
X EL PICHINCHA

ESTUDIOS HISTORICOS, GEOLOGICOS Y TOPOGRAFICOS

POR

X AUGUSTO N. MARTINEZ

(Continuación del N° 125, página 480)

PARTE TOPOGRAFICA Y GEOLOGICA



A poco trecho de la chorrera, desaparece la vegetación de chaparros y arbustos, para ser sustituida con la de los desconso-ladores pajonales. El "Pajonal" es la estepa de las altas monta-ñas de la América ecuatorial, y le pertenece la elevada zona en-tre 3000 y 4500 metros (1). Todas las estribaciones, los con-trafuertes, quedan á nuestros pies. Estamos rodeados por una planicie uniforme hasta donde alcanza la vista y cubierta de yer-ba hirsuta y de color amarillo verdoso. Hasta aquí la monoto-nía del paisaje está moderada con el cambio continuo de la ve-getación, y el aficionado á la Botánica, se entusiasma con las es-pléndidas formas de la flora andina.

Las planicies se elevan y descenden singularmente, y la configuración del relieve del suelo atestigua muy especial agita-ción; pero fuera de esto, nada se observa que ponga en eviden-cia el antiguo trabajo de las fuerzas volcánicas.

La alta cúspide de Cruz-Loma, que desde Quito se mues-

1 A. Stübel, Skizzen aus Ecuador, p. 9.

tra tan importante, queda á nuestra derecha como una colina insignificante; á la izquierda, al otro lado de una hoyada, se eleva una pendiente rápida cubierta de yerba en donde pacen tranquilos, algunos animales; esta pendiente se dirige al horizonte, terminando en lomas anchas y de cima redondeada. Delante tenemos la llanura suavemente ondulada, cerrando, en su último plano una cuchilla insignificante. Este paisaje no es muy consolador que se diga, para el que sube por primera vez al Rucu; pero no falta sino poco para que asome su cúspide.

En efecto, al entrar en la extensa llanura de Palmas-cuchu, ó Llano de la Toma, derrepente, como en una decoración de teatro, se presenta en el último término el gigantézco, salvaje y almenado castillo de piedra. Uno queda profundamente sorprendido al contemplarlo y exclama involuntariamente: "¡Qué obra tan singular de la naturaleza!"

Muros oscuros de piedra, agudas rocas y peñascos, se destacan por todas partes, sin orden alguno, por entre los rápidos y grises declivios de piedra pómez. Manchas de hielo caprichosa é irregularmente extendidas sobre el conjunto aumentan más y más el bizarro continente de la montaña. Y con todo no es sino el ala nordeste de los "picachos" que se llaman Rucu Pichincha. Desde Palmas-cucho, no es posible ver todo el conjunto, pues la inmensa corcoba llamada "Loma Gorda" y cuya cima está franjada por un muro oscuro de lava, lo impide.

Después de faldear la Loma Gorda, se presenta el Rucu en toda su extensión. Un estribo de roca sobresaliente de gigantézca magnitud separa Cunturhuachana del macizo principal. Hacia la izquierda de este estribo se alinean los picachos empinados en suave curva y forman algo como un anfiteatro desde los declivios del Guagua Pichincha. También aquí asoman las cabezas oscuras de las masas de rocas eyectadas, en espantosa confusión por entre las más claras de los escombros de piedra pómez. Las unas se componen de andesita pura, las otras son conglomeratos genuinos, adheridos, por fusión, á trozos de lava y otras rocas en las proporciones más variadas de mezcla y en todos los grados de descomposición.

Pero tampoco desde este punto el geólogo puede reunir los elementos necesarios para formar el conjunto de un volcán, en el verdadero sentido de la palabra. Es menester observarlo, permítaseme la expresión, *á vista de pájaro*. Sigamos una de las angostas veredas, trilladas por los indios neveros, y con algún esfuerzo estaremos en la cima matemática del Rucu.

De tan elevado mirador, el Padre Pichincha [1] toma un

1 La palabra Rucu, no sólo significa Viejo, sino también Padre.

aspecto más imponente. El conjunto de sus picos se destaca como una pequeña isla de roca que se levanta rápidamente del oleaje de masas volcánicas, las que se extienden por muchas leguas al rededor, constituyendo el macizo general del Pichincha. Tanto por su fisonomía cuanto por su material, el geólogo les conoce á primera vista como productos de erupción, mientras que las diferentes eminencias cubiertas de paja que se extienden desde este punto céntrico hácia la derecha no parecen en manera alguna ser lo que verdaderamente son.

Cerca de allí, llama la atención una inmensa caldera de rocas hácia el sudoeste. En casi todos sus lados, sus paredes se precipitan perpendicularmente, y abajo, en su reunión forman la planicie de Altarcucho cubierta de yerbas y chaparros. En el recodo sudoeste, el muro de rocas se levanta á 4588 metros, y toma el nombre particular de "El Encantado."

Mientras el ramal Norte de la valla que tiene forma de herradura se confunde con la cúspide del Rucu, el del Sur, se levanta desde una hoyada cubierta de piedra pómez-blanquizca, primero formando una inmensa loma construida de planchas de andesita (lajas), el cerro ó Pico de los Ladrillos, se extiende bajando y ramificándose más y más por el lado del valle, hasta el lugar donde encuentran salida las aguas del Pichincha hácia el pueblo de Lloa. Ese valle ú hoyada es lo que los indígenas llaman "Hondón de Verdecucho."

III

*El Guagua-Pichincha.—El cráter occidental.
El valle de la Quebrada seca ó cráter oriental.—Las plantas del fondo del cráter*

No cansaré al lector con la descripción detallada de mis ascensiones al cráter del Guagua-Pichincha, que en el día son tan fáciles, ó tal vez más que á la cima del Rucu, puesto que en Lloa se consiguen bestias acostumbradas, que llevan al viajero hasta el filo del cráter, evitándole la fatigosa subida á pie, del arenal. Pero debo hacer aquí una observación personal, que para mis excursiones he seguido invariablemente el camino que va por el Rucu y Ladrillos, pernoctando en el hondón de Pailacucho. Esta circunstancia me ha proporcionado llegar á un punto de donde se domina toda la circunvalación cratérica, con todos sus detalles. En la profundidad se extiende una planicie en su mayor parte cubierta de vegetación. La forma del embudo

es casi circular, pero hácia el oeste, hay una abertura vertical, una inmensa puerta, por la que el volcán en los primeros días de su formación ha debido arrojar caudalosos ríos de lava candente. Hácia la izquierda del punto de mira y muy próximo á él baja la valla por cierto trecho, para levantarse después rápidamente á la altura media de la cima ó sea poco más ó menos 4650 metros sobre el nivel del mar.

Este descenso es la línea de unión del cráter propiamente dicho, ú occidental, con el Hondón de Quebrada seca ó cráter oriental. Por consiguiente, el Guagua-Pichincha, posee, como otros volcanes de los Andes, un cráter doble. Las paredes están formadas de pedruscos sombríos oscuros, erizados de puntas intrincadas y salvajes. Descienden primero rápidamente, casi perpendicularmente, pero más adelante se inclinan bajo ángulos pequeños, sobre todo en los lugares donde las piedras de los derrumbamientos se han amontonado produciendo extensas laderas de cascajo. El diámetro de la abertura del cráter en la parte superior ó en el filo importa cosa de 1500 metros, y en el suelo del fondo, 700 metros. La distancia perpendicular del punto más alto de la cresta, hasta la planicie mide 771 metros. Apesar de estas dimensiones, el cráter del Guagua Pichincha, no es de los más grandes en los Andes del Ecuador. Sus más próximos vecinos, el Pululagua, Atacazo, Rumiñahui poseen calderas de mayor circunferencia. La del Corazón tiene la vertiginosa profundidad de 1175 metros con correspondiente amplitud.

Por la quiebra ó abertura occidental fluyen las aguas que se recogen en el cráter caldera; con justísima razón se denomina río del Volcán, al formado por dichas aguas. Serpentea el río del Volcán en una extensión de 15 leguas, por infranqueables é inhabitadas selvas antes de que se una con el río Toachi; y con él, desemboque en el navegable Esmeraldas. Hácia la derecha de esa abertura ó puerta, é inmediato á la pared del cráter se levanta un pequeño cono de cerca de 80 metros de altura. No combatiremos la idea del Señor Wisse que cree que sería un cono de erupción; las columnas de vapor que emite incesantemente, hablan precisamente en favor de esta opinión. Esas masas de vapor blanco, que se levantan en torbellinos y que salen también de otros puntos del cráter con ruido muy perceptible, y de las que trataremos más tarde detenidamente son los únicos vestigios de la vida del volcán. Lejos de evocar con su presencia recuerdos de los horribles efectos de sus erupciones anteriores, contribuyen á mitigar y vivificar los yertos colores de aquel cuadro. Su silvido continuado, como también el ruido de las piedras al desprenderse de las paredes del cráter, que bajan rebotando hasta la profundidad, por el influjo de las transiciones del frío

nocturno y del calor solar durante el día, interrumpen de cuando en cuando aquel silencio sepulcral.

Dirijamos la mirada al cráter oriental, al valle de la Quebrada seca; en lugar de ser un embudo cónico, como su hermano gemelo del Oeste, tiene la forma de una hoyada curva, de arco muy extenso que rodea también una parte del cráter occidental. Un empinado baluarte de rocas de compacta lava oscura que cierra á la hoyada hácia el Noroeste, es común á ambos cráteres y forma la gigantesca pared medianera que divide al interior del volcán Guagua en dos partes completamente desiguales; el lado Sudoeste del baluarte de la hoyada se puede considerar como continuación independiente del cráter Occidental.

En buen tiempo el descenso al cráter oriental es cuestión de un cuarto de hora, y se verifica por las faldas de ese baluarte Suroeste, que representa un inmenso derrumbamiento por entre el que sobresalen cabezas de las más variadas dimensiones y formas, distribuidas caprichosamente. Los puntos defendidos contra el golpe de las rocas que se desprenden de la altura, están cubiertas de extensas almohadillas de musgo; allí crece también el hermosísimo *Ranunculus Guzmani*, la flor espléndida de la zona andina; y para que resalte más su belleza, le cortejan los toscos "Frailejones" (*Culcitium rufescens*) envueltos en sus mantos de lana blanca, los Lupinos de cola de zorra, (*L. Alopecuroides*), embozados también en lana, y hasta las Achupallas (*Pourretia pyramidata*) de desarrollo exhuberante, y cuya forma de hojas recuerda vivamente á plantas de la región ardiente, á las ananas [piñas] de fruto delicioso. El fondo de la hoyada está atravesada, como hemos dicho, por el lecho de la Quebrada seca.

IV

Sobre el estado actual de la actividad en el cráter del Guagua Pichincha

Desde el tiempo de la visita de Humboldt, hasta hoy conserva el Guagua un pequeño grado de actividad volcánica, reducida al desprendimiento de fumarolas en el suelo y en las paredes del cráter; faltan en absoluto, nuevas corrientes de lava y aún las grandes acumulaciones de lava escoriácea. En general, los puntos de salida de las columnas de vapor, no están situados en el centro sino cerca de la pared que cierra el cráter por el lado Sur. Los escapes de vapor se producen de cuando en cuando con silvante ruido y aún con detonaciones; las columnas se man-

tienea erguidas hasta considerable altura, hasta difundirse en la atmósfera, cuando el tiempo es tranquilo.

Hacer una descripción definitiva de la posición y trabajo de las fumarolas ó escapes de vapor en el cráter occidental del Guagua, es del todo imposible; pues en el transcurso de pocos meses varían de lugar y de intensidad hasta lo infinito.

Los vapores y gases que forman esas fumarolas no son nocivos á la vegetación; muchas de ellas nacen en suelo cubierto de yerba la que prospera exhuberantemente á pocos pies de distancia de sus aberturas. El hombre puede también respirar impunemente y sin gran molestia, esas emanaciones, que en su mayor parte constan de vapor de agua mezclado con mínimas cantidades de hidrógeno sulfurado (ácido sulfhídrico), conocíble aún desde la altura del baluarte, por su olor característico. Al ácido sulfhídrico, le acompaña sin duda alguna el gas ácido carbónico, y talvez en proporción mayor. Boussingault á lo menos encontró en todos los vapores analizados de las fumarolas de los volcanes de la América ecuatorial, á más de grandes cantidades de vapor de agua, los gases, ácido carbónico y ácido sulfhídrico, siendo la proporción del primero de estos, cien veces mayor, que la del segundo. (1)

En cuanto al ácido sulfuroso, tan facilmente conocíble por su penetrante olor, no me ha sido dado poder distinguirlo, y lo mismo le pasó al P. Dressel, quien había adquirido, por otra parte, exquisita sensibilidad en el órgano del olfato, después de muchos años de trabajo en análisis químicos, para hacer esas distinciones. Al contrario, A. de Humboldt, en el año de 1802, desde la altura del filo del cráter occidental, percibía perfectamente el olor del azufre en combustión (el ácido sulfuroso), y ni indicios del hidrógeno sulfurado ó ácido sulfhídrico. "Luces azulinas se movían aquí y allá en el antro, y aunque reinaba entonces un viento del este, que apesar de la altura en que estábamos, no podía ser notada como una contracorriente de los vientos alicios, sentíamos en el filo oriental un olor de ácido sulfuroso ya fuerte, ya débil." [2]

El ingeniero Sebastián Wisse que 43 años más tarde descendió al cráter, como hemos visto en la primera parte de esta Memoria, en compañía de su discípulo más aprovechado, García Moreno, asegura de un modo preciso haber distinguido el ácido sulfhídrico (olor á huevos podridos), como también el áci-

1 Investigaciones químicas sobre la naturaleza de los fluidos elásticos que se exhalan de los volcanes del Ecuador.—Viajes científicos á los Andes Ecuatoriales por M. Boussingault. Trad. de J. Acosta, París 1849, p. 65.

2 Segunda ascensión al Pichincha por el barón de Humboldt.—Anales de la Universidad Central de Quito. Tomo XVII, año 19, N^o 120, p. 28.

do sulfuroso (olor de azufre en combustión). Estas observaciones al parecer contradictorias, están sin embargo basadas en la verdad de los hechos, y demuestran que la actividad de las fumarolas del cráter del Guagua-Pichincha ha cambiado con el transcurso del tiempo como sucede en todos los volcanes que pasan del estado de actividad al de tranquilidad.

En efecto, por los estudios comenzados en 1846 en Islandia por Bunsen, desarrollados en 1855 y 1861 por Ch. Saint-Claire Deville [1] en el Vesubio é islas de Lípari, y por último, por los de Fouqué en el Etna, se ha llegado á conocer la existencia de varias clases de fumarolas, caracterizada cada una de ellas, por la naturaleza de los gases desprendidos, así como por la posición que ocupan. en un momento dado, en el aparato adventicio.

Permítanos el lector un paréntesis para dar una idea sucinta de las diferentes clases de fumarolas que hoy se distinguen.

En primer lugar tenemos las fumarolas *secas ó anhidras*. Su temperatura es muy elevada y pasa la de la fusión del zinc (500°). No se desprenden sino de la lava en fusión, y salen en estado de humo blanco, sin torbellinos de la superficie de la lava, cerca del centro de la corriente. Tienen poco olor, enrojecen el papel de tornasol. Son enteramente secas; puestas en contacto con una mezcla refrigerante de—15° no depositan la menor gotita de agua. Están formadas casi exclusivamente de cloruros anhidros, entre los que predomina el de sodio, habiéndose encontrado hasta 94. 30 por 100 de esta sustancia en los gases del Vesubio. Con ella se observan cloruro de potasio (su proporción alcanzó á 16 por 100 en las fumarolas del Vesubio en 1861) y cloruros de manganeso, hierro y cobre. Estos tres últimos se desprenden no de la lava sino de pequeños conos adventicios cercanos, y que, según Fouqué, [2] parecen constituir una clase de fumarolas intermediarias entre la categoría que describimos y la que sigue. El cloruro de sodio se deposita en los fragmentos que circundan la corriente y forma en su superficie una capa blanca. Ynvestigaciones hechas por Scacchi indican también la presencia de fluor, que no aparece sino al principio de la erupción. Además, las fumarolas secas contienen un poco de sulfato de hierro, potasio y magnesio.

Su carácter fundamental es el de una emanación gaseosa que se produce por *evaporación superficial*, á una temperatura

1 Comptes rendus XL p. 1247; XLIII p. 745 in Lapparent. Traité de Géologie, p. 410.

2 Comptes rendus, LX. p. 1189. In Lapparent. loc. c.

que permite la existencia del cloruro de sodio en estado de vapor.

En segundo término, están las fumarolas *ácidas*, que se desprenden, á mayor distancia que las precedentes de la lava en fusión; están constituidas por una mezcla de ácido clorhídrico y de ácido sulfuroso con una enorme cantidad de vapor de agua. Por esto se les da á veces, el nombre de fumarolas *clorhidro-sulfurosas*. El ácido sulfuroso, por su olor sofocante, les imprime su carácter dominante, aunque en realidad, no contengan sino una parte de este gas por diez de ácido clorhídrico y que ambas sustancias reunidas estén en relación con el vapor del agua de uno á mil. La temperatura de estas fumarolas varía de 300 á 400°, y en sus cercanías se forman abundantes depósitos de cloruro de hierro. Fouqué las considera como el producto de una volatización operada en una temperatura que no es suficiente para arrastrar á los cloruros alcalinos que la lava puede todavía contener.

Vienen en seguida las fumarolas *alcalinas* ó *amoniacales* que toman su carácter esencial de la presencia del clorhidrato de amonio; este cuerpo, por volatización desprende amoniaco libre. Fouqué ha observado igualmente en ellas carbonato de amonio. El vapor de agua se encuentra en cantidades enormes, y se puede comprobar también la presencia de hidrógeno sulfurado (ácido sulfhídrico), cuya descomposición da origen á depósitos de azufre. La temperatura de estas fumarolas es de casi 109°

Las fumarolas *frías* consisten en vapor de agua casi puro. Su temperatura es netamente inferior á 100°. Contienen 5 por 100 de ácido carbónico é hidrógeno sulfurado que permiten designarlas con el nombre de fumarolas *sulfhídricas*.

Las *moffetas* ó emanaciones de ácido carbónico señalan el fin de la erupción. Jamás, en el Vesubio, se les ha observado sobre 400 metros de altura. Este hecho se comprobó una vez más en 1872, por Palmieri. Se concentran en el suelo, en cuya superficie forman una capa de 0^m 30 á 0^m 60. Los desprendimientos de moffetas duran frecuentemente en el Vesubio, después de una erupción, por meses enteros

Todas las fumarolas contienen una cierta proporción de aire atmosférico. Se lo conoce por la presencia de oxígeno y nitrógeno (azoe) libres. En las fumarolas secas, las proporciones de estos dos gases son sensiblemente las mismas que el aire normal. En las ácidas, el nitrogéno está en exceso relativamente al oxígeno. Las fumarolas alcalinas dan también un aire pobre en oxígeno y las moffetas no contienen sino 19.4 de este gas, por 80.6 de nitrógeno.

En vista de esta clasificación tenemos, haciendo caso omiso

de las fumarolas secas, que al principio de la actividad y energía junto con los vapores de agua, exhalan los volcanes, ácido sulfuroso y ácido clorhídrico; más tarde en el mismo cráter encontramos simultáneamente dos clases de fumarolas aunque independientes unas de otras: las más calientes y enérgicas que despiden todavía ácido sulfuroso, y las más frías, (con temperatura inferior de 85° á 90°) ácido sulfhídrico. Sólo así se puede comprender las indicaciones anteriores del Señor Wisse, aún cuando él habla de una mezcla de ambos gases en una y misma fumarola, fenómeno que no se puede admitir, puesto que ningún químico ignora que el ácido sulfhídrico en contacto con el sulfuroso se destruyen mutuamente produciendo agua y azufre. En el último período de la actividad de las fumarolas desaparece por completo el ácido sulfuroso, para ceder el puesto exclusivamente al ácido sulfhídrico. Todas estas diferencias en la mezcla de gases de las fumarolas, se comprende, *a priori*, están basadas sólo en la disminución progresiva del calor en las cavidades de los cráteres. Según la autorisadísima opinión del Profesor G. Bischof, en todos los estadios de la actividad volcánica, las fumarolas no contendrían otro gaz *sulfurado* que el ácido sulfhídrico; pero cuando la temperatura de los vapores y gases emitidos, excede de 90° , se quema este ácido en contacto del aire atmosférico, formándose ácido sulfuroso con disgregación de azufre. Lapparent, al hablar del origen probable de los elementos de las fumarolas dice: "El azufre existe muy probablemente en estado de hidrógeno sulfurado, porque *no se ha visto jamás salir directamente de los volcanes, vapores de azufre.*" Y añade: "La oxidación de este hidrógeno sulfurado produce ácido sulfuroso y ácido sulfúrico [1]."

Con todo lo que acabamos de exponer, coinciden bastante bien las observaciones que tanto Humboldt como Wisse apuntan en sus respectivas Memorias.—El primero hace mención de "llamas azules" vistas claramente en la profundidad del cráter desde su alto observatorio, cuando la niebla se retiraba de cuando en cuando." Estas llamas azules, indudablemente eran el resultado, ó bien de la combustión del ácido sulfhídrico, si la temperatura de las fumarolas era muy elevada, ó de la del azufre depositado anteriormente al rededor de las bocas de las mismas. En todo caso, las llamas azules indican no sólo mayor energía en la actividad de las fumarolas, sino, y muy especialmente, una temperatura más alta en los productos de ellas, que la encontrada por todos los que después del sabio viajero, hemos visitado al cráter. Esta intensidad de acción, se caracteriza más por

1 A. de Lapparent. *Traité de Geologie*, Paris 1883, p. 417.

la circunstancia de que Humboldt, sintió en la altura de la valla del cráter, movimientos del suelo muy perceptibles.

Cuando Wisse y García Moreno exploraron el cráter, 43 años después, ya no encontraron combustión con llama alguna, pero las fuentes de vapor ocupaban mayor extensión y desarrollaban más actividad que ahora en el día. Esta última circunstancia la deduzco del hecho que Wisse acentúa en sus "Informes" sobre la existencia del ácido sulfuroso entre los gases de las fuentes de vapor, y de otros detalles más. Junto á tres grupos de fumarolas inactivas, contó setenta que trabajaban activamente, dispuestas en seis grupos muy apretados. En mi última visita al cráter, en julio de 1898, apenas pude contar seis escapes de vapor, desde la valla que separa al cráter occidental, del valle de la Quebrada seca. Parece también que la temperatura del vapor expelido por ellas, en la visita de Wisse era mayor, pues habiendo introducido un termómetro en una de las menos calientes, señaló 87° C. y hasta el suelo, al rededor de las fumarolas, había adquirido un calor de 43°

Los vapores de las fumarolas en el cráter del Guagua, ejercen una acción notable sobre la roca de los alrededores descomponiéndolas y suministrando productos múltiples é interesantes de metamorfismo. A consecuencia de una reacción química de cambio con el oxígeno del aire, el ácido sulfhídrico precipita poco á poco azufre. Este se separa en parte bajo la forma de un polvo blanco amarillento que cubre el suelo del contorno de las bocas, y en parte en costras, estalacticas y cristales aciculares de más de un centímetro de largo, y que tapizan las paredes de las mismas fumarolas (1).

Pero la acción dinámica más poderosa de las fumarolas en el caso presente, es la ejercida sobre los fragmentos de la roca dura y oscura de las lavas, á las que triturándolos con fuerza, les convierten en una masa suave arcillosa de color gris claro, llena de sustancias nuevas; á esta acción mecánica hay que añadir la circunstancia especial, que una parte del azufre del ácido sulfhídrico se convierte en ácido sulfúrico eminentemente corrosivo y disolvente. De los minerales que componen á las lavas, en contacto con los vapores, el primero que desaparece es la magnetita ó hierro magnético, que se transforma con simultánea formación de agua en piritita (sulfuro de hierro). En muestras duras y de aspecto fresco, ha desaparecido todo el hierro magnético, para

1 Varios autores, y entre ellos el mismo Wisse opinan que este azufre de las fumarolas, provendría de la sublimación de los vapores que salen de las profundidades del cráter. Fundándonos en argumentos químicos y geológicos creemos que esta sublimación de azufre ya formado, no sólo es inverosímil sino imposible.

ser sustituido con hermosos cristales brillantes de pirita. El segundo lugar en el grado de descomposición, les toca á la augita y anfibola, y el tercero á los feldespatos; he observado grandes fragmentos de roca á los que les faltan toda la augita y la anfibola, mientras que la andesina se conservaba todavía fresca. Al mismo tiempo que se descomponen los minerales se transforma en arcilla la masa fundamental que los contiene; los silicatos en sulfatos, (sulfato de magnesia, alumbre, yeso, vitriolo de hierro, etc). Estas sales quedan en parte íntimamente mezcladas con la arcilla y en parte efloran en cristales y costras de la misma masa arcillosa, especialmente en epsomita, (haarsalz, sulfato de magnesia con agua de cristalización), aún en estado seco de aquella.

Para concluir con el estudio de las fumarolas del Guagua Pichincha, el benévolo lector nos permitirá separarnos un momento del objeto principal de esta memoria, para hacer algunas consideraciones generales sobre la distribución en el tiempo y en el espacio de dichas manifestaciones de la acción volcánica.

El ilustre geólogo A. de Lapparent (1) presenta al respecto las dos siguientes preguntas: "¿La localización de los elementos característicos de las fumarolas es absoluta?; los diferentes productos, sucediéndose, apareciendo los unos después de los otros y cada vez viene á reemplazar un elemento nuevo á otro desaparecido? Fouqué, fundándose en sus investigaciones hechas durante la erupción de Santorin (2) en 1866, piensa que los productos de los últimos períodos, existen ya en las fumarolas de la primera categoría (fumarolas secas), en donde están disimulados más ó menos por otros. Por consiguiente, más bien por la desaparición de ciertos elementos que por la aparición de otros, deben establecerse las diferentes clases de emanaciones gaseosas. Así, al principio, cuando un volcán está en plena actividad, los productos de todos los períodos se mostrarían simultáneamente; pero las sales de soda y potasa no siendo volátiles sino al rojo, y por consiguiente, no encontrándose en los gases de las fumarolas menos calientes que el rojo, permiten caracterizar un primer período. Enseguida vendrán los cloruros de hierro, el ácido clorhídrico, y, ácido sulfuroso, que faltando en temperaturas inferiores servirían para distinguir un segundo período, aunque estén acompañados ya de los productos de las últimas fases, y así en adelante. De este modo se ha visto en Santorin, que los gases combustibles, hidrógeno y carburo de hidrógeno se des-

1 A. de Lapparent. Op. cit. p. 414.

2 Santorin et ses éruptions, Paris, 1879.—In Lapparent, op. cit.

prendían del seno de la lava en fusión, bajo el mar, al mismo tiempo que las sales de potasa y soda y todos los productos intermedarios.

Esta observación que no hace sino completar la serie establecida por Ch. Saint-Clair Deville, no quita en nada al valor de las consideraciones teóricas, que el examen de esta serie puede conducir.

Las leyes de sucesión de las fumarolas fueron establecidas con el auxilio de observaciones hechas en el Vesubio y controladas en el Etna, Stromboli, islas de Lípari y Santorin. Era interesante saber, si se aplicaban también á otras regiones volcánicas, ó si eran exclusivamente características del modo de actividad que prevalece en el distrito mediterráneo. Esta controla debía hacerse especialmente en la región de los Andes; porque Humboldt había afirmado que los volcanes de la América del Sur no daban ni cloro ni ácido clorhídrico, estando compuestas sus exhalaciones gaseosas sobre todo de ácido carbónico. En las solfataras americanas, Boussingault admitía la presencia de hidrógeno, ácido sulfuroso, ácido carbónico, pero no de cloro.

La erupción del Cotopaxi del 26 de Junio de 1877 nos presentó la ocasión para saber si lo afirmado por Humboldt tenía fundamento. En 1872, en noviembre, cuando el Dr. Reiss visitó al cráter del Cotopaxi, y el volcán se hallaba en perfecta tranquilidad desde muchos años, no encontró sino fumarolas con vapores calientes [68° C.] que despedían olor fuerte de ácido sulfuroso, pero se descubrió por vía analítica en el laboratorio químico de Quito la existencia de cloro en forma de cloruros, junto con yeso entre los productos de las fumarolas del volcán. He aquí como describe este hecho el ilustre vulcanólogo alemán: "Las rocas de la cúspide suroeste están rajadas por todas partes y vapores de 68 grados centígrados salen en grandes cantidades con olor tan fuerte de *ácido sulfuroso* (?) que no se les puede sufrir cuando el viento los lleva hacia el observador. En estas fumarolas se encuentran depósitos de una sustancia blanca que según los ensayos del R. P. Dressel, muestran ser yeso; pero interesante es que junto con el yeso se encuentran también clórides (cloruros); porque esta es la primera vez que el cloro se ha encontrado en uno de los volcanes de Sur América. Humboldt aún pensaba que la falta del ácido hidrocórico era característica del volcanismo del Nuevo Continente, pues ni Boussingault ni Deville lo habían encontrado durante sus observaciones. Ya había encontrado yo una prueba indirecta de la existencia de este ácido en el hierro oligisto del Antisana," [y el Doctor Wolf el mismo producto en el cráter extinguido del Imbabura en 1871]; "pero había estado raservado al Señor Director del La-

boratorio químico de Quito, el probar de una manera directa la presencia de este ácido interesante" (1).

Pero la erupción del Cotopaxi de 1877 confirmó de un modo espléndido las observaciones de Deville en el Vesubio y la teoría de Bunsen, según la cual sería inexacto decir que, unos volcanes exhalan ácido carbónico, otros ácido clorhídrico, otros gas sulfhídrico, sino que todos los volcanes pueden dar estas sustancias *según el estado de actividad en que se encuentran*.

Oigamos al Doctor Wolf, que el 9 de Setiembre del mismo año, es decir 75 días después de la catástrofe, tuvo la audacia de tocar los bordes del cráter del volcán:

"En nuestro viaje al rededor del Cotopaxi percibíamos varias veces en la altura de 4500 metros un olor fuerte de *ácido sulfuroso*. Creyendo que las ráfagas llevaban estos gases desde el cráter hacia nosotros, esperábamos encontrarlos en gran cantidad arriba en la cúspide, sobre todo cuando durante nuestra ascensión en la mitad del cerro, dichos olores se hacían percibir muy fuertes, sin que pudiéramos descubrir una hendidura ó un hueco por donde pudieran salir. Pero andábamos equivocados, pues, acercándonos al cráter, esos gases desaparecían completamente, y en su lugar salían de todas las rajaduras y grietas *inmensas cantidades de gas clorhídrico*. La exhalación era tan fuerte, que con dificultad podía acercarme á las hendiduras con el termómetro para medir su temperatura; el ácido atacaba enérgicamente los órganos de la respiración haciéndonos toser mucho y producía en nuestros vestidos, en que se condensaba, la reacción característica, manchándolos de amarillo y rojizo. En tiempo de perfecta calma talvez no hubiésemos resistido mucho tiempo á la influencia de estos vapores, y su presencia en el crater era una de las razones porque no pudimos pensar en bajar á él. A veces el gas, era tan punzante, que nos parecía más bien vapor de ácido nitroso, pero como del análisis resultó la ausencia de éste, me inclino á creer que al lado del ácido clorhídrico se desprendía también cloro libre."

"Las fumarolas comienzan unos 300 metros abajo de la cúspide, pero hácia más arriba se hacen más frecuentes y más grandes, sobre todo en las rajaduras de la boca misma. En algunas puntas de lava expuestas directamente al viento helado y bastante elevadas sobre el suelo caliente, se habían pegado pequeñas manchas de nieve y unos calamocos de hielo. Para apagar la sed tomé un pedacito en la boca, pero en el mismo momento

1 Dr. W. Reiss.—Carta á S. E. el Presidente de la República sobre sus viajes á las montañas Hiniiza y Corazón y en especial sobre la ascensión al Cotopaxi.—Quito, 1873, p. 13.

sentí la acción fuerte del ácido y debí escupirlo. Todo este hielo estaba impregnado de *ácido clorhídrico* por los vapores ascendentes, que se habían condensado en él."

"La temperatura de las fumarolas no era igual en todas partes: unas tenían solamente 96°, otras 150° y otras 160° centígrados de calor. La lava de las paredes de las rajaduras, por donde salía el ácido clorhídrico, estaba sumamente descompuesta é incrustada de una sustancia blanca amarilla, ó anaranjada, que se distinguía á grande distancia. De las análisis de las muestras recogidas, hechas inmediatamente después de nuestro regreso á Latacunga y repetidas en Guayaquil, resulta que *en las fumarolas no existía otro ácido, sino el clorhídrico*, y en particular hay que notar *la completa falta de azufre, ácido sulfuroso é hidrosulfúrico*. Pero si esto es así, ¿de dónde provenían estos dos gases, cuyos olores característicos habíamos percibido varias veces? Debemos suponer que ellos salían en las faldas inferiores y medias del cerro, de unas grietas que casualmente no hemos descubierto, tal vez por hallarse en lugares inaccesibles. Seguro es que no se desprendían de la lava caliente, pues ella despedía solamente vapores de agua pura mezclados con aire atmosférico. El ácido carbónico no lo hemos observado en esta ocasión, á lo menos no se manifestaba en una cantidad perceptible. (1)

El 15 de enero de 1878, el barón do Thielmann, siguiendo las huellas del Doctor Wolf, subió al cráter del Cotopaxi: encontró que la nieve había invadido de nuevo la altura, no existían ni huellas de cloro, sino fumarolas de vapor de agua é hidrógeno sulfurado (2).

En vista de todos estos hechos, la analogía es completa en la sucesión, en el tiempo y en el espacio de las fumarolas desprendidas por los volcanes de Europa. Al mismo tiempo que las ideas de Deville encuentran una preciosa verificación, resalta la consecuencia importante que el fenómeno volcánico presenta una constancia y una uniformidad de caracteres, cuyo principio no puede buscarse, por consiguiente, sino en una causa absolutamente general.

Mientras uno contempla extasiado las apretadas masas de vapor que salen en torbellinos, y se oye su eterno silvido, se le viene en seguida al pensamiento: ¡qué inmensas cantidades de agua en vapor y de gases debe expeler el volcán de año en año! Y sin embargo que atrás queda aquella cantidad de vapores exhalados por el Guagua-Pichincha, cuando con la imaginación se

1 T. Wolf. Memoria sobre el Cotopaxi y su última erupción acaecida el 26 de Junio de 1877. Guayaquil. 1878, p. 46.

2 Id. Id. Nota.—Neues Jahrbuch, etc. 1878, p. 508.

compara con la que debía arrojar hace más de dos centurias, en esas gigantescas columnas que se levantaban desde el cráter, por largo tiempo después de la gran erupción de 1660.

Cuánto pueden durar estas emisiones de vapor en los volcanes, nos da una prueba concluyente el de Pasto, en la frontera del Ecuador con Colombia. Su principal actividad eruptiva se había suspendido en 1727, y sin embargo en 1796, conservó por tres meses, una columna de vapores de 4.000 metros de elevación, desapareciendo repentinamente al tiempo que en los alrededores de Quito se sentían movimientos seísmicos, y un violento terremoto destruía á la ciudad de Riobamba, situada á 325 km. al sur del volcán. Pero tampoco hay término de comparación entre estas manifestaciones y aquellas de los tiempos prehistóricos en que el Guagua-Pichincha estaba en vía de formación. Testimonios elocuentes de estas inmensas cantidades de agua vaporizada que fueron expedidas en ese entonces, son en el día, las pómez y tobas volcánicas que cubren todo el contorno, en extensión de muchas leguas, formando capas de 200 metros de espesor. Toda esa ceniza, piedra pómez, escorias y bombas salieron de las profundidades del volcán en alas del vapor de agua. Y con todo, forman estas cantidades de vapor que se levantan con materias sólidas en el mayor grado de excitación de la actividad de un volcán, una parte relativamente pequeña de las que expulsa el mismo en los tiempos que se siguen inmediatamente á aquella excitación.

Por ejemplo, el Sangay, el único de los volcanes del Ecuador de actividad constante, conserva, por lo que se sabe, desde hace casi dos siglos hasta hoy, una inmensa nube de vapor, que se distingue desde lejos. Sus erupciones de vapor se prosiguen con tal magnitud y extensión que sería una burla querer compararlas con las que más arriba hemos descrito, de las fumarolas del Guagua-Pichincha. De tiempo en tiempo, suspende aquel terrible volcán su señal de fuego; pero esta suspensión de pocas horas es para tomar nuevos bríos y comenzar su trabajo con más vigor y energía. Sus erupciones de vapor no son siempre las mismas, y se puede clasificarlas en tres clases, pero que sin embargo ne tienen una separación perfectamente definida: simples emisiones de vapor, que no constan sino del de agua, casi puro, de color blanco, ó á lo menos gris blanquizco, y muy parecidas á nubes; son las más frecuentes; después eyecciones de cenizas, en las que el vapor de agua arrastra más ó menos material de lava pulverizada, adquiriendo por esto un color oscuro, á veces negro; y finalmente erupciones de rocas, cuando juntamente con las cenizas salen piedras y escorias de lava incandescente, llevándose hasta 250 metros sobre el borde del cráter, pa-

ra descender formando inmensa variedad de curvas, bien sea dentro del mismo cráter ó sobre los declivios del cono. Estas últimas erupciones son las más raras, proporcionando por la noche un espectáculo grandioso: las bombas suben y bajan, por el interior de la erguida columna de vapor, que se ilumina á la vez por la reflexión de la lava candente del cráter adquiriendo un aspecto mágico de iluminación; esas bombas rojas, brillantes, caen como lluvia de fuego en las laderas del volcán, cubriendo todo el contorno superior del cráter con un baño deslumbrador (1).

Es indiscutible que la erupción de vapores forma el preludio de la actividad volcánica, la acompaña, y es también el acto final, decreciendo poco á poco en masa y extensión. La columna de humo se lanza hácia arriba, con la velocidad del relámpago, difundiéndose en la parte superior en forma de penacho horizontal, y ofreciendo la apariencia de un *pino parasol*. Esta comparación fué hecha, por primera vez, por Plinio: *Nubes oriebatur cujus formam non alia magis arbor quam pinus expresserit* (2).

(Continuará).



1 En el viaje de exploración que en el mes de diciembre del año 1849 verificaron Wisse y García Moreno al Sangay, observaron en el espacio de una hora 267 erupciones de cenizas y en todo el tiempo del viaje, sólo una emisión de la tercera clase, que duró pocas horas.

2 Plin., Epist. VI, p. 16 in Lapparent, op., cit., p. 392.