

zeas, solo tiene de tres á cuatro pies de boca ; sus aguas hierven , exhalan olor de azufre , y petrifican sus canales igualmente que las de Tivoli.... su calor está en el grado del agua hirviendo , aunque es á veces menor... los torbellinos de humo que suelen salir de ellas indican un calor mas activo ; y sin embargo , el fondo del cráter está entapizado de las mismas plantas que se crían en el fondo de los lagos y pantanos. Estas aguas producen vitriolo en los terrenos ferruginosos , etc. (1).

«En muchas montañas del Apenino , y principalmente en las que hay en el camino de Bolonia á Florencia , se encuentran fuegos ó simplemente vapores, los cuales arden apenas se les acerca una llama.

«Los fuegos de la montaña Cénida , cerca de Pietramala , están situados á diferentes alturas de la misma montaña , en cuya cumbre se cuentan cuatro bocas de fuego que arrojan llamas.... unos de estos fuegos están en un espacio circular rodeado de cerros.... el terreno parece allí quemado , y las piedras son mas negras que las del contorno : de varios parajes del mismo es-

(1) *Mémoires des savans étrangers* , tomo v , página 325.

pacio se ve salir una llama azul , viva , ardiente y clara , que se levanta hasta la altura de cuatro ó cinco pies.... pero pasado el espacio circular no se ve ningún fuego , á pesar de que á distancia de mas de setenta pies del centro de las llamas , se percibe todavía el calor que conserva el terreno...

«A lo largo de una hendidura cercana al fuego se oye un ruido sordo , parecido al de un viento que atravesase por un subterráneo.... y cerca de aquel paraje se encuentran dos manantiales cuyas aguas son calientes... El terreno en que existe el fuego desde mucho tiempo , no está hundido ni levantado.... ni cerca del foco se ve ninguna piedra de volcan , ni señal de que haya arrojado materia alguna ; y sin embargo , en unos montecillos que hay cerca de aquel paraje se encuentra todo lo necesario para probar que antiguamente fueron formados ó á lo menos alterados por los volcanes... En 1767 se sintieron tambien terremotos en aquellos contornos , sin que hubiese alteracion en el fuego , ni espeliese mas ni menos humo.

«A unas diez leguas de Módena , en un sitio llamado Barigazzo , hay cinco ó seis bocas que en ciertos tiempos arrojan llamas , las cuales se apagan por medio de un viento muy recio ; y

tambien se notan vapores que se inflamarian si se les acercase un cuerpo encendido..... pero sin embargo de los vestigios nada equívocos de antiguos volcanes estinguidos que subsisten en la mayor parte de aquellas montañas, los fuegos que en ellas se ven ahora, no son volcanes que se forman nuevamente, puesto que estos fuegos no arrojan ninguna sustancia volcánica (1). »

Las aguas termales, igualmente que las fuentes ó manantiales de petroleo y de otros betunes y aceites terrestres, deben considerarse como otra graduacion entre los volcanes apagados y los que arden. Cuando los fuegos subterráneos se hallan cercanos á una mina de carbon, hacen que destile, y este es el origen de la mayor parte de los manantiales de betun; y del mismo modo ocasionan el calor de las aguas termales que fluyen en su cercanía: pero estos fuegos subterráneos arden tranquilamente en el dia; sus antiguas esplosiones solo se conocen por los materiales que arrojaron en otro tiempo; dejaron de obrar cuando el mar se retiró de sus contornos; y no creo, como llevo dicho,

(1) *Mémoires sur le Prétrole, par Mr. Fougeroux de Bondaroy*, en las de la Academia de las ciencias, año de 1770, pág. 45 y siguientes.

que deba temerse se repitan sus funestas erupciones, supuesto que hay mil razones para creer que los mares cada dia se irán retirando mas.

## IV.

## DE LAS LAVAS Y BASALTOS (\*).

A lo que dejamos espuesto con motivo de los volcanes añadiremos algunas consideraciones sobre el movimiento de las lavas, y sobre el

(\*) A esta clase se parece la gran familia de la roca primitiva llamada *trap*: los basaltos cubren y occultan los lechos secundarios en muchos países, y pueden considerarse como vestigios de aquellas tremendas acciones volcánicas que trastornaron el mundo. En ningun punto del globo ostentan estos monumentos volcánicos moles mas imponentes que en el norte de Irlanda y en las Hébridas, bien que en una ú otra forma, se hallan esparcidos sobre toda la tierra para atestiguar los terribles sacudimientos que esperimentó todo el globo, causados por el fuego submarino.

Estas peñas se levantan á menudo á manera de columnas gigantescas; y su aspecto triste y amenazador infunde espanto al viajero. Estas columnas se elevan á veces verticalmente sobre tremendos precipi-

tiempo necesario para que estas se enfrien y conviertan en tierra vegetal.

La lava que sale del pie de las eminencias formadas por las materias que el volcan acaba de arrojar, es un vidrio impuro, derretido, de naturaleza tenaz y viscosa, y poco fluido; por cuya razon los torrentes de esta materia vitrificada corren lentamente en comparacion de los de agua, bien que muchas veces llegan á grandes distancias: pero hay en estos torrentes de fuego un movimiento particular que no tienen los de agua, y es el de pugnar por elevar toda la masa que corre, el cual es producido por la fuerza expansiva del calor en lo interior del torrente encendido. Siendo la superficie esterior la primera que se enfria, el fuego liquido continua corriendo por debajo; y como la accion del calor obra en todas direcciones, el fuego, que busca salida, eleva las partes superiores ya consolidadas, y á veces las obliga á levantarse perpendicularmente: proviniendo de esto las grandes moles de lava, en forma de peñascos, que se encuentran en el curso de casi todos los

cios, y otras se estienden horizontalmente á lo largo de escarpados riscos, formando de vez en cuando grandes bóvedas.

torrentes en que el declive no es rápido. El esfuerzo de este calor interior es á veces causa de que la lava haga esplosiones, y de que su superficie se abra, y resalte la materia liquida formando aquellas moles elevadas sobre el nivel del torrente. El P. de la Torre es, á lo que creo, el primero que ha observado este movimiento interior en las lavas ardientes, el cual es tanto mas violento quanto las lavas son mas espesas y mas suave el declive, siendo este un efecto general y comun en todas las materias licuadas por el fuego, y de que es fácil dar ejemplos, que todo el mundo puede verificar en las fraguas (1). Si se observan las grandes barras de

(1) La lava de los hornos de fundir el hierro produce los mismos efectos. Cuando esta materia vidriosa corre lentamente por el cauce y se acumula en su base, se ven formar eminencias que son ampollas ó burbujas cóncavas de vidrio, de figura hemisférica. Estas ampollas revientan cuando la fuerza expansiva es de mucha actividad, y la materia tiene menos fluidez: entonces sale de ellas con estruendo un caño rápido de llama. Cuando esta materia vidriosa tiene bastante adherencia para sufrir una gran dilatacion, las ampollas que se forman en su superficie adquieren, sin reventar, un volúmen de nueve á diez pulgadas de diámetro; y cuando su vitrificacion no es

hierro fundido que corren por un molde ó canal cuyo declive es casi paralelo al horizonte ; se percibirá fácilmente que en efecto se inclinan á encorvarse , tanto mas cuanto fuere mayor su grueso (1). En otra parte demostraremos con experimentos que los tiempos de la consolidacion son con cortisima diferencia proporcionales á las masas , y que estando ya consolidada la superficie de estas barras , todavía está líquido tan perfecta y la materia tiene una consistencia viscosa y tenaz , las ampollas son de poco volumen , y la materia , hundiéndose en sí misma , forma eminencias cóncavas , que llaman *ojos de sapo*. Lo que sucede en pequeño en la espuma de los hornos de fundicion , se experimenta en grande en las lavas de los volcanes.

(1) No hablo aquí de las demas causas particulares que muchas veces ocasionan la curvatura de las barras fundidas ; por ejemplo , cuando la fundicion no está bien fluida , ó cuando el molde está demasiado húmedo , las barras se encorvan mucho mas , porque estas causas concurren á aumentar el efecto de la primera : así es que la humedad de la tierra sobre que corren los torrentes de lava , ayuda tambien al calor interior á elevar la mole de la lava , y á hacerla reventar en muchos parajes por esplosiones seguidas de los surtidores de materia de que hemos hablado.

su interior. Este calor interno es el que hace encorvar la barra ; y si fuese mayor su grueso , habria en ella , como en los torrentes de lava , esplosiones , aberturas en la superficie , y caños perpendiculares de materia metálica , espelida por la accion del fuego encerrado en lo interior de la barra. Esta esplicacion , deducida de la naturaleza de la misma cosa , no deja ninguna duda en cuanto al origen de las eminencias que frecuentemente se encuentran en los valles y llanuras por donde corrieron las lavas que han cubierto estas y aquellos.

Pero cuando despues de haber bajado de la montaña y atravesado las campiñas , esta lava siempre encendida , llega á las riberas del mar , su curso se halla enteramente detenido ; el torrente de fuego se arroja como un enemigo poderoso , y al principio hace retroceder las olas ; pero el agua , por su mole , por su fria resistencia , y por el poder que tiene de embargar y apagar el fuego , consolida en pocos instantes la materia del torrente , que desde entonces no puede seguir adelante , sino que se eleva , se carga de nuevas capas y forma un muro vertical , de cuya altura cae entonces perpendicularmente el torrente de lava , y se aplica contra el muro escarpado que acaba de formar ; y con esta caida y el em-

bargo de la materia ardiente, se forman los prismas de basalto (1) y sus columnas articuladas. Estos prismas son ordinariamente de cinco, seis ó siete lados, á veces de cuatro ó de tres, y tambien de ocho ó de nueve; sus columnas son formadas por la caída perpendicular de la lava sobre las olas del mar, ya sea que caiga de lo alto de los peñascos de la costa, ó ya forme ella misma el muro escarpado que produce su caída perpendicular. Pero de cualquier modo que se verifique, el frío y la humedad del agua que embargan esta materia enteramente penetrada de fuego, consolidando las superficies en el mismo instante de su caída, hacen que las porciones que del torrente de lava caen en el mar, se junten; y como el calor interior de ellas pugna siempre por dilatarlas, sufren una resistencia recíproca, y resulta el mismo efecto que en la hinchazón de los guisantes, ó mas bien de otras semillas cilíndricas que estuviesen apretadas en un vaso cerrado lleno de agua la cual se hiciese

(1) No examinaré aquí el origen del nombre *basalto* que Mr. Desmarets, sabio naturalista de la Academia de las ciencias, cree haber sido dado por los antiguos á dos piedras de diferente naturaleza; ni tampoco hablaré sino del *basalto lava*, que se forma en columnas prismáticas.

hervir, pues cada una de estas semillas tomaria la figura exágona por la compresion recíproca; y del mismo modo, cada porción de lava adquiere muchos lados ó facetas por la dilatacion y resistencia recíprocas; y cuando la resistencia de las porciones circundantes es mas fuerte que la dilatacion de la materia circundada, en vez de tomar figura exágona la toma triangular, cuadrangular ó pentágona: y al contrario, si la dilatacion de la materia circundada es mas fuerte que la resistencia de la circundante, adquiere siete, ocho ó nueve facetas, que siempre se estienden á toda su longitud, ó por mejor decir, á toda su altura.

Las articulaciones trasversales de estas columnas prismáticas son producidas por una causa aun mas sencilla. Las lavas no caen como una gotera regular y continua, ni en masas iguales: de donde se sigue que por poco intervalo que haya en la caída de la materia, la columna medio consolidada en su superficie superior, se hunde formando concavidad por el peso de la masa que sobreviene, y que desde luego se amolda en figura convexa en la concavidad de la primera; y esta circunstancia ocasiona las especies de articulaciones que se encuentran en la mayor parte de estas columnas prismáticas: pero cuando

la lava cae en el agua con igualdad y sin intervalo, entonces la columna de basalto es continua en toda su altura, y no se ve en ella ninguna articulacion. Asimismo, cuando por una explosion son arrojadas del torrente de lava algunas moles aisladas, afectan entonces una figura globulosa ó elíptica, y tambien retorcida á modo de una maroma; pudiéndose reducir á esta sencilla explicacion todas las formas que se encuentran en los basaltos y en las lavas figuradas.

Al choque del torrente de lava con las olas y á su pronta consolidacion debe atribuirse el origen de las costas escarpadas que se ven en todos los mares situados al pie de los volcanes. Los antiguos antemurales de basalto, que tambien se encuentran en lo interior de los continentes, manifiestan la presencia del mar y su proximidad á los volcanes en el tiempo en que corrieron sus lavas: otra prueba que puede añadirse á todas las que ya hemos dado de la antigua mansion de las aguas en todas las tierras actualmente habitadas.

Los torrentes de lava tienen desde doscientas treinta hasta cuatro mil seiscientas ó siete mil varas de ancho, y á veces ciento setenta y aun doscientos treinta pies de alto; y habiéndose encontrado por nuestros experimentos que el

tiempo que tarda el vidrio en enfriarse es al que tarda el hierro como ciento treinta y dos á doscientos treinta y seis (1), y que los tiempos respectivos de su consolidacion están con corta diferencia en la misma razon (2), es fácil inferir que para consolidar un pedazo de vidrio ó lava de once pies y ocho pulgadas de grueso, se necesitan doscientos uno  $\frac{24}{59}$  minutos, puesto que son precisos trescientos sesenta minutos para la consolidacion de un pedazo de hierro de once pies y ocho pulgadas: por consiguiente, son precisos cuatro mil veinte y ocho minutos ó sesenta y siete horas y ocho minutos para la consolidacion de uno de lava de doscientos treinta y tres pies y cuatro pulgadas; y por la misma regla se verá que es necesario un espacio de tiempo cerca de once veces mayor, esto es, treinta  $\frac{17}{24}$  dias, ó un mes, para que la superficie de esta lava de doscientos treinta y tres pies y cuatro pulgadas de grueso esté bastante fría para poderla tocar: de todo lo que resulta que es preciso un año para que una lava de doscientos treinta y tres pies y cuatro pulgadas de grueso

(1) Véase la *Memoria sobre el resfrio de la tierra y de los planetas*.

(2) Véase *ibidem*.

so esté fria, de suerte que se la pueda tocar sin quemarse á catorce pulgadas de profundidad; que la misma lava, á once pies y ocho pulgadas de profundidad, estará todavía tan caliente al cabo de diez años, que no se la podrá tocar; y que se necesitarán cien años para que se enfrie en el mismo grado hasta la mitad de su grueso. Mr. Brydone refiere que sin embargo de haber pasado mas de cuatro años, la lava que habia corrido en 1766 al pie del Etna, aun no estaba fria. Tambien dice «haber visto una capa de lava de algunos pies de espesor producida por la erupcion del Vesubio, que en el centro permaneció roja por el calor mucho tiempo despues de haberse enfriado la superficie, y que introduciendo un palo por sus grietas se inflamaba al instante, á pesar de no haber en lo exterior ninguna apariencia de calor.» Masa, autor siciliano y muy fidedigno, dice que estando en Catana, ocho años despues de la grande erupcion del de 1669, encontró que en muchos parajes no se habia enfriado aun la lava (1).

El caballero Hamilton dejó caer pedazos de madera seca en una hendidura de la lava del Vesubio á fines de abril de 1771, y en el instante

(1) *Voyage de Sicile*, tomo 1, pág. 213.

se inflamaron, sin embargo de haber salido del volcan aquella lava el 19 de octubre de 1767, y de no tener comunicacion con el fuego del volcan; y el paraje en que hizo este experimento distaba por lo menos cuatro millas de la boca de donde la lava habia salido. El mismo Hamilton estaba íntimamente persuadido de que debian pasar muchos años para que se enfriase una lava del grueso de aquella, que era de cerca de doscientos treinta y tres pies.

Yo no he podido hacer experimentos sobre el tiempo que tardan en consolidarse y enfriarse los cuerpos sino con balas de algunas pulgadas de diámetro. El único medio de hacer estos experimentos en grande seria observar las lavas y comparar los tiempos empleados en consolidarse y enfriarse segun sus diferentes gruesos; y estoy persuadido de que estas observaciones confirmarian el principio que he establecido para el resfrio desde el estado de fusion hasta el del temple actual: pues, aunque en rigor no sean precisas estas nuevas observaciones para confirmar mi teoria, servirian sin embargo para comparar la gran diferencia que hay entre una bala de cañon y un planeta.

Réstanos examinar la naturaleza de las lavas, y demostrar que con el tiempo se convierten en

tierra fértil; lo cual nos trae á la memoria la idea de la primera conversion de las escorias del vidrio primitivo que cubrian toda la faz del globo despues de su consolidacion.

«No se comprenden bajo el nombre de lavas, dice Mr. de La Condamine, todas las materias que salen de la boca de un volcan, como las cenizas, las piedras pómez, el cascajo y la arena, sino tan solo las que licuadas por la accion del fuego, forman, estando frias, masas sólidas cuya dureza escede á la del mármol. Sin embargo de esta restriccion, se echa de ver que habrá tambien muchas especies de lavas segun el diferente grado de fusion de la mezcla, y segun participe mas ó menos del metal, y esté mas ó menos íntimamente unido con diversas materias. Yo distingo principalmente tres especies de lavas, además de otras muchas intermediarias. La lava mas pura, cuando está pulimentada, se parece á una piedra de color gris sucio y oscuro; es lisa, dura, pesada, y está sembrada de fragmentos menudos semejantes al mármol negro, y de puntos blanquecinos; parece que contiene partes metálicas; á primera vista, cuando el color de la lava no tira á verde, imita á la serpentina; recibe un pulimento bastante bello, mas ó menos lustroso en sus diferentes partes; y se

hacen de ella mesas, adornos de chimenea, etc.

«La lava mas tosca es desigual y escabrosa, y muy parecida á las escorias de las fraguas ó á la espuma del hierro. La mas ordinaria es un medio entre estos dos estremos; y esta es la que se ve esparcida en grandes moles á los lados del Vesubio y en las campiñas comarcanas. Esta lava corre en torrentes, y cuando se enfria, forma moles semejantes á peñascos ferruginosos y á veces de muchos pies de grueso, las cuales están interrumpidas y ordinariamente cubiertas con montones de cenizas y materias calcinadas..... y debajo de muchas capas alternadas de lavas, cenizas y tierra, cuyo total compone una costra de setenta á noventa pies de grueso, se han encontrado templos, pórticos, estatuas, un teatro, una ciudad entera, etc. (1).

«Casi siempre, dice Mr. Fougereux de Bondaroy, inmediatamente despues de la esplosion de tierra quemada ó de una especie de ceniza.... arroja el Vesubio lava.... la cual corre por las hendiduras que se han hecho en la montaña....

«La materia mineral inflamada, fundida y fluida, ó la lava propiamente dicha, sale por las

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences*, año 1757, página 374 y siguientes.

hendiduras ó grietas con mas ó menos ímpetu, y en mayor ó menor cantidad, segun la fuerza de la erupción; y se esparce á mayor ó menor distancia, á proporcion de su grado de fluidez y segun el declive de la montaña por donde corre, el cual retarda más ó menos su frialdad.....

«La que actualmente guarnece parte del terreno en lo bajo de la montaña, y que á veces llega hasta cerca de Portici..... forma grandes moles duras, pesadas y erizadas de puntas en la superficie superior: la que toca á la tierra es mas lisa. Como estos trozos están unos sobre otros, imitan en cierto modo á las olas del mar; y cuando son algo mayores y están mas amontonados, tienen figura de peñascos.....

«La lava, cuando se enfria, toma diferentes formas..... la mas comun es en lajas mayores ó menores: algunos pedazos tienen de siete á nueve pies de ancho y largo, y se quebrantan y rompen, formando dichas lajas cuando enfriándose pierden su fluidez; siendo de esta especie la lava cuya superficie se ve erizada de puntas.....

«La segunda especie es parecida á maromas gruesas, y siempre se halla cerca de la abertura del volcan, y parece haberse fijado prontamente, y rodado antes de estar endurecida: es mas frá-

gil y bituminosa, y tambien menos pesada, dura y compacta que la lava de la primera especie, reconociéndose esto último cuando se rompe.

«En lo alto de la montaña se encuentra una tercera especie de lava brillante, pesada, de color rojo violado, y compuesta de fibras que suelen cruzarse..... hay pedazos de ella que son sonoros y de figura de estaláctitas ó congelaciones..... en fin, se encuentran en ciertas partes de la montaña lavas cuya figura tira á esférica y que parece han rodado. Es fácil concebir la gran variedad que puede haber en la figura de estas lavas, la cual puede variar por una infinidad de circunstancias, etc. (1).»

En la comosicion de las lavas entran materias de todas especies: de las que hay en la cima del Vesubio se ha sacado porcion de hierro y un poco de cobre, habiendo algunas tan metálicas, que conservan la flexibilidad del metal: yo he visto pandearse por su propio peso lajas grandes de lava de dos pulgadas de grueso, trabajadas y pulimentadas como mesas de mármol y otras que con un crecido peso se doblaban, y quitado este recobran el plano horizontal en virtud de su elasticidad.

(1) *Memoires de l'Académie des sciences*, año 1796. página 75 y siguientes.

Todas las lavas, reducidas á polvo son, como el vidrio, capaces de convertirse desde luego en arcilla por medio del agua; y despues por la mezcla de los polvos y los detrimentos de los vegetales, pueden llegar á ser terrenos excelentes. Estos hechos se ven de un modo palpable en las grandes y frondosas selvas que rodean al Etna, las cuales tienen un suelo de lava cubierto de buena tierra de muchos pies de grueso: las cenizas se convierten en tierra aun con mas brevedad que los polvos de vidrio y de lava. En la concavidad de los cráteres de los antiguos volcanes actualmente estinguidos se ven terrenos fértiles, y lo mismo en el curso de todos los antiguos torrentes de lava. Por consiguiente, puede asegurarse que las devastaciones causadas por los volcanes son limitadas por el tiempo, y que, como la naturaleza se inclina siempre mas á producir que á destruir, repara en el discurso de algunos siglos los estragos que hizo el fuego en la tierra, y la restituye su fecundidad, sirviéndose á este fin de los mismos materiales arrojados para la destruccion.

## PRUEBAS

DE LA

## TEORIA DE LA TIERRA.

### ARTICULO XVII.

DE LAS ISLAS NUEVAS, DE LAS CAVERNAS, HENDIDURAS PERPENDICULARES, ETC.

Las nuevas islas se forman de dos modos: ó repentinamente, por la accion de los fuegos subterráneos: ó con lentitud, por medio del limo que las aguas depositan. Hablarémos en primer lugar de las que deben su origen á la primera de estas dos causas. Los antiguos historiadores y los viajeros modernos refieren en este asunto hechos de cuya verdad casi no puede dudarse (\*). Séneca asegura que en su tiempo la isla de Terasia (\*\*) se presentó de improviso á la vista de los marineros. Plinio refiere que en otro

(\*) Véase nota del tomo v. página 178.

(\*\*) Hoy Santorin.