

que una proporción de gas ácido carbónico sumamente escasa, y sin influencia deletérea en las organizaciones del mundo actual. Por entonces también, abundantes emisiones vaporosas de ácido sulfúrico ocasionaron la destrucción de las innumerables especies de moluscos y de peces que poblaban las aguas del antiguo mundo, y formaron las capas de yeso entorneadas en todas direcciones y sometidas por aquel tiempo, sin duda ninguna, á frecuentes sacudidas.

Causas físicas análogas hacen salir del seno de la tierra, aun en nuestros días, gases, líquidos, fango é hirviendo lava; pudiendo ser considerados los cráteres de erupción de esta última como una especie de manantiales intermitentes.

Todas estas materias deben su temperatura y su constitución química á los mismos parajes de donde surgen. El calor medio de las fuentes es inferior al de la atmósfera cuando sus aguas descienden de las alturas; y ya hemos indicado la ley numérica de la progresión con que aumenta el calor cuanto mas profundas son las capas que las aguas atraviesan. Las que provienen de lo alto de las montañas pueden mezclarse con las del interior de la tierra, de donde resulta que la temperatura de las fuentes no siempre indica con exactitud la situación de las líneas *isogeotermas* (líneas de igual temperatura internas de la tierra), como notamos mas de una vez mis compañeros de viaje y yo en el Asia septentrional. La temperatura de las fuentes, cuestion tan debatida de medio siglo á esta parte por los físicos, depende, como el límite de las nieves perpetuas, de causas sumamente complejas y numerosas, y se halla en relación con la temperatura de la capa terrestre de donde brota el manantial, con el calor específico del suelo, y, últimamente, con la cantidad y la temperatura de las aguas lluvias, temperatura que difiere esencialmente de la que tienen las capas inferiores de la atmósfera.

Para que los manantiales frios puedan darnos exactamente la temperatura media, es preciso que se hallen puros de toda mezcla con las aguas que bajan de las alturas ó con las que suben de capas muy profundas, y que recorran asimismo un largo trayecto subterráneo á la profundidad constante de 46 á 68 piés en nuestros climas, y de poco mas de un pié en las regiones equinocciales, según ha observado Boussingault.

En efecto, la temperatura no comienza á ser constante en aquellos diversos climas y regiones, sino cuando se llega á capas que se encuentran á las profundidades indicadas; ó en otros términos; á las capas en que dejan de ser perceptibles las variaciones horarias, diurnas y aun mensuales de la atmósfera.

Hállanse fuentes termales en terrenos de toda especie; y aun puede asegurarse que los manantiales permanentes de mayor calor se han

encontrado lejos de los volcanes. Voy á citar dos ejemplos que contienen mis diarios de viaje, y son las *Aguas calientes de las Trincheras* en la América del Sur, entre Porto Cabello y Nueva Valencia, y las *Aguas de Comangillas*, cerca de Guanajuato, en la república de México. Las primeras salian del granito y tenían 90°, 5; las segundas salian del basalto y marcaban 96° 4. Por lo que ya sabemos de aumento del calórico en el interior de la tierra, las capas en donde estas aguas adquieren una temperatura tan elevada deben estar situadas á una profundidad de 7896 piés.

Si el calor interno de las tierras es la causa general que produce los manantiales calientes, las rocas que estos atraviesan no pueden modificar su temperatura sino en virtud de su permeabilidad ó de su capacidad para el calórico. Los mas calientes de todos los manantiales permanentes, aquellos cuya temperatura es de 95° ó de 97°, son también los mas puros y los menos cargados de materias minerales en disolución, pero su calor es menos constante que el de los manantiales comprendidos entre 50° ó 74°. La invariabilidad de estos, bajo el punto de vista de la temperatura y de la composición química, se ha conservado de una manera muy notable, al menos en Europa, cincuenta ó sesenta años ha, precisamente el tiempo que hace que nuestras medidas termométricas y nuestros análisis permiten probarlo. Boussingault ha encontrado en las termas de las Trincheras, una variación de cerca de 7° en veinte y tres años; su temperatura ha subido de 90°, 5 á 97° desde mi viaje, que fué en 1800, hasta el de Boussingault en 1823. Este manantial, cuyas aguas corren con la mayor regularidad, tiene, pues, actualmente cerca de 7° mas de calor que los manantiales intermitentes de Geysir y de Strokr recientemente observados con cuidado extremo por Krug de Nidda. La súbita aparición del Jorullo, nuevo volcan cuya existencia era desconocida antes de mi viaje á América, ha demostrado cómo pueden provenir los manantiales de agua caliente de las aguas pluviales que descienden al interior de la tierra para reaparecer mas lejos, despues de haber estado en contacto con un foco volcánico. Cuando en Setiembre de 1759, se elevó de repente el Jorullo á 1841 piés sobre el nivel de las llanuras que le rodean, dos pequeños rios, llamados Cuitimiba y de San Pedro, desaparecieron á la par: algun tiempo despues violentas sacudidas les abrieron salida, y reaparecieron bajo la forma de fuentes termales. En 1805 medi su temperatura, y era de 63° 8.

Es cierto que las fuentes de la Grecia corren actualmente en los mismos lugares en que corrían en los tiempos helénicos. El manantial de Erasinios, situado á dos horas al Sur de Argos, en la vertiente del Chaon, ha sido citado por Herodoto. En Delfos se ve todavía la Cas-

sotis (ahora la fuente de San Nicolás,) que sale de la tierra al Sur de Lesché, y cruza el templo de Apolo: la Castalia sigue corriendo al pie del Parnaso, y la del Pyrene cerca de la Acrocortina, las termas de Edepsó, á donde Sila se bañó durante la guerra de Mitridates, existen todavía en la Eubea. Cito con gusto estos detalles, porque muestran que á pesar de los violentos temblores de tierra que agitan con tanta frecuencia aquel pais, las capas interiores de la tierra han conservado, lo menos desde hace dos mil años, su forma primitiva, y hasta las pequeñas fisuras por donde vierten sus aguas estos manantiales. La *Fuente saltadora* de Lillers, departamento del paso de Calais, fué barrenada hácia el año de 1126; desde esa época ha corrido sin interrupción á la misma altura y con la misma abundancia. Por último, el hábil geógrafo de las costas de Caramania, el capitán Beaufort, ha visto brillar, cerca del antiguo Paselis, las llamas volcánicas que Plinio haba descritos como llamas vomitadas por la *Quimera* de Lycia.

Al hacer notar Arago, desde 1821, que cuanto mas profundos eran los pozos artesianos, mas elevada temperatura tenían sus aguas, ha esclarecido singularmente la teoría de las fuentes termales, porque esta observación abre nueva vía á las investigaciones que tienen por objeto fijar la ley del decrecimiento del calor interno del globo. En estos últimos tiempos se ha reconocido que San Patricio, obispo de Pertusa, se habia formado una idea muy exacta de estos fenómenos hácia el fin del siglo III, al examinar los manantiales de agua caliente de Cartago. Le preguntaron que cuál podia ser la causa de que aquellas aguas saliesen hirviendo de la tierra, á lo cual contestó: "Que no solamente las nubes contenían fuego, pues que también se le encontraba en las entrañas de la tierra, como lo demostraban el Etna y otra montaña de las cercanías de Nápoles. Las aguas subterráneas suben por una especie de sifones; las que corren lejos del fuego interior y aparecen frias; las que menan cerca de este fuego son calientes, y aparecen en la superficie de la tierra que habitamos con un calor insoportable."

Supuesto que los temblores de la tierra vienen por lo comun acompañados de emisión de agua y de vapores, podemos considerar las *salsas*, ó pequeños volcanes de lodo, como el punto de transición de las emisiones gaseosas y fuentes termales á las temibles erupciones de los montes ignívosos. En efecto, si esos manantiales de materias fundidas, que comprendemos bajo el nombre de volcanes, dan nacimiento á las rocas volcánicas, por su parte las fuentes termales, cuyas aguas están cargadas de ácido carbónico y de gas sulfuroso, producen por vía de depósito, de una manera lenta, pero continua, capas de travertino horizontalmente sobrepuestas, ó bien forman montículos cónicos,

como en la Argelia, por ejemplo, y en los baños de Caxamarca sobre la vertiente occidental de las Cordilleras peruanas. Carlos Darwin ha hallado restos de una vegetación primitiva en el travertino de la tierra de Van-Diemen cerca de Hobart-Town; y ya hemos, citado, con el objeto de indicar los dos extremos de las formaciones geológicas, dos especies de rocas, la lava y el travertino, cuya producción se continúa aún á nuestra vista.

Las *salsas* ó volcanes de lodo, merecen, en mi concepto, mayor atención que la que hasta ahora han solido prestarles los geólogos. El haber desconocido la importancia y magnitud de este fenómeno, depende de que hasta ahora no se ha considerado mas que la última de las dos fases que presenta, es decir, el periodo de calma en que las *salsas* persisten durante siglos enteros. La aparición de las *salsas* va acompañada de temblores de tierra, de truenos subterráneos, del solevantamiento de estensas comarcas y de emisiones de llamas que se elevan á grande altura, si bien son de corta duración. Cuando en 27 de Noviembre de 1827 se formó la *salsa* de Jokmali, en la Península de Abcheron, al Oriente de Bakou, (mar Caspio), las llamas subieron á una altura desmesurada, y duró el fenómeno tres horas. En las veinte siguientes, apenas subieron las llamas cuatro piés por encima del cráter de erupción del lodo. La columna de llamas se elevó tanto cerca del pueblecito de Haklichí, al O. de Bakou, que se la distinguía á distancia de 10 á 12 leguas. Enormes moles de piedra, arrancadas sin duda á grandes profundidades, fueron lanzadas á distancias muy considerables. En las cercanías de la *salsa* del monte Xibio, ya hoy apagada, cerca de Sassuolo en la Italia septentrional, se ven todavía enormes moles de aquella especie. La *salsa* siciliana de Girgento (Macalubi), cuya descripción nos dejaron los antiguos, se mantiene, de quince siglos á esta parte, en el segundo periodo de su actividad, y la componen diferentes montículos cónicos, dispuestos por hileras de tan varia forma como altura, siendo esta última de 7, 11 y á las veces hasta de 108 piés. De la cuenca superior, muy pequeña y llena de agua, manan torrentes de fango arcilloso acompañados de evaporaciones periódicas de gas. Lo mas comun es que el lodo salga frio; pero hay parajes en que sale caliente, como en Damak, por ejemplo, provincia de Samarang en la isla de Java. Las erupciones gaseiformes acompañadas de explosión son también de naturaleza muy variable, y se ha encontrado en ellos el hidrógeno mezclado con vapores de nafta, de gas ácido carbónico y aun azoe casi puro. La existencia de este último gas ha sido comprobada por Parrot en la península de Taman, y por sí mismo en los volcancitos de Turbaco (América del Sur.)

La aparición de los volcanes fangosos ofrece

siempre cierto carácter de violencia, si bien no pueden quizás citarse dos fenómenos de este género que la presenten en igual grado; tras esta primera erupción acompañada de llamas, ofrecen al observador la imagen de una actividad interior del globo terrestre, débil á la verdad, pero continua, y que va siempre ganando terreno. Pronto llega á cortarse la comunicacion con las capas profundas en donde reina una temperatura elevadísima, y vienen las erupciones de lodo frio á demostrarnos que en esta segunda fase no tiene quizás el fenómeno su asiento á mucha distancia de la superficie.

La reaccion de lo interior del globo contra su corteza exterior se manifiesta con muy diverso poder en los volcanes propiamente dichos, esto es, en aquellos puntos donde existe comunicacion, ya sea permanente, ya periódica, con un foco situado á gran profundidad. Conviene sobremanera no confundir todos los efectos volcánicos mas ó menos pronunciados, tales como los temblores de tierra, los manantiales de agua caliente ó de vapores; los volcanes de lodo; la ereccion de montañas de trachito en forma de cúpula ó campana, pero sin escavacion; la formacion de una abertura en la cima de estas montañas ó la de un cráter de solevantamiento en los terrenos basálticos; y la aparicion final de un volcan permanente en estos mismos cráteres, ó en medio de las ruinas de su armazon primitiva. En épocas diferentes, y segun sus diversos grados de actividad ó de fuerza, los volcanes permanentes emiten vapores acuosos ó ácidos, escorias inflamadas, y cuando vencen toda resistencia, estrechas corrientes de lava fundida bajo la forma de prolongados arroyos de fuego.

Con no menor energia, si bien de una manera mas local, se ha mostrado tambien la reaccion de lo interior de nuestro planeta en el solevantamiento de porciones aisladas de la corteza terrestre cansado por los vapores elásticos, y que aparece bajo la forma de contorneadas cúpulas de trachito feldespático y de dolerita, como en Puy de Dôme y el Chimborazo; ó en el rompimiento de las capas á consecuencia de la presion de abajo arriba, y en la sucesiva elevacion de las mismas, de tal suerte que producen una escarpadura interior, dando así lugar á que se forme el recinto de un cráter de solevantamiento. Este cráter presenta el aspecto de una isla volcánica, cuando el fenómeno de que hablamos se efectúa en el fondo del mar, cosa que no suele ser muy comun.

Así se ha formado el circo de Nisyros en el mar Egéo, y el de Palma, descrito con notable erudicion por Leopoldo de Buch. A las veces sucede que se destruye la mitad del recinto, y el mar produce en él escavaciones donde establece sus celdillas la familia de los corales. Los cráteres de solevantamiento están por lo comun llenos de agua aunque se hallen situados en lo

interior de los continentes, en cuyo caso presentan los paisajes un carácter particular y un aspecto sumamente pintoresco. Su formacion es independiente de la naturaleza de los terrenos: lo mismo aparecen en el basalto que en el trachiyto, en el pórfido leucítico (Somma), ó en las mezclas de augita y de labrador semejantes á la dolerita; y de aquí el que ofrezcan los bordos de los cráteres tan grande variedad de aspectos. «Estos recintos no presentan señales ningunas de erupcion; en ellos no hay abierta comunicacion permanente con un foco subterráneo, y es muy raro hallar vestigios, ni en lo interior ni en las cercanias de estos cráteres, de una actividad volcánica todavia ecsistente. Las fuerzas que producen tan considerables efectos, han debido permanecer acumuladas por largo espacio en lo interior del globo, antes de poder vencer la resistencia opuesta por la presion de la masa superior, y de haber, por ejemplo, elevado nuevas islas sobre el nivel del mar, rompiendo rocas de testura granulada y conglomerados [capas de toba que contienen plantas marinas]. Los vapores fuertemente comprimidos se escapan por estos cráteres; pero la enorme masa así solevantada vuelve á caer, y cierra luego al instante la abertura momentáneamente abierta por aquel violento esfuerzo, de suerte que no llega á formarse un volcan.

Los volcanes propiamente dichos no existen sino en aquellos parajes donde hay comunicacion permanente de lo interior del globo con la atmósfera. En tal caso, la reaccion de lo interior contra la superficie procede por largos periodos, pudiendo estar interrumpida siglos enteros y reproducirse luego con nueva energia, como antiguamente acaeció con el Vesubio (Fisiove). Por los tiempos de Neron se inclinaban ya en Roma á colocar al Etna entre los volcanes que poco á poco se apagaban; y mas adelante afirmó Eliano que su cima se iba aplanando, porque los navegantes no la divisaban ya desde tan lejos como en otro tiempo.

Cuando subsisten los vestigios de la primera erupcion, y se conserva intacta la armazon primitiva, entonces el volcan se eleva desde el centro de un cráter de solevantamiento; y el cono de erupcion se halla rodeado de una muralla circular de rocas cuyo asiento ha sido fuertemente empujado hacia arriba. A las veces casi no se encuentra vestigio ningun del recinto que formaba primitivamente esta especie de circo, y en tales casos se eleva inmediatamente por encima de la meseta, á la manera de prolongada cumbre, un volcan que no siempre conserva la forma circular: de ello nos ofrece ejemplo el Pichincha, á cuyo pié se alza la ciudad de Quito.

A la manera que la naturaleza de las rocas, es decir, la mezcla ó reunion de las especies minerales simples que forman el granito, el gneiss y el miscaschisto, ó el trachiyto, el basalto y la

dolerita, no depende en manera ninguna de nuestros climas actuales, y permanece idéntica en todas las latitudes, así tambien vemos que por do quiera presiden las mismas leyes al orden de superposicion de las capas que componen la corteza terrestre, á sus mútuas penetraciones y á los efectos de su solevantamiento. Cabalmente en el aspecto de los volcanes es donde mas nos sorprende esta identidad general de forma y de estructura. Cuando alejándose de su patria llega el navegante bajo otro cielo, en donde estrellas desconocidas reemplazan á las constelaciones que ver solia, encuentra en las islas de apartados mares, palmeras, arbustos nuevos para él, y las estrañas formas de una flora ecsótica; empero la naturaleza orgánica le ofrece siempre sitios que le traen á la memoria las redondeadas cúpulas de las montañas de Auvernia, los cráteres de solevantamiento de las Canarias ó de las Azores, el Vesubio y las fisuras eruptivas de Islandia.

Basta dirigir una mirada al satélite de nuestro planeta, para comprender que nos es lícito generalizar esta analogia de que hablamos. Los mapas de la luna, dibujados con el auxilio de medianos telescopios, nos muestran la superficie de este astro sembrada de vastos cráteres de solevantamiento rodeados de eminencias cónicas ó encerrados en los recintos circulares que las mismas forman. Y ¿quién no ve aquí los efectos de una reaccion de lo interior del globo lunar contra las capas exteriores, reaccion eminentemente favorecida por la escasa pesantez que reina en la superficie de nuestro satélite?

Aunque con sobrada razon se da á los volcanes en muchas lenguas el nombre de montañas ignivomas, no por ello debemos deducir que estas montañas se hayan formado siempre por la incansante acumulacion de corrientes de lava; antes bien, generalmente hablando, su formacion parece resultado de un solevantamiento repentino de las reblandecidas masas de trachiyto, ó de augita mezclada con labrador. Por la altura del volcan podemos valuar la fuerza que le ha producido. Hay tanta variedad en esta altura, que ciertos cráteres tienen apenas las dimensiones de una simple colina; (el volcan de Cosima, por ejemplo, que es una de las Kuriles japonesas), al paso que en otros parages se ven conos hasta de 21554 piés de elevacion (mas de una legua). En mi concepto, la frecuencia de las erupciones depende en gran parte de la mayor ó menor altura de los volcanes, y aun me ha parecido que su actividad se halla en razon inversa de la misma altura. En prueba de ello, fijemos por un momento la consideracion en la siguiente serie: el Stromboli (2357 piés); de la provincia de Quirós, truena casi todos los dias; el Guacamayo, y yo le he oido no pocas veces desde las inmediaciones de Quito, á distancia de mas de 28 leguas; el Vesubio (4258 piés); el Etna (11890 piés); el pico de Te-

nerife (13518 piés); el Cotopaxi (20859 piés). De hallarse situados á la misma profundidad los focos de todos estos volcanes, es evidente que la fuerza necesaria para elevar hasta sus respectivas cumbres los torrentes de lava fundida, tiene que crecer en proporcion á sus alturas; y no debe, pues, sorprendernos que el mas bajo de todos, el Stromboli (*Strongyle*), se halle en plena actividad desde el tiempo de Homero, y sirva aún de faro á nuestros navegantes, al paso que volcanes seis ú ocho veces mas altos parecen condenados á largos intervalos de inaccion. Tales son, en su mayor parte, los colosos que coronan las cordilleras, cuyas erupciones no se repiten apenas mas que una vez en cada siglo.

Esta ley de que hablo, notada por mi hace mucho tiempo, padece á la verdad algunas escepciones; pero creo que pueden resolverse todas las dificultades admitiendo que no en todos los volcanes es siempre igualmente libre y continua la comunicacion del cráter con el foco volcánico interno; cuanto mas que pudiendo obliterarse por cierto espacio de tiempo el canal de comunicacion de un volcan poco elevado, se concibe fácilmente que se aminoren en tal caso sus erupciones, sin que de aquí se deduzca su próxima estincion.

Las precedentes consideraciones acerca de la relacion que ecsiste entre las alturas absolutas de los volcanes y la frecuencia de sus erupciones, nos conducen naturalmente al ecsamen de las causas que determinan el derrame de la lava en tal ó cual punto de una montaña volcánica. Raras veces se efectúa la erupcion por el cráter mismo, antes bien sale casi siempre la lava por aberturas laterales situadas hácia aquellos puntos en que menos resistencia ofrecen las paredes de la montaña: observacion ya hecha en el Etna, desde el siglo XVI, por un jóven que andando el tiempo llegó á ser el celebre historiador Bembo. No es raro que en estas fisuras laterales se formen conos de erupcion, que han sido, cuando grandes, considerados como nuevos volcanes, por mas que su direccion comun con la de la fisura que se cierra demuestra precisamente lo contrario. Los conos menos elevados toman una forma redondeada semejante á la de las campanas ó las colmenas, y se hallan reunidos por grupos en grandes estensiones de terreno. Tales son los hornitos de Jorullo, los conos que surgieron de los costados del Vesubio durante la erupcion de Octubre de 1822, los del volcan de Awatcha, segun el testimonio de Postels, y los del Lavenfeld junto á los montes Baidares en el Kamtschatka, segun Ermann.

En vez de estar libres y aislados en medio de las llanuras, los volcanes pueden hallarse rodeados de una meseta elevada hasta unos 16000 ó 15000 piés, como sucede á los de la doble cadena de los Andes de Quito. Acaso baste esta circunstancia para explicar los fenómenos par-

ticulares de aquellos volcanes que nunca vomitan lava, aun en medio de formidables erupciones de escorias incandescentes, y de esplosiones que se oyen á mas de cien leguas. Tales son los volcanes de Popayan, los de la meseta de los Pastos, y los de los Andes de Quito, salvo el volcan de Antisana, única escepcion quizás que hay que hacer entre estos últimos.

La fisonomía particular de cada volcan la constituyen: en primer lugar, la altura del cono de la ceniza; y en segundo lugar, la forma y la magnitud de su cráter. Empero estos dos elementos principales para la configuración general de las montañas ignívolas, el cono y el cráter, no dependen en manera ninguna de las dimensiones de la misma montaña. Así, por ejemplo, la altura del cono del Vesubio es como $\frac{1}{10}$ de la de toda la montaña, al paso que en el Pico de Tenerife aquella altura es solo como $\frac{1}{100}$ de la total, no obstante que la elevacion del pico supera en tres, tantos á la del Vesubio. Bajo este punto de vista, el Rucu-Pichincha, volcan mucho mayor que el de Tenerife, se asemeja al del Vesubio. Entre todos los volcanes que he visto en uno y otro hemisferio, ninguno tiene el cono mas regular ni mas pintoresco que el Cotopaxi. El súbito deshielo de las nieves que le coronan anuncia la proximidad de la erupcion; y antes de subir el humo al aire enrarecido que se respira en la cima y en la abertura del cráter, las paredes del cono se tornan incandescentes y brillan con rojizo resplandor, en tanto que la montaña aparece como una inmensa mole negra de siniestro aspecto.

El cráter de los volcanes, situado casi siempre en la cima de la montaña, forma un profundo valle semejante á un cono truncado, cuyo fondo es, por lo comun, accesible á pesar de sus continuas variaciones, y aun puede decirse que la mayor ó menor profundidad del cráter es un indicio que permite juzgar si es ó no reciente la última erupcion. En aquel valle se abren y se cierran alternativamente prolongadas grietas por las cuales se escapa el humo á torrentes, ó bien pequeñas escavaciones circulares llenas de materias fundidas. El fondo se hincha ó se hunde, y se elevan en él montecillos de escoria y conos de erupcion que surgen á las veces por encima de los bordes del cráter, cambiando así el aspecto de la montaña por espacio de dos años enteros; mas á la erupcion siguiente se hunden estos conos y desaparecen de todo punto.

No deben por lo tanto confundirse, como ha acontecido con harta frecuencia, las aberturas de estos conos de erupcion con el cráter mismo que las contiene. Cuando este último es inaccesible por ser muy profundo y escarpado, cual sucede al Rucu-Pichincha [17424 piés.] podemos por lo menos colocarnos sobre el borde, y considerar la cúspide del cono que se eleva desde el fondo del valle interior, rodeada de

vapores sulfurosos. ¡Magnífico espectáculo! De mí se decir que nunca jamas se me ha presentado la naturaleza bajo mas grandioso aspecto que en los bordes del cráter de Pichincha.

En el intervalo de una á otra erupcion puede acontecer que el volcan no produzca fenómeno ninguno luminoso, y si solo vapores de agua caliente que se escapan por las grietas, no siendo extraño encontrar en el área recalentada del cráter, montecillos de escoria á los cuales podemos acercarnos sin peligro. En este último caso le es dado al viajero geólogo entregarse sin temor al placer de contemplar el espectáculo de una erupcion en miniatura: masas de inflamada escoria, lanzadas sin cesar por estos volcancitos, vuelven á caer sobre las laderas de los montecillos, y cada esplosion viene regularmente anunciada por un temblor de tierra local. Algunas veces sale la lava de las grietas ó de los pozos que se forman en el mismo cráter, pero nunca llega á romper sus paredes ni á salir por encima de los bordes. Si, no obstante, se efectúa una ruptura en las laderas de la montaña, la lava sale entonces por ella, y la corriente ignea sigue en este caso, una direccion tal, que el fondo del cráter propiamente dicho no deja de ser accesible en la época de estas erupciones parciales.

Para dar una idea exacta de semejantes fenómenos, tan desfigurados de ordinario por narraciones fantásticas, hemos tenido que insistir en la descripción de la forma y de la estructura normal de las montañas ignívolas, cuidando sobre todo de fijar el sentido de las palabras *cráteres*, *volcanes*, *conos de erupcion*, cuya vaguedad y diversas escepciones han introducido tanta confusion en esta parte de la ciencia.

Los bordes del cráter se hallan menos expuestos á variar de lo que á primera vista pudiera creerse, pues está demostrado, por la comparacion de las medidas de Saussure con las mías, que en el espacio de cuarenta y nueve años (de 1775 á 1822.) el borde del Vesubio situado hácia el N. O. (Roca del Palo), ha conservado la misma altura sobre el nivel del mar, á lo menos en el límite de los errores de la observacion.

Los volcanes que se elevan por encima del límite de las nieves perpetuas, como sucede á los de la cadena de los Andes, presentan fenómenos especiales. Las moles de nieve que los cubren se derriten de súbito durante las erupciones, y producen inundaciones temibles, torrentes que arrastran tras si revueltas moles de hielo y de humeante escoria. En el periodo de reposo del volcan, las nieves ejercen tambien una accion continua por sus incessantes infiltraciones en las rocas de trachyto. Las cavernas que hay en las laderas ó en la base de la montaña, se trasforman poco á poco en charcas ó depósitos subterráneos que se comunican por estrechos canales con los riachuelos alpestres de la

meseta de Quito. Los peces de estos riachuelos van á desovar con preferencia en las tenebrosas cavernas; y por eso cuando las sacudidas que preceden siempre á las erupciones de las Cordilleras conmueven la masa total del volcan, entreabiertas súbitamente las bóvedas subterráneas, vomitan á la par agua, peces y fango atobado. A este singularísimo fenómeno deben los habitantes de los llanos de Quito el conocimiento del pececillo *Pimelodes Cyclopus*, á que ellos llaman *Preñadilla*. En la noche del 19 al 20 de Junio de 1698, se hundió de improviso la cima del monte Carguairazo (21354 piés de altura) á escepcion de dos enormes pilares, últimos restos del antiguo cráter, dejando estéril una estension de seis leguas cuadradas, y toda ella cubierta de toba desleida y de limo arcilloso, (*lodazales*) cuajado de peces muertos. Las calenturas perniciosas que se declararon siete años despues en la ciudad de Ibarra, al N. de Quito, fueron atribuidas á la putrefaccion de una infinidad de peces muertos que habia lanzado el volcan de Imbararu.

Como el fango y las aguas no salen del mismo cráter, sino de las cavernas que existen en la masa trachytica de la montaña, su aparicion no es un fenómeno volcánico en el sentido estricto de la palabra, y solo se liga de una manera indirecta á la erupcion del volcan.

Otro tanto podria decirse del singularísimo fenómeno volcánico que en otro lugar he descrito bajo el nombre de *tempestad volcánica*. Durante la erupcion salen del cráter vapores acuosos en extremo calientes, se elevan en la atmósfera á no pocos miles de piés, y forman al enfriarse una espesa nube en derredor de la columna de humo y de ceniza. Su repentina condensacion, y, segun Gay-Lussac, la formacion de una nube de aecha superficie, aumentan la tension eléctrica: del seno de la columna de ceniza salen relámpagos serpenteando, y se distingue perfectamente el retumbar del trueno y el estallido del rayo en medio del estruendo que se arma en lo interior del volcan. Tales fueron efectivamente en los últimos dias de Octubre de 1822, los fenómenos que pusieron término á la erupcion del Vesubio. Olafsen asegura que el 17 de Octubre de 1735 durante la erupcion del Katlagia (Islandia), estalló un rayo en el seno de estas nubes volcánicas, y mató dos hombres y once caballos.

Quedaría incompleto este cuadro general de los fenómenos volcánicos, si nos limitásemos, como hasta ahora, á describir la actividad dinámica y la estructura de los volcanes y por lo tanto restanos dirigir una ojeada sobre la inmensa variedad de sus productos materiales.

Las fuerzas subterráneas destruyen las antiguas combinaciones de los elementos para formar con ellos otras nuevas, ejerciendo su accion sobre la materia liquefacta por el calor, tan largo tiempo como lo permite el estado de

fluidéz ó de disgregacion de la misma materia. Las materias líquidas ó simplemente reblandecidas, se solidifican en virtud de una presion mas ó menos considerable; y esta diferencia de presion parece ser la causa principal de la diferencia que existe entre las rocas *plutónicas* y las rocas *volcánicas*. El nombre de *lara* se aplica á las materias fundidas que en prolongadas corrientes salen de un orificio volcánico. Cuando varias de estas corrientes se encuentran y son detenidas por algun obstáculo, se ensanchan, llenan grandes depósitos, y se solidifican en ellos formando capas sobrepuestas. He ahí todo lo que en general puede decirse de la especie de actividad volcánica de que se trata.

Comunmente son lanzados al exterior con una cubierta de origen igneo varios fragmentos de rocas pertenecientes á los terrenos que los volcanes atraviesan. Así es, que yo he visto fragmentos angulares de sienita feldespática contenidos en la lava negra del volcan mexicano de Jorullo, la cual se compone principalmente de augita. En el Vesubio se encuentran masas de dolomia y de piedra calcárea granulada que contienen magníficos grupos de minerales cristalizados (vesubianas y granates cubiertos de meionita, de nefalina y de sodalita); pero estas masas no han sido lanzadas por el Vesubio, antes bien pertenecen á varias capas de tobas, formacion muy estendida y mas antigua que el sollevamiento del Somma ó del Vesubio, producida probablemente por la accion de un volcan submarino, cuyo foco debió hallarse situado á muy grande profundidad.

Entre los productos de los volcanes que actualmente existen, se hallan cinco metales; conviene á saber: hierro, cobre, plomo, arsénico y selenio, descubierto este último por Stromeyer en el cráter de Volcano. Los vapores de las humerolas contienen sublimaciones de cloruros de hierro, de cobre, de plomo y de amoniaco. Grandes cantidades de hierro especular y principalmente de sal marina, llenan las cavidades de los regueros de lava reciente, y entapizan las fisuras que se forman en las paredes del cráter.

La composicion mineralógica de la lava varia segun la naturaleza de las rocas cristalinas que componen el volcan, segun la altura del punto en que se efectúa la erupcion ya sea al pié de la montaña, ya mas cerca del cráter, y por último, segun el calor mas ó menos fuerte que reine en lo interior. En algunos volcanes faltan completamente varios productos vitrificados, como la absidiana, la perlita y la piedra pomez; en otros, estas rocas provienen del cráter, ó de puntos situados interiormente á corta profundidad. El estudio de estas relaciones, importantes, pero complejas, exige la mas escrupulosa esactitud en las análisis químicas ó cristalográficas. Gustavo Rose, compañero mio de viaje en Siberia, y posteriormente Hermann Ha-