

Otro fragmento de peso de 561 gramas, hallado igualmente en Santa Rosa en 1810, cuya estructura era tambien cavernosa, difícil de limar, de brillo de plata, y de grano semejante al del acero fundido y forjado, produjo, por medio del análisis de 1<sup>o</sup> 99

Oxido de fierro. . . . .	2, 62
<i>id.</i> de nickel. . . . .	0, 16.
Por tanto en partes contendrán:	
De fierro. . . . .	91, 76
De nickel. . . . .	06, 36
	<hr/>
	98, 12

Reconocimos que habia nickel en un número considerable de otros fragmentos recogidos en Santa Rosa á la misma época; el peso del mayor era de 145 gramas. Mas no es solamente en aquel lugar que se ha encontrado fierro metálico análogo á este. Así el señor Jerónimo Torres poseia un pedazo del peso de 82 libras en el cual no se veia cavidad alguna, y, aunque muy difícil de limar, era maleable, de brillo de plata, y de un peso específico de 7, 6.

Cuatro gramas produjeron analizados

	Oxido de fierro. . . . .	5, 23
	<i>id.</i> de nickel. . . . .	0, 40
Es decir por ciento	90, 76 de fierro	
	07, 87 de nickel.	
	<hr/>	
	98, 63	

Esta masa se encontró en Rasgatá, á las inmediaciones de la salina de Zipaquira, cuya latitud es de 4° 57' y cuya longitud es de 76° 33' al occidente de Paris, con una altura de 2,650 metros sobre el nivel del mar.

Otra masa del peso de 44 libras, que nos mostraron en el mismo lugar, tenia una forma casi esférica, de estructura porosa, pero muy maleable y de un brillo de plata. En esta masa hallamos tambien de 7 á 8 por ciento de nickel.

## INVESTIGACIONES QUIMICAS

*sobre la naturaleza de los flúidos elásticos que se exhalan de los volcanes del Ecuador.*

En todos tiempos el estudio de los volcanes ha ocupado las meditaciones de los observadores. Su origen, su estado de actividad, la naturaleza de las materias que los alimentan, han hecho nacer infinitas hipótesis tan pronto abandonadas como imaginadas porque no se fundaban sobre hechos, hasta que se aprendió á interrogar la naturaleza por medio de experiencias, y que, reconociéndose la propiedad que tienen ciertos cuerpos de combinarse produciendo calor y luz, comenzó á sospechase que la causa de los volcanes dependia de una accion de este género. Acababa de nacer la química cuando ya Lemery trató de representar el fenómeno de los fuegos subterráneos por medio de una reaccion química. Esta experiencia, entonces famosa, hoy casi olvidada, consistia en colocar á cierta profundidad en la tierra dos ingredientes juntos, azufre y limaduras de fierro, húmedos uno y otro; la combinacion se verificaba, y como esta mezcla se calentaba á veces hasta la incandescencia, desprendiase súbitamente una masa considerable de vapores que, empujando la tierra vegetal que cubria la materia, y lanzándola léjos, presentaba así el simulacro de una erupcion. Como en aquella época la ciencia no demandaba grande exactitud ni precision, se consideró esta experiencia como suficiente y satisfactoria explicacion de los fenómenos volcánicos.

Mas tarde nació la geología, y muy en breve entró en el número de las ciencias de observacion. Los terrenos teatro de las erupciones volcánicas fueron estudiados con especial cuidado por los geólogos. Desmarest observó la identidad de los terrenos volcánicos de Italia con los de Auvernia, y M. de Humboldt probó que esta semejanza se sostenia aun en las regiones volcanizadas del nuevo continente. Dolomieu, despues de haber recorrido la Sicilia, creyó que el origen ó centro de los volcanes estaba situado bajo las formaciones de rocas primitivas. Sin embargo

ninguna de estas observaciones explicaba la causa física de los volcanes, porque esta explicacion parecia ser mas bien del resorte de la química. Sir Humphry Davy, despues de haber descompuesto los alcalis y las tierras, y obtenido asi metales tan combustibles que ardan por sí solos al contacto del aire y aun del agua, pretendió fundar sobre estas propiedades extraordinarias la teoría de los volcanes, suponiendo que estos metales existian en el interior del globo terrestre, y que el aire ó el agua del mar penetrando hasta ellos causaban por su combinacion con estas materias eminentemente inflamables todos los fenómenos que nos presentan los volcanes.

M. Gay Lussac discutió la teoría de Davy y manifestó otras ideas sobre el origen de los fenómenos volcánicos, atribuyéndolos á afinidades enérgicas que, á fin de satisfacerse, producian calor suficiente para fundir las lavas. Este sabio reconoció que no hay inverosimilitud en suponer que los radicales de la silica, alumina, cal y aun del mismo fierro, esten unidos al cloro en el interior de la tierra, y que estos cloruros eran susceptibles en presencia del agua de producir una temperatura muy elevada, y de exhalar el gas ácido hidrocórico que se encuentra en el cráter de muchos volcanes de Italia. Finalmente la última hipótesis, que es hoy la mas generalmente adoptada, es la que hace depender los fuegos subterráneos del estado de incandescencia del interior de nuestro planeta.

En el estado de incertidumbre que ofrece todavía la ciencia con respecto á los volcanes, es imposible apreciar el valor de las hipótesis que se han propuesto sucesivamente. En efecto, para formarse ideas cabales sobre las sustancias que existen en el interior de la tierra, y sobre su participacion en los fenómenos volcánicos, es preciso conocer ántes la naturaleza de los vapores que exhalan los volcanes. Afin de adquirir este dato, formé el proyecto, durante mi residencia en los Andes, de visitar el cráter de cada uno de los volcanes inflamados, y de establecer en ellos mi laboratorio, con el objeto de determinar, por medio del análisis químico, la naturaleza de los flúidos elásticos que se desprenden de ellos.

Una circunstancia terrible, nacida sin duda de la expansion de materias gaseosas, sobrevino entónces, la que aceleró la eje-

cucion de mi proyecto, dando mayor interes á este género de investigaciones. El 16 de noviembre de 1827, á las seis de la tarde, toda la Nueva Granada, es decir una extension de tierra de mas de treinta mil leguas cuadradas, se conmovió fuertemente; la tierra tembló por el espacio de cinco minutos; luego que cesó el movimiento se oyeron en todo el valle del Cauca violentas detonaciones que se sucedian de treinta en treinta segundos con una notable regularidad. Supe despues que en muchos lugares la tierra se habia abierto, y que de las hendiduras salian con estrépito materias gaseosas. En varios puntos se encontraron ratones y serpientes asfixiados en sus cuevas por aquellos gases. Rios caudalosos, como el Cauca y el Magdalena, arrastraron por muchas horas lodos espesos que esparcian por donde quiera un olor insoportable de hidrógeno sulfurado. En las montañas de la provincia de Neiva hubo derumbamientos considerables que detuvieron durante muchos dias el curso de los torrentes, los cuales rompiendo luego esta especie de diques, ocasionaron en el valle grandes desastres.

Los volcanes que he podido estudiar se hallan comprendidos entre el 5° grado de latitud norte y la línea equinoccial; las bocas ignívomes están abiertas en la cresta de los traquitas que erizan las cordilleras y cuyas elevadas cumbres alcanzan casi siempre al límite de las nieves permanentes. Una montaña nevada, de la cual sale constantemente una columna de humo, es la imágen exacta de un volcan del nuevo mundo.

*Volcan de Tolima.*

Latitud norte 4° 35', long. occidental 76° 40' de Paris.

El Tolima está situado casi á tres leguas de la pequeña ciudad de Ibagué; visto desde la llanura, este volcan se presenta bajo la forma de un cono truncado. La altura de su cima nevada es de 5,500 metros sobre el nivel del mar. La historia de la conquista ha conservado el recuerdo de una erupcion acaecida á las 11 de la mañana del dia 12 de marzo de 1595, que devastó toda la provincia de Mariquita<sup>1</sup>. Hoy el Tolima es un volcan casi ex-

<sup>1</sup> El P. F. P. Simon, en el capítulo 41, 6ª noticia, 2ª parte, describe esta fétida erupcion de lodo que bajó por el Guali y Lagunilla, de donde se infiere que no fué el Tolima, sino el Ruiz, la causa de estos fenómenos. (El Traductor.

tinguido que no figura en la lista de los volcanes activos <sup>1</sup>.

El señor Goudot, botánico jóven que por amor á la ciencia habia subido ya dos veces al pico del Tolima, se ofreció á servirme de guia en mi excursion. Aunque el volcan dista tan poco de Ibagué, el camino es sobremanera trabajoso, de tal suerte que gastamos cinco dias andando por entre torrentes y precipicios para llegar. En las angosturas de Combeyma se ve el esquisto micáceo, al principio muy carburado y que se trasforma en esquisto anfibólico; la roca esquistosa ó apizarrada que cerca de Ibagué se halla inclinada de 45° poco mas ó ménos se levanta mas en la proximidad del volcan, hásta que últimamente aparece en la posicion vertical al contacto de la traquita.

El punto en donde nos detuvimos á observar en el Tolima se halla algo mas bajo que el limite inferior de las nieves perpetuas, y su altura, calculada con el auxilio del barómetro, era de 4300 metros. Situé mis instrumentos en un espacio comprendido entre dos muros de traquita. El suelo estaba allí abierto por todas partes, y de las grietas salian abundantes vapores. Todo nos manifestaba que aquel era un cráter antiguo, cuyo piso consiste hoy en un barro negro bien sólido, mezclado con pedazos de azufre. En una hendedura de la cual se exhalaban vapores visibles, el termómetro se sostuvo á 50° centígrados. Recogí el aire de esta grieta vaciando dentro de ella un tubo graduado lleno de agua, y hallé, sometiendo este gas á la accion de la sosa cáustica, que el aire recogido contenia 0,14 de ácido carbónico. El olor de los gases que salian del volcan indicaban suficientemente la presencia del ácido hidrosulfúrico. Traté en vano sin embargo de determinar la cantidad de este ácido por medio del acetato de plomo mezclado con ácido acético. El color negro que adquirió este reactivo me mostró que habia absorpcion, pero tan leve que no excederia de  $\frac{1}{1000}$  del volúmen del gas objeto del experimento. Para descubrir si habia otros ácidos en los vapores del volcan, coloqué un vaso lleno de agua á 0° en la grieta, cuya temperatura era de 50°. La superficie exterior de este vaso se cubrió al instante de humedad, y de este modo me fué fácil recoger suficiente cantidad de líquido, el

<sup>1</sup> Véase la nota al fin de esta memoria.

cual no me dió precipitado alguno con el nitrato de plata y reconocí ser agua pura.

Así pues los productos gaseosos del volcan de Tolima son :

- 1° Vapor de agua;
- 2° Gas ácido carbónico;
- 3° Gas ácido hidrosulfúrico.

#### *Azufral del Quindio.*

Quando se atraviesan las montañas del Quindio, cubiertas de selvas espesas, para pasar del valle del Magdalena al del Cauca, es menester andar á pié ó cargado por hombres cuya profesion es la de trasportar viajeros y mercancías <sup>1</sup>. Ordinariamente se gastan nueve dias en este camino. En la segunda jornada se llega al *Azufral*, de donde extraen azufre del que contiene una roca de esquisto micáceo muy carburado. Este depósito de azufre no tiene nada de particular si se atiende á que el azufral del Quindio se encuentra situado precisamente en la base del volcan de Tolima, en el cual el esquisto descansa evidentemente sobre la traquita; y á cierta distancia, en el sitio llamado Agua Caliente, en donde hay una fuente termal, se ve salir la roca traquítica por entre el esquisto. Vense varias excavaciones en el azufral hechas para sacar el azufre, mas ellas son forzosamente superficiales, porque el minero, para no respirar los gases deletéreos que el esquisto micáceo exhala, tiene que retener su respiracion mientras trabaja. Estos gases esparcen por otra parte un olor fuerte de ácido hidrosulfúrico. El aire de las excavaciones no contiene sino 5/100 de aire atmosférico y 95 de gas ácido carbónico, segun lo reconocí por medio de varias experiencias. Así es que la sosa cáustica lo absorbe completamente.

Cien partes del gas del azufral sometidas á la accion del acetato ácido de plomo disminuyeron de una décima parte en su volúmen, de donde se infiere que este gas no contiene sino 0,001 de ácido hidrosulfúrico.

<sup>1</sup> Débese al general Herran el beneficio de un buen camino de herradura en Quindio, emprendido y casi terminado bajo su administracion, camino que ha reemplazado la mala vereda que describe aquí el sabio viajero francés. (*El Traductor.*)

Si hemos de juzgar por la escasa proporcion de aire atmosférico contenido en el gas del azufre, la exhalacion de vapores es allí mas rápida y abundante que en el cráter del Tolima, á pesar de que la temperatura de las excavaciones no excede de la de la atmósfera. Yo la encontré de 19° á 20° miéntras que un termómetro al aire libre indicaba 22°. Esta baja temperatura es tanto mas notable cuanto que el azufre está situado 2.300 metros mas abajo del cráter del volcan. Sin embargo la temperatura del azufre parece haber sido mucho mas elevada en tiempos anteriores. En 1801 M. de Humboldt la halló á 48° c. Penetrando en la atmósfera de ácido carbónico de que están llenas las galerías del azufre, se siente una impresion tan fuerte de calor, que indicaria que la temperatura excede de 40°, si el termómetro no señalara solamente 20°. Se padece tambien de una picazon aguda en los ojos, y es de advertir que á los trabajadores empleados en la extraccion del azufre se les disminuye en general la vista.

*Volcan de Puracé.*

Lat. norte 2° 29'. Longitud oeste 79° o.

La cumbre nevada del Puracé se descubre desde la ciudad de Popayañ. Segun Caldas la elevacion de este volcan es de 5.184 metros; mas el lugar de donde salen los vapores sulfurosos está solamente á la altura de 4,359 metros. Este lugar es designado por los Indios con el nombre de azufre del Boqueron, y en él establecí mi laboratorio. Hay muchos puntos situados bajo el limite inferior de la nieve de donde sale humo denso. El suelo que pisábamos estaba caliente, y escuchábamos bajo la tierra un ruido que indicaba una grande masa de agua hirviendo. De una abertura que tendria cerca de doce pulgadas de diámetro, salia impetuosamente una corriente de vapor que hizo subir el termómetro á 86° 5, que es, con corta diferencia, el grado de ebullicion del agua bajo la presion de 459 milímetros que corresponde á la altura del Boqueron. Esta circunstancia es interesante por cuanto de ella puede colegirse con suficiente probabilidad que la masa de agua, cuyo hervor se

oia claramente, era pura; porque si esta agua hubiera contenido sales en disolucion, la temperatura de su vapor habria sido necesariamente mas elevada<sup>1</sup>.

El vapor de agua que salia de diferentes grietas tenia un fuerte olor de ácido hidrosulfúrico, y, como fué fácil condensar una cantidad considerable de este vapor, pudo examinarse sin dificultad el liquido que resultaba, que era una agua dotada de cierto olor hepático, el cual olor desaparecia prontamente dejándola al aire, en cuyo caso no presentaba precipitado alguno, cualquiera que fuese el reactivo que se emplease, manifestando asi las propiedades del agua pura. Queda pues probado que los vapores que emanan del Puracé no contienen ácido hidroclórico en cantidad perceptible. Mas, temiendo que los vapores de ácido hidroclórico no se hubieran condensado junto con los de agua, coloqué en la corriente de vapor una solucion de potasa, la cual, saturada por el ácido nítrico, no me dió tampoco precipitado alguno con el nitrato de plata.

Como la corriente de vapores que salia de la abertura era muy continua, tuve mucho trabajo para recoger los gases que acompañaban el vapor de agua. Lo conseguí sin embargo, manipulando con guantes en los cuales podia introducir nieve; vaciaba un tubo graduado lleno de agua en el hueco de donde salia la corriente de vapores, y despues de algun tiempo lo sacaba, pero, por mucha cautela que usase, siempre penetraba en él algo de aire atmosférico. Asi mezcladas, cien partes del gas del volcan ensayadas con la sosa cáustica, me dieron por resultado 85 de ácido carbónico con alguna variedad de una experiencia á otra, segun la mayor ó menor destreza con que yo ejecutaba la operacion. Importaba adquirir la certidumbre de

<sup>1</sup> Las experiencias de M. Regnault han hecho ver últimamente que, cualquiera que sea la temperatura de ebullicion del agua mas ó menos impura, la temperatura de su vapor depende solamente de la presion atmosférica. Importa rectificar este pasaje de la memoria de M. Boussingault, no solamente porque su conjetura con respecto á la pureza del agua que hierve en el interior del Puracé no es exacta, sino porque sobre el principio contrario se funda en el dia la hipsometria, ó el método de medir la altura de las montañas por medio de la ebullicion de cualquiera agua. A dos pulgadas de la superficie de una mezcla de agua y ácido sulfúrico en las proporciones necesarias para que la temperatura de ebullicion alcance á 140°, el vapor que se exhala por el cuello del recipiente y dentro del mismo cuello no pasa sin embargo de 100° bajo la presion ordinaria. (*El Traductor.*)