

los espantosos terremotos que muy lejos hácia el Oeste dislocaron, desde el mes de Mayo del mismo año hasta el mes de Junio de 1813, primero las Antillas, luego las llanuras del Ohio y del Misisipí y últimamente las opuestas playas de Venezuela ó de Caracas. Treinta dias despues de la destruccion completa de la hermosa ciudad que era la capital del país, entró en erupcion el volcan San Vicente, situado en una de las islas próximas á la playa, que desde hacia mucho tiempo estaba en reposo. El 30 Abril de 1811, se dejó oír tambien un ruido subterráneo en la América meridional, llevando el terror por una extension de 6,400 leguas cuadradas. Los indios que viven sobre las márgenes del Rio Apur, en su confluencia con el Rio Nula, como los últimos habitantes de las costas de Venezuela, comparan este ruido á una violenta detonacion. Ahora bien, desde la confluencia del Nula y del Apur, cuya corriente he descendido para entrar en el Orinoco, hay en línea recta 260 leguas. Un estruendo como este, que seguramente no se propagó por el aire, debió reconocer una causa subterránea y profunda. A penas si fue mas intenso el ruido en las costas del mar de las Antillas que en el interior del país, en la cuenca del Apur y del Orinoco.

Seria ocioso acumular mas ejemplos. Me limitaré, á fin de recordar un fenómeno que tiene para Europa mayor importancia histórica, á insistir sobre el célebre terremoto de Lisboa. En el momento de sentirse la conmocion no solo se agitaron violentamente el mar que baña las costas de Suecia y los lagos de Suiza, sino que hasta en las Antillas orientales, en las playes de la Martinica, de Antigua y de la Barbada, llegó súbitamente el nivel del mar á $6\frac{1}{2}$ metros de altura en sitios donde no pasaba antes de 75 centímetros. Prueban estos fenómenos que las fuerzas subterráneas se manifiestan de dos modos, que obran dinámicamente en los temblores de tierra por la tension y dislocamiento, ó

químicamente en el corazon de las montañas volcánicas, por la produccion y trasformacion de las sustancias. Muestran tambien, que estas fuerzas no brotan de la corteza terrestre para hacerse sentir solo en la superficie del suelo, sino que arrancan de las entrañas del globo y obran simultaneamente, á través de las grietas y filones que les dan paso libre, sobre los puntos mas distantes de la superficie terrestre.

Cuanta mayor variedad hay en la estructura de los volcanes, es decir de los levantamientos que rodean al canal porque fluyen las masas en fusion de dentro afuera, mas importa formarse clara idea de tal estructura con medidas exactas. El interés de observaciones semejantes que han sido en otro continente asunto particular de mis investigaciones, aumenta mas aun por el hecho de que la extension que ha de medirse, cambia en muchos puntos. Rodeado por fenómenos variables, el observador que se consagra al estudio de la filosofia de la naturaleza, trata sin cesar de enlazar el presente al pasado.

Para sorprender el periódico retorno de los fenómenos que cambian el aspecto de la naturaleza ó penetrar las leyes que presiden á estas variaciones progresivas, son precisos algunos puntos fijos, algunas observaciones exactas, que arrancando de épocas ciertas, puedan suministrar base para comparaciones numéricas. Solo con haber fijado de mil en mil años la temperatura media de la atmósfera y la de la tierra en las diversas latitudes, ó la elevacion media del barómetro en la superficie del Oceano, sabriamos hoy en qué proporcion se han calentado ó enfriado los climas, y si la altura de la atmósfera ha sufrido alteracion. No menos necesario sería el hallar términos de comparacion para la inclinacion y declinacion de la aguja imantada, como para la intensidad de las fuerzas electro-magnéticas, sobre las cuales, sin salir de la Academia de Berlin, dos físicos eminen-

tes, MM. Seebeck (1) y Erman (2), han hecho luminosos estudios. Si las corporaciones científicas tienen á honor seguir con perseverancia todos los cambios capaces de influir en la economía del mundo, que han podido efectuarse en la temperatura, la presión de la atmósfera, la dirección é intensidad de las fuerzas magnéticas, deber es también del geólogo viajero, que trata de conocer las desigualdades de la superficie terrestre, el tomar en cuenta las variaciones que se han producido en la altura de los volcanes. Desde mi regreso á Europa, y en diferentes épocas, he repetido sobre el Vesubio las observaciones que antes habia hecho en las montañas de Méjico, en el volcan Toluca, en el Popocatepetl, en el Cofre de Perote ó Nauhcampatepetl, en el Jorullo y en los Andes de Quito, en el Pichincha. Cuando no son posibles medidas completas, trigonométricas ó barométricas, cabe suplirlas con ángulos de altura tomados aisladamente sobre puntos bien determinados. Muchas veces estos ángulos medidos en diversas épocas y comparados entre sí, son preferibles, siquiera tengan exactitud menos rigurosa, en tanto que evitan las dificultades de operaciones mas complicadas.

En 1773, época en que Saussure midió el Vesubio,

(1) Seebeck (Juan-Tomás), uno de los físicos mas ilustres de Alemania, nació en Reval en 1779, y dejó unido su nombre al descubrimiento de los fenómenos termo-eléctricos.

(2) Dos físicos alemanes, padre é hijo, Pablo y Jorge Adolfo, tienen el apellido de Erman. Pablo Erman, nació en Berlín en 1764 y murió en 1815, ocupándose mucho del galvanismo. Jorge-Adolfo Erman, nació en 1806, y emprendió á su costa un viaje al rededor del mundo, con el fin de hacer observaciones magnéticas en distintos puntos del globo. Segun estas observaciones estableció Gauss su teoría del magnetismo terrestre. El *Viaje al rededor de la tierra á través del Asia setentrional y los dos Océanos*, de Jorge-Adolfo Erman, apareció en alemán de 1833 á 1842, en 5-vol. Los *Anales* de Poggendorf, y otras publicaciones científicas, contienen las observaciones astronómicas y los trabajos sobre física de este autor.

los dos bordes del cráter, al Noroeste y al Sudeste le parecieron de igual elevacion, esto es, 1,187 metros ambos sobre el nivel del mar. La erupcion de 1794, determinó hácia el Sur un hundimiento de que resultó una desigualdad en los bordes del cráter, visible aun á gran distancia y para el ojo menos ejercitado. Leopoldo de Buch, Gay-Lussac y yo, medimos tres veces el Vesubio en 1805, y hallamos que el borde setentrional, la Rocca del Palo, colocada frente á la Somma, llegaba exactamente á la cifra que le asigna Saussure, pero que el borde meridional estaba 146 metros mas bajo que en 1773. La altura total del volcan cerca de la Torre del Greco, es decir, por la parte á donde parece dirigirse desde hace 30 años la acción del fuego, habia disminuido $\frac{1}{8}$ en esta época. El cono de cenizas está con la altura total de la montaña: en el Vesubio, en la relacion de 1 á 3; en el Pichincha, en la de 1 á 13; en el Pico de Tenerife, en la de 1 á 22. De estos tres volcanes es el Vesubio por tanto el que tiene el cono de cenizas relativamente mas elevado, sin duda porque en razon de su poca altura obra principalmente por la cúspide.

Tuve la suerte en 1822, no solo de repetir en el Vesubio mis primeras operaciones barométricas, sino tambien de emprender, en una triple ascension, una medicion mas completa de todos los bordes del cráter (1). Merece este trabajo algun interés, proque abraza el largo período de las grandes erupciones de 1805 á 1822, y segun mis noticias no se ha publicado hasta hoy sobre ningun otro volcan un cuadro de operaciones cuyas partes todas puedan ser comparadas entre sí. Pruébese con él que donde quiera los bordes de los cráteres son menos variables de lo que habian hecho suponer observaciones demasiado ligeras; digo donde quiera y no solamente en los volcanes cuyos bordes

(1) Véase el *Apéndice* que sigue á este capítulo.

están visiblemente compuestos de traquita, como en el pico de Tenerife y en todas las montañas volcánicas de los Andes. Según mis últimas mediciones casi puede afirmarse que el borde que termina al Noroeste el cráter del Vesubio, no ha sufrido absolutamente depresión alguna desde Saussure, es decir, en 49 años, y que hacia el Sudeste, el borde que hace frente á Bosche Tre Case y que tenía 130 metros en 1794, apenas ha perdido 20 desde tal época.

Si los periódicos, al describir las grandes erupciones del Vesubio, han hablado tantas veces de un cambio total producido en la forma del volcan, y aun las vistas pintorescas dibujadas en Nápoles parecen confirmar tal aserto, proviene el error de que se han confundido los contornos del cráter con los de los conos de erupción que actualmente se abren en medio del cráter en los bordes de la boca ignívoma, levantados por la fuerza de los vapores. Uno de estos conos de erupción, formado por un conglomerado poco compacto de rapili y escorias, se elevó insensiblemente sobre el borde Sudeste del cráter en los años 1816, 1817 y 1818. La erupción de febrero de 1822 le dió tal aumento, que llegó á adelantarse 30 metros sobre la extremidad del Nordeste, ó sea la Rocca del Palo. En la última erupción, este cono, que se tenía costumbre en Nápoles de considerar como el verdadero pico del Vesubio, se hundió con horrible estruendo en la noche del 22 de octubre, de tal suerte que el suelo del cráter que desde 1811 era completamente llano, está hoy 244 metros mas bajo que el borde setentrional y aun es 65 metros inferior al borde meridional. La estructura variable y la situación relativa de los conos de erupción, cuyas aberturas no se ha de confundir, como se ha hecho con frecuencia, con el cráter del volcan, han dado al Vesubio en diferentes épocas una fisonomía característica. Y es esto tan cierto, que el geólogo que quisiera escribir la historia de este volcan, podría, viendo los paisa-

ges de Hackert (1) en el palacio Portici, reconocer, atendiendo á los contornos del vértice, según que el borde setentrional de la montaña es superior ó inferior á la parte opuesta, el momento en que el artista hizo el dibujo de sus cuadros.

En la noche del 23 al 24 de octubre, que siguió al día en que se hundió el cono de escorias, de 130 metros de altura, cuando ya habían corrido arroyos de lava poco considerables pero muy numerosos, empezó la erupción de cenizas inflamadas y rapili. Aunque no cesó durante doce días, no tuvo con todo la violencia de los cuatro primeros. En este tiempo, fueron tan fuertes las detonaciones en el interior del volcan, que por el solo efecto de las vibraciones del aire, porque de temblor de tierra no hubo huella siquiera, se grietearon los techos de las salas en el palacio Portici. En los pueblos inmediatos, Resina, Torre del Greco, Torre dell'Annunziata y Bosche Tre Case, se presenció un fenómeno singular. Estaba la atmósfera completamente llena de cenizas, y hacia el medio día quedó toda la comarca sumida en la oscuridad mas profunda. Andábase por las calles con linternas como pasa muchas veces en Quito al producirse las erupciones del Pichincha. Jamás hubo deserción tan general de los habitantes. Menos temen hoy las corrientes de lava que las erupciones de cenizas. Nunca en los tiempos modernos se había producido este fenómeno con violencia semejante, y la oscura tradición que vela la destrucción de Herculano, Pompeya y Estabia, puebla aun las imaginaciones de fantasmas horribles.

El vapor de agua hirviente que durante la erupción

(1) Hackert (Felipe), pintor alemán, nació en Prenzlau, en Prusia, en 1737, y murió en 1807. Se distinguió como paisagista sobre todo; son muy estimadas sus vistas de Italia. Tuvo por hermanos á Carlos Luis, Juan Teófilo, Guillermo y Jorge Abraham, que fueron también pintores ó grabadores de mérito.

despidió el volcan y se esparció por la atmósfera, formó al enfriarse una espesa nuhe en derredor de la columna de cenizas y fuego, de 2,924 metros de altura. La condensacion repentina de estos vapores y, segun Gay-Lussac, la formacion misma de la nube, aumentaron la tension eléctrica. De la columna de cenizas salian relámpagos que irradiaban hácia todas partes, y se distinguía claramente el ruido del trueno en medio del que se producía en el interior de la montaña. En ninguna otra erupcion habia originado tan señalados efectos el juego de las fuerzas eléctricas.

En la mañana del 26 de octubre corrió la singular noticia de que un torrente de agua hirviente brotaba del cráter y caía sobre el cono de cenizas. El sabio Monticelli, infatigable observador del Vesubio, reconoció pronto que se debía tal rumor á una ilusion óptica. No era otra cosa el supuesto torrente sino una enorme masa de cenizas secas que á la manera de las arenas movedizas, se escapaban por una grieta abierta en el borde mas alto del cráter. La explosion del Vesubio habia sido precedida de una sequía que habia esterilizado los campos; en el momento de acabar la erupcion rompieron las nubes por efecto de la tempestad volcánica que acabo de describir, y descargaron una lluvia de muy larga duracion, á pesar de su excesiva violencia. Este fenómeno señala bajo todas las zonas el término de la erupcion. Como durante toda ella, permanece de ordinario el cono de cenizas oculto entre nubes, y como ademas es el punto en torno del cual son mas fuertes los aguaceros, vénse correr por todas partes torrentes de lodo. El labriego aterrado, toma estas materias por agua que sube del interior del volcan para caer por el cráter. El geólogo, víctima á la vez de una falsa apariencia, cree ver allí el agua de mar ó las materias volcánicas conocidas con el nombre de erupciones de lodo, ó finalmente y segun el tecnicismo sistemá-

tico de los antiguos escritores franceses, los productos de una liquefaccion ígneo-acuosa.

Cuando las cúspides de los volcanes traspasan el término de las nieves, que es el caso mas frecuente en la cadena de los Andes, y aun se elevan, como sucede á veces, á una altura doble de la del Etna, el hundimiento y fusion de las nieves hacen á estas inundaciones mas copiosas y devastadoras. Son fenómenos relacionados meteorológicamente con las erupciones volcánicas; modificanlos de modo muy diverso la altura de la montaña, los contornos de la cima siempre nevada, y el calor que se comunica á las paredes del cono de cenizas; no deben, sin embargo, ser mirados como fenómenos volcánicos, hablando con propiedad. Existen de ordinario grandes cavidades en la pendiente ó al pie de los volcanes que encierran lagos subterráneos en comunicacion por diversos canales con los torrentes alpinos. Cuando los terremotos, que preceden en las cadenas de los Andes á todas las erupciones ígneas, dislocan profundamente la masa volcánica, fluyen violentamente de estos receptáculos torrentes de agua con peces y toba arcillosa. Da testimonio de este fenómeno singular el Siluro de los Cíclopes (*Pimelodes Cyclopum*), que llaman los naturales de Quito *Preñadillas*, y que describí á poco de volver á Europa. Cuando en la noche del 19 al 20 de junio de 1698, entró en erupcion la cúspide del Carguairazo, situada al Norte del Chimborazo y de 5,847 metros de altura, se cubrieron todos los campos del contorno en una extension de 6 leguas cuadradas de lodo y de peces. Las fiebres malignas que siete años antes se habian declarado en la ciudad de Ibarra, han sido atribuidas á una erupcion parecida de peces, arrojados por el volcan Imbaburu.

Menciono estos hechos porque ilustran algo la diferencia que existe entre la erupcion de cenizas secas y los terrosos de toba y de trass, cuya masa lleva consigo made-

ras, carbon y conchas. La cantidad de cenizas que vomitó el Vesubio en la última explosión ha sido muy exagerada por los periódicos, como pasa con todo lo relativo á los volcanes y á los grandes fenómenos naturales que por su índole aterran la imaginación. Dos químicos napolitanos, Vincenzo Pepe y Giuseppe di Nobili, se obstinaron en suponer, á pesar de las negaciones de Monticelli y de Covelli, que contenian las cenizas partículas de oro y plata. Las investigaciones que he practicado, me llevan á afirmar que la capa de cenizas formada en 12 dias por la parte de Bosche Tre Case no tenia en la pendiente del cono donde aparecia mezclada con rapili, sino 1 metro de espesor y solo de 41 á 49 centímetros en la llanura. No deben tomarse medidas de esta especie en los sitios donde la ceniza, como la arena ó la nieve, puede haberse acumulado por acción del viento, formando pasta por el agua. Pasó ya el tiempo en que á la manera de los antiguos, sólo se buscaba el lado maravilloso de los fenómenos volcánicos, haciendo, como Ctesias (1), volar las cenizas del Etna hasta por cima de la península de la India. Es cierto que una parte de los filones de oro y plata descubiertos en Méjico yacen en un pórfido traquítico; pero un eminente químico, M. Enrique Rose, que analizó á ruego mio cenizas que yo traje del Vesubio, no pudo descubrir en ellas vestigio alguno de plata ó de oro.

Por insignificante que sea la relacion que hay entre estos resultados, conformes por otra parte con las observaciones precisas de Monticelli, y los que se han hecho saber al público, no deja por eso de ser el espectáculo que presentó el Vesubio desde el 24 al 28 de octubre, el fenómeno mas

(1) Ctesias, médico é historiador griego, natural de Cnida, residió en Persia 17 años, á contar desde el 416 próximamente antes de J. C., y escribió una *Historia de la Persia y de la India*, de que solo quedan fragmentos.

memorable de que hay relacion positiva, desde la muerte de Plinio el viejo. La cantidad de cenizas amontonadas en 1822, ha sido acaso triple que todas las arrojadas de igual modo desde que en Italia se observan con cuidado los fenómenos volcánicos. A primera vista una capa de 41 á 49 centímetros parece insignificante en comparacion con la masa que cubre hoy á Pompeya; pero, sin hablar de los torrentes de lluvia y de los terreros que desde hace siglos han podido acrecer esta masa; sin renovar las vivas disputas que ha motivado acá y allá de los Alpes la indagación de las causas de la destrucción de las ciudades de la Campania, bueno es recordar que no se puede en manera alguna comparar bajo el respecto de la intensidad, erupciones volcánicas separadas por largos períodos. Todas las conclusiones fundadas en la analogía son insuficientes, cuando se refieren á relaciones de cantidad, á masas de lava y de cenizas, á la altura de las columnas de vapor y á la violencia de las detonaciones.

Segun la descripción geográfica de Strabon y un juicio de Vitruvio (1) sobre el origen volcánico de la piedra pómez, se reconoce que hasta el año en que murió Vespasiano (79), es decir, hasta la erupción que sepultó á Pompeya, se parecia mas el Vesubio á un volcan apagado que á un azufreal ó solfatara. Si se admite que tras un largo reposo abrieron las fuerzas subterráneas nuevos caminos y comenzaron á romper las rocas primitivas y las capas de traquita, debieron producirse efectos de que no pueden seguramente dar medida los que tuvieron despues lugar. La célebre carta en que Plinio el jóven cuenta á Tácito la muerte de su tío, muestra claramente que el Vesubio, al despertar de su

(1) Vitruvio (*M. Vitruvius Pollio*), célebre arquitecto de la antigüedad, nació en Verona ó en Formies, floreció en el primer siglo antes de J. C. y vivió hasta la edad de 116 á 126 años. Queda de él un tratado de *Arquitectura* dedicado al emperador Augusto.

sueño, señaló con una erupción de cenizas su vuelta á la vida volcánica, su resurrección podría decirse. Esto es lo que se notó también en el Jorullo, cuando en el mes de setiembre de 1759 y rompiendo masas de sienita y de traquita, surgió este volcan del medio de la llanura. Huían los habitantes del campo al ver los tejados de sus chozas cubiertos de las cenizas que la tierra entreabierta vomitaba por todas partes. En el curso ordinario de las erupciones periódicas, indican por el contrario las lluvias de cenizas el término de la explosión. La carta de Plinio contiene también una prueba manifiesta de que desde el principio las cenizas secas que caían de lo alto de la atmósfera sin que las moviesen los vientos, llegaron á tener una altura de 1 metro y 30, á 1 metro y 60 centímetros. «El patio, dice Plinio, que conducía al cuarto en que mi tío dormía la siesta, estaba tan lleno de cenizas y piedra pómez, que de haberse retrasado algo, no hubiera encontrado salida.» En el recinto de un patio cerrado, el efecto del viento en la acumulación de las cenizas no puede haber sido muy considerable.

He interrumpido el exámen comparado de los volcanes, apuntando observaciones particulares del Vesubio, en razón al interés que excitó la erupción última, y porque no era posible hablar de una lluvia grande de cenizas sin tener que referirse casi involuntariamente al suelo clásico de Herculano y Pompeya. Dejo para consignarlos en forma de apéndice al fin de este capítulo, todos los elementos de las medidas barométricas que tuve ocasión de tomar en 1822 en el Vesubio y en los Campos Flegraneos.

Hasta aquí hemos considerado la forma y los efectos de los volcanes puestos mediante un cráter en comunicación constante con el interior del globo. Los vértices de estos volcanes son masas de traquita y lava levantadas por el empuje de los vapores y cruzadas por filones en todos sentidos. Cabe, atendida la permanencia de sus efectos, representar-

se la complejidad de su estructura. Tienen, por decirlo así, un carácter individual que subsiste durante largos períodos. Estas montañas, aun estando inmediatas unas á otras, dan las mas veces productos completamente diversos; lavas de leucita y feldespató, obsidiana mezclada con piedra pómez, masas basálticas con partículas de olivina. Rompen ordinariamente todas las capas sedimentadas y pertenecen á los fenómenos terrestres mas recientes; sus erupciones y corrientes de lava tienen un origen posterior al de nuestros valles. La vida de estos volcanes, si puedo servirme de esta expresión figurada, depende del modo y del tiempo que dura su comunicación con el interior de la tierra. Muchas veces se mantienen en reposo durante siglos, luego se animan de repente y acaban por exhalar como los azufrales vapores acuosos, gases y ácidos. Algunas veces, sin embargo, como se ha observado en el pico de Tenerife, se ha convertido ya su cúspide en un laboratorio de azufre sublimado, cuando aun fluyen torrentes de lava de los flancos de la montaña. Semejantes al basalto en la parte inferior, toman estas lavas mas arriba en el sitio en que es menor la presión, aspecto de obsidiana y piedra pómez (1).

A mas de estas montañas de cráter permanente, existe otra especie de fenómenos volcánicos, menos observados, pero mas instructivos para la geología particularmente, y que nos retrotraen al mundo primitivo, es decir, á las primeras revoluciones que han agitado á nuestro globo. Montañas de traquita se abren de repente, derraman lava y cenizas, y se cierran de nuevo, quizá para siempre; ejemplo, el poderoso volcan de Antisana en la cadena de los Andes, y el monte Epomeo en la isla de Ischia en 1302. Algunas

(1) Véase respecto del pico de Tenerife, á Leopoldo de Buch, *Descripción física de las islas Canarias* (p. 167 de la traducción francesa), y una Memoria del mismo autor inserta en las *Abhandlungen der Königl. Akademie zu Berlin*, 1820-21 (p. 99).