

través del estrecho, se restablece el equilibrio: por una parte, el agua más densa del Mediterráneo pasa al Atlántico por la corriente inferior, y por otra la reemplaza con cierto exceso la corriente superior predominante.

Resta saber cómo se explica el doctor Carpenter la uniformidad de temperatura de las capas mediterráneas más allá de las 100 brazas de profundidad (1), y la diferencia que por tal concepto media entre la columna de agua considerada en este mar al Este del estrecho y la que se toma al Oeste y á la misma latitud en el Atlántico. Hemos visto ya que las bajas temperaturas de la capa inferior del Océano proceden de la corriente polar. Pues bien; la barrera que opone el suelo elevado del estrecho á la invasión de dicha corriente es muy bastante para impedir que se enfríen las aguas del Mediterráneo. El agua que lleva la corriente superior reemplaza á la que corre en sentido inverso sin alterar casi nada su temperatura. Si sucede que la capa superficial se enfría en invierno, entonces se torna más densa, se hunde, y poco á poco va adquiriendo toda la masa esa temperatura media uniforme, que es la de invierno de la región.

El doctor Carpenter deduce de estas consideraciones las condiciones térmicas generales que deben regir en los mares interiores, y cuya exactitud ha comprobado discutiendo las observaciones de temperatura del mar Negro, del Rojo y del de Joló, comprendido entre el mar de la China y el de las Célebes. Véase cómo formula él mismo estas condiciones:

“La temperatura del fondo en un mar interior profundo depende de una de estas dos condiciones: 1.º, la temperatura media en invierno ó temperatura *isoquimal* de la superficie; 2.º, la temperatura del agua más fría que desde el Océano inmediato puede penetrar en este mar. Si las comunicaciones del mar interior con el Océano son bastante poco profundas para que el agua recibida no tenga jamás una temperatura inferior á la isoquimal que le es propia, esta última será entonces la temperatura uniforme de toda la masa situada debajo de la capa superior variable; pero si las comunicaciones son lo suficientemente profundas para dar paso á una capa más fría del Océano, el agua del fondo del mar interior adquirirá la temperatura de esta capa de agua oceánica.”

Terminaremos aquí lo referente á la temperatura de los mares. Las observaciones precisas son relativamente poco numerosas, lo cual se explica fácilmente por las dificultades de toda clase con que tropiezan las exploraciones que tienen un objeto puramente científico, como son imperfección de los aparatos é incertidumbre de sus indicaciones, duración de los sondeos en serie, etc.; sin embargo, por las que hemos descrito y por las consecuencias que de ellas pueden deducirse para la circulación oceánica y el estudio de las corrientes marinas, superficiales ó profundas, se ha podido ver desde luego lo interesantes que son las exploraciones encaminadas á obtener la medida exacta de estas temperaturas. Además, muy pronto tendremos ocasión de ver la influencia que las corrientes oceánicas ejercen en la temperatura del aire y por consiguiente en los climas.

Este encadenamiento tan complejo de las condiciones meteorológicas de todo género es lo que constituye el principal atractivo de la ciencia á la vez que su mayor dificultad.

(1) En una Memoria publicada en 1870, el doctor citado cree poder atribuir esta uniformidad á la influencia subyacente de la costra cálida de la Tierra cuya temperatura en la región mediterránea parece ser también de unos 12 grados.

CAPITULO II

LOS VOLCANES

I

CARACTERES GENERALES DE LOS FENÓMENOS VOLCÁNICOS

Las manifestaciones más grandiosas, á la vez que más terribles del calor subterráneo del globo terráqueo, son indudablemente las que nos restan por describir: las erupciones de los volcanes, las sacudidas de los terremotos.

Estos fenómenos, considerados en otro tiempo como sucesos raros, como excepciones en el orden físico de las cosas, y que por lo mismo, dada la natural propensión de los pueblos ignorantes y supersticiosos, se juzgaban cual señales de la cólera de los dioses (1), son mucho más frecuentes de lo que se podía imaginar allá en las épocas en que la exploración de los continentes y de los mares sólo abarcaba una pequeña parte de la periferia del planeta. En los tiempos á que nos referimos, no se conocía más que un corto número de volcanes y únicamente llamaban la atención sus erupciones más violentas. Hoy se cuentan por millares y por centenares los que han dado indicios de actividad reciente, actividad que se da á conocer en multitud de formas en otro tiempo ignoradas ó apenas sospechadas; y si ciertas regiones de la Tierra son más especialmente asiento de esta actividad, se la nota sin embargo en todas las latitudes, en todas las zonas, desde el ecuador, cortado por las líneas de los volcanes de los Andes y de las islas de la Sonda, que son los más soberbios de todos, hasta Islandia, donde en el mismo horizonte descuellan los campos de hielo, las lavas incandescentes y el agua hirviente de los géiseres, y hasta los confines de las tierras, cubiertas apenas, que rodean el polo Sur. Allí hay volcanes, como los que han recibido los nombres de Erebo y Terror, que iluminan con el fuego de sus erupciones las largas noches polares.

Por lo que respecta á los temblores de tierra, son, por decirlo así, tan numerosos como los días del año; si bien es verdad, conforme muy luego veremos, que en el número de estas agitaciones de la corteza del globo, tan pronto reducidas á estremecimientos ó á vibraciones apenas perceptibles, como á formidables sacudidas que arruinan comarcas enteras, hay algunas que no deben ser consideradas como efectos de las fuerzas subterráneas engendradas por el calor interno del globo.

Fácilmente se comprenderá que consagrando únicamente dos ó tres capítulos á la descripción de tan variados fenómenos, no abrigamos la pretensión de trazar siquiera una sucinta historia de ellos. Solamente nos proponemos demostrar, mediante el análisis de los principales rasgos que los caracterizan, cómo parece enlazado su efecto con

(1) “De todos los fenómenos naturales, dice Renán en el *Antecristo*, los terremotos son los que inducen al hombre á humillarse ante las fuerzas desconocidas; en los países en que son frecuentes, como Nápoles y la América central, se halla la superstición en estado endémico, pudiendo decirse otro tanto de los siglos en que asolaban los países con violencia particular.”

la existencia de focos caloríficos situados á grandes profundidades subterráneas, y cómo las erupciones de los volcanes y las conmociones que los preceden, acompañan ó siguen, confirman la hipótesis de un calor propio del globo terráqueo que, según acabamos de ver, resulta del aumento continuo de la temperatura con la profundidad.

Es imposible dar una descripción de los volcanes y de sus erupciones que pueda ser aplicable á la generalidad de los casos, pues no hay otros fenómenos naturales que presenten tan gran variedad de aspectos, de particularidades curiosas, ni en tan diversas proporciones. Esta diversidad se ostenta lo mismo en el tiempo que en el espacio, y un mismo volcán puede ofrecer ejemplos de ella en el curso de sus evoluciones sucesivas.

Sin embargo, hay un carácter particular que permite definir los fenómenos volcánicos, en cuanto actual manifestación de la actividad interior, carácter que consiste en las erupciones que ocurren en los volcanes ó en las regiones volcánicas, y que ha hecho dar á los fenómenos de que se trata el nombre de *fenómenos eruptivos*.

Una erupción consiste en la emisión más ó menos violenta, por una abertura del suelo, fractura ó grieta, boca ó chimenea, de materias que pueden presentar los tres estados: sólido, líquido ó gaseoso. Cuando se presentan estas materias en forma sólida son, ó fragmentos de roca, pedruscos despedidos fuera de la abertura, por lo común al principio de la erupción, ó polvos muy finos, llamados impropriamente cenizas volcánicas, ó bien escorias ó materias sólidas en el momento de la erupción, pero que antes de ella habían sido indudablemente liquidadas por efecto de una alta temperatura. En forma líquida, los productos eruptivos de los volcanes son las más de las veces lavas arrojadas ó diseminadas en estado de fusión ígnea, y cuya liquidez ó viscosidad puede variar hasta lo sumo. A veces son chorros de agua hirviente, como en los géiseres, y á veces también torrentes de barro. Las materias eruptivas gaseosas son el vapor de agua, cuya fuerza elástica desempeña un importante cometido en el fenómeno mismo de la erupción propiamente dicha. Dase el nombre de *fumarolas* á estos desprendimientos gaseosos, cuyo análisis ha adquirido en estos últimos tiempos tan gran importancia en el estudio de los fenómenos volcánicos.

El carácter común á todos estos productos eruptivos es su temperatura generalmente elevada, indicio manifiesto del calor intenso de las capas de profundidad desconocida de que proceden. Un mismo volcán puede emitir las materias sólidas, líquidas y gaseosas cuya enumeración acabamos de dar, en las fases sucesivas de una sola ó de diferentes erupciones. Pero también los hay cuyas erupciones están limitadas á una de dichas materias: los géiseres, por ejemplo, sólo arrojan agua y su vapor; los *volcanes de lodo* llevan este nombre porque de sus cráteres no salen más que masas arcillosas diluidas en forma de barro líquido ó de pasta. Otros volcanes no han arrojado nunca lavas y sólo despiden chorros de vapor y de gas, pedruscos sólidos, etc. Sin embargo, antes de decidir que estos volcanes se distinguen de los otros por la naturaleza especial de sus productos eruptivos, conviene advertir que la historia de la mayor parte de ellos es todavía muy imperfecta y limitada y que una nueva erupción puede cambiar con frecuencia la fisonomía entera de un volcán.

Clasificanse por lo común en dos categorías los volcanes que existen en la actualidad en la superficie del globo ó por lo menos los que se conocen como tales: los *volcanes activos* y los *volcanes apagados*. Pero es muy difícil hacer esta separación, por

que la actividad de un volcán es casi siempre intermitente, y los intervalos que median entre los períodos activos y aquellos en que está ó parece estar en reposo tienen duraciones muy desiguales, que varían de algunos meses á unos cuantos años, y á veces hasta muchos siglos. Ciertos volcanes están en actividad continua desde tiempo inmemorial, como el Stromboli en las islas Lipari. Este notable foco de erupción despide sin cesar masas enormes de vapores por sus tres bocas contenidas en el mismo cráter, en la cúspide de un cono cuya altura es de 925 metros; lanza escorias que van á caer al mar, y con frecuencia hace correr lavas hirvientes por los costados de la montaña. Todas las fases de la actividad volcánica se encuentran reunidas allí, por decirlo así, simultáneamente y sin interrupción, caso sumamente raro. El Kilauea en las islas Sandwich es otro ejemplo de los mismos fenómenos reunidos en proporciones gigantescas; cítase también el Masaya en la república de Nicaragua como otro de los que se hallan en actividad continua.

El mayor grado de actividad de los volcanes se halla en las erupciones propiamente dichas, en las que se reproducen los mismos efectos con extraordinaria violencia, pero que por lo común sólo ocurren á intervalos bastante apartados entre sí y separados por períodos de calma relativa. En la mayoría de los volcanes activos no es absoluto el reposo que sobreviene entre dos erupciones, pues ya sea por el cráter principal, ó ya por conos de erupción abiertos en sus costados, ó bien por grietas, el volcán continúa dando indicios de su actividad interior y despidiendo nubes de vapores más ó menos abundantes, formados de gases de diferente composición química, que no tan sólo varían de un foco á otro, sino en uno mismo, según la fase ó el tiempo transcurrido desde la última erupción. Los depósitos de azufre que se forman en las rocas inmediatas á las aberturas que dan paso á los gases, han sido causa de que se dé el nombre de *azufrales* ó *solfataras* á los focos que conservan de un modo permanente este grado de actividad, el menos enérgico de todos. Todo el mundo conoce la solfatara de Pozzuoli junto á Nápoles, las de Guadalupe y las de la isla de Vulcano, una de las Lipari. Hácese también mención del azufral del volcán de San Vicente en la América central, y del de Urumtsi en el centro de Asia. Estas emanaciones gaseosas se mantienen, por decirlo así, en el mismo estado, pero las erupciones son allí muy raras.

Si es fácil definir la actividad de un volcán, desde las manifestaciones más débiles caracterizadas por el estado *solfatárico* hasta las más violentas marcadas por las erupciones, no lo es tanto decir lo que debe entenderse por volcán apagado. Si los conocimientos de los romanos les hubieran permitido sospechar la naturaleza volcánica del Vesubio antes del año 79 de nuestra era, seguramente lo habrían considerado como un volcán apagado (1). Y en efecto, antes de la gran erupción que causó la muerte de

(1) Tal fué la opinión emitida por varios autores que escribieron antes de la catástrofe del año 79.—Diodoro de Sicilia dice que en el Vesubio se notaban vestigios de antiguas erupciones. Silio Itálico cree que en otro tiempo vomitó fuego:

*Et vomuit pastos per sacra Vesuvius ignes
Et pelago et terris fusa est vulcania pestis*

Por último, Estrabón, después de enumerar las ciudades situadas al pie del monte, como Herculano, Pompeya, Nole, etc., añade: "Todas las ciudades que acabo de nombrar están situadas al pie del Vesubio, elevada montaña cuya superficie entera, á excepción de la cumbre, está llena de feraces campos. Esta cumbre, que por lo común presenta una superficie plana y lisa, es estéril en todas sus partes; el suelo tiene el aspecto de la ceniza y á trechos se ve la roca pelada y acribillada de agujeros, enteramente negra, y lo que es más, como corroída por el fuego, lo cual induce naturalmente á creer que la montaña es un antiguo volcán cuyo fuego, después de salir por estas aberturas como por otros tantos cráteres, se habrá extinguido por falta de alimento." (*Geografía*, lib. V, IV, 8.)

Plinio el Viejo y la destrucción y subsiguiente desaparición bajo las cenizas del volcán de las ciudades de Pompeya y Herculano, ninguna tradición histórica hacía mención de la actividad del famoso volcán. Una abundante vegetación cubría la cumbre y las laderas de las montañas. Este prolongado estado de sueño fué lo que hizo más terrible la súbita explosión del 79, que en realidad fué la más violenta de cuantas han ocurrido posteriormente.

Hoy se cuentan por millares los volcanes que no han dado señales de actividad desde los tiempos históricos y cuya constitución geológica es sin embargo cierta. Para nosotros son evidentemente volcanes apagados, pues de lo contrario esta denominación no tendría sentido. Pero ¿quién es capaz de asegurar que muchos de ellos no saldrán algún día de su prolongado reposo? Los numerosos cráteres volcánicos de la Francia central, todos esos *puy*s cuyos cráteres abiertos se ven aún perfectamente con sus regueros de lavas, son de los más antiguos que se conocen en la superficie del globo si es cierto que su formación data de la época terciaria. Pero ¿es imposible que llegue una época en que recobren en todo ó en parte su actividad primitiva? Por otro lado, un volcán cuyas erupciones conocidas han sido numerosas hasta estos últimos tiempos y en el que ha desaparecido toda huella de actividad, ¿no puede ser desde ahora un volcán apagado?

Por consiguiente, la clasificación en volcanes activos y apagados es forzosamente arbitraria. Se puede incluir en la primera categoría á todos los que han tenido erupciones desde los tiempos históricos, ó sólo aquellos cuya última erupción ó manifestación volcánica data, por ejemplo, de tres siglos. De aceptarse una ú otra de estas definiciones, todos los demás serán volcanes apagados. Fuchs, que parece adoptar la segunda, sin desconocer lo que tiene de efímera (1), cuenta hoy en la superficie de la Tierra 323 volcanes activos, distribuidos del modo siguiente entre los continentes y las islas:

	Número de volcanes activos	Total en cada parte del mundo
Europa (continente)	1	7
— (islas)	6	
Africa (continente)	17	37
— (islas)	20	
Asia (continente)	24	108
— (Japón, isla de la Sonda, etc.)	74	
— (Kuriles)	10	
América septentrional (continente)	20	128
— central —	25	
— meridional —	37	
— (Islandia, islas Aleutianas, Antillas)	46	
Oceanía	31	31
Océano Atlántico, Indico, etc.	12	12
Total		323

(1) "Como un volcán activo, dice, puede parecerse perfectamente durante su período de reposo á uno apagado, reina gran incertidumbre acerca de su verdadero estado cuando está en reposo largo tiempo. Por consiguiente no nos es dado hacer sino una limitación arbitraria entre los volcanes actualmente en reposo y los verdaderamente extinguidos. Admitiendo un período de tres siglos para declarar que un volcán está apagado, nos acercamos en lo posible á la verdad, pero todavía podemos encontrar excepciones. Muchos volcanes cuya actividad no ha cesado durante tres siglos, quizás no la recobren jamás; otros, á los que se cree con fundado motivo enteramente apagados, pueden ser nuevamente asiento de una actividad eruptiva muy considerable, de lo cual hemos tenido recientes ejemplos." (*Los Volcanes*).

En cuanto á los volcanes apagados, hemos dicho que los hay á millares, y su número aumentará sin duda á medida que los geólogos prosigan sus exploraciones en ciertas comarcas tan imperfectamente conocidas todavía del interior de ambos continentes. Aun no hace mucho tiempo que Humboldt estimaba en 407 el número de volcanes, de ellos 225 activos (1). M. C. Velain, en un estudio reciente, calcula estos últimos en 364, teniendo en cuenta todos los que han dado señales de actividad desde los tiempos históricos.

II

ESTRUCTURA DE LOS VOLCANES: CONOS, CRÁTERES

Por lo común, los volcanes son montañas elevadas y de forma cónica más ó menos regular. Pero este no es un rasgo característico, dado que hay volcanes en países llanos y al ras del suelo; que muchos de ellos están en colinas de escasa elevación, y que la forme típica y primitiva suele sufrir en el curso de las fases eruptivas cambios que la modifican y alteran en gran manera. El volcán de Orizaba en México, el Cotopaxi en la Cordillera de los Andes y el Fusi-Yama en el Japón son ejemplos notables de conos de perfecta regularidad, que se elevan á gran altura sobre el nivel del Océano. Todas las cimas de estos soberbios conos traspasan el límite de las nieves perpetuas, viéndose desde larga distancia con brillo deslumbrador á los rayos del Sol. El Cotopaxi, que es el más alto de los tres (puesto que su cumbre pasa de 5.900 metros), es notable por las tres zonas de variados colores, la más baja de las cuales marca el límite de la vegetación forestal; un cúmulo estéril de cenizas y escorias constituye la segunda, y un cono de nieve truncado por el cráter sirve de remate á esta majestuosa y formidable montaña. El Orizaba, que tiene de 400 á 500 metros menos que el Cotopaxi, se ve desde el mar á 150 kilómetros de distancia, y su cono cubierto de nieve anuncia á los marinos la proximidad de las costas de México. El Fusi-Yama, en el fondo de la bahía de Yedo, es tan notable como los dos anteriores por su perfecta regularidad y la elevación de su cono sobre las nieves perpetuas (4.700) (2).

Los volcanes de Java, que se distinguen también por su forma cónica regular, están estriados á veces de un modo raro. En la dirección de las aristas de los conos se ven sus flancos surcados de barrancas que bajan desde la cumbre hasta la base. Según el doctor Junghuhn, estos conos son efecto de la violenta y reiterada acción de las copiosas lluvias tropicales de aquellas regiones sobre las materias ligeras y friables de que está formada la superficie de los conos. Hácese mención de los volcanes del Sumbing,

(1) Werner contaba 193 volcanes activos; César de Leonhart, 187; Aragó, en su *Astronomía popular* (t. III), sólo menciona 175. Estas diferencias consisten en el principio que ha servido de base para la clasificación de los volcanes así como en la insuficiencia de los documentos que existían en las épocas en que escribían dichos autores. No está de más añadir que un volcán que tiene muchos cráteres, conos adventicios, como el Etna, sólo figura por una unidad de estas enumeraciones.

(2) En su hermosa obra sobre el Japón, describe así M. A. Humbert el aspecto que presenta este volcán visto desde el golfo de Yedo: "Al llegar á la altura de la bahía del Mississippi, divisamos por vez primera la cumbre del Fusi Yama, la "montaña sin par," volcán extinguido que tiene 12.450 pies sobre el nivel del mar. Está á 50 millas náuticas de la costa (95 kil.), al Occidente de la bahía. A no ser por la serie de colinas de Akoni, que están en su base, el volcán aparecería completamente aislado. El efecto de esta inmensa pirámide solitaria, cubierta de nieves eternas, es tal que no se le puede describir, y comunica un carácter de indecible solemnidad á los paisajes de la bahía de Yedo."