia que la perturbacion se manifiesta simultáneamente, así como suena, en la tierra y en el mar, á distancia de centenares y aun de millares de leguas, ó bien se propaga en todas direcciones por la superficie del globo, sucesivamente y con cortos intervalos de tiempo. En el primer caso, la simultaneidad de los fenómenos podria servir para determinar las longitudes geográficas, lo mismo que los eclipses de los satélites de Júpiter, las señales de fuego y las estrellas vagas oportunamente observadas. Es cosa verdaderamente admirable que las sacudidas de las dos agujitas imanadas pueden revelarnos la distancia que las separa aunque se las suspenda debajo de tierra á grandes profundidades, é indicarnos, por ejemplo, á qué distancia se encuentra Casan al Oriente de Goetinga ó de Paris. Hay en el globo regiones en que los navegantes, rodeados de espesas nieblas por espacio de muchos días, se ven con frecuencia privados de los medios astronómicos que sirven para determinar la hora y la posicion del buque: la inclinacion de la aguja, en tales casos, puede indicarles si se hallan al Norte y al Sur del puerto á donde deben hacer escala.

Mas cuando la súbita perturbacion del movimiento horario de la aguja anuncia y prueba la existencia de una tempestad magnética, forzoso es confesar que ignoramos aún en qué lugar tiene su asiento la causa perturbadora: ¿será en la corteza terrestre, ó en las regiones superiores de la atmósfera? Hasta ahora, por desgracia, la cuestion no es resoluble.

Si se considera la tierra como un verdadero iman, es preciso en tal caso atribuirle, segun la espresion de Federico Gauss, célebre fundador de una teoría general del magnetismo terrestre, la fuerza magnética de un barrote imanado, de una libra de peso, por cada cinco pulgadas cúbicas. Si es cierto, por una parte, que el hierro, el níquel y probablemente el cobalto (mas no el cromo ó como por espacios de mucho tiempo se ha creído,) son las únicas sustancias que en virtud de cierta fuerza coercitiva, pueden retener de una manera durable las propiedades magnéticas, no es menos cierto por otra parte, que todas las sustancias terrestres pueden hacerse magnéticas, siquiera sea por breve tiempo, como lo prueban el magnetismo de rotacion de Arago y las corrientes de induccion de Faraday. El primero de estos dos ilustres físicos ha demostrado que el agua, el hielo, el vidrio, el carbon y el mercurio, influyen en las oscilaciones de la aguja imanada; y apenas hay sustancia que no presente cierto grado de imanacion cuando sirve de

conductor, es decir, cuando por ella atraviesa una corriente de electricidad.

Parece cosa averiguada, que los pueblos occidentales conocian de muy antiguo la fuerza de atraccion del iman natural; y es por lo mismo un hecho muy sorprendente que son los pueblos de la estremidad oriental del Asia, quiero decir, los chinos, conociesen la accion reguladora que el globo terrestre ejerce sobre la aguja imanada. Mil y mas años antes de nuestra era, alla por la oscurísima época de Codro y de la vuelta de los eraclides al Peloponeso, tenian ya los chinos balanzas magnéticas, con una figura humana en uno de sus brazos que indicaba constantemente el Sur; y se servian de esta brújula para caminar por las áridas inmensas llanuras de la Tartaria. En el siglo tercero de nuestra era, es decir, setecientos años por lo menos antes de la introduccion de la brújula en los mares europeos, navegaban ya los chinos en sus juncos por el Oceano Indico siguiendo la indicacion magnética del Sur. En otra obra he demostrado cuánta superioridad daba el conocimiento y el empleo de la brújula en tan remotas épocas á los geógrafos chinos sobre los geógrafos griegos ó romanos, que ignoraron siempre, por ejemplo, la verdadera direccion de los Apeninos y de los Pirineos.

La fuerza magnética de nuestro planeta, se manifiesta en la superficie por tres clases de fenómenos, uno de los cuales corresponde á la *intensidad* variable de la fuerza misma, mientras que los otros dos comprenden los hechos relativos á su direccion variable, es decir, la *inclinacion* y la *declinacion*; este último ángulo se cuenta en todo lugar en sentido horizontal, partiendo del meridiano terrestre. El efecto completo que el magnetismo produce en lo exterior, puede representarse gráficamente por medio de tres sistemas de líneas, á saber: las líneas *isodinámicas*, las líneas *isoclinicas* y las líneas *isogónicas*; ó en otros términos: las líneas de igual intensidad, de igual inclinacion y de igual declinacion. La distancia y la posicion relativa de estas líneas, no permanecen siempre las mismas, sino que están sujetas á continuas desviaciones oscilatorias; mas hay, no obstante, ciertos puntos en la superficie del globo, tales como la parte occidental de las Antillas y el Spitzberg, en los cuales la declinacion de la aguja imanada no varia absolutamente; ó si varia es solo cantidades apenas sensibles, en el curso de todo un siglo. Del mismo modo, si por consecuencia de su movimiento secular llegan algunas líneas isogónicas á pasar de la superficie del mar, sobre un continente ó sobre una isla algun tanto considerable, detiéndense allí largo tiempo y se van encorvando á proporcion que avanzan hácia otra parte.

Estas desviaciones sucesivas, y desiguales

modificaciones de las declinaciones orientales y occidentales, complican los cuadros gráficos que corresponden á siglos diferentes, è impiden que se reconozcan fácilmente en ellos las relaciones y las analogías de las formas. Rámal hay de ciertas cuevas, que tienen una historia particular completa; pero entre los pueblos occidentales, esta historia no se remonta mas allá de la memorable época (15 de Setiembre de 1492) en que el grande hombre que hizo el segundo descubrimiento del Nuevo-Mundo, reconoció una línea sin declinación á los 30 al Oeste del meridiano de una de las Azores, la isla de Flores. Esceptuando una pequeña parte de la Rusia, todo el resto de Europa tiene actualmente una declinación occidental, siendo así que á fines del siglo XVII (1636 en Lóndres, y despues 1669 en Paris.) la aguja se dirigia esactamente hácia el polo: donde es de notar, que no obstante la poca distancia á que se hallan entre sí estas dos capitales, la diferencia en las dos épocas fué de doce años.

Dos escelentes observadores, Aanstee, y Adolfo Erman, han notado el admirable fenómeno que las líneas de igual declinación presentan en las vastas regiones del Asia septentrional; cóncavas hácia el polo entre Obdoff del Obi y Turuchansk, se tornan convexas entre el lago Baikal y el mar de Ochotsk. En estas regiones del Asia oriental, entre la cadena de Werchojansk, Jakoustsk y la Corea septentrional, las líneas isogónicas forman un sistema particular asaz notable, cuya forma ovalada se reproduce en escala mas estensa en el mar del Sur, casi bajo el meridiano de Pitcairn y del Archipiélago de las Marquesas, entre los veinte grados de latitud boreal y 43 de latitud austral. Podrán atribuirse estos sistemas aislados, cerrados por todas partes y formados de curvas casi concéntricas, á propiedades locales del globo terrestre; pero si tales sistemas, al paracer aislados, deben experimentar tambien desviaciones en el trascurso de los siglos, sacaremos en conclusion que estos fenómenos, como todos los grandes hechos de la naturaleza, se refieren á causas mucho mas generales.

Las variaciones horarias de la declinación, dependen del tiempo verdadero; rigelas el sol mientras luce sobre el horizonte, y decrecen en valor angular con la latitud magnética. Cerca del ecuador, en la isla de Rawak, por ejemplo, son apenas de tres á cuatro minutos, mientras que en la Europa central suben hasta trece ó catorce. Ahora bien, como desde las ocho y media de la mañana hasta la una y media de la tarde, término medio, la estremidad boreal de la aguja se dirige de Este á Oeste en el hemisferio septentrional, y de Oeste á Este en el hemisferio austral, no sin razon se ha supuesto que debe haber en la tierra una región situada probablemente entre el ecuador terres-

tre y el ecuador magnético, en la cual sea completamente nula la variación horaria de la declinación. Esta última curva, no hallada todavía, podrá llamarse *línea sin variación horaria de la declinación*.

A la manera que se ha dado el nombre de *polos magnéticos* á los puntos de la superficie terrestre en que desaparece la fuerza horizontal, puntos cuya importancia se ha esagerado mucho, por otra parte así tambien se llaman *ecuador magnético*, la curva formada por los puntos en que la inclinación de la aguja es nula. La posición de esta línea y sus cambios seculares de forma han sido en estos últimos tiempos objeto de profundas observaciones. Segun los escelentes trabajos de Duperrey, que ha atravesado el ecuador magnético en seis ocasiones distintas desde 1822 á 1825, los nodos de los dos ecuadores, es decir, los dos puntos en que la *línea sin inclinación* corta el ecuador terrestre, pasando de uno á otro hemisferio, están colocados de una manera muy irregular: en 1823, el nodo que se hallaba cerca de la isla de Santo Tomás hácia la costa occidental de Africa, estaba á 188° y medio del nodo situado en el mar del Sur junto á las isletas de Gilberto, poco mas ó menos bajo el meridiano del archipiélago de Viti. A principios de este siglo hé determinado yo astronómicamente á 12920 pies sobre el nivel del mar, el punto (7° 1' de latitud austral, y 41° 46' de longitud occidental) en que el *ecuador magnético* corta á la cadena de los Andes entre Quito y Lima. Al Oeste de este punto, el ecuador magnético atraviesa casi todo el mar del Sur en el hemisferio austral, y se aprosima lentamente al ecuador terrestre. Poco antes de llegar al archipiélago indico, pasa el hemisferio septentrional, toca solamente las estremidades meridionales del Asia, y penetra en seguida en el continente africano al O. de Socotora, hácia el estrecho de Bad-el-Mandeb, siendo entonces cuando mas se separa del ecuador terrestre. Despues de haber atravesado las ignotas interiores regiones del continente africano en dirección al S. O., el ecuador magnético vuelve á la zona austral de los trópicos hácia el golfo de Guinea, apartándose tanto entonces del ecuador terrestre, que corta la costa del Brasil hácia Os Ilheos, al Norte de Porto-Seguro, á los 13° de latitud austral. Desde allí hasta las elevadas mesetas de las cordilleras, en donde pude observar la inclinación de la aguja entre las minas de plata de Micuipampa y la antigua residencia de los incas (Caxamarca) recorre toda la América del Sur, vastísima región que por aquellas latitudes es aún para nosotros una *terra incognita* magnética, lo mismo que el Africa central.

Por las observaciones recientes hechas y comparadas por Sabine, sabemos que el nodo de la isla de Santo Tomás se ha adelantado 4° de Oriente á Occidente en los años de 1825

á 1837. Seria muy importante averiguar si el otro nodo, situado en el mar del Sur hácia las islas de Gilberto, ha retrocedido otro tanto en dirección al Oeste, acercándose al meridiano de las Carolinas.

Bastan estas consideraciones generales para hacernos ver cómo se ligan los diferentes sistemas de líneas isoclinicas á la gran línea sin inclinación, cuyos cambios de forma y posición alteran las latitudes magnéticas, influyendo así sobre la inclinación de la aguja hasta en las mas apartadas regiones, y cómo tambien, merced á la ventajosa distribución de los continentes y de los mares, los  $\frac{2}{3}$  del Ecuador magnético vienen á hallarse situados sobre el Océano; circunstancia favorabilísima para el estudio del magnetismo terrestre, atento que poseemos ya medios de medir esactísimamente en el mar la declinación y la inclinación de la aguja imanada.

Espuesta ya la distribución del magnetismo por la superficie del globo, bajo el doble aspecto de aquella inclinación y declinación, réstanos aún considerarla con relación á la intensidad de la fuerza misma; intensidad que las líneas isodinámicas están destinadas á representar gráficamente.

El vivo y universal interes que inspira hoy el estudio y la valuación de esta fuerza por el método de las oscilaciones de una aguja vertical ú horizontal, apenas data desde principios de este siglo; pero merced á los adelantos de la óptica y de la cronometría, puede alcanzar este género de medidas mayor esactitud que todas las demas determinaciones magnéticas; y si bien es cierto que para el navegante y para el piloto tienen mas importancia las líneas isogónicas, no lo es menos que las isodinámicas ó de igual intensidad, son las que mas fecundos resultados prometen en la actualidad á la teoría del magnetismo terrestre.

El primer hecho comprobado por medidas directas, es que la intensidad total decrece del ecuador hácia el polo; y si actualmente conocemos la ley que sigue esta disminución de intensidad, y la distribución geográfica de todos los terminos de su serie decreciente, debèmoslo, sobre todo de 1819 acá, á la infatigable actividad de Eduardo Sabine, el cual no contento con haber observado las oscilaciones de la aguja en el polo Norte americano, en la Groenlandia, en Espitzberga, y en las costas de Guinea y del Brasil, siempre valiéndose de los mismos aparatos, se ha ocupado tambien en reunir y coordinar cuantos datos y documentos pueden contribuir á esclarecer la gran cuestión de las líneas isodinámicas.

Por lo que á mí toca, he hecho para una pequeña parte de la América del Sur, el primer ensayo de un sistema isodinámico dividido por zonas.

Las líneas isodinámicas no son paralelas á

las isoclinicas ó de igual inclinación, pues dista mucho de ser cierto que el minimum de intensidad de la fuerza magnética se halle en el ecuador, como se habia creído al principio, ni es tampoco uniforme esta fuerza en parte ninguna.

Comparando las observaciones hechas por Erman en la parte meridional del Océano Atlántico, donde se encuentra una zona de débil intensidad (0.706) que va desde Angola por la isla de Santa Elena hasta las costas del Brasil, por las últimas observaciones del gran navegante James Clark Ross junto al Cabo de Crozier, resulta que la fuerza magnética se aumenta casi en razon de 1 á 5 hácia el polo magnético austral (polo situado en la tierra de Victoria al O. del volcan Erebo, cuya nevada cima se eleva 15.858 piés sobre el nivel del mar). En efecto, la mayor intensidad magnética valuada hasta ahora, es de 2,074 á los 6° 19' de latitud meridional y 133° 34' de longitud oriental: (la unidad adoptada para esta clase de evaluaciones, es la intensidad determinada por mí en el Perú sobre el ecuador magnético); Sabine ha hallado que en el polo magnético septentrional, cerca de las islas de Melville, á los 74° 27' de latitud, es solo de 1,624, al paso que en Nueva-York, es decir, bajo la misma latitud que Nápoles, asciende á 1,805.

Los brillantes descubrimientos de Oersted, Arago y Faraday demuestran que existe íntima relación entre la tensión eléctrica de la atmósfera y la tensión magnética del globo terrestre. Segun Oersted, queda imanado el conductor por donde atraviesa una corriente eléctrica; y segun Faraday, del magnetismo nacen por inducción corrientes eléctricas.

El magnetismo, pues, no es otra cosa mas que una de las muchas formas bajo las cuales puede manifestarse la electricidad; y estaba reservado á nuestra época dejar fuera de duda esta identidad de las fuerzas eléctricas y magnéticas, presentida y sentida ya confusamente desde los mas remotos siglos. «Cuando el ámbar (*electrum*), dice Plinio siguiendo á Tales y á la escuela jónica, se halla *animado* por el ludimiento y por el calórico, atrae los fragmentos de corcho y de hojas secas, lo mismo que la piedra iman al hierro.» Este mismo pensamiento se encuentra en los anales científicos de un pueblo que ocupa la estremidad oriental de Asia, y el fisico chino Kuopho le ha reproducido con las mismas palabras en su elogio del iman. No he podido menos de reconocer, con harta sorpresa mia, que los salvajes de las orillas del Orinoco, una de las razas mas degradadas del orbe, saben producir la electricidad por medio del ludimiento, pues he visto á los niños de aquellas tribus salvajes entretenerse en frotar los granos aplanados, secos y brillantes de una planta enredadera silicosa (probablemente una *negretia*) hasta que conseguian atraer con ellos hebras de algodón ó briznas de caña. Pa-