

SUMARIO.

Situación, límites, extensión, orografía, hidrografía, clima, producciones naturales, población, etc.

La vasta extensión de tierras á que se da el nombre de Asia, más bien que un continente rodeado de mares por todas partes, representa una sección, muy principal por cierto, de lo que desde el descubrimiento de América se ha convenido en llamar viejo ó antiguo mundo, siquiera la expresión no sea exacta sino en cuanto se relaciona con el período de que data su conocimiento por el hombre, pues en orden á su aparición en la tierra, la Geología demuestra, pero con toda evidencia, que el Nuevo Mundo ó americano es, si no más, por lo menos tan antiguo como el representado por Asia, Europa y África.

Hállase Asia situada en la parte oriental del antiguo continente entre el 78° latitud N y 1° 45' del propio hemisferio septentrional, representado el límite N. por el cabo Severo-Vostochni, en Siberia, y el del S. por el cabo Bourou, en la península de Malaca; los puntos extremos de las fronteras oriental y del O. se encuentran en el estrecho de Behring (cabo dicho oriental), hacia los 168° longitud occidental del meridiano de Madrid, y el cabo Bala, en Asia Menor, situado en el 17° 45' longitud E. del mismo meridiano. Sus límites son el Océano glacial Ártico por el N., el Pacífico por el E., el mar de las Indias por el S. y por el O. el mar Rojo, el istmo de Suez, el Mediterráneo, los Dardanelos, el mar de Mármara, el Bósforo, el mar Negro, el Cáucaso, el Caspio, el río Ural, los montes de este mismo nombre y el río Kura. Siendo la línea NS. de 7.500 kilómetros desde el cabo Severo-Vostochni hasta el de Bourou y la de E. á O. de 7.800 kilómetros desde Corea hasta el Asia Menor en el paralelo 40°, claro está que la superficie del continente asiático mide 39.438.640 kilómetros cuadrados.

Para completar la descripción del Asia debemos hacer mención de las principales islas que la rodean, entre las cuales figuran la Nueva Siberia ó de Liakhof en el Océano glacial; en el Pacífico, las Kurilas, Tarrakai, Yezo, Niñon, Sikok y Kiousiu, que juntas forman el imperio del Japon; la isla Quelpaer en el estrecho de Corea; las llamadas Liou-Kien al S. del Japon; las Formosas y Hai-nan, en las costas de la China; la Paracels y Poulo-Condor en las mismas mares; la de Singapur al S. de la península de Malaca; en el mar de las Indias, la del Príncipe de Gales, el archipiélago Mergui, las de Nicobar, Andaman, Ceilan, Laquedivas, Maldivas, Chagos, Ormuz, Rischm y Bahrein en el golfo Pérsico; la de Perim en el estrecho de Bab-el-Mandeb, y en el Mediterráneo Chipre y Rodas, en el archipiélago, Stan-bo-Samos, Scio y Metelin.

Las penínsulas de este continente son el Kamtchatka y Corea al E. al S. la Indo-China, que ofrece también la de Malaca; el Indostan y la llamada Goudjerate, que forma parte del mismo; Arabia y el monte Sinai, y al O. el Asia Menor.

Los principales cabos son el Severo-Vostochni en Siberia, el oriental en Behring, el de Lopatka al S. de Kamtchatka; Romanía y Bourou al S. de la península Malaca; el Negro en la costa de Pegú; el de Comorin al S. del Indostan; Mocodeng y Raz-el-Had en la costa SE. de Arabia y el Bala al O. del Asia Menor.

Considerada el Asia en su totalidad, no deja de ofrecer alguna semejanza con nuestra península, representada por llanuras, estepas, inmensos alinares y dilatados bosques. La vertiente oriental que lleva sus aguas al Pacífico, consta de dos regiones paralelas, la una continental, formada de terrazas montañosas y algunas llanuras, entre las cuales figuran las de la China, de Tonkin y del país de Anam; y la otra marítima compuesta de gran número de penínsulas y archipiélagos montuosos y casi todos volcánicos, tales como la Manchuria, la China, el reino de Anam, la Cochinchina francesa, el reino de Siam y la pe-

nisnula de Malaca; la vertiente meridional dirigida hacia el S. ofrece una curiosa alternativa de mesetas, llanuras y desiertos; compréndese en ella la Birmania, el Indostan, la meseta del Iran, la Mesopotamia, Babilonia y la Arabia. Por último, la vertiente occidental tributaria del Mediterráneo, del mar Negro y del Caspio, consta de mesetas accidentadas por demas uniformes y monótonas, en el Turkestan y el país de los Kirghiz.

La orografía asiática se halla estrechamente relacionada con la disposición general de su territorio que se trata de reseñar; ó para hablar con más propiedad, esta y la hidrografía son resultado natural de su composición geológica.

Un hecho imprime, por decirlo así, carácter á esta orografía, consecuencia legítima de su naturaleza y estructura geognóstica, siquiera no esté bien conocida aún, á saber, que la mayor parte de las cordilleras se dirigen del O. al E.

Aunque el núcleo central de donde arrancan ó con el cual se hallan enlazados todos los accidentes orográficos del Asia, lo constituya la meseta y altos montes del Himalaya, sin embargo, para formar cabal concepto de esta parte de la geografía física asiática, conviene referirlos á las grandes regiones en que naturalmente se divide. Así es que en la del N., ó sea en Siberia, representan la vertiente N. de la meseta central el Altai, que alcanza 3.000m de altitud, y el monte Belukh 3.355m. Los llamados Sayansk, Kentai y Chekonda, los Yablonoi, Stanovoi y la cordillera del Kamtchatka, en la cual figura el pico Kloutchev, que mide 4.800m y el Koriatkoi 3.600m.

En la Manchuria y la China, en la vertiente E. de la gran meseta, se encuentran los montes Khing-gan, Young-ling, Pe-ling, Nan-ling, Tsin-ling y la cordillera de Niñon, en la que el monte Fousi-Yama mide 3.703m. En la Indo-China y el Indostan ó sea en la vertiente S., figuran los montes Langtan entre el Tibet y la Indo-China; el colosal Himalaya entre el Tibet y el Indostan, en cuyo grupo se hallan los picos más altos del Globo, tales como el Everest 8.839m, el Kintchin-Djonga 8.581m y el Dhawala-Giri 8.476m. En el Indostan, los Ghats de Malabar y de Coromandel, los Neigherries 1.500m y los Vindhya; en Ceilan el monte Pedralagalla 2.532m y el pico Adam 3.202m.

En el Turkestan y la Drungaria, formando la vertiente O. de la gran meseta, existen los montes Thian-chan, los Moun-tagh y el Dapsang, que se eleva á 8.619m, el llamado Belour y la meseta de Pamer ó Pamir.

En el Iran el Hindou-Konch 6.000m, el pico Demend 6.550m, el monte Savalan 4.752m, las montañas de la Armenia, entre las cuales figura el famoso Ararat, que mide 5.455m, los de Soliman y Hala de 3.000 y 3.500m y el trono de Soliman 3.910m, los montes de Mekhran, Laristan, Farsistan, Kuzistan y Kurdistán.

En Sina el Amanus de 1.600m, el Liliano, el Dhor, y el Khodib de 3.106 y el Djebel-Arno 2.860, el Antilibano, el Djebel-el Cheik 2.740.

En la meseta de la Palestina, la montaña de los Olivos 886m y el Tabor 569.

En el Asia Menor, el Taurus de 2.600 á 3.200m y el Alapessi 3.250; el de Comorin al S. de la Bitunia, el Argeo 3.841 y el Olimpo en Misia 4.930.

En la Rusia asiática forman parte del Cáucaso, el pico El-bour 5.642m y el Karak 5.045.

En la isla de Chipre, el macizo del Olimpo, en el que el Potos alcanza 2.000m y el Adelfo 1.640.

En el SO. en Arabia, el grupo del Sinai, en el cual el Djebel-Moussa tiene 2.619m y el Djebel-Katerin 2.287.

La cordillera del Hedjaz y del Yemen, en la cual el Djebel-Ghazouan mide 4.296m.

De todos estos accidentes orográficos, pertenecen á volcanes activos ó apagados gran parte del Kamtchatka, las islas Kurilas, el Japon, las islas Liou-Kiou y las Formosas que representan parte de la gran zona del Pacífico, de unos 5.000 kilómetros de longitud, figurando en ella sobre 52 bases volcánicas. Pero además existen en el interior del Asia volcanes esencialmente continentales, como entre otros, el de Pe-chan, en los montes Thian-chan, el Demavend y el Ararat, etc.

Completan la orografía asiática inmensas llanuras y grandes desiertos que conviene indicar. Entre las llanuras la más importante es la del Turkestan, que arranca de la falda de la gran meseta del Iran, y rodeando la llamada central, se



extiende hasta Siberia. La longitud de esta cuarta región plana es de 7.000, y el ancho es de 1.500 á 1.800, comprendiendo una superficie de unos 10 millones de kilómetros cuadrados. En esta desmesida planicie existe una considerable depression del terreno, que es la que ocupan el Caspio y Aral en la comarca dicha Turkestan y Siberia de occidente.

Pero además de esta, existen otras grandes llanuras que merecen especial mención, tales como la de la China del NE., la de Tonkin, las de Cochinchina y Cambodge, la de Siam, las de Birmania y Pegú, la vasta planicie situada al N. del Indostan, la de Coromandel, la gran llanura de Babilonia y Mesopotamia, las des-

pobladas, que se observan entre Siria y el Eufrates, las solitarias del N. y S. de Arabia, y la llamada de Messoric en Chipre.

Los desiertos son el de Cobi en la meseta central, los de Kernan, de Sistan y Dehli-Kavir en la meseta del Iran; el llamado El-Alkaf en el S. de Arabia; la Arabia dicha por esto mismo desierto, y el Djebel-el-Thy en el N. de Arabia; el de Siria entre el Liliano y el Eufrates, el Tcholl en Mesopotamia.

Por último, en territorio de Siberia figuran las llamadas Tundras, que son inmensas superficies planas y pantanosas con grandes Turberas y una vegetación especial; las estepas del Turkestan y del país de los Kirghiz, que es el de mayor curso, pues alcanza

4.500; el Tsien-tang y el Tchou-Kiang, el Me-Kong en el Anam, Cambodge y Cochinchina; los de la vertiente S., cuyas aguas van al mar de las Indias, son el Irrawaddy en Birmania; y el Brahmaputra en el Indostan, que alcanza 2.500 kilómetros; el Ganges 2.200, el Godavery, el Kistna, Tapty, el Indo, este último con una cuenca de 2.800 kilómetros; en el Iran el Himend, y en la Armenia, Mesopotamia y Babilonia, el Tigris 1.300 kilómetros, Eufrates 2.040 y el Chat-el-Arab de igual extensión. Los de la vertiente occidental son el Sir-Deria de 1.500 y el Amou-Deria de 1.800, que fertilizan el Turkestan y desembocan en el Aral; en la Palestina el Jordan, que vierte sus aguas en el inapropiamente llamado mar Muerto; el

Orontes, que riega la Siria y paga su tributo al Mediterráneo; el Mesorab, que circula por el Asia Menor y va también al Mediterráneo; el Ural, que separa la Rusia europea del asiática y termina en el Caspio, y el Emba, que riega la Siberia y también concluye en el Caspio.

Forman parte de la hidrografía asiática no pocos lagos, algunos de los cuales, por su extensión y por las especiales condiciones de sus aguas, han merecido que algunos geógrafos les aplicaran el nombre bastante inexacto de mares, tales como el Muerto, mejor lago Asfaltites, el Caspio y Aral. Ninguna circunstancia, empero, abona semejante denominación, pues ni comunican con mar alguno, sea Océano ó Mediterráneo, ni la naturaleza de sus aguas justificaría semejante calificativo, pues difiere bastante su composición de las de aquellos, figurando entre sus elementos minerales las materias bituminosas, nafta y asfalto, como claramente lo indica el nombre de *asfaltites lacus*, que con toda propiedad dieron los antiguos, al que sin saber por qué se le llamó después mar Muerto, cuyo adjetivo se refiere á la falta de vida que en sus aguas se advierte, precisamente porque la mezcla de la materia acedosa imposibilita la existencia de seres vivos, como sucede también en el lago Nalba en Sicilia, entre Catania y Galtignone, que tuvo el gusto de visitar en 1852 de recoger dicha sustancia que figura en mis colecciones geológicas, regaladas al Museo de Ciencias naturales de Madrid.

El Caspio ocupa una depression en medio de grandes estepas, inferior en 20m al nivel del mar Negro; larga de 1.000 kilómetros y con una anchura de 250 á 350 kilómetros, siendo su superficie de 337.000 kilómetros cuadrados; la profundidad varia desde 4m hacia el N. hasta 45m al S., llegando en algunos puntos del centro á 140 y 150m. En general la costa es baja y arenosa, formando varios golfos y cabos ó promontorios. Abunda extraordinariamente la pesca en su seno, en el cual vierten sus aguas el Kour, el Terek, el Volga, el Ural y el Emba en Rusia, y el Atrak y el Sed-Roud en Persia.

El Aral es otro de los grandes lagos asiáticos situado en el Turkestan, en otra depression terrestre; su longitud es de 450 kilómetros, el ancho de 240, que recibe los rios Sir, Oudjan y el Oxus ó Amou; sus aguas son poco saladas, pero ricas en variedad de peces: probablemente es el lago Chio-rasmis de los antiguos.

Los otros lagos, algunos de ellos muy notables tambien por sus proporciones, son en la meseta central, el Lob-noor, el Khokho-noor ó mar Aral, el Dabsou-noor ó lago de la Sal, en Mogolia; en el Tibet el Tengri-noor ó lago Celeste, el Manasarovar y el Yar-brok-yon-mtho. Al N. el Baikal en Siberia; el Kossogol en el país de los Khalkhas; al E. el Thoun-ling y el Poyang en la China; al S. el Touli-sap en Cambodge y el Runn en Indostan; al O. el Hamoun en el Afghanistan; en Armenia los llamados Ourmiah, Van y Gkt-chai; en Asia Menor el Touz-ghel; en las estepas de Kirghiz el Balkach, el Isky-koul y el Ala-Koul; por último, en la Palestina el lago Tiberiades y el Asfaltites ó mar Muerto, en cuyas orillas se encuentran los restos de las ciudades nefandas Sodoma y Gomorra, sepultadas entre los materiales volcánicos.

Bajo el punto de vista climatológico, puede dividirse el Asia en cinco regiones; 1.ª, al N. que comprende las llanuras de Siberia, extremadamente frías, hasta el punto de ser quizas la comarca donde se han experimentado las más bajas temperaturas de todo el Globo, segun se ha observado en Yakutsk en la cuenca del río Lena hasta -58°. 2.ª En el centro de la alta meseta, cuyo clima es frío y seco en relación con la altitud que alcanza; 3.ª hacia el S. toda la extensión que comprende la China meridional, la Indo-China, el Indostan, el litoral de Persia y Arabia, la costa de Coromandel y del mar Rojo, que muy seca en Arabia y tan cálida, que suele alcanzar la columna termométrica hasta 60 y más grados; 4.ª la región mediterránea al O., comprensiva de la Siria, el litoral del Asia Menor y las islas, cuyo clima es análogo al de Europa meridional; y 5.ª, al E. representada por la Manchuria, el Japon, China del N. y la Corea, que goza de un clima extremado con bruseas alternativas de frío y de calor.

Las lluvias que desde Mayo á Octubre caen en toda la región meridional por efecto de la dirección de los monzones, combinadas con la alta temperatura que allí reina con frecuencia, imprimen un carácter malsano á toda aquella vasta comarca, centro de infección, donde se desarrollan con sobrada frecuencia enfermedades tan terribles como el cólera, que luego se transmite con la mayor facilidad á Europa y África, segun

vado recientemente en el de Passy, ó alterándose el caudal y á veces hasta la temperatura.

En los mares, los efectos, aunque menores que en los continentes, son más considerables que en las aguas que circulan por éstos: los buques experimentan á veces fuertes sacudidas; agítanse las aguas levantando inmensas olas, que retirándose primero de la costa, vuelven despues furiosas contra ella, destruyéndolo todo. Muchos casos pudieran citarse en confirmacion de lo que acabamos de indicar, pero el más notable entre todos es el ocurrido en la famosa roca Scyla, en el terremoto de Calabria, donde desprendiéndose primero enormes peñascos de la escarpada ribera, redujeron á ruinas muchas casas de campo llamadas villas, con sus hermosos jardines.

Despues de la sacudida de 5 de Febrero, que se sintió á eso de la una de la tarde, el príncipe de Scyla aconsejó á muchos de sus vasallos que abandonasen la ribera y se refugiaran en las barcas pescadoras á fin de evitar un nuevo desastre, y él mismo se trasladó á una sin la menor desconfianza; pero á eso de la media noche, y cuando una parte de los habitantes dormia tranquilamente en el fondo de aquella, experimentóse una nueva sacudida, desprendiéronse algunas rocas, y poco despues las olas, que se habian elevado á seis metros de altura, se precipitaron furiosas sobre la orilla arrastrando cuanto encontraron delante, y retirándose por breves momentos para volver luégo con más violencia. Todas las barcas se fueron á pique ó se estrellaron contra la costa, y aún se encontraron algunas en el interior de las tierras. El anciano príncipe de Scyla pereció con 1.430 calabreses. En el terremoto ocurrido en Lisboa en 1.º de Noviembre de 1755, las aguas retiráronse primero, y luégo, elevándose á muchos metros de altura, volvieron contra la ciudad, en la que causaron grandes destrozos: en la costa de España, en Cádiz, se elevaron las aguas más de 20 metros; en Irlanda, en el puerto de Kinsale, varios buques fueron lanzados á la plaza del mercado; en Inglaterra y Escocia, los lagos y los rios se agitaron de un modo extraordinario; las corrientes termales de Toeplitz se retiraron y volvieron despues coloreadas por sales ferruginosas inundando la ciudad; en Tánger se agitó el mar tan extraordinariamente que franqueó diez veces consecutivas sus ordinarios límites; en la isla de Madera se elevó el Océano 18^m sobre su nivel; y por último, en las pequeñas Antillas, donde la marea no excede de 0^m,75, despues de tomar el agua el color de la tinta, se elevó á 7^m.

Pero donde verdaderamente son horribles los estragos causados por los terremotos es en los continentes, observándose que unas veces son transitorios y otras permanentes. Entre estos últimos debemos citar el levantamiento en masa en 1822 de la costa de Chile, en la extension de más de 400 leguas, llegando en Valparaíso á 4^m, y en otros puntos á 4^m,30 la diferencia de nivel. En 1855 la costa de Nueva Zelanda sufrió tambien un levantamiento parcial, llegando en algunos puntos hasta 3^m. El grupo volcánico de Santorino en Grecia ofrece tambien ejemplos muy notables de separacion de islas, hundimiento de tierras y aparicion de otras nuevas. El 19 de Junio de 1819 un terremoto ocurrido en el delta del Indo, destruyó la ciudad de Bondij y sumergió en el mar una superficie de 242 leguas cuadradas, con la poblacion y fuerte de Sindré, del cual sólo un torreón atestigua su existencia.

En el ya citado terremoto de Calabria ocurrieron tambien movimientos y accidentes del suelo verdaderamente notables: junto al pueblo de Rosarno abriéronse cavidades circulares semejantes á pozos, que aparecian algunas veces llenas de agua hasta la profundidad de 6^m; pero con más frecuencia llenas de arena.

Cerca de otro pueblo llamado Soriano, abrióse una grieta de más de 1^m de anchura y medio kilómetro de largo, y otra parecida cerca de Polistena. En Jerocarne agrietóse el terreno á la manera de un cristal roto por una piedra ó proyectil. En Casalnóvo hundiéronse los terrenos, abriéndose en los que conservaban su nivel grandes grietas de 1^m de ancho y de una extension considerable. Por último, y para no cansar demasiado al lector, citaremos el abismo que se abrió á una legua de Oppido, en el que desapareció el pueblo de Castellace.

En cuanto á las ruinas ocasionadas en los edificios son innumerables, no resistiendo á tan terribles sacudidas las obras más sólidamente construidas.

Regiones afectas á los terremotos.—Es tal el enlace que existe entre las diversas manifestaciones volcánicas, que los terremotos son tanto más frecuentes cuanto mayor es el número de volcanes, sobre todo en actividad, como se observa en Italia, Grecia, América del Centro y del Sur, y también en Filipinas y toda aquella parte del extremo Oriente. En el centro de la Península los terremotos son extremadamente raros, por fortuna, formando contraste con la frecuente repetición en la costa E. y SE. y en especial en Orihuela y Murcia, efecto de la proximidad de los volcanes de Cabo de Gata y de las islas Columbretes.

Distribucion de los volcanes.—Los volcanes, como los terremotos, ó por lo ménos las comarcas en que con más insistencia se experimentan, pueden dividirse en las regiones siguientes:

Primera. Del Pacífico, que se extiende desde las costas de Chile, siguiendo los Andes, el Kamtschatka, hasta el Japon y Filipinas. Cuéntanse en ella más de 200 volcanes y entre ellos los mayores conocidos: los terremotos suelen ser terribles.

Segunda. La Mejicana y de las Antillas, corta á la anterior en ángulo casi recto; figuran entre los volcanes más notables el Jorullo y el Popocatepelt, este de 5.400^m de altura; tampoco son raros los terremotos.

Tercera. La de Islandia y Groenlandia, entre cuyos primeros se observan los famosos gueiseros.

Cuarta. La Atlántida, que comprende 18 ó 20 grupos de volcanes insulares, como los de Madera, Canarias, Fernando Póo, Annobon, Santa Elena.

Quinta. La Mediterránea, en la que figuran el Etna, Stromboli y el Vesubio, las islas de Santorino en Grecia, los volcanes del mar Muerto, y también los de nuestro litoral, siquiera estos pertenezcan al grupo de apagados; los terremotos son frecuentes.

Sexta. Africana; en el centro de África, en la cordillera Camerum á 4° 12' latitud Norte, existe el volcan llamado Mongomaleba, que parece estuvo en erupcion el año 1838; hállase situado en una falla, que sigue la direccion de las islas de Fernando Póo y Annobon, también volcánicas.

Séptima. Asiática, en la que se encuentran volcanes situados á Poniente y en el centro de Asia, y algunos en el Celeste Imperio dieron pruebas de su actividad en tiempos recientes, los cuales por su distancia al mar del Japon, que es el más próximo (doscientas cincuenta leguas) bien pueden considerarse como esencialmente continentales.

V.—OSCILACIONES DE LOS CONTINENTES.

En contraposición á los movimientos bruscos é instantáneos, se presentan las oscilaciones lentas y seculares que experimentan los continentes, y en especial las costas. La del Báltico fué la primera en que se notó este hecho singular indicado por Celsio y confirmado por la Academia de Upsal, en el puerto de Vassa, hácia el año 1742. En estos y otros datos, recogidos por sí mismo, se fundaba Linneo para establecer como principio que la costa de Suecia descendía un pié próximamente por siglo. Ciento veintisiete años despues, es decir, en 1869, un modesto profesor de Istad (Escania), el doctor Bruzellius, comunicaba al Congreso de Geología y Arqueología prehistóricas, que se celebró en Copenhague, curiosas observaciones recogidas en las obras de aquel puerto, que confirman de la manera más decisiva los vaticinios del eminente naturalista sueco. Atraído por la fama de aquel punto, lo visité terminado el congreso, viendo con mis propios ojos cuanto aquel habia expuesto á la docta asamblea: más tarde, en Udewalla, observé el ejemplo más clásico que en esta materia puede citarse. Con efecto, en el sitio llamado Kapellebake (capilla de la colina), situado á 72^m sobre el nivel del Fyord, existe sobre las rocas

pulimentadas y estriadas por las nieves perpetuas, un depósito de moluscos fósiles, siquiera las especies viven aún hoy, pero en latitudes más altas, que se formó en el fondo del mar despues de la primera época glacial. Este hecho supone un primer hundimiento del suelo escandinavo, seguido de otra oscilacion en sentido inverso en una escala considerable, lo cual supone un espacio de tiempo muy grande.

En Cedarslund, no lejos de Udewalla, se observa lo mismo, si bien á 140^m sobre el nivel del mar.

En los alrededores de Cristiana, capital de Noruega, existen depósitos análogos, pero á 200 y más metros de altura.

En Escocia, las antiguas playas del mar dejaron sus huellas impresas en líneas onduladas paralelas, y situadas á 266 y 359^m en montes próximos á la costa, á las cuales llaman las gentes del país caminos paralelos y tambien de Fingal, célebre héroe de la antigüedad escocesa.

Si de las regiones frias del Norte nos trasladamos á las cálidas y bellas costas de Italia, veremos en la punta de Milazzo, á unos 33^m sobre el nivel del Mediterráneo; en Monte Olibano, junto á Pozzuolo, á 10 ó 12^m, y en otros puntos á distintos niveles, la fauna marítima actual, lo que evidentemente prueba que tambien aquella parte de nuestro conlente se halla sujeta á dichas oscilaciones. Y de que esto se ha verificado en tiempos modernos, tenemos la prueba, no sólo en lo reciente y actual de la fauna que allí se encuentra, sino tambien en el puente ó puerto de Calígula (Golfo de Pozzuolo) y en las famosas Termas de Serapis, entre cuyas ruinas tuve en 1852 el gusto de ver tres columnas de una sola pieza de Cipolino, las cuales, hallándose aún en posicion vertical, ofrecen á la altura de unos 2^m una faja, como de otros dos, llenos de agujeros practicados por conchas, cuyos animales, viviendo en el nivel mismo del agua, establecen allí su vivienda. Ahora bien, datando este monumento del tiempo de los primeros emperadores romanos, las condiciones que hoy ofrece, claramente indican una doble oscilacion en el suelo, de hundimiento primero y de levantamiento despues.

Tambien en nuestra Península se ven en varios puntos hechos de esta naturaleza, pudiendo citar entre otros el observado por mí en la costa de Alcalá y Torreblanca, en el ameno sitio de recreo denominado Alcoceber, donde existen á 1 y 2^m sobre el nivel del mar varios horizontes cuyas piedras se hallan literalmente acribilladas de agujeros abiertos por *gastrochenas*, *lithodomus* y otros moluscos, que viven en la piedra misma bañada por el agua, y cuya existencia á la altura indicada prueba un levantamiento de la costa, que es lo más probable, ó el hundimiento del mar.

No pasaron ciertamente desapercibidas estas manifestaciones de la actividad terrestre á nuestros antepasados; debiendo citar entre ellos el eminente padre Feijóo, el cual, en su *Teatro crítico y cartas eruditas*, dice que en muchas tierras, aún sin el trascurso de muchos años, se ha observado levantarse el suelo de una parte, y humillarse en otra; advirtiendo que de tal sitio se descubria ántes un collado ó torre ó poblacion, y despues se cubre y al contrario; citando en apoyo que á una legua corta de Rioseco hay un monasterio, que por su patrono llaman de San Mauro, desde el cual descúbrese enteramente el lugar. «Pero siendo yo mozo, dice Feijóo, me aseguraron como cosa de evidente novedad en el país que cincuenta ó sesenta años antes, solo se descubrían desde San Mauro las puntas de las torres de la iglesia.»

El padre Torrubia, en su curiosísimo Aparato para la Historia Natural española, dice textualmente: «Dista de Madrid 3 leguas el lugar de Majadahonda, cuyos alcaldes y viejos hacen ver á los religiosos, que así lo cuentan, toda la iglesia y lugar entero de Brunete, distante de allí como dos leguas, desde la puerta de su iglesia, asegurándole que cincuenta años ántes, desde allí mismo, sólo se veia el chapitel de la torre.»

El Sr. Botella, distinguido ingeniero de minas, en una nota leida en la Sociedad española de

Historia Natural, entre otras cosas dice: «Dos hechos idénticos tuve yo mismo lugar de citar en comunicacion de 18 de Mayo de 1870 á la Academia de Ciencias de Paris con relacion á las provincias de Zamora y de Alava. En la primera se nota que desde Villar Don Diego se descubria entónces la mitad de la torre de la iglesia de Benifaces en la provincia lindante de Valladolid, en tanto que en 1847 (23 años ántes) apénas se veía la punta del citado campanario. Igual fenómeno se reproducía y con la misma intensidad y circunstancias en la de Alava, observando que desde la villa de Salvatierra se descubria entónces por completo el pueblo de Zalduelade, en tanto que en 1847 se percibia escasamente la veleta de aquel mismo campanario.»

El Sr. Areitio, ayudante del museo de Historia Natural de Madrid, dió á conocer tambien en la sesion celebrada por la Sociedad española de Historia Natural en 2 de Julio de 1873 varios hechos de esta misma naturaleza, observados en Cádiz y poblaciones inmediatas, Almuñécar, Avilés, Santoña y otros puntos de la costa, así de las provincias meridionales como de las del Norte de nuestra Península.

Lo anteriormente expuesto basta, para llevar al ánimo del lector la conviccion de la movilidad de la costra sólida, lo cual por otro lado tampoco tiene nada de extraordinario, si se tiene en cuenta la enorme desproporcion que existe entre el débil espesor de aquella y la inmensa masa que constituye la pirofera terrestre.

VI.—CAUSAS DEL VOLCANISMO.

Visto el enlace que entre todas las manifestaciones volcánicas existe, el carácter universal que éstas ofrecen, y las íntimas relaciones que las armonizan con la formacion de las montañas plutónicas ó hidrotermales, claro es que las causas de tan terribles efectos no pueden en manera alguna ser locales. Así es que hay que rechazar por insuficientes las teorías que se fundan, primero, en la descomposicion de las piritas, apoyada en el famoso volcan artificial de Lemery; segundo, la que hacía intervenir á las materias combustibles, como queria la escuela de Werner; tercero, la del famoso químico inglés Davy y del eminente Gay-Lussac, que los referian á la descomposicion de las bases alcalinas, sosa y potasa, y de los cloruros por la intervencion bastante problemática de las aguas del mar; y todas aquellas, en suma, que se refieren á causas circunscritas y pequeñas. Por el contrario, las teorías geodinámica, geodinámico-química y geo-cósmica parten del estado que ofrece la materia piroférica terrestre, diferenciándose tan sólo en que miéntras la primera se funda en la accion propiamente física de la masa ígnea, la segunda hace intervenir á ciertos agentes que obran de un modo químico, y por último, la tercera estriba en los movimientos del interior del globo, determinados por la atraccion lunar, causa principal de las mareas á la superficie, teorías que son más lógicas y dan una explicacion satisfactoria de todos los hechos volcánicos.

La *geo-dinámica*, hija de las ideas Huttonienses, ofrece dos variantes, la una debida al eminente profesor del Jardin de Plantas Sr. Cordier, y la otra inventada por los ilustres autores del mapa geológico de Francia, Dufrenoy y Elie de Beaumont, y sancionada por Humboldt y Debuch, sus maestros. Cordier atribuye todas las manifestaciones volcánicas al enfriamiento de la costra sólida y á la consiguiente presion que ésta ejerce sobre la masa pastosa ígnea, siendo el volcanismo, en sentir de este geólogo, una mera manifestacion termal, ó simples efectos termométricos terrestres. Cordier ha calculado que la retraccion capaz de disminuir el radio terrestre de 1^{mm}, llegaría á determinar quinientas erupciones violentas.

La segunda es debida á Dufrenoy y Elie de Beaumont, los cuales, partiendo tambien del origen ígneo y consiguiente enfriamiento terrestre y de la presion enorme que la capa exterior ejerce sobre la masa interna, explican el volcanismo suponiendo que muchas sustancias gaseosas ó

líquidas deben existir en el interior del Globo en estado sólido, lo cual determina una extraordinaria tensión hasta el momento en que encuentran algún punto donde la presión que experimentan disminuye más ó ménos rápidamente, en cuyo caso, adquiriendo con lentitud ó presteza su estado primitivo, determinan, según el ritmo de este tránsito, ora las oscilaciones, ya los terremotos, los levantamientos ó las erupciones. Este fué el fundamento racional de la célebre teoría de los levantamientos, en los cuales distinguen sus autores el levantamiento propiamente dicho, del cono y cráter de erupción, según que la causa determinante de estos fenómenos permanece oculta en el interior del Globo, ó bien aparece á la superficie.

Esta teoría, por demás ingeniosa, sin hallarse por esto exenta de dificultades, es sin embargo incompleta, pues reducida á lo puramente dinámico, prescinde por completo de la parte química que, como es sabido, en las erupciones y azufrales es muy de tener en cuenta.

Teoría geo-cósmica.—El Sr. Perrey, á quien se debe la creación de un ramo nuevo dentro de la Geología, esto es, la Seísmica ó ciencia de los terremotos, partiendo del estado pastoso ó líquido de la pirofera terrestre, admite que la atracción lunar no se limita á los mares exteriores, sino que poniendo en movimiento al Océano ígneo interno, éste ofrece también mareas en las cuales, chocando la masa pastosa contra las paredes internas de la costra sólida, se determinan todos los efectos del volcanismo. Sin oponerse esta teoría á las anteriormente enunciadas, puede admitirse como complementaria, por más que no deje de ofrecer dificultades serias en concepto de algunos la enorme desproporción que existe entre la pirofera y la costra sólida.

Teoría geo-química.—Falta, sin embargo, algo para explicar y darse razón cumplida de todas las reacciones químicas que en la región volcánica, ántes, durante y después de las erupciones se verifican, y que dan por resultado el número prodigioso de sustancias minerales, que en el volcán activo y en el semiapagado se forman, lo cual nos ha hecho ya decir más de una vez, que bajo este punto de vista, el volcán en estas condiciones es un inmenso laboratorio químico natural. La acción del agua que circula por el interior del volcán, y cuando éste es litoral ó insular, la más enérgica aún de la del mar, basta, según el desgraciado Pilla, para darse razón de gran parte del quimismo volcánico. Y si á esta causa agregamos la poderosa influencia magnética terrestre, como quería nuestro Feijóo, y la no ménos eficaz del hidrógeno, de las sustancias ácidas y otras que en el foco del volcán se forman, siquiera no sea fácil su explicación, podrá formarse una idea cabal de lo que en tan terribles funciones terrestres se verifica.

Resumiendo, vemos que el volcanismo es resultado natural de la contracción de la costra sólida del Globo, del estado tensivo de las materias que esta encierra; de la influencia de la atracción lunar; del agua física y químicamente considerada, y de todos los demás poderosos agentes que determinan la curiosísima química volcánica.

ARTÍCULO SEGUNDO

CAUSAS EXTERNAS

Las causas físicas externas reducen á la atmósfera y al agua; por consiguiente este artículo debe dividirse en dos párrafos.

§ 1.º—ACCION DE LA ATMÓSFERA

La atmósfera, como todos saben, es la mezcla en proporciones determinadas de oxígeno y

nitrógeno con una pequeña cantidad, que en la época actual no excede de 0,0004 de ácido carbónico y de otras sustancias que no ofrecen para nuestro objeto el mayor interés.

En condiciones normales y cerca de la superficie terrestre se admite, como resultado de gran número de observaciones y análisis que, en un volumen de 10,000 litros de aire atmosférico, existen 9,950 de oxígeno y ázoe, 45 de vapor de agua, y 5 de ácido carbónico. El oxígeno y el nitrógeno no contribuyen por partes iguales á la formación del aire atmosférico: en 100 unidades de volumen, hay 21 de oxígeno y 79 de ázoe; y en peso, 23 del primer gas y 77 del segundo. El aire atmosférico se disuelve en el agua de los ríos y de los mares, pero entónces cambia de composición. En 100 unidades de volumen, el aire disuelto en el agua contiene 32 de oxígeno y 68 de ázoe; lo cual prueba que en la atmósfera el oxígeno y el nitrógeno no se hallan combinados é intimamente unidos, sino incompletamente mezclados, conservando ambos sus caracteres propios. La altura ó espesor de la atmósfera se valúa en unos 55 ó 60 kilómetros, lo que quivale próximamente á $\frac{1}{10}$ del radio terrestre: su peso es próximamente de $527+10^4$ toneladas métricas ó $\frac{1}{1,120,000}$ del total de la tierra. Al nivel del mar y en circunstancias ordinarias, el aire ejerce la misma presión que una columna de agua de 13,6^m de altura, ó que una de mercurio de 760^{mm}. Con la altura la presión atmosférica varía, próximamente, según manifiesta este cuadro, en la relación siguiente:

Altitud	Presión	Altitud	Presión
0 ^m	760 ^{mm}	6,400 ^m	330 ^{mm}
1,600	625	8,000	260
3,200	510	16,000	70
4,800	410	24,000	6

Bajo la presión de 760^{mm} y á la temperatura 0°, un metro cúbico de aire pesa 1,2932 kilogramos, es decir, 773 veces ménos que el agua destilada, en su estado de máxima densidad, ó 10,513 veces ménos que el mercurio. A medida que la altitud aumenta, y disminuyen por consecuencia, la presión y la temperatura de las capas atmosféricas, la densidad del aire disminuye también, conforme indica este otro cuadro:

Altitud	Densidad	Altitud	Densidad
0 ^m	1,000	6,400 ^m	0,490
1,600	0,844	8,000	0,395
3,200	0,710	16,000	0,135
4,800	0,595	24,000	0,030

Raras veces la atmósfera está en un estado absoluto de calma ó en reposo completo; su traslación de un punto á otro ocasiona los vientos, más ó ménos impetuosos, según manifiesta el adjunto cuadro, compuesto de cinco columnas: una que comprende los nombres de las diversas corrientes atmosféricas, más comunmente usados en la marina; otra, los números que, al par que los nombres, designan abreviadamente la fuerza de aquellas corrientes; otra, los valores de la presión ó empuje que los vientos ejercerían contra un obstáculo plano de un metro cuadrado de superficie, perpendicular á su dirección; y la cuarta y quinta, las velocidades de traslación, por hora y segundo

de tiempo, expresadas en kilómetros y en metros, que corresponden á las presiones de la tercera columna.

NOMBRES	NÚMEROS	Presion	Velocidad por hora	Velocidad por segundo
		por metro cuadrado Kilogramos	Kilometros	Metros
Calma.....	0	0,00	0,0	0,0
Ventolina.....	1	1,22	11,4	3,2
Viento muy flojo.....	2	4,88	22,8	6,3
Idem flojo.....	3	10,99	34,1	9,3
Idem bonancible.....	4	19,53	45,5	12,6
Idem fresquito.....	5	30,52	56,9	15,8
Idem fresco.....	6	43,94	68,3	19,0
Idem frescachon.....	7	59,81	79,7	22,1
Idem duro.....	8	78,12	91,0	25,3
Idem muy duro.....	9	98,87	102,4	28,4
Temporal.....	10	122,06	113,8	31,6
Borrasca.....	11	147,70	125,2	34,8
Huracan.....	12	175,77	136,6	37,9

Bajo el punto de vista de su direccion, se dividen en tantos cuantos son los puntos del horizonte, como N., S., E. y O., y los intermedios, que completan la rosa de los treinta y dos vientos.

Alisios ó vientos constantes, así llamados porque corren siempre de Este á Oeste, dentro de los Trópicos. *Monzones* son los que durante seis meses siguen una direccion, y los otros seis la contraria, por cuya circunstancia se les da tambien el nombre de periódicos. La *brisa* puede considerarse como viento periódico, pues durante del dia va del mar al continente, y por esta razon se la llama *brisa* de mar; miéntras que por la noche corre en direccion opuesta, y es la *brisa* de tierra. *Harmatan*. — Aunque no con la regularidad que los anteriores, suele reinar del interior del África hácia el Atlántico un viento caliente y abrasador, al que se ha dado el nombre de harmatan. *Simun*.—En el mismo continente se experimenta á veces un viento sofocante que sopla del Sur al Norte de África, levanta las arenas del desierto, sepultando caravanas enteras, y es el famoso Simun, cuya influencia en las condiciones climatológicas de Europa, tanto en la época actual como en la cuaternaria, ha sido muy decisiva, segun más adelante veremos. Tambien se llama este viento Foen. En las costas y provincias meridionales de España suelen experimentarse, sobre todo en los meses de verano, los efectos de un viento cálido y húmedo, que se hace seco á medida que va penetrando en el interior, y es al que se llama Solano; en la cuenca superior del Garona suele reinar un viento parecido al que llaman Autan; en Italia recibe el nombre de Sirocco, cuya accion es tal, que se considera como circunstancia atenuante, en las causas criminales, la comision del delito bajo la influencia sostenida de este viento. El famoso Pampero es un viento glacial que, procedente de Patagonia, se extiende por casi toda la América del Sur con una velocidad extraordinaria, siguiendo el rumbo del SO. al NE.

La atmósfera, además de la influencia decisiva que ejerce en la existencia y distribucion de la vida, obra sobre la tierra física y químicamente.

La accion física de la atmósfera, aunque más ruidosa y eficaz en apariencia, es bien inferior en el fondo á la química: redúcese á desmoronar la parte más culminante de los continentes y la superficie de aquellas rocas que ofrecen poca coherencia, trasladando la porcion más tenue de estos materiales á puntos más ó menos lejanos.

Médanos.—Fuera del transporte á veces á largas distancias de los materiales tenues, tales como

arenas y cenizas volcánicas, según ya dijimos en lugar oportuno, puede asegurarse que el resultado más importante de la acción física ó mecánica de la atmósfera, es lo que en español llamamos *Médano* ó *Mégano* y también *Medaño*, y al que los franceses dan el nombre de *Dune*, admitido entre nosotros por los que ignoraban tuviera nuestro idioma, no una, sino tres voces propias, traduciéndola por *Duna*. Es el *Médano* un montoncillo, altozano, cabezo ó cerro movedido compuesto de arenas y á veces también de pequeñas chinias, y en las costas de algunos restos de productos marinos, unas veces aislados, otras formando grupos y alineaciones de montículos, cuya pendiente más suave se dirige en el litoral hácia el mar, y en el desierto hácia el punto de donde proceden las corrientes atmosféricas que lo forman; la pendiente más rápida es la opuesta. Resultado de la acción de los vientos sobre las superficies cubiertas de arena movediza, los *Médanos* avanzan en el sentido de las corrientes, cuando son constantes ó periódicas, en una dirección dada, y siguen una marcha incierta cuando los vientos corren en sentidos contrarios: en ambos casos las arenas van invadiendo los territorios, llevando consigo la desolación y la esterilidad, si bien ésta, según veremos, depende en gran parte de la falta de aguas. Quizás en ningún punto se observan mejor los efectos de esta acción mecánica del aire como en los desiertos y en las comarcas á ellos inmediatas, como sucede por ejemplo en Egipto, muchos de cuyos monumentos se encuentran literalmente cubiertos de arenas procedentes del desierto de Sahara y tal vez también de la Arabia: en África han destruido muchos oasis, haciendo inhabitable una extensión de terreno equivalente á tres veces el Mediterráneo, habiendo sepultado innumerables víctimas, desde los soldados de Cambises hasta los traficantes y peregrinos de nuestros días. En las costas de la Patagonia, de la India y de la Oceanía, existen extensas barreras formadas por estos montecillos cuya altura es variable desde cuatro ó cinco metros hasta quince, veinte y aún más, como se observa en el golfo de Gascuña y en Holanda, donde este hecho geográfico ha sido objeto de serios estudios. En algunas costas, como en las del Oeste de Francia, la invasión de las arenas de los *Médanos* es considerable, calculándose en quince ó veinte metros por año el movimiento de avance, constituyendo lo que hemos llamado Landas. Conviene, pues, fijar dichas arenas por medio de plantaciones hábilmente dirigidas; empezando por las especies vegetales que pudiéramos llamar arenícolas, tales como la *Psamma arenaria*, el *Carex arenaria*, el *Dianthus gallicus*, cuyos tallos rastreros y raíces cespitosas y entrelazadas logran fijar las arenas, impidiendo que el aire las transporte, y si la comarca no está completamente privada de condiciones climatológicas oportunas, sobre todo si es algo húmedo el clima, se consigue devolver á la tierra parte de su fertilidad, como se observa en el departamento de las Landas, merced á los esfuerzos y á la perseverancia de Bremondier.

Sin negar que este fenómeno haya podido existir en otros tiempos, pues nunca han debido faltar costas planas arenosas y desiertos, sin embargo, bien puede asegurarse que los *Médanos* pertenecen á la época actual; por cuya razón debe ésta llamarse era de los *Médanos*, autorizándonos esto mismo para creer que el estudio de esta acción mecánica de la atmósfera no ha de ilustrarnos mucho acerca de lo que en otros tiempos pasó.

Fuera de estos efectos mecánicos, la atmósfera en los huracanes destruye los edificios y los bosques seculares, levanta con ímpetu las olas del mar, cuya acción sobre las costas es incalculable, y por último, transporta á veces enormes peñascos desde la cima hasta las faldas y pié de las montañas.

La acción química de la atmósfera, infinitamente más poderosa y variada que la mecánica, destruye y descompone toda clase de materiales terrestres, entre los cuales bien puede decirse que no hay piedra, roca ó metal, por duro que sea, que la resista. La alteración y hasta descomposición de los materiales terrestres, no es, sin embargo, obra exclusiva de la atmósfera; en los centros volcánicos y en el nacimiento de las aguas minero-termales concurren circuns-

tancias especiales que determinan multitud de reacciones químicas y alteraciones de las rocas, cuyos principales agentes son el agua y las corrientes gaseosas á temperaturas generalmente altas, auxiliadas por la electricidad y magnetismo terrestre. Pero limitándonos por ahora á la accion química de la atmósfera, debe advertirse que ésta contiene en su seno los elementos de la más enérgica descomposicion, tales como el oxígeno, el hidrógeno, el agua en vapor y sobre todo el ácido carbónico, que desempeña en estas operaciones terrestres la funcion principal. Agréguese á éstos el calor solar, la presion, las corrientes electromagnéticas atmosféricas, y por último, las sustancias amoniacales, y como poderoso auxiliar la vegetacion por medio de las raicillas de las plantas, y el cuadro de los agentes destructores quedará completo.

Para persuadirse de la universalidad de esta accion destructora de la atmósfera, basta fijar por un momento la vista en el estado que ofrecen las rocas, de cualquier naturaleza que sean, en una cordillera de montañas, ó en las señales de desmoronamiento y ruina que presentan los edificios públicos, los monumentos más sólidos y hasta las estatuas de metales y piedras duras que la ostentacion del hombre erige en parajes públicos, como objetos de adorno ó de utilidad.

Pero en esta obra, que aunque de destruccion bien podría llamarse de reconstruccion, pues los materiales desgastados en un punto se acumulan en otro para dar existencia á combinaciones nuevas, se observa ese círculo maravilloso que la Naturaleza, siempre ávida de la estabilidad en la movilidad de sus diferentes elementos, nos ofrece á cada paso. Con efecto, la atmósfera con su oxígeno con el ácido carbónico y el vapor de agua, empieza por desgastar las partes más culminantes de los continentes, encargándose á su vez el agua de trasportar aquellos materiales al fondo de los mares y lagos, en donde terrenos y rocas nuevas renacen, cual otro fénix, de los restos de aquellas. Diríase que el Océano, en cierto modo comparable al insaciable avaro, sólo presta la masa inmensa de vapor que se escapa de su superficie á título de devolucion; el mismo agente, el agua, al tomar la forma líquida, de restituir á su seno los materiales que encargándose contribuyó á destruir, recobrando, por decirlo así, aquellos que sacuden su yugo, ora en las erupciones submarinas, ya en los levantamientos lentos de los continentes, etc.

Los elementos de destruccion que encierra la atmósfera, poseen, además de su poder químico, un estado molecular el más á propósito para ejercer la accion que les está encomendada; pues presentándose en forma de vapor, no sólo revisten á todas las rocas, sino que penetran hasta lo más íntimo de su masa.

En cuanto al mecanismo especial de esta accion, será menester referirlo á las determinadas sustancias en que se experimenta, siquiera sea por la claridad, pues á medida que éstas varian, aquella se modifica tambien.

Alteracion del hierro.—Uno de los cuerpos esparcidos con más profusion en la costra de nuestro Globo es el hierro, unas veces como sustancia especial é independiente, otras como principio tintóreo de las rocas, y tambien como elemento componente de las mismas, como lo demuestra la inspeccion microscópica; así es, que en la mayor parte de aquellas empieza la descomposicion por la metamorfosis que experimentan los óxidos de este metal. Éstos, en presencia de los ácidos carbónico ó sulfúrico, descomponen el agua, tomando el aspecto y condiciones de una sal hidratada. Así es, que por la accion del oxígeno y del vapor de agua pasan muy pronto á un hidrato de peróxido, el cual determina la destruccion, primero mecánica y despues química, de las sustancias que lo contienen, siendo esta la razon de la abundancia de los ocrees en la Naturaleza; pues en último resultado, estos no son sino arcilla teñida por el hierro hidratado ó anhidro, en proporciones diversas.

Descomposicion de la caliza.—Otra de las sustancias notables bajo este punto de vista, es la caliza. Los agentes atmosféricos la corroen en virtud del ácido carbónico que contienen; sabido es que el carbonato de cal, cuando lleva exceso de ácido, pasa á bicarbonato soluble. El ácido carbónico que siempre arrastran las aguas de lluvia satura dichas rocas, y determina una erosion muy curiosa, representada por surcos más ó ménos profundos que, partiendo de la parte más culminante de las peñas, se extienden en todas direcciones, dando á la masa y á veces á la montaña entera un aspecto muy particular. Pero los materiales arrastrados por el agua llegan á un punto donde el ácido carbónico excedente se desprende, y allí la caliza, insoluble otra vez, se deposita al rededor de los objetos que encuentra, cubriéndolos de una capa que por esta razon recibe el nombre de incrustante. De aquí la formacion de las estalactitas y estalacmitas, del travertino, de la toba caliza, de las oolitas y pisolitas, y de tantas otras rocas de sedimento químico.

Descomposicion de los feldespatos.—Pero entre todas las rocas, las más importantes en la composicion del Globo son las feldespáticas, como el granito, el gneis, los pórfidos, los basaltos, las lavas y otras piedras cristalinas y volcánicas; razon por la cual conviene que nos detengamos en estudiar la accion que sobre ellas ejerce la atmósfera. Asunto es este de la mayor importancia, por cuanto los productos de su descomposicion constituyen materias de primera necesidad para la agricultura y la industria.

Esta operacion se verifica por capas sucesivas, siendo la exterior la más alterada, como consecuencia natural de la accion más inmediata de los agentes de destruccion. A esta sigue otra ménos destruida, hasta llegar á la roca intacta, á la que hay que atacar con el martillo para obtener ejemplares frescos y bien conservados, como se desean para las colecciones de estudio.

Generalmente hablando, los *granitos* y *basaltos* ofrecen tres zonas de destruccion, á saber: la primera de fuera adentro, de color rojizo ó amarillento, debido á la hidratacion y sobreoxidacion del hierro que entra como materia tintórea; la segunda de color verde, igualmente debida á una oxidacion en menor grado del mismo metal; la tercera, bien que al parecer intacta, presenta señales de destruccion, pues los cristales de feldespato han perdido su aspecto y traslucidez, y el estado de disgregacion se deja conocer al primer golpe del martillo; por último, la cuarta zona es aquella en que la masa mineral se halla en estado intacto.

De lo expuesto se deduce que varias circunstancias favorecen y otras se oponen á la descomposicion de las rocas. En general, la destruccion es mayor en aquellos puntos en que la penetracion de los elementos atmosféricos es más fácil, como sucede en las grietas y hendiduras y en las superficies de contacto de rocas distintas; tambien la naturaleza y la estructura de las masas minerales debe influir en esta operacion. Así, por ejemplo, las rocas de estructura homogénea resisten más que las heterogéneas; las de grano fino y compactas no se descomponen ó destruyen con la facilidad que las compuestas de elementos de gran tamaño, aunque sean cristalinos.

Con estos precedentes, ya podemos entrar en el exámen del mecanismo de esta operacion en las rocas feldespáticas, observando de paso sus productos más importantes.

La accion química va casi siempre precedida de la mecánica ó de disgregacion. Esto facilita poderosamente las afinidades de las diferentes sustancias, en razon al mayor y más íntimo contacto que se establece con los agentes, á medida que la materia se presenta más dividida, pues segun Becquerel, la destruccion de la atraccion molecular de los cuerpos es ya un verdadero principio de descomposicion. Es menester no olvidar, continúa el mismo, que cuando el estado eléctrico de las partículas de los cuerpos cambia, éstas se hallan en la disposicion más favorable para reaccionar sobre los cuerpos ó agentes que las rodean, pues se forma una infinidad de pequeños pares ó pilas de Volta que determinan reacciones electro-químicas.

Las alternativas de frio y calor, de humedad y sequedad, y principalmente los tránsitos bruscos

del estado líquido al sólido, y viceversa, y el agua al congelarse en el interior de las grietas de las rocas, son los principales agentes de esta operacion.

La accion química se reduce: 1.º, á la hidratacion, á la oxidacion y sobreoxidacion del hierro que entra como materia tintórea en la inmensa mayoría de las rocas feldespáticas, pasando por los estados de protóxido incoloro, de óxido verde y de peróxido hidratado amarillo, y á veces rojizo. Y 2.º, á la metamorfósis que experimenta el feldespato cuando en virtud de su disgregacion molecular, determinada por los agentes mecánicos, adquiere la propiedad de dejarse penetrar por el ácido carbónico. En este caso, la sosa, la cal, potasa ó magnesia, en virtud de su mayor afinidad con el ácido carbónico, se combinan con él formando carbonato de las bases indicadas, dejando á la sílice en estado naciente, en cuyo caso es soluble en las aguas que contienen aquellos carbonatos. En este estado la arrastran las corrientes y se deposita bajo formas diversas en el trayecto que aquellas recorren, dando origen á cristalizaciones de *cuarzo*, á *calcedonias*, *ágatas*, *pedernal*, etc.

La *alúmina*, que se encuentra en los *feldespatos* combinada con la sílice, por razon de su afinidad persiste unida á este ácido, el cual toma el carácter de hidrato, formando el *kaolin* ó *tierra de porcelana* y la arcilla comun, teñida unas veces por óxidos metálicos, y otras completamente incolora, circunstancia que la hace ser muy apreciada en la industria.

En esta operacion hay, pues, accion del ácido carbónico favorecida por el calor, la electricidad, etc., sobre las bases que desaloja de su combinacion con el ácido silícico; formacion de carbonatos y bicarbonatos alcalinos, quedando la sílice en estado naciente, fijándose bajo diferentes formas en su trayecto.

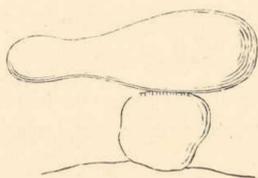
Los experimentos que el Sr. Kuhlmann ha practicado desde el año 1841 confirman plenamente esta teoría. Con efecto, vertiendo ácido nítrico, clorhídrico ó acético en vasijas que contienen silicatos de potasa, ha obtenido especies de *ópalos* y *calcedonias*. La potasa en presencia de uno de estos ácidos, se combina con él y forma nitrato, clorhidrato ó acetato, dejando libre la sílice ó ácido silícico que se deposita en el fondo, y forma las *ágatas*, *calcedonias*, etc. Este célebre químico se vale de la solubilidad de los silicatos alcalinos de sosa ó potasa, para explicar la penetracion de esta sustancia en las rocas calizas, en las areniscas ó asperones, y en los tejidos de las plantas y animales fósiles. Fundado en esta excelente propiedad de los silicatos alcalinos, el Sr. Kuhlmann da reglas y preceptos para mejorar las cales crasas y los morteros, convirtiéndolos en hidráulicos por la cantidad de sílice que les añade; endurece el yeso que se emplea en las construcciones; y cubriendo las pinturas al fresco de un ligero baño de silicato alcalino, contribuye á preservarlas de la accion de los agentes exteriores.

Aunque variando algun tanto reacciones químicas y los resultados de estas operaciones recónditas de la Naturaleza, á tenor de su diversa composicion, puede asegurarse que todos los silicatos simples ó dobles, atacables por el oxígeno y ácido carbónico de la atmósfera, se alteran primero y se descomponen despues, por un procedimiento análogo al anteriormente expuesto. En este caso se hallan el anfíbol, la mica, el talco, la serpentina, el piroxeno y las numerosas rocas de que estas especies mineralógicas forman parte.

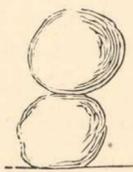
Por el contrario, los minerales que son refractarios á la accion de dichos agentes, sólo se alteran y destruyen de un modo fisico, entrando en esta categoría el cuarzo con todas sus variedades, la arcilla, el jaspe, la cuarcita, la greda y muastsocrah.

Los resultados de la descomposicion de las rocas son: 1.º, la tierra vegetal, cuya naturaleza ha de hallarse necesariamente relacionada con la de los materiales terrestres de que procede; 2.º, el kaolin y las arcillas; 3.º, los materiales detríticos de las formaciones de acarreo, tales como las chinias, guijarros, la grava, etc.; 4.º, las formas caprichosas y variadas de las montañas, de las que ofrecemos los ejemplos notables de las figuras adjuntas; 5.º, mucho ácido carbónico, del que

se observa en la mayor parte de los hervideros; 6.º, algunas simas y pozos inversos naturales y muchos otros accidentes que sería enojoso enumerar.



Visto de costado

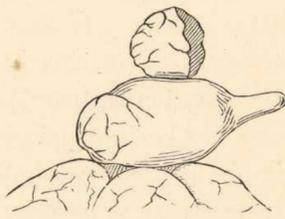


Visto de frente

Canto Cochino al N. de Manzanares. — Descomposicion del granito.



Descomposicion del granito en Cheese-Wring (Cornwall)



El Carro del diablo entre el puerto del Reventon y Rascafría
Descomposicion del granito

II.—ACCION DEL AGUA

El agua, considerada por los antiguos como uno de los cuatro elementos, consta de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno; existe en el Globo líquida, sólida y gaseosa; pero como ya en el párrafo último estudiamos sus efectos obrando en estado de vapor, falta tan sólo examinar la accion de la líquida y la sólida.

Agua líquida.—El agua en estado líquido es uno de los agentes más poderosos que determinan el proteísmo terrestre; por filtracion disgrega; congelándose en el interior de las rocas, ejerce una accion mecánica debida al aumento de volúmen, á la que nada resiste; químicamente destruye y es agente poderoso de descomposicion; dotada además de una variable fuerza de acarreo, circulando en el interior y á la superficie del Globo, trasporta á largas distancias toda clase de materiales; por último, saliendo del interior de la corteza terrestre á temperaturas más ó ménos altas y cargada de sustancias minerales, determina aún hoy, muchas reacciones químicas cuyo resultado es la formacion de muchas rocas y minerales.

Ántes, empero, de examinar los diferentes resultados de la accion de tan importante agente físico, creemos oportuno trazar en breves palabras su historia, indicando de paso las múltiples funciones que ha desempeñado, y las causas que determinan el vastísimo trayecto que recorre desde el fondo de la tierra hasta las altas regiones atmosféricas.

El origen del agua se explica satisfactoriamente, recordando la grande afinidad que el hidrógeno tiene por el oxígeno, con el cual se combina, ora bajo la influencia de una elevada temperatura ó en virtud de una corriente eléctrica; y como ambas cosas debieron concurrir en el comienzo de la historia de nuestro planeta, de aquí el que el agua fuera como uno de los primeros y más curiosos

resultados de la primitiva química terrestre. Agréguese á esto la notable avidez del cloro por el hidrógeno y el sodio, con lo cual formaremos claro concepto del modo cómo se formó el agua marina actual, poco diferente de la de los mares primitivos; siquiera atendida la temperatura que á la sazón reinaba en la superficie del Globo, se presentara más bien gaseosa que líquida. Sin embargo, los experimentos relativos al estado esferoidal de los cuerpos, demuestran la posibilidad de que el agua líquida permaneciera á la superficie, á pesar de su altísima temperatura; como se observa cuando en un vaso lleno de aquella, se introduce una esfera de platino calentada al rojo blanco; entre ésta y el líquido, se nota un espacio hueco probablemente ocupado por el vapor de agua.

Ahora bien, en este y otros experimentos análogos, en el momento en que la temperatura del cuerpo calentado desciende, el agua es arrojada con violencia; fenómeno que hubo de verificarse á la superficie del Globo, á pesar de que la mezcla ó disolución de las muchas sustancias que á la sazón llevaba en su seno la masa inmensa de ésta en un mar que debía tener 2.500 metros de profundidad, y la presión de 250 atmósferas que sobre ella pesaba, debieron hasta cierto punto oponerse á ello, ó por lo ménos retardar el momento en que la explosión se verificara.

Puesta de este modo en contacto con la tierra, el agua fué penetrando con más ó ménos lentitud en la parte periférica, por efecto de la grande afinidad que tiene por diferentes sustancias, y en particular por los silicatos; atraída además por los movimientos incesantes de la masa candente y por otros fenómenos, cuya naturaleza no es fácil apreciar. Allí, mezclándose con los materiales en fusión ígnea, hubo de formar con ellos una especie de cieno termal, verdadero *magna granítico*; y como es sabido que el agua recalentada descompone con gran facilidad á ciertos silicatos aunque sean insolubles, y separa de ellos la sílice que queda en estado naciente, según acreditan recientes experimentos, resulta que por este procedimiento se da solución satisfactoria á muchos hechos contradictorios, que ofrecen ciertas rocas. De manera, que la materia periférica terrestre, primero en estado de fusión ígnea, superior á 700°, que es la temperatura en que todos los silicatos empiezan á fundir, no llegó á solidificarse ántes de experimentar los efectos de la mezcla con el agua; resultando, según esto, que la solidificación de la zona granítica es un fenómeno hidrotermal de naturaleza química, más bien que física, ó de simple enfriamiento.

Terminada esta primera importantísima función, el agua quedó circulando por el interior de la costra sólida; auxiliada de la temperatura que aumenta notoriamente la capilaridad, contribuyó y aún hoy influye en la formación de los filones y de las fuentes minero-termales, determinando en mayor escala en tiempos anteriores el geiserismo, y la mayor parte de las manifestaciones plutónicas y volcánicas.

Cuando las circunstancias termodinámicas permitieron que las aguas tomaran el estado líquido se establecieron á la superficie formando primero los mares, y en tiempos relativamente modernos los lagos y otros depósitos en los continentes. A partir de este momento, sometida el agua á la evaporación en escala relacionada con el calor de la superficie, empezó á describir un círculo maravilloso, en cuyo trayecto desempeña multitud de funciones externas é internas, á cual más importantes.

Para apreciar aproximadamente la escala inmensa en que se verifica la evaporación, causa primera de la lluvia, bastará tener presente que, según los cálculos é ingeniosas observaciones del doctor Halley, la cantidad de agua que se eleva de la exigua superficie del Mediterráneo, en las doce horas de un día de verano, asciende á la enorme suma de cinco mil doscientos ochenta millones de m³ c³. Este mismo físico estima en una pulgada cúbica la que pierde el mar por la evaporación en cada diez pulgadas cuadradas de superficie; de cuyo dato, y teniendo en cuenta la extensión total de los mares, algunos A. A. calculan en cuarenta y siete billones de toneladas próximamente, el resultado de la evaporación diaria.

El vapor acuoso, arrastrado por las corrientes atmosféricas, determina la lluvia y la nieve cuando á su paso encuentran obstáculos tales como las cordilleras que cruzan los continentes, en virtud del descenso de la temperatura que se observa en las regiones altas de la atmósfera. El agua pasa entónces del estado de vapor al de niebla y nube, y luégo al de lluvia y de nieve, si la temperatura desciende á 0, sea por la altura ó por otra causa cualquiera. De manera que estos dos hidrometeoros son la resultante de un hecho físico, la evaporacion, y de un dato orográfico, los montes, que obligan á las corrientes atmosféricas á remontar á regiones cuya temperatura determina el cambio de estado del agua. De todo lo cual se deduce, sin gran dificultad, que, dada la direccion media de las principales cordilleras de una region, se pueden determinar las corrientes que han de producir en ella la lluvia. El eminente Babinet, autor de tan sencilla cuanto ingeniosa teoría, fundado en los datos orográfico y anemométrico, ha explicado satisfactoriamente el riego general del Globo, ó en otros términos, su hidrografia exterior y subterránea. En los mares estos mismos efectos se producen por la marcha vertical ú oblicua de las corrientes atmosféricas, impelidas por la dilatacion que en su masa determina la propia evaporacion.

Aplicados estos principios á la Península, podemos establecer por regla general que en las cuencas del Tajo, Guadiana y parte de la del Guadalquivir, llueve con vientos del SO.; en la del Duero, con los del O.; en la del Ebro y sus afluentes, con los del E., y así sucesivamente.

La lluvia no se verifica en igual escala, así en la repeticion del fenómeno como en la cantidad de agua que suministra de una manera uniforme en todas las zonas del Globo: en las alpinas y polares la nieve sustituye á la lluvia, pudiendo citar, en confirmacion de esto, y de la cantidad á veces enorme de agua sólida que se desprende de la atmósfera, la observacion hecha por Cárlos Martins, en la montaña llamada Grimsel, en la cual desde el mes de Noviembre de 1845 á Abril de 1846, se formó una capa de nieve de 16 metros de espesor, que equivale á unos 50 de lluvia; en varias comarcas boreales, cae tanta cantidad de nieve en igual espacio de tiempo. Por regla general, la cantidad de lluvia es más considerable en las regiones montañosas, debajo del nivel de las nieves perpetuas; llegando á caer doble en dichos puntos que en las llanuras inmediatas. En las regiones ecuatoriales, donde la evaporacion es muy activa, puede decirse que es donde las lluvias adquieren su máximo desarrollo, verificándose el fenómeno de una manera súbita y torrencial; algunos grados al N. y S. del Ecuador, las lluvias puede decirse que son diarias, lo cual determina un carácter extremadamente húmedo del clima, que se traduce por una exuberancia de vegetacion tal, que no es fácil formarse idea no habiendo tenido la fortuna de visitar dicha zona. En confirmacion de lo que acaba de indicarse, debemos citar la observacion hecha en Cayena por Roussin, en la noche del 14 al 15 de Febrero de 1820, en la cual el pluviómetro acusó una columna de agua de 280^{mm}, que equivale á la que cae anualmente en París. En el valle de Kuerapondji, en la vertiente meridional del Himalaya, dicen algunas relaciones de viajeros que caen por término medio 17^m de agua al año; y aunque en ello pueda haber alguna exageracion, siempre significa este dato que la lluvia allí y en toda la vertiente de aquella cordillera, es, por circunstancias especiales de localidad, extraordinaria y excepcional.

En contraposicion de esto, hay muchas comarcas en el Globo donde la lluvia ó no se verifica nunca, ó es por todo extremo rara; esta es la circunstancia que determina la desconsoladora sequedad y aridez de los desiertos de Sahara y del centro de Asia: en Egipto, ya los antiguos dijeron que *nec pluit, nec tonnat*; casi otro tanto puede decirse ocurre en toda la costa occidental de la América del Sur, en la oriental del Brasil, y en los inmensos desiertos de Méjico.—En las regiones frias y polares, aunque la nieve es más frecuente y abundante que la lluvia, sin embargo, llueve más que en las regiones templadas; no ocurriendo sino de un modo excepcional, la

manera tumultuosa de verificarse el fenómeno, que caracteriza el de las regiones tropicales.—En la zona tórrida el metro cúbico de aire contiene de 20 á 25 gramos de agua; en España sólo llega á 10 ó 12 gramos. El vapor de agua pesa $\frac{1}{8}$ del aire, por cuya razon baja el barómetro segun la cantidad en suspension.—Esto prueba que el vapor contenido en la atmósfera depende, sobre todo, del grado de calor, aumentando la capacidad disolvente del aire en razon directa de todo lo que eleva la temperatura: las corrientes atmosféricas y oceánicas tambien favorecen ó contrarian el estado higrométrico de la atmósfera.

Aunque muy variable, segun las circunstancias especiales de las diferentes localidades, puede decirse que el número anual de dias de lluvia en la zona templada del antiguo continente, disminuye «checha abstraccion de las comarcas montañosas» del O. al E.; siendo de 152 en las regiones occidentales, de 147 en el centro de Francia, de 141 en el centro de Alemania, de 90 en Casau y de 60 en Siberia. En los valles alpinos y del Jura cae más agua en algunas horas que en París y Lóndres en algunos meses.

Todas estas y muchas otras particularidades, que no detallo por no fatigar demasiado al lector, encuentran una explicacion satisfactoria, segun la teoría de Babinet que acaba de exponerse, en las circunstancias especiales de la comarca ó region en que se considere el hecho.

Al llegar el agua de lluvia á la superficie de la tierra se separa pronto en tres porciones desiguales; la primera, que vuelve á la atmósfera en virtud de la evaporacion, para dar origen á otros hidrometeoros; la segunda filtra á través de las rocas, si éstas son permeables, y determina la hidrografia subterránea; por último, la tercera corre á la superficie, constituyendo la hidrografia exterior.

La diferente distribucion de las aguas de lluvia, y aún las que proceden del derretimiento de las nieves, depende de una multitud de circunstancias; pudiendo establecer en tésis general, que todo aquello que impide la circulacion de las aguas al exterior facilita, si el terreno es permeable ú ofrece grietas, agujeros, etc., la filtracion, determinando como consecuencia natural el aumento del número de manantiales y su caudal. Entre dichos obstáculos pueden contarse, por ejemplo, la existencia de terraplenes y malecones levantados por el hombre, la pendiente suave y más aún la horizontalidad del terreno; pero el más poderoso y eficaz de todos, es la existencia de bosques, lo cual, por otra parte, ofrece la ventaja de la grande exhalacion que se verifica por las hojas, y la especie de atraccion que sobre la humedad atmosférica ejercen los árboles.

Las aguas que circulan por el interior se hallan, como veremos más adelante, sujetas á los mismos principios que las externas, formando arroyos, rios y lagos, enteramente iguales á los de la superficie del Globo. La permeabilidad permite la filtracion, al paso que el carácter impermeable de ciertas rocas impide que las aguas corran en sentido vertical, teniendo que seguir la direccion é inclinacion que las capas ofrecen, cuya interrupcion las obliga á salir al exterior, constituyendo lo que se llama

Manantial; de modo que, por lo visto, lluvia, filtracion, circulacion subterránea é interrupcion al exterior de la capa impermeable, son los factores que determinan la formacion de los manantiales.

Los efectos de la lluvia son tan variados como diversos los modos de efectuarse; cuando es normal y tranquila, las aguas se convierten en elemento vivificador por excelencia, pues penetrando lentamente en el suelo, le suministran uno de los elementos más vitales para la existencia y desarrollo de las plantas. Por el contrario, cuando la lluvia es violenta, las aguas, precipitándose en gran cantidad, asurcan y desgastan la tierra, vencen y destruyen todos los obstáculos que se oponen á su curso, y arrastran con su poderosa fuerza, no sólo los materiales de la tierra vegetal y los fragmentos, á veces enormes, de rocas, sino que tambien los árboles y las más sólidas construcciones.

La acción de las aguas corrientes consiste principalmente en nivelar las desigualdades del Globo, arrastrando á las partes bajas los materiales que se desprenden de las cimas de las montañas y de las colinas que desgastan, lo mismo que de los terrenos en declive, en especial si están cultivados.

Si en el curso encuentran alguna grieta ó hendidura, contribuyen á ensancharla, rellenándola á veces con los materiales que arrastran.

Al recorrer terrenos en desnivel, las aguas originan saltos, cascadas, cataratas y mil otros caprichos, arrastrando toda clase de materiales y formando los derrumbaderos ó montones de materiales que cubren las faldas de las montañas, á los que se les da también el nombre de talud.

La acción química y mecánica y el enorme peso de las aguas, actuando sobre los materiales del borde de la cascada ó catarata, los desgastan, desprendiéndose á veces masas considerables, retrocediendo de esta manera en escala muy diversa (en la del Niágara calculase en un pié por año) el borde la catarata.

Las lluvias muy continuadas ocasionan grandes hundimientos, en los que porciones enormes de terrenos se escurren, arrastrando consigo los bosques y hasta poblaciones enteras. El ocurrido en Goldau, en el canton de Lucerna, en Setiembre de 1806, fué muy notable, pues desde la falda de una alta montaña una masa de terreno de más de 4.000 metros de anchura, 400 de alto y sobre 30 de espesor, se desprendió, llevándose al fondo del valle toda la población con sus habitantes, de los que perecieron más de 500. Desde lo alto del Righi contemplé con asombro el 15 de Agosto de 1878, los efectos de este hundimiento, que convirtió en lago á un río.

Estos grandes y terribles fenómenos se verifican en los puntos en que varios estratos de rocas duras, consistentes y de mucha inclinación, alternan con otros de materiales sueltos, descansando sobre capas impermeables. El mecanismo de esta operación es muy fácil de comprender; las aguas filtran hasta llegar á la capa impermeable, desgastando á su paso poco á poco la base, hasta que faltando ésta por completo, la masa de tierras sobrepuestas, cuyo peso ha aumentado extraordinariamente con la penetración del agua, se desprende y escurre por el plano inclinado que las capas impermeables le ofrecen.

Lo que se acaba de indicar es una prueba más de la necesidad de los conocimientos geológicos; pues si por desconocer la naturaleza del suelo, el ingeniero ó arquitecto construye un edificio ó traza un camino ó ferro-carril sobre terrenos que presentan estas condiciones favorables á los hundimientos, se expone á perder honra y provecho, siendo víctima de su propia ignorancia y perjudicando á veces intereses muy sagrados.

A poco de hallarse las aguas en la superficie de la tierra, abandonan su marcha incierta, y siguiendo la natural pendiente que ofrecen las condiciones topográficas del suelo, abren surcos que, con el nombre de arroyos, cañadas, torrentes y ríos, determinan la Hidrografía superficial del Globo, trasportando los materiales de un punto á otro, á cuyo propósito debe saberse que la fuerza de acarreo de las corrientes está en razón directa de la rapidez y de la pendiente del álveo, y en la inversa de la cantidad de materiales que arrastra, pudiendo establecer por regla general, que los ríos cuya corriente es rápida y corta la extensión de su curso, llevan al mar la mayor parte, si no todos los materiales arrancados en su origen, como sucede en casi toda la mayor parte de los ríos de los Alpes y Apeninos: por el contrario, los que en su trayecto atraviesan grandes llanuras, como sucede en el Rhin, Ródano, Ebro, Tajo, etc., sólo llevan al mar los materiales más ténues, ó sean aquellos cuyo peso específico está en relación con la fuerza de transporte de la corriente. En los ríos y rieras de Cataluña puede estudiarse esto de una manera satisfactoria, y hasta por el tamaño de los materiales de acarreo del terreno diluvial que sirve de asiento á Barcelona, y que las obras del ferro-carril han descubierto, por ejemplo, en San Gervasio, puede calcularse el régimen de las aguas en aquel período.

Separacion de los materiales.—Desde el momento en que la corriente disminuye, empieza á verificarse en el álveo del río, cañada ó llanura, una separacion de materiales por tamaños, formas, y más particularmente por su peso ó densidad, depositándose primero los más pesados y voluminosos, luégo los medianos, y por último los más finos, que ocupan siempre la parte superior del depósito, siendo éstos los que constantemente recorren todo el trayecto hasta el mar.

Los estragos que determinan las aguas disminuyen considerablemente en los terrenos llanos por cuanto en ellos pierde su fuerza la corriente, lo mismo que al atravesar una gran depresion ó lago por la resistencia que ofrecen las aguas allí acumuladas, y que por otra parte hacen el oficio de filtro, pues depositándose en el fondo lo que llevan en suspension, aparecen aquellas en su salida inferior con una pureza admirable, como se nota muy especialmente en las del lago de Ginebra al atravesar la ciudad, en el Rhin junto á Constanza, etc.

Si las llanuras, los lagos y las grandes depresiones del suelo disminuyen la fuerza de acarreo de las aguas, por el contrario, los diques, tanto naturales como artificiales, la aumentan considerablemente, determinando á veces inundaciones terribles. En un principio estos obstáculos impiden que los ríos se desborden: pero como la fuerza de las aguas crece en razon directa de todo lo que se opone á su curso natural, en el momento en que aquella vence, sobreviene uno de esos cataclismos que siembran el llanto y la desolacion en la comarca; siendo tal la fuerza de la corriente, que no hay poder que la resista. debiendo atribuir á esta accion, asociada á otras de índole análoga, la mayor parte de los estrechos y desfiladeros que se encuentran en los terrenos montuosos. A pesar de esto, como en aquellos puntos en que las aguas se extienden saliendo los ríos de madre, disminuye en razon directa la fuerza de transporte, desprendiéndose del líquido elemento los materiales que llevaba en suspension, aquellos se depositan en diferentes zonas segun su peso, dando origen á depósitos de acarreo, que cuando ocurren en las partes más bajas, aumentan extraordinariamente la fertilidad de las tierras, compensando de este modo los estragos producidos en la parte superior y accidentada de la cuenca. De todo lo cual fácilmente se desprende que las inundaciones son más bien beneficiosas que perjudiciales, debiendo dirigirse todos los esfuerzos del hombre, mejor que á impedir en absoluto, á regularizar estas operaciones naturales, haciendo que sean beneficiosas á la agricultura. En confirmacion de lo que acabamos de exponer, bastará citar los deltas del Nilo, del Ganges, Mississipi y otras grandes arterias terrestres, cuyas excelentes condiciones agrícolas son principalmente debidas á la renovacion periódica en unas, más ó ménos irregular en otras, por medio de las inundaciones, de los materiales así orgánicos como inorgánicos de la tierra vegetal; reponiéndose el suelo por este admirable procedimiento de las sustancias que los vegetales necesitan para su desarrollo.

La fuerza de acarreo de las aguas que corren por un río, se ejerce tambien sobre sus propias márgenes; en las cuales, ora depositan parte de los materiales que aquellas llevan, ó se ven señales claras de su accion química y mecánica, hallándose todo esto sujeto á multitud de accidentes y circunstancias, que no es fácil precisar en breves líneas. No debemos, sin embargo, pasar en silencio la accion química que han de ejercer ciertas aguas cuando llevan determinadas sustancias en disolucion, como sucede, por ejemplo, con las del río Vinagre, que nace en el volcán de Puracé (América del Sur) á una altura de 3,500 metros, cuyas aguas llevan ácido sulfúrico y clorhídrico en cantidad tal, que segun Bousingault en Abril de 1831, en los 34,784 metros cúbicos que da en veinticuatro horas, contiene 38611 ^k de ácido sulfúrico, y 31,654 del clorhídrico; recientemente se ha descubierto en las aguas de un lago, en Java, el ácido sulfúrico libre; el señor Luca lo acaba de encontrar tambien en las aguas termales de Pozzuolo, en cantidad de 1 gramo 433 miligramos por litro. Fácil es comprender las reacciones químicas que han de determinar semejantes aguas actuando sobre rocas calizas, y otras atacables por dichos ácidos.

Expuesto lo que antecede, conviene indicar cuál es la fuerza que se señala á la corriente segun

su rapidez; cuando esta recorre de 10 á 30 centímetros por segundo, llámase débil y sólo trasporta materiales muy finos y ténues, como los que se desprenden de una superficie arcillosa y las arenas finas: cuando llega á 60 centímetros se llama ordinaria la corriente y arrastra grava y pequeñas chinias; al metro ó metro y medio se dice grande y acarrea piedras irregulares y los cantos aglomerados de algun tamaño: por fin, cuando el agua recorre dos ó tres metros por segundo, puede destruir y arrastra hasta las rocas mas duras en capas ó en masa, llamándose la corriente extraordinaria.

La destruccion de las rocas por las corrientes no es sólo efecto del roce del agua, sino tambien de la accion mecánica de los cuerpos sólidos que lleva en suspension, los cuales al chocar contra las laderas de los rios, sobre todo si son escarpadas, actúan á manera de *ariete*: al tratar de la accion de las aguas del mar, veremos reproducirse exactamente el hecho. Tambien produce el roce de estos materiales efectos notables en el álveo mismo de los ríos, observándose en especial en los rápidos, donde por efecto de los remolinos comunica á los cantos chinias y grava un movimiento circular, de donde resultan las cavidades que se llaman hoyas ó calderas; algunas sin embargo, deben su existencia á la accion de las aguas sólidas.

Considerada la accion de las aguas corrientes desde el punto de su procedencia, puede decirse que se resume en las siguientes frases: descomposicion de las rocas, erosion de los terrenos, transporte de los materiales, depósitos de acarreo, y de sedimento. De los dos primeros resultados ya nos hemos ocupado detenidamente, así como del acarreo de las materias terrestres, las cuales si se deprenden de la corriente que las arrastra, y se acumulan en el álveo mismo del rio, ó en sus inmediaciones cuando sale de madre, originan los aluviones, locales ó generales, antiguos y modernos, segun la fecha en que se formaron, y circunstancias que á ello concurrieron. Si los materiales se depositan en la desembocadura de algun gran rio, forman lo que se llama *aparato litoral*, cuyo mecanismo estudiaremos más adelante. Por último, reciben el nombre de sedimentos, cuando los materiales se depositan en el fondo de los mares ó lagos, á cuyo exámen dedicaremos algunos párrafos más adelante.

Para formarse una idea del poder de acarreo de los rios, bastará recordar que el Ganges lleva anualmente al Golfo de Bengala la enorme cantidad de 180.340,100 metros cúbicos de materiales, que equivalen al peso de 42 veces la mayor pirámide de Egipto. Segun el Sr. Barrow, el rio amarillo en la China, lleva diariamente al mar del mismo nombre 1.359,135 metros cúbicos, habiendo calculado el mismo escritor que se necesitan 24.000 años para que el depósito de los materiales acarreados lo llegue á cegar por completo.

Accion de los mares.—En último resultado, el agua de los mares determina los mismos ó muy parecidos efectos que los que acabamos de examinar en las terrestres; es decir, que descompone las rocas, las destruye mecánicamente, y arrastra los materiales á puntos más ó ménos lejanos: no habiendo más diferencia sino la de que aquí no hay depósitos de acarreo, como los forman aquellas, siendo todos de sedimento, por cuanto los materiales que las aguas arrastran, exceptuando algunos pocos que se quedan en la costa, todos van á depositarse en el fondo del mar. Este determina todos sus efectos, mediante las tres especies de movimientos á que sus aguas se hallan sujetas, á saber; el oleaje, la marea y la corriente; debidos el 1.º á la accion de la atmósfera sobre las capas superficiales del agua, el 2.º á la atraccion lunar y solar; y el 3.º á causas muy diversas que examinaremos oportunamente.

Los efectos de la accion química de las aguas del mar, dependen necesariamente de los elementos que entran en su composicion, y de la naturaleza de las rocas que forman las costas.

El contacto perenne de las rocas con los diversos agentes que llevan las aguas del mar, auxiliado de su accion mecánica, favorece poderosamente las reacciones químicas de los diferentes elementos que segun indicamos, entran en la composicion de dichas aguas. El resultado de esta

accion varía segun la naturaleza de las rocas; cuando son calizas las corroe y convierte en superficies ásperas y desiguales; si son graníticas, se reproduce, pero en mayor escala, la descomposicion que dimos ya á conocer, y así sucesivamente de todas las demas.

La accion mecánica del mar es, sin embargo, más eficaz, si bien sujeta á una porcion de circunstancias, tales como la forma y disposicion de la costa, la naturaleza de sus materiales, etcétera, etc. Hasta tal punto es esto cierto, que miéntras en las playas ó costas planas la accion es casi insignificante, en las acantiladas ó escarpadas y de inclinación en sentido contrario al mar, las olas, batiéndolas directamente y sin obstáculos que se opongan á su accion, ésta es directa y los efectos destructores terribles é incalculables.

Los materiales desprendidos por este choque continuo se acumulan primero al pié de la costa brava, en donde forman una rompiente ó escollera natural, que si bien preserva á aquella por algun tiempo del furor de las aguas, llega un momento en que, trituradas las rocas que la constituían y trasportadas al fondo del mar, vuelve á quedar otra vez la costa expuesta á los ataques de las olas, renovándose con pequeños intervalos la misma operacion.

Estos efectos son mucho más notables cuando el mar es profundo junto á la costa, y aún mayores si los materiales de que ésta se compone son deleznales ó se descomponen con facilidad; cuando se halla constituída por rocas fracturadas ó de cantos aglutinados, la accion del mar redobra su energíá en razon del choque mecánico que determinan estos materiales sueltos puestos en movimiento por las olas, obrando á la manera de un ariete natural. Si la costa está en pendiente hácia el mar, el plano indicado que presenta opone un obstáculo tal á la accion del agua, que en vez de ser destructora es beneficiosa ó de reparacion, depositando en la parte alta de aquella los materiales que las aguas arrancan de los bajíos.

Sin embargo, el movimiento llamado de resaca, que es el de las aguas cuando se retiran, desgasta la costa de un modo enérgico.

A beneficio de esta accion incesante, las costas varían con mucha frecuencia de aspecto, explicándose por este procedimiento la multitud de senos, cavernas y grandes excavaciones que se notan en ellas. ¡Cuántos promontorios han desaparecido por este mecanismo! ¡Cuántos han sido separados de los continentes, formando islas hoy á bastante distancia de la costa á la que estaban unidos! ¡Y cuántos estrechos y canales, por fin, deben su origen á esa poderosísima accion! En las islas estos efectos son más evidentes y notables por razon de estar al descubierto, sin que nada las resguarde de la accion de las olas, mareas y corrientes.

La marea es un movimiento de las aguas todas, si bien más sensible en las del Océano, en virtud del cual durante seis horas avanzan y suben en las costas, y durante otras seis bajan como si fueran á desaparecer. El primer movimiento lleva el nombre de *flujo* y el segundo *reflujo*; llámase *pleamar* el momento en que las aguas están más altas; y *bajamar*, por el contrario, aquel en que se ven más bajas. En general, y aunque las mareas se hallan sujetas á una porcion de causas que pueden modificar su marcha, se calcula que dos mareas continuas duran próximamente veinticuatro horas y minutos; es decir, el tiempo que emplea la Luna en pasar dos veces por el mismo meridiano. La influencia del satélite es mucho más eficaz que la del Sol, por la menor distancia que lo separa de la Tierra, llamándose mareas lunares cuando sólo interviene aquella, y luni-solares cuando ambos astros están en conjuncion, ó sea en línea recta respecto de la Tierra, como demuestran las figuras inferiores del mapa de las fases de la luna. En este caso, multiplícase ó aumenta considerablemente la atraccion ejercida por la Luna con la del Sol, determinando una marea muy fuerte, como sucede en la Luna llena y nueva; por el contrario, en la época de las cuadraturas la accion del Sol, contrarestando hasta cierto punto la lunar, disminuye la marea.

La atraccion que la luna ejerce en un punto cualquiera de la Tierra está en razon inversa del

cuadrado de su distancia; si se tira desde aquella una línea recta que pase por el centro de la tierra (véase en el mapa de las fases de la Luna las dos figuras pequeñas situadas en la parte inferior), esta línea encontrará la superficie de las aguas en dos puntos diametralmente opuestos, Sur y Norte, y uno de estos tendrá la Luna al *zénit* y el otro al *nádir*. Los puntos del mar que tienen la Luna al *zénit*, es decir, los que aquella ilumina perpendicularmente, estarán más próximos á dicho astro, y por lo tanto se hallarán más sometidos á la atracción que el centro del Globo, mientras los puntos diametralmente opuestos, los que tienen la Luna al *nádir*, se encontrarán más léjos y la atracción será menor sobre ellos. En su consecuencia, las aguas situadas directamente bajo la Luna deberán elevarse hácia ella, dilatándose en la superficie del Océano, y las aguas de los antípodas, ménos sujetas á la atracción lunar que el centro del Globo, se quedarán atrás para formar un segundo promontorio en la superficie del mar. De aquí resulta una doble *marea alta* bajo la luna y en el punto opuesto del Globo; y allí donde las aguas no se hallan sometidas á la atracción directa de aquélla, habrá *marea baja*, segun se representa en las figuras citadas. Algunas circunstancias modifican sensiblemente la regularidad en la marcha de las mareas, tales como las grandes desigualdades del fondo del mar, los continentes, la pendiente más ó ménos rápida de las costas que están bajo del agua, la diferente anchura, los canales y estrechos, las corrientes marítimas, y por último los vientos, que aumentan considerablemente la elevación normal de la *pleamar*, ó destruyen el flujo, segun que su dirección sea favorable ó adversa.

Las mareas se verifican en todas las aguas, con la diferencia de ser más enérgicas en los grandes Océanos que en los mares interiores, y en estos más que en los lagos; también se notan infinitamente más en las costas, y en especial en las de los canales, que en alta mar: así es que mientras en la isla de Otaítí sólo sube y baja algunos decímetros, en la costa del canal de la Mancha hay puntos en que llega á 20 y más metros. En los lagos en general, pero muy especialmente en los de Suíza, adviértense ciertos movimientos ondulatorios llamados en aquel país *seiches*, palabra que bien pudiera traducirse entre nosotros por *lagureas*, á imitación de mareas, siquiera no sean en rigor iguales ambos fenómenos, ni las mismas las causas que los determinan. El aparato que sirve para apreciar la importancia de las mareas y demás movimientos del agua del mar, se llama mareógrafo.

Llámase *estuario* el punto por donde el mar, en sus dos movimientos de flujo y reflujó, entra y sale por las sinuosidades de la costa, y principalmente en los ríos. En estos, encontrando las aguas del mar un fuerte obstáculo en las que bajan por su natural corriente, originan una especie de barra ó de ola grande que con su movimiento impetuoso suele producir efectos terribles de destrucción sobre las orillas del río. En América llaman *mascaret* y *pororoca* á la barra, y *espera* á los puntos en que, por razón de la profundidad del río y la gran masa de agua, la marea conserva el mismo nivel y queda tranquila: en el Amazonas llaman Bore á este fenómeno. Las aguas dulces, siendo específicamente más ligeras que las del mar, se sobreponen á éstas, distinguiéndose á veces á muchas millas de la costa por el color blanquecino ó rojizo que indica los materiales que arrastran.

Los franceses aplican el nombre de *Raz de Marée* á diferentes movimientos como tumultuosos del mar, llamados por nuestros marinos *hileró de corrientes*; pero también se designa con este mismo nombre, segun el ilustrado marino y académico de ciencias D. Francisco de Paula Marquez, un oleaje sordo que, sin parecer impelido por el viento, se forma súbitamente, adquiere cierta magnitud y comunica una grande agitación á la mar. Este oleaje suele destruir algunas veces las obras hidráulicas, y arrastra hácia la costa á los buques de vela que por falta de viento no pueden valerse de su aparejo, y hasta desfóndales en los mismos parajes. En el puerto de Pasajes llaman resaca á un movimiento de la mar, resultado de un desnivel brusco y

considerable, ocasionado por grandes olas, que vienen de larga distancia y perturban el equilibrio de las aguas. A este fenómeno lo denominan tambien los franceses *Raz de Marée*, que otras veces aplican al hervidero producido por dos corrientes encontradas, á lo cual llaman en algunas localidades los marineros *Raya de marea*, que hacen á veces sinónimo de *Resaca*.

Ademas del oleaje y las mareas, hay que estudiar en los mares una tercera especie de movimiento, la corriente, debido á los vientos alisios y monzones, á la diferente escala en que se verifica la evaporacion en el Ecuador y en las regiones polares, y á otras causas ménos conocidas, la cual, segun la causa que la determina, se dice constante, periódica ó irregular. La importancia de las corrientes es muy grande, no sólo en sus aplicaciones á la navegacion, por lo que auxilia ó contraría la marcha de los buques, sino tambien para el transporte á grandes distancias de toda clase de materiales, y muy especialmente de los que van adheridos á las grandes masas de hielo que se desprenden de las regiones polares, que constituyen las bancas de nieve. Por último, las corrientes sirven tambien para establecer límites bien determinados á las faunas y floras marítimas; facilitando unas veces, y oponiéndose otras, á la emigracion de los seres, contribuyendo de un modo muy eficaz á modificar en sentido favorable ó adverso, las condiciones climatológicas de las costas y de los países á ellas inmediatos.

Aparato litoral.—La lucha que en la desembocadura de los grandes rios se verifica entre la accion de acarreo de éstos y la del mar ó de los lagos, oponiéndose á la direccion de las corrientes, determina una porcion de efectos que se conocen con el nombre de aparato litoral; representado por el delta, la barra, cordon litoral, etc.

Delta.—Es el depósito formado en la desembocadura misma del rio, cuya forma triangular, parecida á la Δ (delta) griega, explica el nombre que lleva este accidente: derivado del árabe, se llama Alfaque en castellano, como el del Ebro.

Marinos y Lacustres.—El punto donde se forman los alfaques y la naturaleza de los materiales orgánicos que contienen, decidirán la cuestion de si son marinos ó lacustres.

Barra.—Segun el Diccionario de voces geográficas, recibe este nombre una ceja ó banco de arena amontonada á la desembocadura de los rios, llamándose así, porque disminuye el fondo y estrecha ó cierra la entrada y salida de las embarcaciones.

Cordon litoral.—De los materiales que la fuerza de las corrientes lleva al mar, unos siguen la direccion que aquellas les marcan, y depositándose en el fondo, dan origen á formaciones marinas de sedimento; los otros rechazados en la embocadura misma por las aguas saladas, se distribuyen á lo largo de la costa, posándose en las rocas y escollos que sirven como de núcleo, formando primero centros aislados de sedimentacion, á manera de cuentas de rosario, y más tarde, aumentando con los depósitos sucesivos, llegan á juntarse formando una lengua continua de tierra, á la que se da el nombre de cordon litoral.

Lagunazos y marismas.—Así se llaman los espacios de la costa que el cordon litoral cierra, donde se mezclan las aguas dulces con las saladas, desarrollándose en consecuencia una fauna y flora mixta como el medio que las da vida.

Los sedimentos que por el acarreo mismo del rio se forman en aquellos *polders*, como dicen los holandeses, levantan el fondo, y nivelándose con la costa contribuyen á extender los límites del continente. Las regiones más clásicas en Europa para el estudio del aparato litoral, son los Países-Bajos de Holanda, producidos por las aguas del Elba, del Rhin y el Mosela, y Venecia ó los Países-Bajos adriáticos, formados por el Po, el Adige y el Brenta. Fuera de Europa el delta del Nilo es uno de los más antiguamente conocidos y estudiados, no siendo ménos importante el del Ganges en la India, y el del Mississipi en el golfo de Méjico. El eminente geólogo Lyell calcula que este último ha necesitado para formarse nada ménos que cincuenta ó sesenta mil años, dato histórico de trascendencia suma.

La accion de los rios y de los mares determina según acabamos de ver, el constante proteismo de las costas, suministrándoles por un lado los materiales que destruyen y arrancan de otros puntos, y formando en el fondo de los lagos y del mar, y en las costas mismas un terreno nuevo, cuyo estudio puede ilustrar poderosamente al geólogo para llegar al conocimiento de los estratificados, análogos á aquel en su esencia.

Delta negativo.—Se forma cuando las aguas del mar penetran mucho en los rios, determinando una notable accion erosiva en las riberas, la cual aumenta considerablemente acumulándose en el reflujó la fuerza de la corriente del rio y la de la marea, pues en este caso, en vez de depositarse los materiales, son estos acarreados al fondo del mar.

III.—AGUA SÓLIDA

Si el agua sólida es el resultado de su propia congelacion en la superficie del Globo, se llama hielo; y nieve cuando cristaliza en las altas regiones de la atmósfera.

El hielo temporal ó perpétuo produce efectos mecánicos de destruccion, proporcionados á la cantidad acumulada y á la naturaleza de las rocas sobre que actúa. Fúndase esta accion en el aumento considerable de volúmen que adquiere el agua al pasar del estado líquido al sólido; dejándose sentir más directamente estos efectos cuando la trasformacion se verifica en el interior de las rocas; siendo fácil comprender que tan considerable dilatacion ha de producir resultados análogos, siquiera en escala mucho mayor, como sucede en las regiones polares, cuando masas inmensas de agua congelada con carácter permanente actúan sobre el terreno. Durante los calores estivales despréndense de aquellos mares porciones considerables de hielo, que en forma de bancas de nieve son trasportadas por las corrientes oceánicas á distancias á veces fabulosas, y junto con el hielo todo lo que llevan adherido.

Nieves perpétuas.—Pero lo que más excita la atencion del curioso observador es la nieve, y particularmente la que ha recibido el nombre de perpétua, porque, léjos de desaparecer de un año para otro, se conserva de una manera constante y permanente.

Como la condicion para la permanencia de las nieves es que la temperatura media no exceda de 0, resulta que se encuentran á grandes alturas ó en altas latitudes; razon por la cual las estudiaremos primero en las regiones alpinas y luégo en las polares.

Nieves alpinas.—Aunque fundados en el estudio detenido y minucioso de las nieves, los autores, y particularmente Agassiz, admiten tres grandes regiones en las que hermosean los Alpes, llamadas de arriba abajo *campos de nieve*, *neveras* y *glaciares*, distinguiéndolas por medio de caractéres que las deslindan perfectamente: nosotros sólo admitiremos dos, superior la una, inferior la otra, á la region de las lluvias, y la razon en que nos fundamos para ello consiste en que en todos conceptos el contraste es claro y manifiesto. Con efecto, en la region superior á la de las lluvias la nieve se presenta poco compacta ó incoherente, como consecuencia de la rareza del aire y de la fuerte evaporacion que allí sufre la masa de agua: por el contrario, en la region inferior la nieve es dura, compacta y tenaz, pudiendo compararla á una roca formada de granos de agua sólida, cementados por ella misma. Debe la nieve dicha estructura y otros caractéres notables que la distinguen, á la penetracion del agua de lluvia ó al derretimiento de la superficie, la cual vuelve á tomar el estado sólido en el momento en que la temperatura baja á 0.

De este hecho, tan sencillo en apariencia, resulta en gran parte toda la dinámica, si se permite decirlo así, de este agente tan importante en la física actual terrestre; pues el aumento considerable de volúmen que adquiere el agua al congelarse en su interior, determina la

dilatacion en las grandes masas de nieve de los glaciares, las cuales se mueven á impulsos de esta causa, rechazando, por decirlo así, á la superficie los objetos que por cualquiera causa penetraron en su interior, cosa que no sucede en la region alta, donde las piedras y demas materiales se hunden para no aparecer más. No siendo, sin embargo, satisfactoria para todos esta explicacion, debida á los Sres. Charpentier, Agassiz y otros geólogos suizos, ni la inventada por Saussure, que atribuia el movimiento de los glaciares al propio peso de la masa de nieve, se ha pensado por algunos, como Forbes, en que debiera esto atribuirse á una especie de plasticidad y viscosidad de la nieve, parecida á la del mortero, miel ó pez semilíquida. El eminente físico Tyndall, fundado en los experimentos de física que se practican hoy en todos los gabinetes y laboratorios, en los cuales se ve que dos pedazos de hielo, cuando empieza á derretirse, si se comprimen con un aparato cualquiera, se sueldan hasta el punto de formar una sola masa, y que sometida una cantidad de hielo ó nieve á la accion de una prensa hidráulica, toma todas las formas del molde en que se le coloca, aplicando á los glaciares esta propiedad del hielo y de la nieve, que se llama *recongelacion*, y que demuestra lo ya indicado por Forbes, se comprende que, empujado por las nieves de la region superior, obedeciendo á la pendiente que le sirve de base, debe deslizarse dentro de los límites que forman las montañas, amoldándose en cierto modo á las rocas que lo rodean, y venciendo los obstáculos que se oponen al paso, toda vez que bajo la influencia de la enorme presion que experimenta la nieve del glaciar, conserva siempre la propiedad de aglutinar ó reunir en una sola masa todos los fragmentos ó pedazos á que suele reducirse la nieve. Tyndall cree que sin la recongelacion los glaciares se reducirian á polvo, en lo cual no deja de haber, en mi concepto, algo de exageracion ú olvido por lo ménos de los efectos que determina el agua al congelarse en la masa de la nieve. A todas estas causas del movimiento de la nieve en los glaciares, opina Moseley que hay que agregar la dilatacion determinada por los rayos solares, y sin la cual, en su sentir, todos los agentes de progresion de los glaciares indicados por Tyndall, sólo producirian resultados insignificantes.

En mi humilde opinion, ninguna de estas teorías se opone á la de Agassiz y demas geólogos suizos, pues la congelacion del agua en la masa del glaciar es la que determina su plasticidad y esa propiedad mecánica á que se refieren los autores citados.

Caractères de las dos regiones.—Los que distinguen á las regiones ó zonas que admitimos en las nieves perpétuas son: 1.º La posicion superior ó inferior al nivel de las lluvias; 2.º la estructura de la nieve incoherente en la alta, compacta en la baja; 3.º la desaparicion en aquella de los objetos que penetran en su seno, y la reaparicion de los mismos á la superficie, y en puntos más bajos en ésta. El estado que ofrece la nieve en la zona superior es tal, que el viento suele levantar torbellinos de agua en polvo, como las arenas en el desierto; razon por la cual los alemanes llaman á dicha region *firn*, por ser este el ruido particular que en tal caso se produce. Este estado es el más comun, no sólo en las regiones superiores á la lluvia en las zonas templadas, sino tambien en todo el límite de las nieves perpétuas, en la mayor parte de los puntos intertropicales; razon por la cual son escasos ó nulos los efectos de las nieves perpétuas en dichas comarcas, y se dificulta sobremanera la subida á los altos.

Por el contrario, en las regiones templadas, y aún cálidas, y con mucho más motivo en las frias y polares, con la sola diferencia del nivel que ocupan, se encuentran nieves perpétuas con todas las condiciones de verdaderos glaciares, y como es consiguiente, se notan en ellas los efectos de tan eficaz agente en la época actual, y profundas huellas de lo que en mayor escala determinó en períodos anteriores.

La penetracion del agua líquida en el interior de la nieve en las regiones inferiores á la lluvia es tan importante y decisiva, que no sólo explica el movimiento del glaciar y los notables efectos de su dinámica, sino que hasta su existencia depende en gran parte de este hecho. Con efecto,

se comprende, y así lo admiten las personas más entendidas en la materia, que dadas ciertas condiciones topográficas, como valles más ó ménos profundos, de forma circular ó en anfiteatro, de fondo uniforme, resguardados de las grandes ventiscas y una temperatura media que no exceda mucho de 0, si suponemos depositada una cantidad regular de nieve para que ésta pueda convertirse en verdadero glaciar, bastará para ello que reciba con frecuencia el agua de la atmósfera ó la que resulte del propio derretimiento de su masa. Tal es ciertamente el verdadero origen de los glaciares, sin negar por esto que cuando las masas superiores penetran en la region de las lluvias puedan adquirir tambien este carácter.

Ablacion del glaciar.—Aplicase esta expresion á la pérdida que experimentan á la superficie las masas de nieve bajo la accion solar, llegando algunos años hasta varios metros la capa de nieve que se desprende, no siempre proporcionada con la que recibe el glaciar durante el invierno, resultando de estas tres operaciones, á saber: ablacion, cantidad de nieve que cae de la atmósfera, y la lluvia que recibe el glaciar, el movimiento más ó ménos enérgico de avance ó de retroceso.

Estructura de la nieve.—La nieve perpétua ofrece en su estructura todos los términos imaginables, desde el cristalino, que es el que afecta al caer de la atmósfera, pasando por el arenoso, pulverulento y granoso, hasta el de nieve y hielo compacto, debido este último, segun Agassiz, á una segunda cristalización que el agua experimenta al penetrar en la masa de la nieve.

Grietas capilares.—Toda la masa de la nieve en la region inferior aparece surcada en diferentes sentidos por una red de grietas sumamente finas y capilares, que no sólo sirven para dar acceso al agua líquida ántes de congelarse, sino que en sentir de personas muy doctas en la materia, á la interposicion del aire en estas grietas se debe esa singular coloracion entre azul y verdosa que ofrece la nieve del glaciar, tanto más intensa cuanto más inferior es el punto en que se observa. Agassiz atribuye la existencia de las grietas á la presion de la nieve y á los cambios bruscos de temperatura.

Hendiduras del glaciar.—La superficie del glaciar ofrece una estructura más porosa que el fondo, efecto de las burbujas de aire que se escapan á su través, y grandes grietas generalmente transversales á la direccion de aquél, que alcanzan á veces un metro y más de anchura y una profundidad variable, segun la masa que atraviesan, lo cual comunica al glaciar un aspecto curioso, hasta cierto punto comparable, por las ondulaciones que ofrecen los bordes desiguales de las hendiduras, al mar cuando está algo embravecido.

Estas enormes cavidades, constante peligro para el viajero de las regiones alpinas, son resultado natural, entre otras causas, de la diferente escala en que se verifica la dilatacion en los distintos puntos del glaciar, sobre todo cuando el fondo sobre que descansa no es muy uniforme, en cuyo caso los bordes de las grietas suelen afectar formas cónicas agudas, imitando agujas, pirámides, picos, etc., que dan un aspecto extraño y pintoresco á las nieves alpinas.

Muchas otras particularidades ofrece la superficie y el interior del glaciar; pero prescindo de ellas en obsequio á la brevedad.

Coloracion de la nieve.—Cualquiera que sea el color que afecte la nieve, lo que puede asegurarse es un hecho muy notable, sobre todo en la region de los glaciares, á saber: su gran pureza, resultado natural de la reaparicion al exterior de todo lo que en su masa penetra.

En cuanto al color, en tésis general, puede decirse que la nieve es tanto más blanca cuanto más alta es la region en que se examina, y por el contrario, tanto más azulada cuanto más baja. Tambien hace notar el Sr. Martins que al contacto de dos capas de nieve, ésta se hace más compacta é intensa su coloracion, lo cual justifica en parte lo que algunos autores llaman estratificacion.

Nieve roja.—Ocurre á veces que la superficie de ésta, así en las regiones alpinas como en las