

APUNTES DE GEOLOGIA Y DE BOTANICA RELATIVOS A MEXICO,

POR EL SEÑOR DOCTOR

MANUEL M. VILLADA,

SOCIO DE NÚMERO.

I

ERUPCIONES DE AGUA CALIENTE EN EL ESTADO DE MICHOACAN.

Entre los fenómenos geológicos subordinados á la acción volcánica, muy dignos son de estudiarse aquellos de que me voy á ocupar, que aunque pequeños en apariencia, se revelan muchas veces, como en los presentes casos, con caracteres verdaderamente curiosos é interesantes. En la economía de la naturaleza desempeñan, en efecto, un papel importante, obrando como válvulas de seguridad para precaver ó atenuar las terribles manifestaciones de las fuerzas interiores de la tierra.

En los años de 1887 y 88, tuve ocasión de observar los fenómenos eruptivos á que me refiero, en dos distintos lugares de Michoacán, dirigiendo á mis discípulos de la Escuela N. de Agricultura, en su práctica de Historia Natural.

Uno de ellos fué visitado en 1855 por un sabio viajero suizo, el Sr. H. Saussure; su relación, publicada en el «Boletín de la Sociedad de Geografía,» de París, se reprodujo en el tomo V de la primera serie de «La Naturaleza,» bajo el título «Descubrimiento de un antiguo volcán.» En 1882 lo visitaron también los distinguidos ingenieros D. Santiago Ramírez y D. Vicente Reyes, comisionados por la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, para estudiar los temblores que se comenzaron á sentir el 22 de Octubre del mismo año, «en el punto llamado el Agua fría, de la Municipalidad de Taximarroa, en la hacienda de Jaripeo, en Ucareo, Zinapécuaro (Estado de Michoacán), Acámbaro (Estado de Guanajuato) y posteriormente con mucha suavidad en Maravatío (Michoacán), comprendiendo una extensión de ochenta leguas cuadradas. Su duración fué de cincuenta días, en cuyo tiempo se sintieron doscientos sacudimientos.»¹

Del minucioso y bien escrito informe de los citados ingenieros, me aprovecho ampliamente para formar el presente artículo.

El primer sitio de los referidos en donde desde tiempo inmemorial se verifican las eyecciones de agua caliente, con el carácter de simples fumarolas ó de verdaderos *geysers* y conocidas en la localidad con el nombre de *hervideros*, se halla situado en la pintoresca serranía de San Andrés, al Suroeste de Maravatío, la cual está formada de numerosas y elevadas montañas entre las que descuella la que lleva aquel nombre, cuya altura sobre el nivel del mar es de 3,282 metros.

¹ Los temblores y volcanes de Agua fría y Jaripeo, por los ingenieros S. Ramírez y V. Reyes.

Partiendo de la hacienda de Jaripeo,¹ en donde recibimos franca y cariñosa hospitalidad de su apreciable arrendatario el Sr. D. Julio Borja, y dirigiéndonos rumbo al E. S. E., á poco andar comenzamos á ascender uno de los primeros contrafuertes de dicha serranía. Los dilatados bosques que cubren sus montañas, nos causaban á cada paso agradables sorpresas, pues sus alineados y cómodos senderos, así como la variedad y exuberancia de su vegetación, les dan todo el aspecto de hermosísimas alamedas, rivalizando sin disputa con otros muchos del Estado de Michoacán, como los bellos y majestuosos, por ejemplo, de la cordillera de Patamba y Pico de Tancítaro.

Las viejas centinelas de nuestras altas montañas allí presentes, se reconocían desde luego por su porte característico, como las encinas, ailes y madroños, entre las Cupulíferas, Betuláceas y Ericáceas; los ocotes, oyameles, cedros, etc., entre las Coníferas; unos y otros árboles se van sucediendo á distintas alturas, aunque sus respectivas áreas vegetativas se sobreponen más ó menos, debido entre otras causas á la influencia de la exposición.

Siendo demasiado conocidas las referidas especies, no me detendré más en ellas y sólo llamaré la atención acerca de otra Conífera que vegeta también en los mismos lugares y que ha comenzado á despertar algún interés en los Estados Unidos, según noticias comunicadas á la Sociedad por su ilustrado socio el Sr. Profesor Alfonso Herrera, padre. Es la *Pseudotsuga Douglasii* de Carrière, conocida vulgarmente con el nombre de Jaboncillo; tiene un aspecto semejante al oyamel, *Abies religiosa*, de Chamisso y Schthendal; una y otra planta alcanzan grande altura, aquélla hasta 100 piés y 150 ésta; en ambas la copa es piramidal, las ramas verticiladas y horizontales, y los ramillos más ó menos pendientes, sobre todo en la primera; las hojas planas, lineares y obtusas, de 22 á 28^{mm} de longitud; pero los frutos ó conos son mucho más grandes en el *A. religiosa* que en el *Ps. Douglasii*, pues mientras que en aquél pueden adquirir una longitud de 15^{cent} y sólo algo más de 6 su variedad *minor*, los de la última apenas llegan en su mayor grado de crecimiento á 25^{mm}.

Sus áreas de vegetación boreal y meridional son también muy distintas; así el oyamel, por lo que sabemos, se extiende desde las montañas de Guatemala hasta las de San Luis Potosí, en la región Norte de México; mientras que el Jaboncillo comienza á vegetar en las de Michoacán, al Sur de la República, y termina en las de la Sierra Nevada, Estados Unidos y quizá aun más allá; la área de este último, á medida que se acerca á su límite septentrional, parece que se inclina más al Occidente que al Oriente: pero nada podré decir de la otra especie bajo este particular.

Antes de seguir adelante, no estará por demás advertir que el *Pseudotsuga Douglasii* figura en el Prodrómo Candoleano en la sección TSUGA del género *Pinus*, del que ha sido separado para constituir el nuevo género expresado, que es enteramente monotipo.

¹ Esta hacienda se halla situada al OSO. de Maravatio, y como á una distancia de 38 kilómetros; su finca, que estaba aún en construcción, tiene el estilo de un gracioso castillo, edificado sobre la cima de una loma.

El interés que ha despertado como hemos dicho, en los Estados Unidos, es debido á que este árbol desarrolla una abundante capa de corcho, que pudiera muy bien explotarse con ventaja. En alguna ocasión se examinaron muestras de este producto, en la Sociedad de Historia Natural, pero se vió que era demasiado quebradizo y nada elástico; mas, sin embargo, con el cultivo podría muy bien mejorarse y llegar á tener las mismas aplicaciones industriales que el ya conocido de los *Quercus suber* y *occidentalis*.

Volviendo al relato de mi excursión, además de las especies arbóreas de que he hecho mérito, el tapiz vegetal formado por las hierbas y los arbustos es tan exuberante como el anterior, y mucho más variado como es de suponer. Las Labiadas, Compuestas y Personadas, representan, sin duda, el principal papel, siendo admirable realmente lo que animan y embellecen por su agradable aspecto, el umbrío de los bosques.

De éstas y otras familias fuimos colectando sucesivamente las especies que paso á enumerar, teniendo que agradecer á mi excelente amigo el Dr. Manuel Urbina, la determinación de algunas de ellas. *Salvia amarissima*, Ort., (*S. nepetoides*, H. B. K.), *S. cyanea*, Benth., *S. longistyla*, id.: *Brunella vulgaris*, L., planta europea importada quizá al país, en donde se ha propagado bastante, y designada por algunos bajo el nombre de Betónica ó Bretónica, pues es muy distinta de la que lleva el primero de estos dos nombres, y que es enteramente exótica; *Calamintha macrostema*, Benth., que es el famoso Nurite de Michoacán, de que se hace tanto uso en aquel Estado por su grato sabor y excelentes virtudes estomacales; la he colectado también en el Pico de Tancítaro, en donde vegeta con abundancia, y en los montes de la hacienda de Zavaleta, al N. E. del Valle de México. *Senecio petasitis*, D. C., *S. calcareus*, H. B. K., *Cacalia lobata*, D. C., *Eupatorium deltoideum*, Jac., *E. glabratum*, H. B. K., *E. rhomboideum*, id., *Brickellia cavanillesi*, As. Gr., *Stevia viscida*, H. B. K., *S. clinopodia*, D. C., *S. salicifolia*, Cav., *Bidens arguta*, D. C., *Melampodium perforiatum*, H. B. K., *Siegesbeckia orientalis*, L.: esta curiosa especie que vegeta en ambos continentes, tiene la particularidad de que las brácteas del involucre se hallan convertidas en largos filamentos cubiertos, así como el pedúnculo, de numerosos pelos glandulosos en el ápice, que le dan cierto aspecto como de planta carnívora: la he colectado igualmente en otros lugares, como en los montes de la ferrería de S. Rafael al N E del Valle de México, el Nevado de Toluca, etc. *Pentstemon campanulatum*, Wild., *P. imberbis*, Traut., *P. gentianoides*, Don., *Lamourouxia rhyanthifolia*, H. B. K., *Cestrum confertifolium*, Sch., llamada hierba de la mula, muy distinta de la que más comunmente tiene este nombre vulgar, que es la *Monnina xalapensis*, H. B. K. que vegeta también allí mismo; *Symphoricarpus glaucescens*, id., *Fuchsia microphylla*, id., más otra, por último, que mencionaré adelante.

Después de caminar un buen trecho por entre aquellas montañas, llegamos á una hondonada en donde existe un gran depósito de agua, llamado por el color de ésta, Laguna Verde: su fondo está cubierto por un acarreo de rocas arcillosas impregnadas de azufre; según el Sr. Ramírez, la altura barométrica de este lugar es de 2,866^m 40

y la temperatura de las aguas de 28° c; el depósito tiene una forma elíptica y su eje mayor está dirigido casi de N O á S E.; en su derredor se abren numerosos y pequeños respiraderos que dejan escapar en más ó menos abundancia vapores acuosos y ácido sulfuroso, el cual se desprende igualmente de la superficie de las aguas: la temperatura de estos gases es bastante elevada, de 75° á 80° c, y aun más la de la sílice que se deposita en las aberturas, la cual no es posible soportarla con la mano. Se nos aseguró que los sondeos practicados señalaban una profundidad considerable en el centro, lo que á mi juicio es una exageración.

Más adelante y dentro del corazón de la sierra entramos á un pequeño valle perfectamente plano y horizontal, en donde se halla establecida la hacienda de Agua fría, cuyo giro principal es la explotación del azufre y el corte de maderas. A nuestro frente y á no larga distancia teníamos el famoso cerro de *Las Humaredas*, las que percibíamos con toda claridad, elevándose en columnas más ó menos espesas en diferentes puntos de la montaña; emprendimos sin demora la ascensión, con el fin de estudiar de cerca el curioso fenómeno que teníamos á la vista, así como la constitución geológica del terreno; nos cercioramos bien pronto que toda aquella elevación la formaba una gran masa traquítica sobre la que descansan capas de pizarra arcillosa y margas muy duras en estratificación concordante; como dice el Sr. Ramírez, las capas se inclinan 75° al E. El mismo autor refiere que encontró cinco *hervideros* ó fumarolas principales sobre la misma curva del nivel, en la parte N. E. del cerro y á una altura de $2,930^m10$. En la época de nuestra visita las de mayor importancia eran dos únicamente; una y otra de forma circular y como de tres metros de diámetro; en el interior de la oquedad se agitaba en continua ebullición y en cierto modo imponente, una masa pastosa de color pardo-oscuro, que de tiempo en tiempo se levantaba á una altura de tres á cuatro metros; una parte volvía á caer al depósito y la otra se derramaba en las orillas, formando pequeños montículos; se desprendían á la vez densas columnas de humo á una temperatura de 85° c, que las ocultaban más ó menos: á poco de elevarse eran arrastradas por el viento que soplaba allí con frecuencia por el desequilibrio de temperatura, diseminándose así en distintas direcciones las substancias minerales que las constituyen: en su mayor parte está formado aquel humo, de vapor de agua mezclado con azufre y ácidos sulfuroso y sulfídrico; en su contacto con las masas arcillo-ferruginosas que tienen que atravesar á su salida, se produce alumbre de fierro, que se deposita en el borde de las oquedades, juntamente con el azufre: este cuerpo se presenta bajo dos aspectos enteramente diversos; ya pulverulento y de color amarillo paja, ó bien cristalizado y amarillo limón, según proviene, como lo expresa el Sr. Ramírez, de la simple condensación del vapor de azufre ó de la descomposición del ácido sulfuroso. Otros de los hervideros contienen una agua limpia que se enturbia más ó menos cuando se agita, de un sabor ferruginoso y reacción ácida. Según pudimos observar, las fumarolas llegan al fin á extinguirse, apareciendo otras nuevas en lugares más ó menos distantes; artificialmente se pueden producir perforando el suelo con una estaca, sucediendo que las más próximas, si son pequeñas, desaparecen poco á poco.

«Al S E del cerro de las Humaredas, como dice el Sr. Ramírez, se eleva el de *El Currutaco*, en cuya falda O se abre al cráter de este nombre á una altura de 3,010^m 7, y que es uno de los más notables de esta región; afecta una forma elíptica bastante regular; su eje mayor, que mide 26^m 80, se dirige 50° N E á S O; á los 16^m 80 del eje mayor, el menor, que tiene 7^m 50, se encuentra comprimido, extendiéndose allí un tabique vertical que hace sospechar á primera vista que sean dos cráteres unidos; pero cuando este tabique se examina con detenimiento se reconoce con facilidad que es un depósito de lava ligeramente endurecido por el contacto del aire. Este cráter está casi apagado, pues su acción se encuentra notablemente restringida por las lavas endurecidas y mezcladas á los restos de la roca general que lo ha cegado á la profundidad de 8 metros.»

En el fondo de una depresión elíptica situada más abajo, existen algunos manantiales de diversa forma y tamaño que contienen aguas limpias ó cargadas de sedimentos que las hacen aparecer rojizas ó amarillentas, y uno de ellos con un lodo gris y amarillento también, en incesante ebullición. Los sedimentos contienen gran cantidad de azufre, el cual forma depósitos en las orillas, juntamente con el alumbre de fierro y la caparrosa: el vapor que se desprende del último tiene una temperatura de 78° c.

El volcán de *El Chillador* se abre al S O del mismo cerro de las Humaredas; el ruido que acompaña á la columna gaseosa, que se eleva como á tres metros y con una temperatura de 91° c, es igual aunque mucho más fuerte al que produce la salida del vapor de una caldera; al derredor de la abertura se hallan amontonadas gran cantidad de lavas impregnadas de azufre: en este lugar, según el Sr. Ramírez, los temblores se sintieron con mucha mayor fuerza. Más abajo se encuentra *El Chillador Nuevo*, cuya formación data de esa época, y en donde el ruido es mucho más intenso y más espesa la columna de vapor, la cual se eleva también á mayor altura; la boca del cráter es casi circular y de un metro de diámetro; las lavas que la obstruyen, dejan sobre sí intersticios más ó menos grandes, por donde los gases se escapan produciendo sonidos de diferentes tonos, que en parte puede uno hacer variar cambiando en algo la colocación de aquéllas.

Como lo he dicho, por otros diversos puntos de esta montaña se desprenden también columnas de humo, aunque pequeñas, con la particularidad de estar situadas las fumarolas, como las anteriores, en la misma línea volcánica, por decirlo así. En ciertos de estos lugares el piso es tan blando que se hunde al asentar el pie, y tan caliente que apenas se puede soportar un corto rato. Supone el Sr. Ramírez que en el levantamiento, al ocupar las rocas su nueva posición, se produjeron relices en la dirección de la expresada línea, en donde los gases que en ellos se acumulan tienen también fácil salida; apoya también esta suposición, el hecho de que el yacimiento de las capas de pizarra arcillosa á descubierto es casi perpendicular á la misma, la cual puede considerarse como la proyección general de las trazas horizontales de las que se encuentran en la misma curva de nivel.

Probablemente el Sr. Saussure se refiere al más antiguo de estos dos últimos cráteres, al expresarse en su relación en los términos siguientes.

«Hacia como media hora que llamaba nuestra atención (caminaba entre el bosque acompañado de sus guías) un ruido extraño muy semejante al de una catarata lejana, cuando percibimos una columna de vapor blanco, proyectando con violencia sus copos aborregados por encima de los abetos que cubren los flancos del valle.»

«Al llegar al lugar de donde salía el ruido quedamos pasmados con el espectáculo que se nos presentó. Delante de nosotros se levantaba una pendiente blanqueada que parecía cubierta de porcelana. En su cima se halla un pozo como de dos metros de abertura, del que se escapa con un silbido horrible, un chorro de vapor que se eleva en el aire á una altura considerable.»

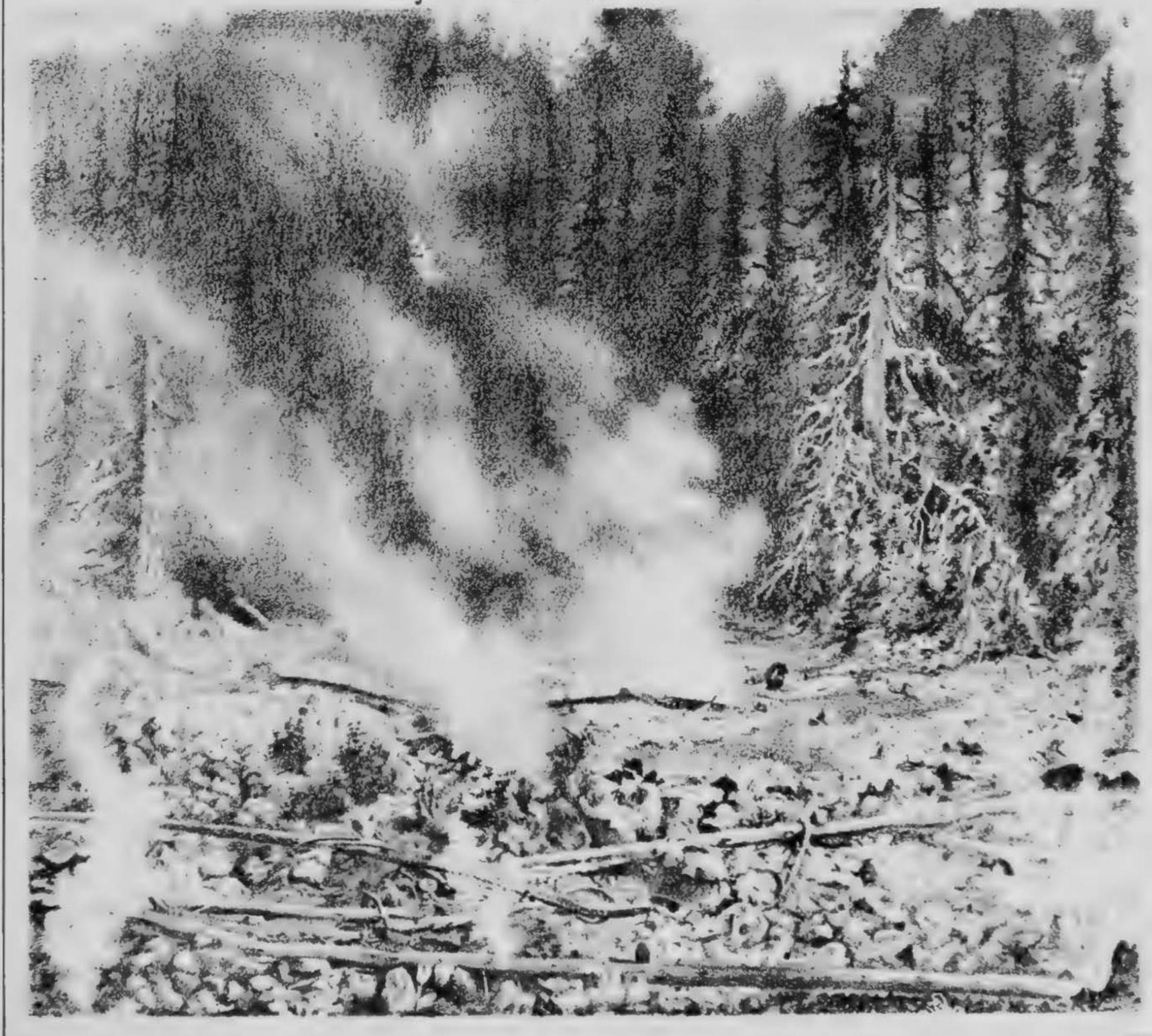
«Al mismo tiempo, una oleada de agua hirviendo se desborda de la abertura y se escurre por muchos caños hasta el fondo del valle. Este gran fenómeno solo puede compararse con el de los *Geysers* de Islandia, y tanto aquí como allá, los resultados son los mismos. Las aguas al escurrirse dejan una gran cantidad de sílice y forman en los alrededores esas rocas blancas, cuya substancia comparo con una porcelana. Todas las piedras que humedecen esas aguas están en vía de crecimiento. Su superficie es suave como la pasta y se solidifica en seguida para formar un ópalo compacto.»

Es natural suponer que en el tiempo transcurrido entre aquella excursión y la presente, se haya modificado bastante el aspecto exterior de este volcán, así como la proporción relativa de las substancias minerales contenidas en los vapores acuosos de las eyecciones.

Continuando nuestro camino en dirección al oeste, y después de algunas horas desembocamos á una especie de anfiteatro rodeado de rocas que se desmoronan, y en cuyo fondo, á manera de embudo, existe un gran estanque circular de más de cien metros de diámetro, llamado Laguna de los Azufres, situada en el cerro de este nombre, próximo al de las Humaredas: el agua que contiene es excesivamente turbia y se mantiene en continua ebullición; de la superficie se desprenden vapores sulfurosos, que al condensarse forman depósitos de azufre en todo su derredor. Los árboles más próximos del bosque, que se hallan destrozados y marchitos por estas emanaciones volcánicas, al grado de que su madera como fosilizada arde sin dificultad con una llama azulosa y olor de azufre, le dan á aquel lugar agreste y salvaje, que se representa con exactitud en la lámina adjunta, un aspecto tal de ruina y de desolación, que contrista verdaderamente el espíritu. Á poca distancia de la laguna se halla establecida la fábrica para la explotación del azufre; este mineral se obtiene practicando excavaciones en el terreno, á manera de pozos, de una extensión superficial más ó menos grande y de la profundidad necesaria hasta llegar á una capa de pizarra arcillosa bastante rica en azufre que haga costeable el beneficio; de la roca que le sirve de matriz, que los trabajadores llaman *metal de azufre*, se le separa por fusión y destilación, en estado perfectamente puro. Una vez agotado el banco á descubierto, se emprende una nueva obra en el lugar que se juzga á propósito para el objeto: en nuestra visita se hallaba en trabajo



Laguna de los Azufres.



Hervideros de Maritaro.

una gran excavación hecha en cuadro de veinte á veinticinco metros por lado y de ocho á diez de profundidad, si mis recuerdos no me engañan; por el simple aspecto físico de la roca y sin previo ensaye, se reconoce á primera vista, como lo ha enseñado la práctica, la que se puede aprovechar por su riqueza en azufre.

Creo, como el Sr. Ramírez, que la Laguna de los Azufres cuyas aguas están á la temperatura de 88° c, constituye, así como la llamada Verde, «una especie de vaso de depósito, pues recibe las aguas que corren por los numerosos declives de los cerros que la circundan: estas aguas, que provienen de manantiales lejanos, son frías y de muy agradable sabor.»

De este *campo de muerte*, como bien pudiéramos llamar á aquel lugar, el Sr. Sausure hace la pintura siguiente:

«Todas las paredes del anfiteatro son de rocas desprovistas de tierra vegetal, reblandecidas y blanqueadas por los vapores sulfúreos de que está impregnada la atmósfera de este antro. Sobre estas rocas se dibujan algunas aureolas amarillas y rojas que atestiguan la acción incesante del azufre y una lánguida vegetación corona por todos lados sus bordes cortados á pico. Esta lucha entre una vegetación invasora y las emanaciones perniciosas que la rechazan, tiene algo de triste que hace aún más salvaje el aspecto de estos desolados lugares. El charco de agua que ocupa el fondo, si se juzga por sus bordes, debe tener una gran profundidad. De su seno es de donde se retira el azufre mezclado con lodo, de que se usa para la fabricación de las pólvoras, después de purificado por fusión. Para estos trabajos se han fabricado algunas chozas de tierra y un pequeño edificio para la explotación, á cierta distancia de la laguna, en donde se resienten menos las emanaciones sulfurosas, pero aun allí es tal la influencia de estos vapores, que transforman la tierra arcillosa de que están construidas las casas en varios sulfatos y particularmente en alumbre, al punto de hacerlas desplomar periódicamente.»

«Al N O del cerro de los Azufres, continúa diciendo el Sr. Ramírez, y próximamente á la distancia de un kilómetro, se encuentra en terrenos pertenecientes á la hacienda de Jaripeo, el cerro del Chino, que forma parte del cerro del Gallo; allí hay seis hervideros que no presentan particularidad alguna en cuanto á su esencia, aunque sí en cuanto á su posición. La temperatura media de sus aguas es de 80° c.»

«Siguiendo la misma dirección, y á la distancia de cuatro kilómetros, está el volcán del Gallo, cuya posición, relativamente á los otros volcanes, así como su aspecto general, hacen comprender que es uno de los más importantes.»

«En la falda del cerro hay una hondonada elíptica cuyos ejes son de 100 y 70 metros, prolongándose el mayor por ambos lados y perdiéndose en las barrancas tortuosas, que parecen haberse abierto por las lavas en el instante del levantamiento.»

«En el centro y las orillas de esta hondonada, literalmente cubierta de lavas, se ven amontonados con una irregularidad majestuosa é imponente, los enormes fragmentos de roca y lavas que se desprendieron en el momento de la erupción, observándose en los primeros los caracteres propios del pórfido, que constituye su esencia, confun-

didados entre el aspecto escorioso que les imprimieron los efectos de la erupción, y estando los últimos impregnados de azufre, fierro, siliza y demás elementos de alteración.»

«En el centro de esta hondonada y un poco hácia el E se encuentra el principal de los respiraderos, que afecta una forma casi circular, cuyo diámetro medio mide cinco metros y cuya agua presenta un color pardo amarillento, debido sin duda al vapor de azufre que tiene en disolución.»

«La columna gaseosa se desprende solamente de dos puntos situados en la parte del O. Hay además otros respiraderos, de los que el más notable es uno que tiene 6^m 75 de diámetro, cuya agua es enteramente clara y los gases se desprenden en burbujas tan pequeñas como las que salen del matraz del ensayador, en el momento en que la liga de plata ú oro es tratada por el ácido nítrico: estos gases al salir forman burbujas en la superficie, las cuales se proyectan en el fondo en estrellas, afectando la forma que toma el agua al congelarse. Esta agua es muy tibia y tiene un sabor muy marcado de azufre y fierro.»

«En algunas lavas se distingue el manganeso en arborizaciones.»

«La temperatura del vapor en estos respiraderos es de 76°c y la altura de este punto es de 2,903^m 70.»

Es probable que el Sr. Saussure se refiera á alguno de los hervideros del volcán del Gallo, en el pasaje siguiente de su relación.

«Continuamos caminando á través de los bosques, siempre guiados por nuestros indios, elevándonos gradualmente por los flancos del valle, sin salir de un radio de media legua. Repentinamente vimos abrirse delante de nosotros, un antro cuyos bordes arcillosos cortados á pico amenazaban hundirse bajo nuestras pisadas. En lo profundo de este agujero vimos un charco de agua turbia, agitada por una violenta ebullición. Su nivel se bajaba para elevarse después en inmensas burbujas que estallaban arrojandó por todos lados torrentes de espuma. Los árboles que el derrumbamiento de los bordes había arrastrado, estaban abatidos en forma de embudo, y agitados por las ondas hirvientes, sufrían un verdadero cocimiento, yendo y viniendo como una legumbre en un puchero de agua en ebullición. Lo inesperado de este espectáculo lo hace todavía más espantoso: nos retiramos poseídos de terror por la idea de que la tierra podría faltar á nuestros pies, ó que la menor imprudencia nos precipitara en aquel abismo donde una muerte horrorosa sería inevitable.»

Efectivamente, se ven árboles caídos en distintos lugares debido á la causa que se expresa y á la acción destructora de los gases sobre sus raíces, como los que el Sr. Ramírez vió cerca del nuevo Chillador.

«Al O del volcán del Gallo y á 800 ó 1000^m de distancia, dice el Informe, está el elevado cerro del Palmar, en cuya cima se distingue el volcán de este nombre, abierto en una masa de traquita sobrepuesta á la pizarra y en su parte superior de tal manera alterada que presenta el aspecto general de un conglomerado, cuyas partes elementales son la traquita misma descompuesta en fragmentos agudos y romos. En su textura reciente se distinguen dos partes esencialmente diversas: el núcleo en que se observan

los caracteres propios de la roca, y la costra exterior, cuyo espesor de tres á cuatro milímetros está afectado por la acción del azufre, el sulfato de fierro y demás agentes volcánicos desprendidos de los vapores.»

«La principal alteración consiste en una disminución de dureza tan notable, que se raspa con la uña fácilmente. Hay además de este conglomerado fragmentos de pizarra arcillosa, en cuya textura reciente se distinguen las hojas características de la pizarra. Al partir uno de estos fragmentos observamos su interior fuertemente humedecido, lo cual depende de la cantidad de vapor que se filtra y al filtrarse se condensa.

«La argamasa en este conglomerado la forman la arcilla descompuesta y el óxido de fierro.

«En la dirección de E. á O. se ven en el cráter tres respiraderos de 4.25, 1.70 y 1 metro de diámetro: hay, además, otros pequeños hasta el número de quince que contienen agua ferruginosa y sulfurosa, y cuyo vapor está á 82° c.

«Su altura es de 3,026^m70 sobre el nivel del mar.»

El mismo Sr. Ramírez menciona «un manantial de agua clara á 80° c. llamado *El pozo de las puentecillas*, de forma circular y 2^m25 de diámetro: dichas aguas han dejado en la circunferencia un depósito que se ha endurecido. Cerca de este pozo hay otro manantial de agua ferruginosa, que deja á su paso grandes depósitos de sulfato de fierro. El agua es muy clara y no da reacción con el papel de tornasol, y en su análisis dió á conocer la presencia de sulfatos y cloruros.»

Me ocuparé, por último, de otro paraje que visitamos el segundo día de nuestra permanencia en Jaripeo, y que el anterior, de regreso de nuestra primera excursión, aunque pasamos muy arriba de él, por las grandes masas de vapor que se desprendían de la hondonada que forma, señal evidente de la existencia de fumarolas de inusitada actividad nos había llamado demasiado la atención. El nombre, quizá tarasco, de Marítaro, con que se designa aquel sitio, es bastante significativo, si su traducción es, como se me dijo, *lugar de fuego*.

Efectivamente, sobre la falda O. de una de las montañas en que termina la serranía de Jaripeo, existe en cierto lugar de ella una gran depresión, más bien elíptica que circular, y á una altura arriba del nivel del mar, según el informe citado, de 2,924^m60; en diversos puntos de la superficie se abren numerosos respiraderos, pequeños en su mayor parte: nosotros contamos 50 y el Sr. Ramírez 27, casi todos apagados; pero se les puede hacer revivir, por decirlo así, llevando á su interior algunos de los hilos de agua que surcan aquel terreno; es curioso realmente el ver cómo se levanta á poco una pequeña columna de humo, que cesa tan pronto como se le deja de alimentar. El mayor de todos se halla en el centro, de forma elíptica y mide como tres metros en su eje principal; contiene agua mezclada con una gran cantidad de arcilla, que hierve sin cesar, levantándose de tiempo en tiempo á una altura de menos de un metro; el vapor acuoso que se desprende á una temperatura 93° c, encierra ácido sulfídrico en gran cantidad y azufre; es tan abundante que sólo cuando sopla un viento fuerte se puede percibir el interior del hervidero cuyas orillas se hallan cubiertas de lodo y azufre; por uno

de los lados es tan blando el piso que lo rodea, que por acercarme demasiado á examinar aquél por ese punto, estuve á riesgo de hundirme no sé hasta dónde, y de que me salvé por el oportuno auxilio de uno de mis alumnos. En la época de las lluvias, como dicen los rancheros, *se embravecen*, y aquel antro desenvuelve una actividad de tal grado extraordinaria, que causa pavor el acercársele.

El Sr. Ramírez habla de otra fumarola de que no hago memoria «que se abrió posteriormente en el día de los temblores, y tiene una abertura circular de 0^m45, de la cual se desprende una columna de vapor que se eleva hasta seis metros. Su fuerza de salida es tan grande, que arrojando en el centro pedazos de madera de 16 á 20 onzas de peso, los eleva á un metro de altura, trasportándolos á una larga distancia.»

Es digna de mencionarse la que se halla debajo de una peña á orillas de la depresión; la posición lateral de su abertura obliga á la columna de vapor á salir horizontalmente, proyectando el agua de un modo intermitente, más allá de dos metros.

El bosque que rodea aquella cuenca volcánica, véase la lámina, como no ha resentido demasiado los efectos de las emanaciones mefíticas, le quita el aspecto triste y desconsolador que en sí tiene por su condición especial. La planta que más la caracteriza es un pequeño arbusto de 40 á 60 centímetros de altura de la familia de las Ericáceas que crece con profusion, y es la *Pernettya pilosa*, Don., última que me faltaba mencionar.

Terminamos esta primera parte de mi escrito, transcribiendo literalmente la parte final del informe de los Sres. Ramírez y Reyes, y es como sigue:

«De lo expuesto resulta, que toda esa región es, según lo dijimos al principio, eminentemente volcánica, pues por el gran número de respiraderos, de los que pudimos contar hasta doscientos, los gases que continuamente se están formando en el interior, tienen fácil salida y por su expansión en la atmósfera no dejan aumentar y parecen, al contrario, disminuir la tensión del vapor; que en el caso de que el volumen de los gases desarrollados interiormente fuese mayor que el de los que se desprenden al exterior, el exceso de presión debida á esta diferencia, podría conmover la tierra hasta llegar á la parte más débil de la corteza, donde se abrirían nuevos respiraderos: todo lo cual hace presumir que las probabilidades de una erupción son muy pocas, y que aun verificándose aquélla, sus efectos no serían temibles; y por último, que la línea volcánica determinada por el sentido en que más visiblemente se ha notado la fuerza expansiva de los gases, se extiende de N. E. á S. O.

«Si aventurando una hipótesis por los datos consignados en este estudio (semejantes á los recogidos por mí y expuestos anteriormente), busquemos la causa de estos desprendimientos gaseosos, para relacionarla con sus efectos aparentes y deducir los fenómenos que tienen lugar á profundidades desconocidas donde no pueden ser observadas, nos fijaremos desde luego en que los principales elementos de las columnas gaseosas son el vapor de agua y el azufre; el origen del primero no admite duda; en cuanto al segundo, puede explicarse de dos maneras: por la descomposición de los sulfuros ó por la combustión del azufre; la primera hipótesis no es admisible, porque ningún indicio se tiene que autorice á creer la existencia de aquéllos; ni su descomposición, hecha

sin la intervención de los agentes químicos, sería tan completa, y debería ser frecuente encontrar en el exterior esta combinación no destruida sino simplemente alterada. La presencia de los sulfatos de alúmina y fierro no puede hacer sospechar la existencia de los sulfuros de aluminio y fierro, pues (extractando lo que aquí dice el Sr. Ramírez) su formación es posterior al desprendimiento de los vapores sulfurados.

«Desapareciendo la primera hipótesis, queda en pie la segunda, cuya exactitud pone fuera de duda la existencia de un criadero de azufre. Con este dato, con la temperatura del vapor y con la del aire ambiente, podemos dar un paso más en el camino de las deducciones, y determinar de una manera, si no rigurosamente exacta, sí racionalmente admisible, á qué distancia se encuentra el punto de desprendimiento de esos gases y hasta qué profundidad llega el límite de los mantos de azufre, cuya existencia se ha descubierto.

«Sin tomar en consideración otras causas del calor que el fuego central, el punto buscado debe hallarse á una distancia tal, que su temperatura comunicada á los gases que de ella emanan, sea bastante para volatilizar el azufre.

«Se sabe que este cuerpo se volatiliza á 400°, luego la columna gaseosa debe tener á lo menos esta temperatura, puesto que el azufre se ha volatilizado. El gas, al pasar por el azufre, ha perdido, pues, 400°, y quedándole aún la temperatura que se ha observado á su salida, resulta, que la primitiva será por lo menos, la suma de estas dos. La temperatura media de los gases observados es de 83°, así es que la primitiva será de 483°, y como la del aire exterior es de 17°, la diferencia entre una y otra será 466°.

«Ahora bien: está generalmente admitido que la temperatura de la tierra aumenta un grado por cada 33 metros de profundidad; por consiguiente, la diferencia de temperatura citada, haciendo abstracción de las alteraciones que pueden influir sobre la distribución del calor en un sentido ó en otro, tendrá lugar á la profundidad de 15,378 metros, ó cerca de cuatro leguas. El límite inferior de los mantos de azufre estará á 2,739 metros.

«La existencia del azufre, revelada por esas consideraciones, está puesta fuera de duda por los trabajos de explotación sostenidos en el cerro de los Azufres, de donde se extrae en su estado nativo.»

Son también notables, como el Sr. Saussure refiere, los desbordamientos basálticos que inundan las llanuras que rodean á las montañas, así como las anchas vetas de obsidiana negra, á veces numerosa, que atraviesan la traquita azulosa que forma el núcleo de aquellas mismas elevaciones; en algunos lugares el suelo está regado de fragmentos de aquella segunda roca, que á primera vista se tomarían como de vidrio común. En el camino á Zinapécuaro se les ve diseminados en la arcilla ferruginosa sobrepuesta al basalto, y las encinas que crecen vigorosas en ese terreno se hallan más ó menos invadidas por el *Loranthus calyculatus*, L., ó Engerto, como se llama á esta planta parásita muy extendida en nuestro país. En cuanto á la obsidiana roja que también se encuentra allí, su criadero principal está cerca de Maravatío, en el cerro del Chinapo, nombre vulgar de todas las variedades de esa roca.

La brevedad del tiempo de que pude disponer para la exploración á que me refiero, hizo que me fijara poco en el reino animal; no obstante, por creerlo de interés señalaré la presencia en aquellos lugares de un Psitacido, que lejos de habitar, como las demás especies de esta familia en un clima ardiente, se acomoda á vivir en uno totalmente opuesto: esta ave es la *Rhynchopsita pachyrhyncha*, llamada Cotorra serrana.

*
* *

Entre la Barca al N. O. y Zamora al S. E., y como á la mitad de la distancia de 50 kilómetros aproximadamente, que separa á una de otra población, la primera del Estado de Jalisco y la segunda del de Michoacán, se halla situado, no lejos de la extremidad oriental del gran lago de Chapala, el pequeño pueblo de Ixtlán de los Hervores, perteneciente al segundo de dichos Estados. El terreno que separa estos tres lugares, es sensiblemente plano y horizontal, sin interrupción alguna de accidentes oreográficos de importancia. Las formaciones volcánicas y sedimentarias que se extienden á lo largo del camino, de origen cenozoico, se relacionan con las del mesozoico, si fuesen de esta edad, como lo sospechó Galeotti, por los restos de amonitas encontrados en ellas, algunos de los cerros bajos y redondeados de caliza que se levantan al pie de las montañas porfídicas y basalto-lávicas que limitan ó se diseminan en aquella cuenca. El color de la caliza es blanquizca ó amarillenta, de textura compacta ó terrosa, y cubierta por capas de arcilla agrisada entremezclada con detritus de rocas plutónicas.

El aspecto fisiognomónico de las elevaciones ígneo-volcánicas, revela desde luego, como dice el mismo Galeotti en uno de sus escritos, su carácter geognóstico ó sea la clase de rocas que las constituyen. En efecto, las [montañas porfídicas son de pendientes suaves, cimas arredondadas y con sus masas rocallosas surcadas en todos sentidos por fisuras ó grietas; las basálticas, por el contrario, tienen sus masas divididas verticalmente, de tal suerte, que forman murallas descarnadas, sinuosas y rotas en los flancos, de cimas más ó menos unidas, redondas ó alargadas en mesetas, algunas de ellas completamente horizontales; las montañas en que dominan las lavas son de contornos irregulares por el amontonamiento de los materiales, bajas más bien que elevadas, de pendientes perpendiculares y cortadas por barrancas profundas.

La vegetación que cubre aquella zona es demasiado monótona y poco vigorosa en lo general; en las orillas del río de Tololotlán, que se tiene que atravesar, adquiere mayor desarrollo, siendo notable, realmente, la lozanía de los árboles en que pude fijarme como el huamuchil, por ejemplo, que es el *Pithecolobium dulce*, Benth., de frutos agradables aunque inferiores á los *shures* ó jinicuiles, producidos por la *Inga-jinicuil*, Benth., de la tierra caliente, el guayabo, *Psidium pomiferum*, L., el sauce, *Salix Bonplandiana*, K., y algunas otras especies menos notables.

En lo demás que recorrimos hasta llegar á Zamora, abundan de un modo extraordinario los arbustos espinosos de la familia de las Leguminosas, especialmente el hui-

sache, ¿*Acacia tortuosa*? Willd., cuya denominación botánica señalo con duda por haber carecido de los elementos necesarios para determinarla; pero sí creo poder afirmar que es distinta especie del que en Acapulco, Campeche, etc., tiene el mismo nombre vulgar y la cual corresponde al *Pithecolobium albicans*, Benth.: el mezquite, *Prosopis juliflorus*, D. C., y la uña de gato, *Mimosa biuncifera*, Benth., son también frecuentes aunque en menor grado que la anterior.

De las Solanáceas señalaré como más notable la *Nicotiana glauca*, Grah., llamada por las gentes del campo Mariguana, nombre que según es sabido, corresponde casi exclusivamente al *Cannabis indica*, L.: debo advertir, sin embargo, que el color verde blanquizco ó verde mar, que tan bien caracteriza á la especie *glauca*, falta casi del todo en mis ejemplares, lo que me hace suponer que sea una variedad de ésta, la referida planta. En esta misma zona comienza á vegetar un árbol que, como sus congéneres, es de clima más cálido, tal es el camichín, *Ficus padifolia*, Hems.: uno de los que llamó más mi atención, lo encontré vegetando en el paraje llamado de las *pedras cuatas*, muy próximo al de las fumarolas, en donde efectivamente existen dos grandes piedras afianzadas por el doble tronco de un camichín, verdadero el uno y falso el otro, formado éste por el desarrollo de una raíz advenediza; la higuierilla ó *Ricinus communis*, L.; crece con lozanía y en no escaso número en todos aquellos contornos. Las Compuestas, Cactáceas y Gramíneas, tienen sus representantes en los géneros *Senecio*, *Stevia*, *Tagetes*, *Opuntia*, *Echinocactus*, *Mamillaria*, *Agrostis*, *Panicum*, *Stipa* (según notas y ejemplares de mi herbario), y así otras diversas familias.

Llego al fin al asunto principal de esta parte de mi escrito, que es consignar algunos apuntes de los *geysers* ó fumarolas situadas á dos kilómetros de Ixtlán y llamados en la misma localidad *pozos hervidores*. En un campo cercado que se extiende en la falda Sur del cerro llamado de la Calle, de superficie rigurosamente plana y de una área de cuatro á seis kilómetros, á juzgar por la vista, pues no nos fué posible recorrerlo en toda su extensión, se abren un cierto número de respiraderos algo distantes unos de otros; la roca que atraviesan á su salida es una capa de basalto compacta, uniformemente extendida en toda la superficie del Valle, cuya altura sobre el nivel del mar es de 1517 metros. Uno de los respiraderos principales, que son dos ó tres, se representa en la adjunta lámina, que es copia exacta de una fotografía, así como la anterior.

Su modo de funcionar es como sigue: la pequeña cuenca en donde se abre el conducto de vapor, se llena completamente de agua hirviendo, cuyos borbotones se elevan á diversa altura, proyectándose en alguno hasta cinco ó seis metros en línea vertical; muy corto tiempo dura en este estado; después toda el agua que llenaba la taza se absorbe con rapidez, quedando enteramente seco el depósito á causa de la elevación de temperatura de aquel líquido, la cual se aproxima á 80° c; la substancia mineral que contiene, más fácil de apreciar, es el azufre bajo el estado de ácido sulfuroso, el que reducido, forma una que otra pegadura alrededor de las aberturas.

Se aprovecha esta agua para baños medicinales, que tienen gran reputación en aquella comarca para las afecciones cutáneas y reumatismales; se conducen por un ca-

ño á descubierto á la pequeña casa en que se halla establecido el balneario; su débil mineralización, á lo que parece, me hace clasificarlas entre las termales simples, aunque por el azufre y la cal que seguramente encierran, proveniente de la descomposición del feldespató labrador del basalto, pudieran considerarse como sulfurado-cálcicas.

La misma causa que se ha invocado para explicar de un modo general el fenómeno referido, me será permitido aplicarlo á las *fumarolas-geysers* de que me ocupo, si con tal nombre puedo designarlas. Supone la teoría, confirmada por un experimento físico de laboratorio, la existencia de grandes cavidades en el interior de la tierra, adonde el agua llega por filtración ó por conductos directos; puesta allí en contacto con la masa incandescente, se transforma en vapor, el que tan luego como adquiere una temperatura suficiente, sale al exterior por diversos escapes, arrojando con violencia la columna de agua colocada encima, lo mismo que el tapón de una botella lanzado por los gases del líquido en fermentación que encierra.

Diré, por último, que en la extremidad opuesta ú occidental del mismo lago de Chapala, en el pueblo de Huejotitlán, se abren otros respiraderos por los que se desprende ácido sulfuroso, lo mismo que en un lugar distante seis leguas al N. O. de Guadalupe.

II

EL CERRO DE CURUTARAN.

A dos kilómetros al N. E. de Jacona, lugar que dista 5 kilómetros de Zamora en dirección al Sur, se levanta aislado este cerro, que por su configuración es digno de señalarse; al Sur de él y como á nueve kilómetros, se eleva á mucha mayor altura el cerro de la Beata, igualmente orientado, y que da principio por este lado á la cordillera de montañas de la sierra de Michoacán.

Este cerro volcánico, que los indios tarascos, en la gráfica expresión de su lenguaje bautizaron con el nombre de Curutaran, que significa *pie quemado*, delinea, en efecto, en su contorno, con una exactitud aproximada, el perfil de la región plantar del pie humano volteado hacia arriba, estando también en armonía aquel nombre con su constitución geológica: tiene dos cimas unidas por una extensa garganta; la más elevada y estrecha que representa el talón, alcanza una altura sobre el nivel del mar de 1740 metros, la más baja y extensa, la porción anterior de la planta:¹ en la vista fotográfica sólo se tomó por imprevisión, la parte que llamaré posterior aplicada á esa figura.

Según me refirió una persona ilustrada de aquel lugar, al barón de Humboldt le

¹ Cuenta la leyenda que el espíritu maligno, bajo forma corpórea, al hundirse violentamente de cabeza en la tierra por el conjuro de una santa (á la que alude el cerro de la Beata que tiene en frente) quedó detenido, y sin poderse escapar, por aquella parte de su cuerpo.



POZOS HERVIDORES DE IXTLAN.



CERRO DE CURUTARAN.—JACONA.

llamó demasiado la atención la naturaleza de aquel cerro, que consideró como una de las moles basálticas simples más considerables que han surgido de un golpe del interior de la tierra: no sé qué fundamento tenga tal aseveración, ni por qué se juzga el caso tan extraordinario; pero debo advertir que en los escritos de aquel ilustre sabio, no he visto consignado semejante juicio, que quizá solo se conserva por tradición equivocada. La cima más alta del Curutaran se halla transformada en sombrerete ó bufa, por el derrumbamiento de las lajas y cuartones del basalto de que está formado; su base es bastante amplia y sus vertientes muy suaves hasta cierta altura, más allá de la cual los acantilados se elevan verticalmente. Crecen en él con profusión multitud de hierbas y de arbustos, que en ciertos lugares entorpecen sobremanera el andar, mas por desgracia nada puedo precisar tocante á su flora, pues los ejemplares colectados sufrieron un extravío antes de tomar mis notas, que había reservado hasta no examinarlos detenidamente. Del mismo cerro de Curutaran y de las lomas inmediatas, nace el río de Jacona que corre de E. á O., paralelamente al río Duero, con el que se reúne en el punto llamado las Islas.

El fértil y pintoresco pueblo de Jacona ya citado, que es un lugar de recreo de las familias zamoranas, se halla situado á la falda de un cerro que lleva el mismo nombre. Su terreno arcillo-areno-ferruginoso, con guijarros de basalto, se halla surcado por infinidad de arroyuelos, los que se reúnen para formar el río Celio; el cual ofrece en su curso varias caídas que se aprovechan para mover ruedas hidráulicas en el riego de sus numerosas huertas, donde se cultiva una gran variedad de árboles frutales de diversos climas, como chirimoyos, naranjos, aguacates, perales, etc., etc., así como hermosas plantas de jardín y de hortaliza. Su temperatura mínima en el invierno es de 6° c y la máxima 15° c; en el verano la primera es de 10° c y la segunda de 30° c. Sus vientos dominantes son los del Sur y del Este.

Para terminar, citaré tan sólo entre los animales, un pequeño pez curioso é interesante que habita las aguas de los ríos mencionados; tal es la *Lampetra spadicea*, Bean, según el Sr. Dr. Alfredo Dugès, que tiene el nombre común de Lamprea.

México, Noviembre de 1890.

(Continuará).

