

la zona de reaccion química terrestre; al paso que las otras no llegan á dicha profundidad, y de aquí las diferentes cualidades de dichas aguas, entre las cuales la mayor temperatura es la mas aparente. Daremos mas amplios detalles acerca de este asunto, en lugar oportuno, donde se hará ver la influencia poderosa que en todas épocas ha ejercido el agua, así á la superficie, como en el fondo de la tierra.

Temperatura de los lagos.—Respecto á las aguas estancadas ó de los lagos, se observa un hecho muy curioso que podríamos llamar providencial; pues mientras la superficie puede llegar á congelarse, las capas medias y las inferiores ofrecen una temperatura casi constante. El siguiente cuadro confirma este hecho.

Table with 5 columns: OBSERVADORES, LAGOS, Temperatura media al exterior, Temperatura en el fondo, Profundidad en pies. Lists observations from Ginebra, Saussure, and Labeche.

La razon del singular hecho que acabamos de indicar, relativo á la diferente distribucion del calor en las aguas, consiste en que el agua comun no alcanza su máxima densidad al 0 sino al 4°, de donde resulta que cuando la temperatura exterior llega á dichos cuatro grados, haciéndose la capa superficial mas pesada, va al fondo del lago ó recipiente que la contiene; si la temperatura permanece algun tiempo á 4°, todas las capas que sucesivamente ocupan la superficie participan del grado de calor que determina su mayor densidad; buscando, como es consiguiente, el fondo, siquiera colocándose encima de las que anteriormente bajaron. Si establecido ya este equilibrio entre todas las capas líquidas, descendiendo la columna termométrica hasta 0, no pudiendo descender la capa superficial por ser mas ligera, sufre los efectos de la temperatura hasta congelarse; operacion que empieza simultánea ó sucesivamente en diferentes puntos de la superficie líquida, de los cuales parten gran número de irradiaciones de bellos cristales, pertenecientes al sistema romboédrico, hasta que, entrelazándose unas con otras, llegan á constituir una capa que cubre toda la extension del lago, aumentando en espesor en razon directa del descenso de temperatura, llegando hasta algunos decímetros y á mas de un metro de grueso, permaneciendo el resto del agua en estado líquido y á una temperatura bastante uniforme.

En cuanto á la temperatura de las aguas del mar, difiere bastante de lo que acabamos de referir respecto de los lagos, en razon á que la densidad crece en aquella á medida que la temperatura descendiende hasta el límite de la congelacion; no empezando á dilatarse sino desde que adquiere el estado sólido; habiendo observado el célebre físico Despretz que en condiciones ordinarias el agua del mar se congela á -2,5, pudiendo permanecer líquida cuando hay tranquilidad perfecta hasta -3°; el Sr. Sabine, en grandes profundidades, donde la presion es considerable y la calma absoluta, ha en-

contrado temperaturas de -3°,47 en el agua líquida, pudiendo creer en este caso que la congelacion se verificaria á -3°,9.

De lo anteriormente expuesto se deduce que, no solo el procedimiento de congelacion es distinto en las aguas de los mares y en las de los lagos, sino que la distribucion del calor es tambien diferente; pudiendo establecer como tesis general que en todos los mares la temperatura disminuye mas ó menos rápidamente, á partir de la superficie, llegando en algunos puntos hasta la congelacion, como ha observado Edlund en el fondo de las aguas de las costas de Noruega; Carpenter indica varios puntos entre Escocia y las islas Feroe, en que, á partir de 900 metros, la temperatura oscila entre 0°,94,0° y -1°,33; por último, el Sr. Shortland encontró entre Aden y Bombay, á 3,300 metros de profundidad, 0°,83, marcando el termómetro á la superficie de las aguas 23°,8.

Aunque la temperatura de las aguas por regla general sea mas uniforme que la de la atmósfera, nóntanse, sin embargo, en casi todos los mares grandes irregularidades; como se justifica, por ejemplo, el que á latitud igual las aguas del hemisferio Sur son mas frias que las del Norte; á 1,700 metros de profundidad, la temperatura media del Atlántico es de 5°, y en el Pacífico de 3°; segun Coupent Desbois, el descenso de temperatura en relacion con la profundidad es menor á medida que se avanza hácia el polo austral, siendo mas pronunciada en las capas profundas. Varias causas contribuyen á determinar estas irregularidades, debiendo citar entre otras las corrientes, que son cálidas, templadas ó frias, segun su procedencia, como mas adelante se demostrará, influyendo en algunos mares circunstancias propias que explican ciertas anomalías, tales como la que presenta el Mediterráneo, cuyas aguas no ofrecen sino en casos muy excepcionales temperaturas inferiores á 12°, cualquiera que sea la profundidad en que se observe este hecho, relacionado probablemente con la corriente cálida que, partiendo del Atlántico, pasa por el Estrecho de Gibraltar, cuyo fondo se encuentra á mas de 900 metros.

III.—TEMPERATURA DE LAS TIERRAS

La temperatura en la costra sólida del globo oscila á partir de la superficie dentro de ciertos límites, hasta llegar á una capa donde el termómetro no experimenta alteracion alguna; por cuya razon se llama zona de temperatura constante. La profundidad de esta zona es variable por multitud de circunstancias: en Madrid, segun el Sr. Rico Sinovas, se observa entre los 25 y 30 metros de profundidad.

A partir de la zona constante ó fija, se nota un hecho de la mayor trascendencia, que consiste en el aumento gradual y mas ó menos regular del calor, de un grado por cada 30 ó 33 metros. Este hecho, confirmado por multitud de observaciones practicadas principalmente en las minas, en las cavidades naturales ó grutas, y tambien en las aguas artesianas, es de la mayor trascendencia, por reconocer como causa, segun el comun sentir de los geólogos, la existencia en el fondo de la tierra de un inmenso foco de calor, resto de lo que fué en su origen el globo terrestre. Si el aumento gradual es constante, podrá apreciarse el calor del centro del globo teniendo en cuenta la extension del radio terrestre. A pesar de esto y de no tener la costra sólida externa mas allá de unas quince leguas españolas de grueso, el calor propio de la tierra apenas se deja sentir hoy en la superficie; lo cual se explica perfectamente por la mala conductibilidad de las rocas por el calor.

Lineas ó espacios isogeotermos.—Llámanse así á los que en el interior del globo reúnen ó enlazan aquellos puntos cuya temperatura es constante á semejanza de las isotermas al

exterior. Todas las líneas isogeotermas son paralelas, exceptuando las inmediatas á la superficie, por efecto de causas allí existentes que las modifican hasta cierto punto.

En los tiempos históricos, estas líneas representan una figura cerrada, análoga al elipsoide terrestre, siquiera mas pronunciada, como se desprende del resultado de observaciones y cálculos que llevan á 1,425 metros de profundidad en los polos, la isogeoterma 27°,5' que se encuentra, segun Humboldt, en el Ecuador, casi á la superficie.

El fondo del globo, donde se supone con bastante fundamento hallarse flúida su masa, se llama Piroesfera terrestre.

El aumento de temperatura sigue una ley análoga á la que preside la conductibilidad del calor en una barra de metal sometida á elevadas temperaturas por uno de sus extremos. En este caso, como dice Vezián, las distancias al foco de calor crecen en progresion aritmética; mientras los excedentes de calor ó sea el que la barra de hierro comunica á la atmósfera, disminuyen segun progresion geométrica.

El adjunto cuadro y dibujo pondrán en claro esta idea, que deberá quizás modificarse algun tanto, en razon á que la figura terrestre, cuyo foco termal se halla encerrado por su propia costra sólida, no es la de una barra de hierro.

CRECIMIENTO DE LA TEMPERATURA EN EL INTERIOR DEL GLOBO

SEGUN PROGRESION ARITMÉTICA, CUYA RAZON ES 30. SEGUN PROGRESION GEOMÉTRICA, CUYA RAZON ES 1,15

Table with 4 columns: Profundidad en kilómetros, Temperatura correspondiente, Puntos de fusion y de volatilizacion de diferentes sustancias, Temperatura correspondiente, Puntos de fusion y de volatilizacion de diferentes sustancias. Lists substances like Bromo, Agua, Sodio, Azufre, Fósforo, Yodo, Estaño, Bismuto, Plomo, Mercurio, Antimonio, Zinc, Arsénico, Plata, fund.on blanca, Granito, Hierro, manganeso.

NOTA.—Las palabras de cursiva del cuadro anterior denotan el punto de volatilizacion en estas valuaciones aproximadas; las otras el de fusion.

ESCALA DE LAS LÍNEAS ISOGEOTERMAS SEGUN

PROGRESION ARITMÉTICA PROGRESION GEOMÉTRICA

Large empty table grid for the isogeotherm scale.

En los tiempos históricos, siquiera haya de remontarse á muchos mas siglos de lo que se creía, la influencia del calor propio de la tierra sobre la superficie, puede asegurarse que no ha variado, segun se desprende de las observaciones astronómicas y de los datos que suministra la estadística vegetal comparada; pero en tiempos anteriores, la intensidad y distribucion del calor terrestre ha sido muy distinta, segun lo prueba entre otras muchas razones la especial índole de las Faunas y Floras que se han sucedido en la historia de nuestro planeta, ya que los vegetales y animales que las representan forzosamente tenían que adaptarse á las condiciones biológicas de la tierra, entre las cuales no es ciertamente la temperatura la que menor influencia ejerce. Al trazar la historia de los diferentes terrenos equivalentes á las épocas de la historia de nuestro planeta, se verá confirmada esta verdad; en la cual se fundaba tambien el eminente Lecoq para admitir la division cronológica de los climas, en terrestres,

como consecuencia del calor propio de la tierra; *mixtos*, debidos á la accion combinada del calor central y solar, y por último, climas *solares*, que son los actuales, remontando su origen hasta los terrenos terciarios donde principia, por decirlo así, la vida actual; cuyas especiales condiciones son hijas de la exclusiva accion de los rayos del sol, modificada por las causas generales y locales que en lugar oportuno indicamos.

Segun el Dr. Vezián, los fenómenos cuyo asiento, si no la causa única, reside en el interior del globo, son:

1.º Eruptivos (plutonismo y volcanismo), consistentes en la aparicion al exterior, al través de las grietas terrestres, de la materia piroférica en estado pastoso ígneo.

2.º Hidrotermales (geiseres, macalubas, fuentes termales, filones metalíferos, etc.), que se manifiestan ó son resultado de la accion del agua á temperaturas mas ó menos elevadas y á grandes presiones.

3.º Metamórficos, ó sean cambios que las corrientes eruptivas é hidrotermales imprimen á las rocas que encuentran á su paso.

4.º Sísmicos, representados por oscilaciones bruscas y pasajeras del suelo, ó lo que en otros términos se llaman terremotos.

A estos cuatro grupos de fenómenos, debidos al estado del interior del globo, creo debiera agregarse un quinto, con la denominacion de oscilaciones lentas de los continentes, siendo la movilidad general de la costra terrestre una de las pruebas que, asociada al aumento de calor, segun acaba de indicarse, la forma y densidad de la tierra y los fenómenos eruptivos, llevan al ánimo el convencimiento de la existencia en el interior del globo de un inmenso foco de calor que constituye lo que se llama la pirofera terrestre, resto de lo que en su origen hubo de ser toda la masa del globo.

Entrar ahora á discutir y quilatar el valor de las diferentes teorías para darse razon del verdadero origen de este calor y de la distribucion que en la historia terrestre ha tenido, y de otros puntos relacionados con el calor propio del globo, seria apartarnos demasiado de nuestro propósito; debiendo por consiguiente limitarnos á exponer los hechos mas culminantes que con dicho agente se relacionan, como el efecto á la causa. De estos hechos geológicos ó terrestres, los que de un modo mas inmediato y á nuestro alcance pueden demostrar la verdad de todo cuanto acabamos de exponer, son los que genéricamente hablando reciben el nombre de

*Volcanismo*: ingeniosa y atinada frase de Humboldt, que representa la reaccion del interior ígneo de todo planeta y de consiguiente de la tierra, y de los satélites, como por ejemplo la Luna, contra su exterior, mas ó menos consolidado.

El volcanismo se da á conocer por una serie de manifestaciones mas ó menos enérgicas y casi siempre enlazadas unas con otras; de las cuales unas se caracterizan por la aparicion al exterior de materiales subterráneos; y las otras por movimientos ó sacudidas rápidas y pasajeras como los terremotos, ó lentas y paulatinas, y son las oscilaciones de los continentes. Estas manifestaciones de la actividad terrestre han debido experimentarse en toda la larga serie de edades que caracterizan la historia del globo desde que empezó á formarse la costra sólida; dejando indeleblemente impresas las huellas de esta accion en la superficie, tanto con la salida de materiales del interior cuanto en los violentos ó suaves movimientos terrestres; formando todo ello una serie no interrumpida de sucesos importantes que empieza con la formacion del primer granito eruptivo, continuó en los levantamientos y dislocaciones terrestres, en el metamorfismo de las rocas, en la formacion de minerales nuevos, etc., y sigue aun

hoy actuando con la aparicion de la lava y demás materiales eruptivos, con la frecuente repeticion de terremotos y oscilaciones lentas de los continentes, fenómenos que solo dejarán de existir el día, por fortuna aun muy remoto, en que se agote ese inmenso foco de calor, del que depende en gran parte la actividad, por algunos llamada vida terrestre.

Los geólogos, no obstante la continuidad de la serie de estas actividades terrestres, la dividen en dos grupos, llamando al primero plutonismo, y al segundo volcanismo; del cual nos vamos ahora á ocupar para que nos sirva de introduccion natural al estudio de lo que ocurrió en otros tiempos, ya que el agente fué el mismo que actúa hoy.

Las manifestaciones del volcanismo unas veces se dan á conocer, como queda ya indicado, por la aparicion de materiales del interior; y otras por movimientos bruscos (terremotos), ó lentos (oscilaciones de los continentes); ahora bien, como en tésis general, las aberturas que comunicando con el interior de la tierra dan ó facilitan la salida al exterior de materiales en diferentes estados, se llaman Volcanes, y á la salida mas ó menos impetuosa de dichos materiales, se la designa con el nombre de Erupcion, de aquí el tener que ocuparnos en primer término de Volcanes y de Erupciones.

*Volcan*.—Es una abertura terrestre por donde salen ó aparecieron en los momentos de paroxismo en las erupciones, materiales gaseosos, líquidos y sólidos, del interior de la tierra.

Con frecuencia la acumulacion de materiales alrededor de la boca de salida, produce amontonamientos generalmente cónicos, truncada la cima por una cavidad tambien cónica, pero inversa, que se llama cráter. Tampoco es raro el que preceda á esta acumulacion de materiales alrededor del cráter, el levantamiento del terreno, sea ó no volcánico, á través del cual aparecen dichos materiales.

Las figuras números 6 y 7, que representan la primera la Somma antes de la erupcion del Vesubio, y la segunda este volcan despues de la erupcion del año 79 de nuestra era, en que aparece un cono rodeado del circo que constituye la Somma, separado por un valle casi circular, que es á lo que los italianos llaman el Atrio del Caballo, justifican estos dos hechos, ya que, segun he visto, allí hay levantamiento y acumulacion de materiales en torno del cráter.

*Partes de todo volcan*.—Así constituido el monte cónico truncado que se llama Volcan, debe considerarse en él, 1.º el foco donde se hallan, digámoslo así, concentradas las fuerzas volcánicas y los materiales que arrojan al exterior durante las erupciones; 2.º la chimenea ó sea conducto mas ó menos tortuoso que establece la comunicacion entre el foco y el cráter, cavidad en forma de embudo, estrecha hácia abajo y mas ancha hácia arriba, constituyendo los bordes del mismo.

Los habitantes de Canarias llaman caldera al cráter.

Con bastante frecuencia los volcanes presentan mas de un cráter; como sucedia en el Vesubio que tenia dos, y el Etna tres, cuando los visité en 1852, y sin embargo, el Vesubio en tiempos anteriores no tenia mas que uno. El Cotopaxi, que puede considerarse como tipo de cono volcánico, solo parece poseer un cráter. Merced á la incesante accion de los agentes terrestres, el número de cráteres es tan variable en los volcanes como su forma y demás accidentes, pudiendo considerarse como la imágen fiel del proteísmo terrestre.

*Clasificacion de los Volcanes*.—Segun los materiales que arrojan ó han arrojado en otros tiempos, llámense traquíuticos, basálticos, lávicos, cenagosos ó macalubas, y geiseres; segun su estado en los tiempos históricos se denominan ac-

tivos, apagados, y mixtos ó azufrales (solfatara en italiano); regulares ó intermitentes, é irregulares, segun los períodos que median entre una y otra erupcion. Por regla general, cuanto mayor altura alcanza un volcan tanto mas largo es el intervalo que separa una erupcion de otra; como se observa en el Pichincha, Cotopaxi, y Antisana en América, cuyas erupciones pueden llamarse seculares por el espacio de tiempo que media de una á otra; mientras el de Stromboli, y el de la Boca del Diablo, en el lago de Nicaragua, cuya altitud

no excede de 700 metros, se hallan en erupcion casi continua, no excediendo los intervalos de una á otra de media hora, segun observé en Stromboli en 1852 y 53.

Llámanse tambien submarinos los que han surgido del interior del mar; otros insulares como el ya citado de Stromboli, el de la isla de Barren en el golfo de Bengala y todos los grupos volcánicos del Pacífico, Atlántico y demás mares. Los hay litorales, como el Vesubio en la costa de Nápoles, el Etna en Sicilia, el Hecla en Islandia, inmediato á la costa

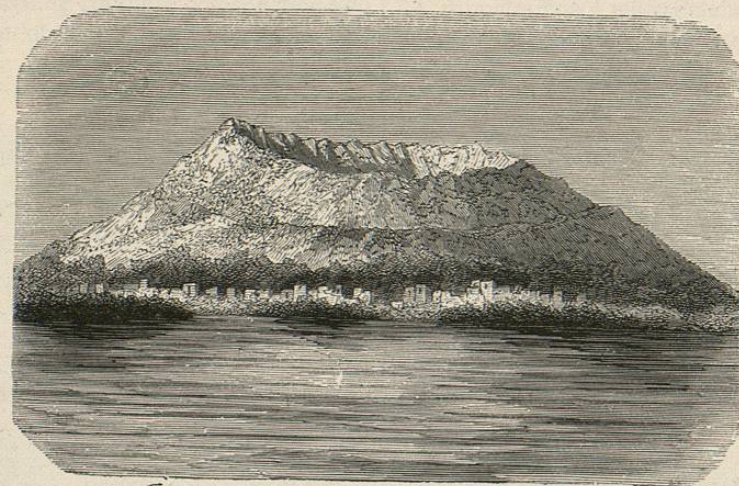


Fig. 6.—La Somma antes del primer siglo

meridional de dicha isla, y muchos otros en todas las costas de los continentes. Los hay tambien, aunque no tan comunes, esencialmente continentales, como se observan en las

Montañas Celestes ó de Tianthchan, donde figuran los montes volcánicos llamados Pechant y Tourfant. En el interior de la China existen tambien volcanes esencialmente conti-

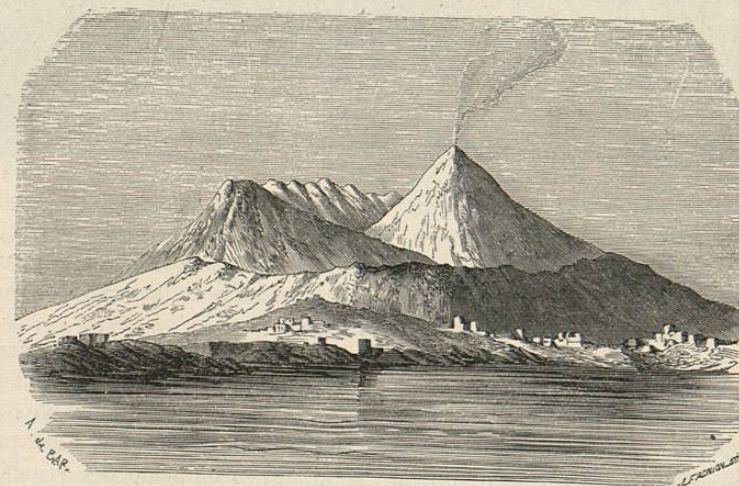


Fig. 7.—El Vesubio despues de la erupcion del año 79

nentes, por la distancia que les separa del mar mas próximo. Por último, preséntanse los volcanes unas veces aislados, otras agrupados, y tambien alineados. La analogía de distribucion de los volcanes y las montañas es de la mayor importancia, por cuanto parece indicar ser estas y aquellos resultado de una misma causa; ó sea la actividad del interior de la tierra. Despues de estas consideraciones generales, conviene que digamos algo acerca de las erupciones, por cuya palabra se entiende el variado conjunto de fenómenos, que un volcan en accion ofrece al estudio y admiracion del que tiene la fortuna de presenciar estas operaciones terrestres, á las que los italianos, con esa viveza de ingenio y elegancia de estilo que los distingue, caracterizan con gran pre-

cision, llamándolas *il bello horrido*, y tienen razon; porque una erupcion vista de cerca tiene tanto de espantable y horrible, como de sublime y encantador; constituyendo uno de de estos hechos naturales que es menester haber visto para saber lo que son.

*Mecanismo de las erupciones*.—Anúncianse estas en general por ciertos fenómenos que pueden llamarse precursores; siquiera no haya ninguno que anuncie con tanta certidumbre una erupcion próxima, que podamos asegurar que va esta á verificarse, por haberla precedido el fenómeno siempre precursor. Figuran entre estos los terremotos, casi siempre locales ó circunscritos á la comarca en que va á verificarse la erupcion; aunque algunas veces lleguen á ser gene-