

infóse el suelo como una vejiga que se llena de aire, ó como un odre hecho con piel de cabra. Solevado así el terreno, ha conservado la forma de una alta colina que el tiempo ha trocado en dura roca.» El pico de Metonia se elevó entre Trezena y Epidaura en un paraje donde Russeger ha encontrado vetas de trachito; y su formación se remonta á 282 años antes de nuestra era, es decir, á 43 años antes de la separación volcánica de Terra (Santorin) y de Terasia. Bueno será añadir que cuantos hechos análogos forman ya parte del dominio científico, justifican la poética descripción que nos ha dejado Ovidio de aquel gran acontecimiento natural.

De todas las islas de erupción que forman parte de cadenas volcánicas, la más importante es Santorin. «Santorin es el tipo completo de las islas de sollevamiento. De 2000 años á esta parte, tan lejos como pueden remontarse la historia y la tradición, se está viendo á la Naturaleza trabajar incesantemente para formar un volcán en medio del cráter del sollevamiento.» En la isla de San Miguel (una de las Azores) pasan también fenómenos semejantes, que se reproducen en periodos de 80 ó 90 años; mas no siempre el sollevamiento del fondo del mar ha ocurrido en los mismos parajes. La isla Sabrina, así llamada por el capitán Tillard, apareció el 50 de Enero de 1811, si bien los acontecimientos políticos de aquella época no permitieron por desgracia á las potencias marítimas de la Europa occidental prestar á este gran fenómeno toda la atención de que después fué objeto la efímera aparición de la isla Ferdinanda, ocurrida el 2 de Julio de 1851 en el mar de Sicilia, entre las costas calcáreas de Sciacca y la isla volcánica de Pantelaria.

El gran número de volcanes activos situados en las islas ó en las costas, y las erupciones submarinas que se reproducen aún de tiempo en tiempo, han dado origen á la idea de que la actividad volcánica se halla subordinada á la proximidad del mar, y á la creencia de que la una no puede desarrollarse ni subsistir sin la otra. «El Etna y las islas Eólicas, dice Justino, ó mas bien Trogue-Pompeyo á quien aquel ha extractado, están ardiendo muchos años há; ¿pues cómo podría durar tanto tiempo este fuego si el mar no le suministrase alimento?» Aceptando estas rancias ideas como punto de partida, se ha procurado en estos últimos tiempos fundar toda la teoría de los volcanes sobre la hipótesis de la introducción del agua del mar en sus focos, es decir, en las capas más profundas de la costra terrestre. Semejante teoría ha dado lugar á una discusión asaz complicada; mas, no obstante, después de bien considerados los datos que actualmente posee la ciencia, parece que puede reasumirse el debate reduciéndole á las siguientes cuestiones: «De dónde provienen los vapores acuosos

que incontestablemente escapan en gran cantidad los volcanes, aun en sus periodos de reposo: de las aguas saladas del mar, ó de las aguas dulces meteóricas?

¿Puede equilibrarse la fuerza de expansión del vapor acuoso que se desarrolla á diversas profundidades en los focos de los volcanes (á poco más de 5 leguas de profundidad: esta fuerza equivaldría á 2800 veces la de la atmósfera), con la presión hidrostática de las aguas del mar, y permitirles en ciertos casos libre acceso á los focos volcánicos?

La producción de una gran cantidad de cloruros metálicos, la presencia de la sal marina en las grietas de los cráteres, y la del ácido hidrocórico libre en el vapor acuoso que de ellos se desprende, ¿suponen necesariamente la intervención de las aguas del mar?

¿Se halla determinada la inactividad de los volcanes, ya sea temporal, ya permanente y definitiva, por la obliteración de los canales que hayan conducido primitivamente hácia sus focos las aguas del mar ó las aguas meteóricas?

Por último, y principalmente, ¿cómo conciliar la carencia de llamas y de gas hidrógeno durante el periodo de actividad (no debe perderse de vista que el desprendimiento de hidrógeno sulfurado es propio de los solfatares mas bien que de los volcanes activos), con la hipótesis que atribuye esta misma actividad á la descomposición de una masa enorme de agua?

La discusión de estas importantes cuestiones no puede entrar en el plan de esta obra, y he debido, pues, limitarme á plantearlas. Mas ya que aquí se trata de la distribución geográfica de los volcanes, séame licito á lo menos restablecer en toda su integridad los hechos que no se han tenido bien en cuenta, al suponer que la proximidad al mar es una condición necesaria de la actividad volcánica.

En el Nuevo Mundo encontramos tres volcanes, el Jorullo, el Popocatepil y el Volcán de la Fragua, situados respectivamente á 27, 43 y 52 leguas de las costas oceánicas.

En el Asia central, casi á igual distancia del Mar Glacial y del Océano Indico (á 490 leguas del uno y 504 del otro), se extiende una gran cadena de montañas volcánicas, (el Thian-chan ó *Montañas celestes*, designadas por Abel Remusat á la atención de los geólogos), de las cuales forma parte el Pe-chan, que vomita lava, el solfatar de Urum-tsi, y el volcán, activo aún, del Turfan (Ho-tsen). El Pe-chan dista 448 leguas del Mar Caspio, y 57 y 70 leguas respectivamente de los grandes lagos de Issikul y de Balkasch; los escritores chinos han descrito sus erupciones, que en el siglo I y en el VII de nuestra era asolaron las vecinas comarcas, y es imposible dejar de reconocer las *corrientes de lava* cuando dicen: «Las masas de piedra liquifacida, no menos fluida que la manteca derretida, corrian hasta 10 li de distancia.»

Y últimamente, entre las cuatro grandes cadenas paralelas, el Altai, el Thian-chan, el Kuen-lun y el Himalaya, que atraviesan de E. á O. el continente asiático, las dos interiores, situadas á 355 y 240 leguas de los mares mas inmediatos, son cabalmente las que poseen volcanes que vomitan fuego como el Etna y el Vesubio, y escapan vapores amoniacales como los volcanes de Guatemala, al paso que no existe ninguno en la cadena mas inmediata al mar, en el Himalaya.

Los fenómenos volcánicos no dependen, pues, de la proximidad del mar en el sentido de que deban su origen á la introducción del agua en las regiones subterráneas; que si las costas ofrecen al parecer favorable asiento á las erupciones, débese esto á que forman los bordes de profundas llanuras ocupadas por el mar, y á que estos bordes, cubiertos solamente por capas de agua, y á mayor abundamiento situados á algunos miles de piés por debajo del interior de los continentes, deben presentar en general mucha menos resistencia que la tierra firme, á la acción de las fuerzas subterráneas.

La formación de los volcanes actuales cuyos cráteres establecen una comunicación permanente entre la atmósfera y el interior del globo, no debe ser de época muy remota, pues las capas mas elevadas de greda blanca, así como todas las formaciones terciarias, existían antes que estos volcanes, como lo demuestran las erupciones de trachyto y los basaltos que forman por lo comun las paredes de los cráteres de sollevamiento. Los melafiros se extienden hasta las capas medias terciarias, pero comienzan ya á mostrarse debajo de la formación jurásica, atento que atraviesan la piedra arenisca abigarrada. Conviene no confundir los cráteres actualmente activos, con los derrames anteriores de granito, de pórfido cuarzoso y de eufotida, que se efectuaron por las fallas del antiguo terreno de transición.

La actividad volcánica puede desaparecer del todo, como ha sucedido en Auvernia; y á las veces cambia de lugar y busca otra salida en la misma cadena de montañas, en cuyo caso la extinción no es mas que «parcial.» Sin necesidad de remontarnos mas allá de los tiempos históricos, encontramos ejemplos de extinción «total» mucho mas recientes que los de Auvernia. En efecto, el Mosychlos, volcán situado en la isla consagrada á Vulcano, y cuyos «torbellinos de llamas» cita Sófocles, está actualmente apagado; y otro tanto puede decirse del volcán de Medina, que segun el testimonio de Burekhardt, vomitó el último torrente de lava el 2 de Noviembre de 1276.

Cada fase de la actividad de los volcanes desde su nacimiento hasta su extinción, se halla caracterizada por productos diferentes. El volcán vomita en primer lugar escoria incandescente, corrientes de lava compuesta de trachyto, de

pirógeno y de obsidiana, fragmentos de piedra pomez y toba reducida á ceniza, acompañados de un desprendimiento considerable de vapores de agua casi siempre pura. Después el volcán se convierte en solfatar; y los vapores acuosos que emite van mezclados con hidrógeno sulfurado y ácido carbónico. Por último, el cráter mismo llega á enfriarse completamente, y solo escapa gas ácido carbónico. Hay, sin embargo, una clase especial de volcanes, tales como el Galunggung de Java, que no vomitan lava, sino torrentes devastadores de agua hirviendo cargados de azufre en combustión y de rocas reducidas á polvo. Antes de decidir si su estado actual es un estado normal ó una simple modificación pasajera de la actividad volcánica, es preciso esperar que los examinen geólogos iniciados en las doctrinas de la química moderna.

Hemos llegado al fin de la descripción general de los volcanes, que son una de las mas importantes manifestaciones de la actividad interior de nuestro planeta; descripción fundada, parte en mis propias observaciones, parte en los trabajos de mi amigo Leopoldo de Buch, el mayor geólogo de nuestra época, y el primero que ha reconocido la íntima conexión y mútua dependencia de los fenómenos volcánicos. Estos trabajos me han servido especialmente de guía en todo lo que se refiere á los contornos generales.

Descripción geológica

DE LA

CORTEZA DEL GLOBO.

Durante mucho tiempo se ha considerado la *vulcanicidad* (reacción del interior de un planeta contra su corteza) como un fenómeno aislado, como una fuerza local, notable solamente por su poder destructor. Estaba reservado á la nueva geognosia colocarse en un punto de vista mas elevado, y considerar las fuerzas volcánicas como *formando nuevas rocas* ó como *modificando las preexistentes*. En este punto de vista que ya antes hemos indicado, dos ciencias diferentes, la parte mineralógica de la geognosia (estructura y sucesión de las capas terrestres), y el estudio geográfico de la forma de los continentes y de los archipiélagos alzados sobre el nivel del mar, vienen á confundirse en una sola idéntica doctrina: la de la vulcanicidad. Si la ciencia ha conseguido reducir de este modo á una sola concepción dos grandes clases de fenómenos, débese á la dirección verdaderamente filosófica que siguen en la actualidad todos los geo-

logos. Las ciencias proceden en su marcha como los grandes intereses políticos de la humanidad; es decir, que tienden incesantemente a reducir a la unidad las partes que durante largo tiempo han permanecido aisladas.

Las rocas pueden clasificarse, atendiendo a sus diferencias de estructura o de superposicion, en *estratificadas* y *no estratificadas*, en *laminosas* y *compactas*, en *normales* y *anormales*; mas cuando se trata de descubrir por el estudio de los fenómenos que se operan aún a nuestra vista, como han sido formadas y despues modificadas las rocas, hallamos que pueden distribuirse en cuatro clases fundamentales, conviene a saber:

Primera. *Rocas de erupcion*, salidas del interior de la tierra, ya *volcánicamente* en estado de *fusion*, ya *plutónicamente* en estado de *reblandecimiento* mas o menos notable.

Segunda. *Rocas de sedimento*, precipitadas o depuestas del seno de un medio liquido, en el cual se hallaban primitivamente disueltas o suspensas (tales son en su mayor parte las de los grupos secundario y terciario).

Tercera. *Rocas transformadas* (metamórficas) cuya testura y manera de estratificacion han padecido alteraciones, ora debidas al contacto o a la proesimidad de una roca de erupcion plutónica o volcánica, *rocas endógenas*. (1) ora a la accion de los vapores y de las sublimaciones que acompañan la salida de ciertas masas en estado de fluidez ignea, que es la manera de alteracion mas frecuente.

Cuarta. *Rocas conglomeradas*, o simplemente conglomeradas (asperones o piedras areniscas de grano fino o basto, y algunos mármoles) los cuales se componen de restos de las tres clases precedentes, mecánicamente divididos.

Estas cuatro clases de rocas se producen aún a nuestra vista por el derrame de masas volcánicas en regueros estrechos, por la accion de estas masas sobre las rocas antiguas, por la separacion mecánica o química de materias suspendidas o disueltas en aguas cargadas de ácido carbónico, y últimamente por la cimentacion de los detritos de todo linaje de rocas.

Todo esto, empero, no es mas que un pálido reflejo de lo que se ha efectuado durante el periodo caótico del mundo primitivo; siendo entonces muy diferentes las condiciones de calor y de presion, la actividad de nuestro globo se desarrollaba con mas energia en un suelo menos resistente y en una atmósfera mas estensa y mas cargada de vapores. En la actualidad han desaparecido las enormes fracturas de la costra terrestre; los anchos huecos de las capas superficiales ya consolidadas, los han rellenado las cadenas de montañas solevantadas y empujadas al

(1) En un plano de las cercanías de Tezcuco, de Tonilco y de Moran («Atlas geográfico y físico», lám. VIII, que delineó primitivamente (1805) para que for-

terior por las fuerzas subterráneas o las rocas de erupcion (el granito, el pórfido, el basalto y el melafiro); y apenas han quedado cuatro aberturas en una estension tal como la de Europa, cuatro volcanes por donde puedan hacer irrupcion las materias igneas.

En lo antiguo, la corteza naciente fracturada en todos sentidos, muy delgada a la sazón, y sometida a continuas fluctuaciones que ora la elevaban, ora la deprimian, dejaba comunicar casi por todas partes con la atmósfera a la masa interior en fusion; y los efluvios gaseosos, cuya naturaleza química debía ser tan varia como las profundidades de donde se escapaban, venian a prestar nueva animacion y vida a los desarrollos sucesivos de las formaciones plutónicas y metamórficas.

Cuanto acabamos de decir acerca del periodo igneo, puede aplicarse tambien a la época en que se formaron los terrenos de sedimento. Las capas de Travertino que se forman diariamente en Roma, lo mismo que en Hobart-Town, Australia, nos representan, aunque debilitada, una imágen de la formacion de los terrenos fosilíferos. Obedeciendo a un influjo poco conocido aún, nuestros mares actuales producen incesantemente por via de precipitacion, de acarreo y de cimentacion, en las costas de la Sicilia, en las de la isla de la Ascension y en la laguna del Rey Jorge, Australia, bancos calcáreos que han adquirido una dureza comparable a la del mármol de Carrara. Estas formaciones del Océano actual han sepultado en las costas de las Antillas productos de la industria humana, y hasta esqueletos del tronco caribeo, en la Guadalupe. Los negros de las colonias francesas llaman a esta formacion *maçonne-bon-Dieu*. En una de las islas Canarias, la de Lancerote, se ha encontrado una capa sutil de oolita, que a pesar de su novedad nos recuerda el calcáreo del Jura, y es el producto del mar y de las tempestades.

Las rocas compuestas son agregaciones determinadas de ciertos minerales simples, tales como el feldespato, el mica, el pedernal, la augita y la nefelina. Los volcanes producen todavia a nuestra vista rocas semejantes a las del mundo primitivo, si bien sus elementos están diferentemente combinados en las unas y en las otras, aunque en esencia son los mismos. Ya antes hemos dicho que no hay relacion ninguna entre los caracteres mineralógicos y la distribucion geográfica de las rocas; y en efecto, los geólogos no pueden menos de admirarse de ver en las zonas entre si mas distantes, lo mismo al Norte que al Sur del Ecuador, repetirse hasta los mas

mase parte de la obra inédita titulada: «Pasigrafía geognóstica destinada al uso de los jóvenes del Colegio de Minería de Méjico, designé despues (1852) las rocas de erupcion plutónicas y volcánicas bajo el nombre de «endógenas» (engendradas en lo interior), y las de sedimento, bajo el de «exógenas» (engendradas

menudos pormenores y circunstancias en las capas silíceas alternas.

Ahora, pues, es necesario que consideremos mas de cerca las cuatro clases fundamentales de rocas (clases que corresponden a cuatro fases de formacion) que nos ofrecen las capas estratificadas o mázicas de la superficie terrestre. Y entre las rocas *endógenas* o de erupcion que la *geognóise* moderna ha designado con los nombres de rocas macizas y anormales, encontramos desde luego muchos productos de la accion inmediata de las fuerzas subterráneas, cuyos principales grupos vamos a enumerar.

El granito y la *syenite* que pertenecen a muy distintas épocas; sin embargo, el granito atraviesa muchas veces la *syenite* es entonces de un origen mas reciente que la fuerza que ha elevado esta última roca. Cuando el granito aparece en grandes masas aisladas, en forma de eipsoides débilmente abovedados, sea en el Hartz, en el Maysore, o en el Bajo-Perú, en todas partes está cubierto de una corteza dividida en trozos. Probablemente esta especie de mar debe su origen a la contraccion de la superficie primitiva del granito. En el Asia septentrional, en las riberas pintorescas del lago Kelivan [Altai], como en los reversos de la cordillera marítima de Caracas, en las *trincheras*, he visto tambien hiladas de granito cuyas divisiones provienen sin duda de un retracto análogo; pero me ha parecido que esta estructura se estendia profundamente bajo la sierra. El aspecto de las rocas de erupcion sin vestigios de *gneiss* que he encontrado en las fronteras de la provincia China de Ili (al Sur del lago Holivan, entre Buchtarminsk y la ribera Narim), me ha tocado vivamente; en las demas partes del mundo jamas habia visto cosa semejante. El granito, siempre escamado en la superficie, siempre caracterizado por divisiones prismáticas, se eleva en la *steppe*, unas veces en pequeños montecillos hemisféricos, altos de dos o tres metros a lo mas, otras, como el basalto, en forma de copa cuya base presenta dos corrientes estrechas diametralmente opuestas.

En las cataratas del crinoco como en el Fichtelgobirge [Seissen], en Galicia como en el Papagalta (entre el mar del sud y la meseta de México), he visto el granito en grandes globos aplanados que ofrecian divisiones concéntricas semejantes a las de ciertos basaltos. En el valle de Irtych, entre Buchtarminsk y Ustkamengorsk, el granito recubre la esquita arcillosa de transicion en una longitud de cerca de un miriámetro; envia a esta capa, de arriba a abajo, estrechas venas que se ramifican y terminan en puntas delgadas.

Cito estos detalles con el único objeto de manifestar, por medio de algunos ejemplos, el carácter fundamental de las rocas de erupcion, en una de las rocas mas generalmente esparcidas en la naturaleza. Así como el granito cubre la

arcilla en Siberia y en el departamento de Finisterre (isla de Michau), así cubre el calcáreo *jurassique*, en las montañas de Oisans [Fermont]; del mismo modo entre la *syenite*, y en medio de esta roca, la tiza, Weinbähla, en Sajonia. En el Ural, en Mursinsk, el granito es poroso; sus casillas son, como las casillas y las fisuras de las rocas volcánicas recientes, llenas de magníficos cristales, principalmente de berilos y topacios.

El pórfido cuarzoso, que se reune muchas veces a modo de soroque con las demas rocas. La pasta es ordinariamente una mezcla de granos finos de los mismos elementos que se encuentran allí diseminados en gruesos cristales. En el pórfido granítico, muy pobre de cuarzo, la pasta feldspática es casi granular y hojeada. Los *grunsteins*, los *diorites*, mezcla granular de *albita* blanca y de *hornblende* de un verde negruzco, forman pórfidos dioríticos cuando los cristales de *albita* están diseminados en una masa compacta. Estos *grunsteins*, unas veces puros, otras mezclados con hojas entercaladas de *diallage* (Fichtelgobirge), y pasando, en este último caso, a la serpentina, se han inyectado algunas veces entre los antiguos extras de la esquita arcillosa verde donde forman camas; frecuentemente atraviesan el plano en forma de vetas, o bien se elevan en forma de cúpula enteramente análoga a las cúpulas de basalto y de pórfido.

El *hypersthénfels* es una mezcla granular de *labrador* y de *hypersthène*.

El *enphotide* y la serpentina, donde el *diallage* se encuentra algunas veces reemplazado por cristales de verde-mar y de *uralite*, y entonces muy inmediatos a una roca mas comun, yo diria casi de una roca de erupcion mas activa, el pórfido augítico.

El *melaphyre*, y los pórfidos de cristales de verde-mar, de *uralite* y de *oligoklas*. A esta última especie de pórfido pertenece el puro *vert-antique*, tan célebre por su uso en las artes.

El basalto con la olivina y sus elementos, que, tratados con los ácidos, dan precipitaciones gelatinosas, la *phonolithe*, (pórfido arcilloso), el *trachyte* y la *dolerite*; la primera de estas rocas está parcialmente dividida en placas delgadas; la segunda presenta siempre esta estructura que dá a estas dos rocas, aun en grandes estensiones, la apariencia de una especie de estratificacion. Despues de Girard, la *mesotype* y la *néphétine*, son de gran importancia en la composicion y testura interna de las masas basálticas. La *néphétine* del basalto reune al *géologue* la *miascite* de las montañas de Ilmen, en el Oural, mineral que se ha confundido con el granito, y que contiene algunas veces zirconia, reune tambien la *néphétine* pyroxénica, descubierta por Gumprecht cerca del Lauban y de Ghemintz.

La segunda clase de rocas, las rocas de sedimento, comprende la mayor parte de aquellas formaciones á quienes se han dado otras veces las denominaciones sistemáticas, pero poco correctas, de formaciones de *flatz*, formaciones de transición, formaciones secundarias y terciarias. Si las rocas de erupción no hubiesen elevado la capa terrestre, si los terremotos ocasionados por ellas no hubieran influido en las formaciones sedimentarias, la superficie de nuestro planeta constaría de capas horizontales, dispuestas regularmente las unas sobre las otras. Desprovisto de nuestras cordilleras de montañas cuyos volcables reflectan, por decirlo así, de la base á la cumbre, en graduación pintoresca de las especies vegetales, la escala de las temperaturas decrecientes de la atmósfera, si la superficie de los continentes fuese alterada por barrancas, por la acumulación de algunos *détritus* insignificantes provenientes de la fuerza de la erosión y del transporte de las débiles corrientes de agua dulce, de un polo al otro, la superficie monótona de la tierra presentaría el triste espectáculo de los llanos de la América del Sud ó de los *steppes* de la Asia septentrional; por todas partes veríamos á la bóveda celeste descansar en las llanuras, y á los astros salir de este uniforme horizonte, como del seno de un mar sin playas. Pero ni aún el mundo primitivo ha presentado este aspecto por todas partes; al menos el estado de las cosas que acabamos de describir no ha podido durar mucho tiempo, porque en todas las épocas, las fuerzas subterráneas han obrado para modificarlo.

Los terrenos de sedimento se han producido del seno de las aguas, segun que la materia constituyente, el calcareo ó la esquita arcillosa se encontrara químicamente disuelta en el medio líquido, ó en el estado de mezcla y de suspensión. Cuando tierras disueltas en el agua, con la ayuda de un exceso de ácido carbónico, vienen á precipitarse, su descenso y su acumulación en capas están exclusivamente arregladas por las leyes ordinarias de la mecánica. Esta nota es importante para el estudio de la ocultación de los cuerpos orgánicos en las capas calcareas donde se efectúa la petrificación. Es probable que los mas antiguos sedimentos de los terrenos de transición ó de los terrenos secundarios se formen en aguas mantenidas á temperaturas bastante elevadas, por el fuerte calor que reinaba entonces en la superficie de la tierra.

Bajo este punto de vista es permitido decir que las fuerzas plutónicas han obrado en las capas sedimentarias, y sobre todo en las mas antiguas; pero estas capas parecen haberse endurecido y haber adquirido su estructura esquitosa bajo la influencia de una presión grande, en lugar que las rocas salidas del interior (el granito, el pórfido y el basalto) se han solidificado á causa del enfriamiento. La alta tempe-

ratura de las aguas primitivas desendiendo poco á poco, estas aguas absorbieron, en mayor cantidad el gas ácido carbónico, cuya atmósfera estaba bastante cargada; pudieron desde entonces tener en disolución una gran masa de calcareo.

He aquí la enumeración de las capas de sedimento, de las que escluieremos todas las capas eesógenas que provienen de la acumulación mecánica de las arenas ó de los guijarros.

La esquita arcillosa de los terrenos de transición inferiores y superiores, comprendiendo las formaciones siluriana y sevoniana, desde las capas inferiores del sistema siluriano, que antes se llamaba cambriana, hasta la capa mas elevada del antiguo asperon rojo, ó de la formación devoniana, capa que se avecina al calcario de montaña.

Las camas de carbon de tierra.

Los calcareos intercalados en las formaciones de transición y en las capas de carbon, el *zechstein*, el calcareo de concha, la formación *jurassique*, la tiza, y todos los terrenos del grupo terciario que no pueden ser colocados ni entre los asperones, ni entre los *conglomerats*.

El *travertin*, el calcario de agua dulce, las concreciones silisosas de las fuentes termales, las formaciones que se han producido no bajo, la presión de grandes masas de aguas marinas sino casi al aire libre, en el fondo de los mares y de los rios.

Los bancos de *infusorios*, dada geológica, en que se nos refiere la influencia que la actividad orgánica de la naturaleza ha ejercido en la formación de los terrenos; descubrimiento reciente cuya ciencia es debida á los ingeniosos trabajos de mi amigo Erbenberg, uno de mis compañeros de viaje. Parece que en este esámen rápido, pero completo, de los elementos mineralógicos del globo terrestre, hubiéramos debido colocar inmediatamente despues de las rocas simples de sedimento los *conglomerados* y los asperones que son tambien, al menos en parte, sedimentos separados de un medio líquido, y que alternan en los terrenos de transición y en las capas fosilíferas, con eschiste arcillosa y con la tiza. Pero los *conglomerados* y los asperones no se componen solamente de los despojos de rocas de erupción y de rocas de sedimento; contienen tambien *détritus de gneiss*, *micaschiste* y otras masas metamórficas. Estas rocas últimas deben pues componer la tercera clase de formas fundamentales.

La roca endógena ó de erupción (el granito, el pórfido y el *melapyre*) no es un agente exclusivamente dinámico; no solamente eleva ó mueve las copas *surgacentes*, no solamente las repele lateralmente, sino tambien modifica profundamente las combinaciones químicas de sus elementos y la naturaleza de su tejido interior.

De ahí resultan las nuevas rocas, el *gneiss*,

el *micaschite* y el calcario *saccharoide* (mármol de Carrara y de Pharos). Las antiguas esquitas de transición de formación siluriana ó devoniana, el calcareo belemnítico de la Parentaise, el *macigno* asperon calcareo, gneiss deslustrado, conteniendo algas marinas, que se encuentran en el Apenino Septentrional, toman frecuentemente, despues de su transformación, una estructura nueva y un brillo que las hace casi inconocibles. La teoría del metamorfismo se ha fundado desde el momento en que se ha obtenido seguir paso á paso todas las fases de la transformación, y guiar las inducciones del geólogo por las investigaciones directas del químico en la influencia de los diversos grados de fusibilidad, de presión y de enfriamiento. Cuando el estudio de las combinaciones de la materia es dirigido por una idea fecunda, la química puede en el estrecho recinto del laboratorio, esparcir una viva luz: en el campo de la *geognosia*, basta tener la naturaleza donde las fuerzas subterráneas han formado y metamorfosado las capas terrestres. Mas si el elemento material nos es hoy conocido, no es así las medidas de las fuerzas que han obrado con tanta energía en el mundo primitivo. Bajo pena de caer en analogías engañosas y de no elevarse sino á vistas cortas en los grandes fenómenos de la naturaleza, el observador filósofo debe tener sin cesar presentes en el pensamiento las condiciones tan complejas que han debido modificar otras veces las reacciones químicas. Sin duda los cuerpos simples han obedecido, en todo tiempo á las mismas afinidades; si pues se encuentran aún algunas contradicciones, el químico logrará con mas prontitud, estoy convencido de ello, hacerlas desaparecer, remontando se á las condiciones primitivas de la naturaleza que no se habrán producido idénticamente en sus trabajos.

Observaciones muy exactas abrazan una grande extensión de terreno, manifiestan que las rocas de erupción no se producen con un carácter de violencia y de trastorno. Muchas veces, se ve en las comarcas mas ó puestas, el granito, el basalto ó la *diorete* ejercer regularmente, hasta en los menores detalles, su acción transformiz en los extras de la esquita arcillosa, en los del calcareo compacto, y en los granos de cuarzo de que se compone el asperon. Mientras que una roca endógena cualquiera, ejerce por todas partes el mismo modo de acción, las diversas rocas de esta clase presentan, al contrario, caracteres bien diferentes. Se encuentra á la verdad, en todos los fenómenos, los efectos de un calor intenso; pero el grado de fluidez ó de ablandamiento ha variado singularmente del granito al basalto: por otra parte, las erupciones del granito, de basalto, de pórfido de pasta de *grunstein*, de serpentina, han sido acompañadas de sublimaciones cuya naturaleza ha cambiado segun las épocas geológicas.

Aquí es el lugar donde se debe recordar que los hechos del metamorfismo no están limitados á los fenómenos del simple contacto; comprenden tambien los fenómenos que han acompañado la salida de una masa de erupción determinada; porque donde el contacto inmediato no tiene lugar, la simple proximidad de una masa tal basta ya para modificar la cohesión, la testura, la riqueza en sílice y la forma cristalina de las rocas preexistentes.

Toda roca de erupción penetra, al ramificarse, en otras masas igualmente endógenas ó en los extras sedimentarios; pero existe tocante á esto una diferencia capital entre las rocas plutónicas, el granito, el pórfido, la serpentina, y las rocas volcánicas, en el sentido mas estricto de esta palabra, el *trachyte*, el basalto, la lava. Las rocas cuya producción volcánica actual, parece ser un último esfuerzo de la actividad de nuestro globo, se presentan en corrientes estrechas, y no forman una capa de alguna extensión, sino en los canales donde muchas corrientes se han reunido. Cuando ha sido posible seguir las erupciones basálticas á grandes profundidades, se les ha visto terminadas en hilos delgados. Cerca de Marksuhl á 1 $\frac{1}{2}$ millímetro de Eisencht, en Eechwege, en los bordes de la Verra, y cerca de la piedra druidida del camino de Hollert, Siegen, para no citar aquí tres ejemplos verificados en nuestra patria, el basalto, inyectado por estrechas aberturas, ha atravesado el asperon abigarrado y la *grauwacke*, y, semejante á un pilar colocado en su capitel, se alarga en forma de copa cuya masa está dividida, unas veces en láminas delgadas, otras en columnas agrupadas. No es así con el granito, la *syenite*, el cuarzo porfiroide, la serpentina y la serie entera de estas rocas no estratificadas de testura maciza, á las que se ha dado el nombre de rocas plutónicas, por predilección para una nomenclatura sacada de la mitología. Salvo algunas vetas raras, todas estas rocas han tomado el estado de fusión completa; no por estrechas fisuras, sino por anchas fallas semejantes á las llanuras, y por gargantas de una extensión grande. Han sido empujadas de abajo á arriba, y no inyectadas al estado líquido; jamas se les ve en corrientes estrechas, como la lava, sino en masas poderosas. Algunos grupos de *dolerite* y de *trachite* parecen haber poseído el mismo grado de fluidez que el basalto; otros grupos que se elevan en masas considerables, en forma de campanas ó de cúpulas sin cráteras, parecen haber salido del estado de simple ablandamiento. Ciertos *trachytes* están dispuestos en camas como el granito y el pórfido cuarzoso; tales son los *trachytes* de la cordillera de los Andes, cuya analogía con los pórfidos de pasta de *geunstein* y de *syenite* argentíferos, y entonces desprovistos de cuarzo he notado con mucha frecuencia.

Estudiando directamente las modificaciones