

cies; pero ninguna yace en el lugar de su transformación, ni se encuentran (por lo menos hasta ahora) muestras enteras de un solo individuo: todos son restos informes, destrozados por fuertes corrientes.

A lo anterior, expuesto por el referido D. Francisco de Garay en su folleto ya citado en otra parte, sobre el Valle de México, agregaré lo que dice el ilustrado D. Antonio del Castillo, en un corto y muy interesante estudio sobre "Adelantos de la Paleontología y Geología del Valle de México." Este inteligente geólogo adopta la teoría de que un mar que cubría las regiones del Valle, depositó en ellas las conchas fósiles marinas que ha extraído la sonda artesiana, y añade:

"Nuevos fenómenos geológicos sobrevinieron; las aguas de esos mares se retiraron, dejando seco su fondo, y bien pronto á las aguas marinas sucedieron las aguas de grandes lagos. En una serie inmensa de siglos se acumularon gran número de capas lacustres de diversa naturaleza, y con ellas se depositaron también grandes bancos de infusorios, de esos seres microscópicos de cuyos despojos se forma nuestra tiza."

Esto pasaba antes de la formación de la Mesa Central. Los fenómenos volcánicos se comenzaron á manifestar en la época terciaria. "A ellos se debe la retirada de las aguas de los mares terciarios, de cuyos sedimentos están formadas las capas marinas del fondo del mismo Valle."—Vino después el levantamiento de los Andes, la determinación de la actual forma geográfica, la aparición de las rocas volcánicas y entre ellas la de un granito que levantó los sedimentos *post-terciarios* que hoy vemos en el Valle de México.

"Durante estos trastornos, perecieron los grandes mamíferos de que hemos hablado (Mastodonte, Megaterium, Elephos Texianus, etc.), y otros perecieron por el desbordamiento de los grandes lagos, debido también á esos trastornos, y los restos de unos y otros quedaron sepultados en el lúgamo de las pampas y en las tobas volcánicas de México."

De esos fósiles y de otros que citados quedan, nos ocuparemos en el lugar correspondiente.

CAPÍTULO III

GEOLÓGIA.—Los volcanes.—Volcanes estratificados.—El Popocatepetl.—El Citlaltepétl.—El Volcán de Colima.—El Nevado de Toluca.—El Ceboruco.—El San Martín.—El Jorullo.—El Tacaná.—El de las Vírgenes.

La naturaleza se ha mostrado caprichosa y excepcional en México, como hemos expuesto al hablar de la configuración del país. Sabido es que los continentes están formados por un mismo modelo, á saber: bordes altos y un centro bajo, siendo, por lo tanto, en forma de cuenca (*basin-shaped* según la expresión de Dana). Así vemos en la América del Norte levantarse los Apalaches, al Oriente, y los Montes Rocallosos, al Occidente, y entre ambos se extiende el valle del Mississippi.—En la América del Sur: las montañas del Brasil, al Este, y los Andes, al Oeste, y entre ambas cadenas las inmensas cuencas del Amazonas y del Río de la Plata constituyendo la mayor parte del interior. En Venezuela, entre los Andes, por el Norte y por el Sur las Serranías de Pacaraima, Usupamo, Imataca, etc., se extiende el valle del Orinoco.

Pero ya desde el Istmo de Panamá hasta los confines del Norte de México, varía esa regla universal.

En nuestro país existen, ciertamente, y como ya lo hemos demostrado, esos dos grandes bordes, formados por las cordilleras de Oriente y de Occidente; pero lejos de que entre ambas se forme ancho valle, cuenca de caudalosos ríos, tenemos una alta-planicie.

El mismo capricho se nota al observar la línea de los volcanes.—Basta arrojar una mirada sobre la carta geográfica del Continente Americano, para cerciorarse de que hay una ley que preside su alineamiento á lo largo de la costa occidental, siguiendo la cadena de los Andes; cuya ley es constante desde los conos eruptivos de la Tierra del Fuego hasta el Monte San Elías, en el Territorio de Alaska; pero que tiene su excepción en México, pues, como hemos dicho en la parte geográfica, la mayor parte de nuestros volcanes se levantan siguiendo una línea transversal á la gran cordillera, teniendo como eje el paralelo 19.

En el capítulo anterior hemos consignado la opinión del Sr. Bárcena de que en el período cretáceo los océanos Atlántico y Pacífico estaban unidos, cubriendo sus aguas la región central de México, en una faja que se extiende justamente desde los 19°, poco más ó menos, hasta los 22 ó 23; y en la carta geológica levantada bajo la dirección del eminente ingeniero mexicano D. Antonio del Castillo, por orden de la Secretaría de Fomento, vemos que toda esta región está formada principalmente por rocas eruptivas. De modo que podemos decir que ese volcanismo vino á constituir el puente que unió las dos grandes fracciones del Continente Americano.

Ya hemos visto cómo Humboldt llama á ese paralelo, el 19, "paralelo de los volcanes," y H. de Saussure, en su *Coup d'œil sur l'hydrologie du Mexique*, advierte que todos esos volcanes, aunque pertenecen á un mismo sistema, puesto que están colocados en una misma línea, según lo ha demostrado Humboldt, no deben considerarse como formando una misma cadena. No son sino montañas aisladas, que se levantan como conos ó masas enteramente independientes, separados unos de otros por espacios de diez, veinte y treinta leguas.

Entiendo que Saussure comete aquí un error, primero, porque, como espero demostrarlo más adelante, existe relación íntima entre los volcanes aludidos; segundo, porque Saussure sólo considera los volcanes estratificados ó crateriformes, y no los volcanes homogéneos, que, unidos á los primeros, forman los eslabones que constituyen la serie.

Hablando de esta región dicen los Sres. Félix y Lenk en su obra ya citada, que, como al Este, se encuentra también allí una línea de resquebrajaduras, al Norte de la cual se verificó el levantamiento de la Mesa, mientras que la grieta misma, hasta los tiempos más recientes, sirvió á las masas volcánicas como punto de salida para la superficie terrestre. Una zona, casi continua, de origen volcánico que está formada de volcanes homogéneos así como estratificados, se dirige de E. S. E. á O. N. O., á saber: desde el ángulo más interno del Golfo de México hasta el Cabo Corrientes.

"Una buena carta muestra que los volcanes más importantes del México central no están situados en una línea recta, aunque pertenezcan en cuanto á su génesis geológico á una misma grieta; pues se encuentran:

(a) *Volcanes que están colocados encima de la misma grieta principal.* Estos son: El Popocatepetl, El Cerro de Ajusco, El Nevado de Toluca, Los Volcanes de Pátzcuaro, El Patambán y La Bufa de Mascota.

Tal vez será conveniente añadir el Volcán de San Martín Tuxtla, al Este.

(b) *Volcanes situados cerca de la base del declive, es decir, al Sur de la grieta principal.* Estos son: El Jorullo, El Pico de Tancítaro y los Volcanes de Colima.

Es digno de mencionarse que estos volcanes están colocados exactamente en una línea recta, casi paralela con la grieta principal, y distante de la misma 70 kilómetros.

Por supuesto, un acontecimiento geológico tan grandioso como la elevación de la meseta mexicana, fué sin duda acompañada de varios importantes fenómenos, aun cuando semejante elevación, como ha de suponerse, según las teorías modernas, no se haya verificado instantáneamente, á manera de catástrofe. Estos fenómenos se manifestaron bajo la forma de varios rompimientos y resquebrajaduras en las regiones levantadas.—En la parte Sur de las últimas, ó en la mesa del Anáhuac, estas resquebrajaduras "secundarias," como podría llamárselas, al partir de la grieta principal hacia el Norte, respectivamente hacia el N. N. E., y en ángulos más ó menos rectos, presentan cierta regularidad.

Las lavas y otros productos volcánicos han subido á la superficie también por estas resquebrajaduras secundarias, para amontonarse sobre ellas y destacarse del Anáhuac como gigantescos muros de rocas.

Por lo tanto, hemos de distinguir como tercer grupo:

(c) *Los volcanes que están colocados sobre las resquebrajaduras secundarias, de dirección Norte.* Estos son:

1. El Pico de Orizaba (Citlaltepetl) y El Cofre de Perote (Nauhcampatepetl).—Hé aquí la primera resquebrajadura secundaria de alguna importancia al Este. Influye la misma decididamente sobre el rumbo arriba mencionado (N. O.) del declive oriental de la mesa, puesto que obliga á este último á seguir, entre Tehuacán y Jalapa, por una distancia poco más ó menos de 130 kilómetros, una dirección N. N. E.

2. Otra resquebrajadura se indica por una serie de volcanes homogéneos situados en la cadena de montañas que corriendo desde el Popocatepetl hacia el Norte, separa el va-

lle elevado de Puebla del de México. Los más importantes de estos volcanes son El Iztaccihuatl y los Cerros Telapón y Tlamacas.

3. Al Occidente del Valle de México, y separando este último del de Toluca, se encuentra un ramal del Cerro de Ajusco, á saber: la Sierra de las Cruces, que más adelante lleva los nombres de Monte Alto y Monte Bajo.

4. Desde el Nevado de Toluca se dirige una línea de masas volcánicas, relativamente poco considerable, hacia los llanos de Ixtlahuaca.

Al Oeste sigue indicando probablemente otra resquebrajadura:

5. El territorio volcánico de San Andrés, Estado de Michoacán.

6. El grupo volcánico de Zamora, al Norte de Patambán. La prolongación de esta línea hacia el Sur llega directamente al Pico de Tancítaro.

7. Es posible que también el Ceboruco, cerca de Ahuacatlán, esté colocado sobre una de las referidas resquebrajaduras, aunque exteriormente no se compruebe lo mismo, por un muro de rocas que liga á este volcán con la Bufa de Mascota. Tal vez el Ceboruco, así como el Cerro Grande de Tequila y el Cerro de San Juan, cerca de Tepic, se agreguen con más razón al cuarto.

(d) *Grupo de volcanes,*

Que comprende según nuestra clasificación todas las numerosas formaciones volcánicas dispersas por las demás regiones de México, que se abrieron paso á través de las capas sedimentarias en el interior de la mesa central, así como en las vertientes oriental y occidental de la misma, y también aparecen más ó menos cerca de la grieta principal, pero sin que se notase determinada posición respecto á esta última ni otro principio de distribución regular.

A este grupo pertenecen verbi gracia la Malinche; el Cerro Pizarro y los Derrumbados, del Valle de Puebla; los cráteres y otras muchas formaciones volcánicas del Valle de México; el Cerro de las Navajas, cerca de Pachuca; el Cerro Gigante, cerca de Guanajuato, etc.¹

Según la clasificación geológica de Credmer, consideramos como *volcanes homogéneos* las grandes masas ígneas sin cráter, generalmente de forma cónica, amontonadas ó extendidas en corriente, y en las cuales la erupción se hizo de una sola vez; y *volcanes estratificados* á los crateriformes que están formados de diversas masas de naturaleza variada.

Además, advertiremos, que en nuestro país se da el nombre de *Bernales* á todas las masas de rocas aisladas y de figura cónica.

Volcanes estratificados.

Los principales volcanes estratificados de México, son: el Popocatepetl, el Citlaltepetl ó Pico de Orizaba, el Nevado de Toluca, el Jorullo, el de Colima, el Ceboruco, el Tuxtla, el de Babispe y el Tacaná, en cada uno de los cuales nos ocuparemos separadamente.

EL POPOCATEPETL.

El Popocatepetl, como hemos dicho en la parte geográfica, es la montaña más elevada de nuestro país. Su forma es cónica y elegante, y su cima está cubierta por las nieves perpetuas. Forma parte de la Sierra Nevada, que se levanta como un muro colosal, limitando al Este el Valle de México, dividiéndolo del de Puebla. Está á veinte leguas al S. E. de la capital, á los 19° 1' 54" de latitud N., y 100° 53' 15" de longitud O. del meridiano de París, según las observaciones de los Sres. Dollfus, Montserrat y Pa-

¹ Félix y Lenk, obra citada.

vie, que hicieron una ascensión á este volcán el 23 de Abril de 1865, y de la relación que escribieron, extractamos lo más importante.

Al partir de Amecameca para el rancho de Tlamacas, se atraviesa un conglomerado pomoso, que se encuentra todavía á 700 ú 800 metros más arriba: las pendientes, al principio suaves, llegan á ser, á medida que se sube, más y más inclinadas y dificultosas, y la exuberante vegetación del Valle de Ameca, es reemplazada bien pronto con magníficos bosques de pinos y abetos que crecen abundantemente, hasta el punto de separación del camino de Puebla, y del que va al rancho. En este punto, que está á 3,400 metros, poco más ó menos, sobre el nivel del mar, se ve la roca desnuda, pareciéndonos ser una traquita muy dura y cristalina. Poco más lejos, enormes trozos de pórfido, perfectamente cristalizados, parecen presentarse, y más allá los numerosos restos porfídicos encontrados, prueban que la masa del volcán es casi enteramente compuesta de pórfido.

El rancho de Tlamacas está situado á 3,897 metros sobre el nivel del mar, y casi en el límite de la vegetación arborescente: los árboles que allí se ven están muy poco desarrollados y aún secos. La temperatura, durante el día, no se eleva más que á 8°, descendiendo á 0° en la noche. Estas observaciones fueron hechas en Abril, siendo más que probable que en Noviembre y Diciembre el frío sea mucho más intenso. El hipsotermómetro indicó 87°9 para la temperatura de la ebullición del agua.

Al dejar el rancho de Tlamacas, se atraviesa todavía un espacio como de cien metros, por entre los últimos abetos que cubren la montaña, y se llega á una zona de una arena negra violácea, muy pulverulenta y movediza, en la que apenas pueden avanzar los caballos. Esta arena está compuesta de restos porfídicos y basálticos, que sin duda han sido arrojados por el volcán en los momentos de sus erupciones. La aguja magnética no nos ha indicado la menor traza de hierro oxidulado. La nieve, que cubre el cono, impide distinguir la roca que lo constituye, pero creen que esta misma arena se extiende por todo el declive hasta el cráter; cuya hipótesis está, por otra parte, corroborada por el hecho de haber encontrado los mismos restos donde quiera que la nieve ha sido fundida.

Saliendo de la selva, y sobre esta zona arenosa, se encuentran diseminados algunos maforrales de hierbas secas, que poco á poco van desapareciendo; después sólo se ven algunos musgos y líquens, hasta que, algo más adelante, desaparece todo vestigio de vegetación. Poco después empieza la nieve en un lugar llamado *La Cruz*, á causa de una gran cruz de madera que se levanta allí sobre un montón de rocas. Allí es donde propiamente hablando se encuentra el límite de las nieves perpetuas, á una altura de 4,300 metros poco más ó menos, sobre el nivel del mar.

En este punto los viajeros echan pié á tierra y suben por la nieve, serpenteando ligeramente, porque la pendiente tiene 24° ó 25° de inclinación, y no tarda en alcanzar 30 y 34.

Habiendo llegado casi á la mitad del camino de la parte de nieve, con un sol bello y un tiempo bien claro, pudieron los viajeros gozar del magnífico panorama que se presenta por el lado del Sur, y pudieron también comprobar que el Iztaccihuatl carece de cráter en su parte superior.

Desde el punto por donde se aborda el cráter, no se puede no hacer cargo de toda su profundidad; pero es fácil apreciar su forma general. Esta es elíptica, teniendo el diámetro mayor unos cincuenta metros más que el menor. El borde está constituido por una cresta muy irregular, ya dentada y compuesta de rocas más ó menos elevadas, ya simplemente combada; esta cresta es también muy estrecha, y un solo paso separa los dos declives, el interior y el exterior. Presenta dos cimas distintas: la una, *El Espinazo del Diablo*, cuya altura barométrica observaron, y la otra el *Pico Mayor*, que es, como su nombre lo indica, el punto más alto del volcán, y que les pareció 150 metros más elevado que El Espinazo del Diablo.

El Pico Mayor es casi inaccesible.

El mayor diámetro del cráter corresponde á las dos cimas ya nombradas: tiene de 800 á 900 metros de largo, y su dirección es S. 20° O. N. 20° E. El diámetro perpendicular tendrá unos 750 metros, lo que da para la circunferencia del cráter 2,500 metros.

Este, al partir de la cresta, está formado de tres partes bien distintas:

1ª Un plano inclinado de unos 65° de pendiente.

2ª Un muro vertical de 70 metros de altura.

3ª Otro plano inclinado de 25 á 30°, conduciendo al fondo del cráter. En suma, la profundidad media de aquel averno será de 250 metros.

Tuvieron los viajeros tiempo para ver que en el fondo del cráter (al que no descendieron) existen cuatro fumarolas principales, colocadas casi según el mayor diámetro, y de las que se desprenden vapores que al salir producen ligeros silbidos. Cerca de ellas hay abundantes depósitos de azufre. Además de estas fumarolas se cuentan en los bordes del cráter siete emanaciones de gas, aunque menos abundantes. Recogido el gas de una de estas fumarolas, se vió que la temperatura era de 74° y estaba compuesto de vapor de agua, teniendo algunos trazos de ácido sulfuroso que enrojeció débilmente el papel azul de tornasol.

El interior del cráter está formado por capas ó hiladas de rocas, constituyendo un muro muy regular de paredes verticales. En ciertas partes estas capas están levantadas y despedazadas profundamente. Se notan allí varias especies de rocas de naturaleza bien distinta: al principio, en la parte inferior, capas de traquita muy compacta, rica en cristales de feldespato estriado, probablemente de oligodaria, y en anfíbola descompuesta en parte. Sobre estas capas traquíticas, más ó menos regulares, están dispuestas capas basálticas bien caracterizadas: el basalto es también muy compacto y rico en peridoto. En fin, sobre estas capas se encuentran escorias muy porosas, de un color pardo violado, anunciando la presencia de una grande proporción de óxido de hierro, y que sospechan proviene de rocas porfídicas calcinadas.

Las principales observaciones barométricas y dimensiones generales que pudieron tomar del Popocatepetl, fueron las siguientes:

Lugares.	Alturas sobre el nivel del mar.
Amecameca	2,480 metros.
Rancho de Tlamacas.....	3,897 "
Límite de la vegetación arborescente, al Este.....	3,980 "
Límite de la vegetación herbácea, al Este.....	4,180 "
Límite de las nieves (Abril) al Este-Sudeste.....	4,300 "
Entrada del cráter, lado del Sudeste	5,263 "
Espinazo del Diablo.....	5,247 "
<hr/>	
Diámetro mayor del cráter (aproximadamente).....	800
Diámetro menor.....	740
Profundidad media.....	250

La primera ascensión que se hizo al Popocatepetl la verificó el conquistador Diego de Ordaz, uno de los capitanes de Cortés, en 1519. Esa expedición no tuvo nada de científico, y parece que no tuvo otro móvil que el de averiguar la causa del humo que salía de la montaña; aunque algunos historiadores pretenden que Ordaz fué al volcán en busca de azufre para hacer pólvora. En 1520 ó 1522 hicieron los españoles otra expedición en busca de azufre. En 1524 Montañó y Mesa subieron al Popocatepetl y sin bajar al fondo