

en forma de bancos ó capas, tales son los hechos que coinciden y puede decirse que arrancan del establecimiento del agua á la superficie del globo.

La sedimentacion en el fondo del mar, aumentando el espesor de la costra sólida de arriba abajo, aunque antagonista en su proceso, puede decirse que completa la accion del vulcanismo que procediendo de abajo arriba, arroja materiales en cantidad fabulosa al exterior, contribuyendo á su vez á la consolidacion de la costra del globo. Y como quiera que ocupando los mares tan vastas superficies, forzosamente habia de atravesar la materia ígnea los depósitos llamados de sedimento, de aquí el que los bancos ó capas antes en el fondo del mar horizontalmente dispuestos, sufrieran dislocaciones mas ó menos profundas, que se traducen por el levantamiento é inclinacion que ofrecen, que á veces llega hasta la vertical, y por los cambios notables en la composicion, estructura y aspecto de sus materias componentes; fenómenos á los que llamaremos en lugar oportuno Metamorfismo, al cual, segun veremos, léjos de ser extraña, contribuye el agua de una manera muy eficaz. Todos estos trastornos que lenta ó bruscamente ocurrían á la superficie, efecto natural de la actividad interna y externa del globo, habian de determinar, como era consiguiente, cambios mas ó menos profundos en las condiciones biológicas del globo; cuyos efectos directos é inmediatamente dejaban sentirse en los seres orgánicos, que iban renovándose á tenor de las nuevas condiciones, pereciendo unos y apareciendo otros en su lugar para no verse ya mas la superficie privada de lo que tanto contribuía á hermosearla. Ahora bien, estos representantes de la vida, envueltos entre los materiales terrestres de sedimento, han subsistido, ora ellos mismos, ó sus huellas y despojos, formando parte de dichos terrenos estratificados, pero no ya tal como vivían, sino mas bien transformados en materia mineral, siquiera conservando toda su facies orgánica, convirtiéndose en verdaderas medallas de la creacion, que con el nombre de fósiles, explican clara y de un modo admirable la historia de nuestro planeta.

A los organismos esencialmente marinos, que caracterizan

la vida primera del globo, se suceden los terrestres; y cuando en épocas posteriores se formaron lagos ó grandes depósitos de agua dulce en los continentes, completóse el cuadro orgánico con las plantas y animales lacustres, y los de aguas salobres en las embocaduras de los grandes ríos y en los almajares y pantanos. Continúan entre tanto, por una parte la sedimentacion en el seno de las aguas marinas y lacustres, y por otra todas las manifestaciones volcánicas, cuya salida de materias al exterior, suele poner fin á la sedimentacion donde antes tranquilamente se efectuaba, marcando de esta manera el límite no siempre fácil de precisar de un espacio mas ó menos considerable de tiempo, que se ha convenido en llamar época de la historia terrestre, por los cambios profundos que todas estas operaciones imprimían á la materia, así mineral como orgánica.

De este modo sucediéronse todas las operaciones terrestres; en perpetua lucha los elementos internos encerrados en los abismos por la costra sólida, y al exterior la atmósfera, el agua, primero en vapor, mas tarde en estado líquido, y en tiempos relativamente modernos en forma de hielo y nieve, hasta que llegando, por decirlo así, á la plenitud de los tiempos, aparece el hombre como digno coronamiento de la creacion, en medio de circunstancias adaptables á su organismo, y rodeado de una fauna y flora, que salvas muy cortas excepciones, es la misma que aun hoy hermosea la superficie del globo.

Tal es la somera reseña de las vicisitudes por que ha pasado la tierra, desde su origen hasta nuestros días; siendo la consecuencia lógica de lo expuesto que léjos de haber permanecido siempre en el mismo estado, trabajada por poderosísimos agentes, ha sufrido en su larga y peregrina historia una serie inmensa de cambios y modificaciones, que han determinado lo actual, por donde debe empezarse su estudio, si se quiere formar cabal concepto de lo que antes fué, fundándonos para establecer esta conclusion en la identidad así de la materia que desde su origen la compone, como de los agentes que incesantemente determinan su proleto.

GEOLOGIA ESPECULATIVA

PRIMERA PARTE — GEOGRAFÍA

La palabra Geografía, derivada de las dos raíces griegas, *ge*, tierra, y *grafos*, descripcion, si se toma en su mas lato sentido, significa casi lo mismo que la Geología; pero obligados á marcar límites entre los diferentes ramos del saber referentes á nuestro planeta, pues de lo contrario resultaria el caos científico, diremos que es de su exclusivo dominio el estudio de la forma y peso específico de la tierra, datos relacionados ó deducidos de su totalidad, y los variados accidentes que la parte exterior de la costra sólida ofrece con los seres orgánicos que la pueblan.

Para comprender la ciencia tal como hasta el presente se ha considerado en lo que pudiera llamarse su período analítico ó de simple observacion, basta con lo dicho; pero si se quiere completar su concepto y darle el sello filosófico y sintético que se merece, se hace de todo punto indispensable explicar los accidentes que la caracterizan, relacionando los hechos con las causas que los determinan y no mirar tan solo su estado actual, sino remontarse á lo que en otros tiempos fué. Este método, sobre ser mucho mas científico que el seguido hasta aquí, tiene la inmensa ventaja de fijar mejor en la mente la verdadera nocion de los múltiples fenómenos geográficos estrictamente relacionados con los agentes que los determinan, conocimiento exigido hoy por la ineludible ley del progreso.

Por otra parte, no limitando el conocimiento á lo actual, sino examinando tambien los acontecimientos anteriores, se relaciona el principio con el fin, trazando de paso é insensiblemente la historia terrestre y dando por fin á este estudio un atractivo de que antes carecia.

Fundados en estas consideraciones, dividimos la Geografía en dos grandes capítulos, á saber: 1.º Geografía estática y 2.º Geografía dinámica: alguna aclaracion merecen estos dos adjetivos, que aplicados á esta ciencia creo ser el primero en usar.—Aplico la denominacion de *estática* á la Geografía analítica que solo estudia los hechos, y llamo *dinámica* á la que trata de las causas ó agentes que los determinaron y que siguen actuando á la superficie y en el interior del globo.

La estática puede decirse que representa la única Geografía que hasta el presente se ha estudiado y se conoce, constituyendo un largo y enojoso catálogo de nombres, que privados de su natural y mutuo enlace por no relacionarlos con sus verdaderos agentes productores, fatigan la memoria sin hacer entrar en funcion los demás elementos constitutivos del entendimiento, lo cual retrae á muchos de su cultivo.

Conviene, pues, completar la nocion del hecho con el conocimiento de la causa que natural y legítimamente lo determina, y de aquí la necesidad de la Geografía dinámica como su mas genuino complemento. Formando grupos ó asociaciones, por analogías, de los accidentes geográficos, y relacionándolos con sus propias causas, fácil cosa ha de ser alcanzar la significacion que tiene la serie de acontecimientos terrestres que precedió y determinó el estado actual, como parte orgánica de la historia de nuestro globo.

He creído deber insistir en la conveniencia y hasta si se quiere necesidad de esta division de la Geografía en estática y dinámica, 1.º para facilitar la inteligencia del asunto, y excitar en la juventud el interés que siempre despierta el conocimiento de nuestra propia habitacion, no limitándonos á considerarla como hoy es, sino como ha sido, y como será; y 2.º para que se comprenda el íntimo enlace que existe entre la Geología y la Geografía; comparable hasta cierto punto con el que une á la madre cariñosa con la hija agradecida; lo cual fácilmente se alcanza fijando un poco la atencion en que mientras la Geografía tal como se ha considerado hasta ahora trata de hechos sueltos ó mutuamente relacionados, la Geología los esclarece dando natural y sencilla explicacion, no solo de los hechos, sino del porqué, refiriéndolos á causas que forman parte de su complicada historia, y sin cuyo proceso no habria en el globo ese proteísmo que constantemente agita la superficie y el interior, ni tendrían aquellos la importancia que realmente debe concedérseles.

De esta manera considerada, la Geografía forma parte del organismo geológico; de donde fácil es deducir la absoluta necesidad que tenemos, si se quiere cultivar con verdadero provecho, de los conocimientos de aquella; ya que de la composicion mineral, de la estructura y demás circunstancias de los terrenos dependen la mayor parte, por no decir todos, los accidentes de la superficie del globo. Y como confirmacion cabal de este mismo enlace, debe declararse muy alto que sin buenos Mapas geográficos no es posible dar un paso seguro en las exploraciones geológicas.

Ahora, respecto á las denominaciones estática y dinámica con que designo los dos aspectos bajo los cuales puede considerarse la ciencia: el primero corresponde á lo que hasta ahora se ha llamado Geografía propiamente dicha; y creo no ser del todo inexacta la palabra, por cuanto se refiere á todo aquello que vemos hoy constituido en la superficie del globo. En cuanto á la palabra dinámica aplicada á la segunda parte de la Geografía, se refiere á los cambios incesantes que experimenta dicha superficie, bajo la incesante accion de numerosas y variadas causas. Por último, el tratar antes de la estática que de la dinámica, se funda en la necesidad de proceder de lo conocido á lo desconocido, elevándose de los efectos al exámen é investigacion de las causas que los producen; sirviendo el conocimiento de aquellos, y de estas, no solo de complemento científico de la Geografía, sino tambien de natural introduccion al estudio de la Geología, cuyos admirables progresos en los cincuenta últimos años realizados, débense muy principalmente al método que se llama de las causas actuales, cuyos mas pertinaces y entusiastas propagadores han sido el eminente Lyell en Inglaterra y Prevost en Francia, método que consiste en el estudio de lo que hoy pasa á nuestra vista en el globo, ó en otros términos, de la Geografía estática y dinámica, para deducir despues los diferentes estados por que ha pasado nuestro planeta, objeto principal de la Geología.

CAPÍTULO PRIMERO

GEOGRAFÍA ESTÁTICA

Segun se desprende de lo que acabamos de indicar, damos el nombre de Geografía estática á la parte de la ciencia que estudia el estado actual del globo, así en lo que se refiere á la forma y densidad, al lugar y rango que ocupa en nuestro sistema, considerado como cuerpo planetario, á las divisiones que generalmente se admiten en la superficie, y demás particularidades que son de la incumbencia especial del astrónomo, siquiera el geólogo no pueda prescindir en absoluto de su conocimiento, como á todos los accidentes que ofrece la superficie; de donde la necesidad de una subdivisión de la Geografía estática en astronómica y física. Se dirá tal vez, que la astronomía debiéramos también incluirla en la dinámica, por cuanto la forma de que aquella trata, no habiendo sido siempre igual á la que hoy ofrece el globo, debiéramos estudiarla en todas las modificaciones que sucesivamente ha experimentado, desde la esférica que hubo de presentar en su origen, hasta la que ofrece hoy; pero como bajo este punto de vista, fuera de lo actual, todo es hipotético, ora se refiera á la morfología terrestre, ó bien á su densidad, preferimos dar en breves palabras una idea exacta de ambas cosas, con tanto mas motivo, cuanto que sin negar la importancia de estos estudios, no tienen para el geólogo sino un interés muy secundario.

ARTICULO I

GEOGRAFÍA ASTRONÓMICA

La Geografía astronómica es aquella parte de la ciencia que trata de la tierra considerada como cuerpo planetario; estudio importantísimo á la par que vasto, pero que atendida la índole de la obra, lo concretaremos á dar una idea de la forma, densidad, dimensiones y divisiones principales admitidas en el globo.

Forma de la tierra. — La tierra es un planeta de forma esferoidal, achatado en los polos, abultado en el ecuador,

que gira sobre su eje en 24 horas y al rededor del Sol en 365 dias, 5 horas, 48' 51" 6".

Si entrar en explicaciones acerca de los medios de que hoy se vale la ciencia para apreciar el aplastamiento de la tierra, bien sea por la medicion de los arcos terrestres, ó por el péndulo, podemos decir que la diferencia entre el radio polar y el ecuatorial, tomando la media de las diferentes operaciones prantacadas, es de 31,318 metros, 2; es decir, para su mejor inteligencia, que en una esfera de 6 decímetros de diámetro, equivaldria el aplastamiento á 1 milímetro; ó en un globo de 1,000 metros de diámetro ecuatorial, el eje polar seria de 998" 33 centímetros.

La forma de la tierra, es el mejor comprobante de su origen flúido ó pastoso por lo menos, pues para que las fuerzas centrífuga y centripeta diesen como resultado de su acción el esferoide achatado, era condicion precisa que sus moléculas pudieran moverse libremente. Ahora bien, este estado solo podia determinarlo el agua, disolviendo á una elevada temperatura, fundiendo los materiales terrestres; y como quiera que la desproporcion entre la parte sólida y la líquida del globo imposibilita la idea de una disolucion primitiva, hay que apelar al elemento ígneo para darse razon cumplida de este hecho notable. Debemos, no obstante, declarar que la tendencia de la Geología moderna es á dar participacion en este estado originario de la Tierra no solo al fuego, sino también al agua, obrando de consuno con la presion y el flúido magnético.

Uno de los resultados mas importantes de la medicion de los arcos de meridiano, es demostrar la irregularidad de la superficie terrestre; pues dado el aplastamiento de los polos, si la tierra fuera un sólido regular de revolucion, todos los grados de longitud serian iguales en la misma latitud; y como quiera que esto no sucede, y como por otra parte ni los arcos que marcan los grados de los paralelos son iguales, ni estos son círculos perfectos, la consecuencia natural es la que va indicada, esto es, que la superficie terrestre es irregular y ondulada. Para apreciar las diferentes dimensiones de la tierra, véanse los siguientes datos tomados del Anuario del Observatorio de Madrid, y con los cuales puede también reconstruirse la forma del globo, y comprenderse mejor las condiciones que preceden.

	? (1799)	Walbeck (1819)	Schmidt (1829)	Bessel (1841)	Airy (1849)	James (1863)
R.	6.375,739	6.376,895	6.376,959	6.377,397	6.377,480	6.378,230
r.	6.356,650	6.355,832	6.355,522	6.356,079	6.356,175	6.356,562
D.	19,089	21,063	21,437	21,318	21,305	21,668
A.	1/334,00	1/302,78	1/297,48	1/299,15	1/299,33	1/294,36
c².	0.005,997	0.006,595	0.006,712	0.006,674	0.006,671	0.006,783
C.	10,014,988	10,016,803	10,016,904	10,017,592	10,017,722	10,018,900
c.	10,000,000	10,000,268	10,000,074	10,000,856	10,000,996	10,001,889
G.	111,277,6	111,297,8	111,298,9	111,306,6	111,308,0	111,321,1
g.	111,111,1	111,114,1	111,119,9	111,120,6	111,122,2	111,132,1
g'.	1851,85	1.851,90	1.851,87	1.852,01	1.852,04	1.852,20
g''.	30,86	30,87	30,86	30,87	30,87	30,87

Como esclarecimiento de estos números y de los datos terrestres á que se refieren, debemos decir que las letras R y r, designan los radios ecuatorial y polar; D su diferencia; A el achatamiento del globo, ó la diferencia de los dos radios, referida al mayor; c², el cuadrado de la excentricidad de una elipse meridiana cualquiera, ó sea la diferencia de los cuadrados de los dos radios principales, referida al del radio ecuatorial; C y c los valores de los cuadrados ecuatorial y meridiano; G el valor, en metros, como todos los pre-

cedentes, que no expresan relaciones abstractas, de un grado del ecuador; y g, g' y g'' los de un grado, un minuto y un segundo de arco medio de meridiano.

Completarán estas nociones los datos siguientes: la extension de la superficie del globo, apreciada en kilómetros cuadrados, es de 500 millones; y el volúmen 1.083,000 millones de kilómetros cúbicos.

El diámetro mas corto del esferoide terrestre se denomina eje de revolucion ó polar; y cualquiera de los comprendidos

en la seccion perpendicular dada por el centro del globo, será un diámetro ó eje ecuatorial.

Las extremidades del eje de revolucion se llaman polos, Norte, boreal ó ártico el uno, Sur, austral ó antártico el otro.

Ecuador es un círculo máximo, perpendicular al eje de la Tierra, y equidistante de los polos, el cual divide al globo en dos partes ó hemisferios N. y S.

Círculos paralelos son todos aquellos que se suponen equidistantes al ecuador, y sirven para determinar las latitudes geográficas.

Eclíptica es un círculo máximo que corta oblicuamente al ecuador, con el cual forma un ángulo de 23° 28', y designa el camino que describe la Tierra en su revolucion ánuu al rededor del Sol. El nombre que lleva, significa que los eclipses de Luna solo se verifican cuando aquel satélite pasa por dicha curva.

Trópicos. — Llámase trópicos dos círculos paralelos al ecuador, del cual distan 23° 28', próximamente; hácia el Norte el llamado de Cáncer, hácia al Sur el de Capricornio.

Círculos polares. — Son dos círculos menores paralelos también al ecuador, y que distan de los respectivos polos 23° 28', próximamente.

Meridiano. — Llámase meridiano de un punto cualquiera del globo, un semicírculo que pasa por el mismo, y termina en los polos. Se le da este nombre, porque cuando el Sol se halla sobre él, es medio dia para todos los lugares de la Tierra que están comprendidos dentro del mismo semicírculo.

Horizonte sensible. — Así se denomina un círculo que limita nuestra vista al extenderla por lo dilatado del mar, ó de un campo espacioso.

Latitud de un lugar de la superficie del globo, es la distancia que lo separa del ecuador, tomada sobre un círculo que corta á aquel en ángulo recto, y es lo que llamamos meridiano. Divídese en septentrional ó Norte, y meridional ó Sur, segun el hemisferio en que se considera.

Longitud es el arco del ecuador comprendido entre el meridiano de un lugar cualquiera y el de otro que se toma como punto de partida. Divídese en oriental y occidental, segun se considera hácia el Este ú Oeste, comprendiendo cada uno 180°. Aunque empezó á fijarse el meridiano de la Isla de Hierro como punto de partida de todas las longitudes, se abandonó esta idea, admitiendo cada nacion el del observatorio astronómico principal en ella establecido. En España rige el de Madrid, y también á veces el de Cádiz ó San Fernando. A invitacion del Sr. Coello la Sociedad Geográfica adoptó el de la Isla de Hierro como primer meridiano.

La densidad media de la tierra, ó cantidad de materia comprendida en la unidad de volúmen, suponiendo confundidos en uno solo homogéneo la multitud de cuerpos distintos de que el globo se compone, apreciada con el péndulo y la balanza de torsion, y confirmada por el resultado de operaciones geodésicas, es como 5 veces y media mayor que la del agua destilada á la temperatura de 4° sobre cero: y como el peso específico medio de las rocas conocidas que constituyen la costra sólida es de 2,5 á 2,7, resulta que el de aquella equivale al doble del de estas; lo cual confirma plenamente la idea de Laplace de que el globo se halla formado de capas mas y mas densas á partir de la superficie, colocadas al rededor de un núcleo que representa el máximum de densidad. Los autores no están acordes respecto á si este aumento sigue una progresion creciente hasta el mismo centro de la tierra, ó si solo se verifica hasta cierta profundidad, donde el peso se uniforma; pero sea de esto lo que se quiera, pues siempre será difícil por no decir imposible el confirmarlo por la observacion directa, es lo cierto que este dato corrobora

lo que, fundados en la forma, dijimos del origen pastoso de la tierra; pues difícilmente hubieran podido colocarse los materiales terrestres en este admirable orden de sus respectivas densidades, á no hallarse originariamente en un estado que les permitiera obedecer á su propio peso.

Revolucion de la Tierra. — Además de girar sobre sí misma en el breve término de un dia, la Tierra describe alrededor del Sol una órbita inmensa y ligeramente ovalada ó elíptica, en 365 dias, 6 horas, 9 minutos, 10 segundos solares medios, ó en un año sidéreo.

Las distancias máxima, mínima y media de la Tierra al Sol, expresadas en miriámetros, son las siguientes:

Distancia máxima, principio de julio.	15.096,000
Distancia mínima, principio de enero.	14.598,000
Distancia media, abril y octubre.	14.847,000

En los radios terrestres ecuatoriales, la distancia media asciende, algun centenar mas ó menos, á 23,300.

La luz del Sol tarda en recorrer esta distancia, ó en llegar hasta la Tierra 8 minutos 18 segundos. El descubrimiento que mas llama la atencion de los hombres de ciencia y cuyo alcance es difícil determinar, es el debido al inglés Crooker, que consiste en un aparato llamado Radiómetro.

Las velocidades de traslacion ó espacios recorridos en un dia, correspondientes á las distancias máxima, mínima y media, son los siguientes, expresados en kilómetros:

A la distancia máxima.	2.512,000
A la distancia mínima.	2.597,000
A la distancia media.	2.554,000

En un segundo de tiempo la Tierra recorre, por término medio, cerca de 30 kilómetros. Una bala de cañon recorrería á lo sumo 600 metros, y una locomotora impulsada á todo vapor 20 solamente. En el propio tiempo de un segundo la luz recorre 308,000 kilómetros, ó 300,000 cuando menos, ateniéndose á las evaluaciones mas moderadas de esta cantidad.

La excentricidad de la órbita, ó la diferencia de las dos distancias ó radios vectores extremos, referida al radio mayor como unidad, es igual á 0,01679, ó á 1/60 de aquel radio, y disminuye 000,004 en cada siglo.

El eje mayor de la órbita ó línea de los ápsides (perihelio y afelio), no permanece fijo en el espacio, sino que gira también con movimiento lentísimo, á razon de 11" por año, y en el mismo sentido que la Tierra, ó directo, como la totalidad casi de los globos planetarios.

La interseccion de la órbita terrestre y del ecuador, ó la línea de los equinoccios tampoco permanece invariable, sino que gira con mayor rapidez que la de los ápsides y en sentido inverso ó retrógrado, á razon de 50" por año. Ambas líneas deben, pues, coincidir cada 5,339 años. En el 1250 de nuestra era formaban un ángulo de 90°, y la Tierra pasaba por el perihelio al comenzar el invierno. Actualmente el ángulo menor comprendido por aquellas dos líneas es de 79° 40', ó de 100° 20' el mayor, que se denomina longitud del perihelio.

El ángulo de 27° 27', que el plano de la órbita terrestre forma con el ecuador, ambos indefinidamente prolongados, ó la oblicuidad de la eclíptica, tampoco permanece constante siempre; pues, aunque muy pequeñas todas, experimenta dos clases de variaciones: unas periódicas, que se compensan al cabo de cierto tiempo, como un año, una lunacion ó un ciclo de 18 2/3 años; y otras seculares, ó de período mucho mas largo, que reducen ó disminuyen actualmente el valor de la oblicuidad, á razon de unos 48" por siglo.