

TERCERA PARTE

Investigación de las Operaciones Naturales empleadas en la Producción de la Tierra firme.

TRATAREMOS ahora de conocer esa operación mediante la cual las masas de materiales sueltos y acumulados en el fondo del mar, se levantaron sobre su superficie y se transformaron en tierra firme.

HEMOS encontrado que no existe en el globo terrestre (como planeta que gira en el sistema solar), alguna fuerza o movimiento adaptado al propósito que se observa en la actualidad; tampoco existió una fuerza parecida que pudiera haber resistido durante un tiempo considerable la acción de las olas y de las corrientes marinas naturales sobre las masas de materiales acumulados en el fondo del mar, sino que éstos deben haber sido transportados rápidamente y depositados de nuevo. Encontramos asimismo que existieron operaciones naturales en las entrañas de la tierra, que aglomeraron y cementaron esos materiales sueltos e inconexos, y los consolidaron en masas de gran dureza y resistencia; de esta forma, esos cuerpos son capaces de resistir la fuerza de las olas y de las corrientes, y se mantienen por sí mismos durante un tiempo suficiente con su propia forma y en el mismo lugar, como tierra firme sobre la superficie general del océano. [262]

DESEAMOS conocer ahora qué operaciones internas del globo, de las que le han dado solidez y estabilidad a las capas de materiales sueltos, pueden haberse empleado también en levantar una masa continental y dejarla sobre la superficie del mar.

NADA existe más adecuado para la erección de la tierra firme sobre el nivel del océano como un poder expansivo de intensidad suficiente, aplicado directamente bajo los materiales del fondo del mar, en una masa que, cuando se eleve, pueda dar lugar a la formación de un continente. El problema no es de dónde procede esa fuerza; probablemente esa fuerza ha sido empleada. En consecuencia, si una fuerza como ésta estuviera acorde con la que necesitamos realmente para la elevación de un continente, o si pudiéramos concluir razonablemente que dicha fuerza ha acompañado a estas operaciones naturales, y situarla en todos los lugares donde parece requerirse este poder expansivo, esto nos llevaría a percibir, en las operaciones naturales del globo, un poder tan eficaz para la elevación de los materiales continentales que estuvieron en el fondo del mar, como perfecto sería para la preparación de esos materiales útiles con el propósito de ser levantados.

EN oposición a esta conclusión, no se permitirá alegar que ignoramos qué fuerza debió actuar bajo el fondo del océano; porque el problema no es cuál fue la causa del calor, que parece haberse producido en ese lugar, sino si este poder calórico, que con toda seguridad ha actuado en el fondo del océano para la consolidación de los estratos, se ha empleado también para otro propósito, es decir, para elevar dichos estratos y convertirlos en tierra firme.

QUIZÁS podamos explicar la elevación de la tierra por la misma causa que ocasionó la consolidación de los estratos, ya investigada, sin tener que explicar los medios empleados por la naturaleza en la consecución de este poder calórico, o sin mostrar de qué fuente general se deriva esta fuerza concreta; pero siendo el calor subterráneo la causa de otros cambios, además de la solidificación de cuerpos porosos o incoherentes, hemos de generalizar este hecho, o tendremos que ampliar nuestro conocimiento en la explicación de lo que observamos en la naturaleza.

EL poder del calor para la expansión de los cuerpos es, que sepamos, ilimitado; pero la elevación de los estratos puede verse afectada por la expansión de los cuerpos situados bajo ellos en el fondo del mar; y el problema que se ha de resolver ahora es en qué medida el esfuerzo real de este poder de expansión ha sido empleado en producir esta tierra firme por encima del nivel del mar.

ANTES de intentar resolver esa cuestión, es conveniente observar que se ha ejercido un grado extremo de calor bajo los estratos formados en el fondo del mar; y ésta es precisamente la acción de la fuerza que se requiere para la elevación a alturas superiores de estos cuerpos calentados. Por lo tanto, si no existiese otra forma en la que podamos concebir cómo se ha producido este acontecimiento, coherente con el estado actual de las cosas, o con sus apariencias reales, podremos concluir correctamente que éste habría sido el procedimiento natural, y que los estratos formados en el fondo del mar se han elevado, y consolidado, mediante el calor subterráneo.

DEL examen de la naturaleza y de lo que hallamos en ella, hemos llegado a la conclusión de que la consolidación de los estratos ha tenido lugar por medio de la fusión o por el poder del calor, por lo que el estado actual de las cosas está en contradicción con cualquier otra suposición. Consideremos también ahora la única fuerza que podemos concebir capaz de elevar los estratos desde el fondo del mar, y situarlos sobre la superficie del agua. Es una verdad incuestionable que lo que originalmente había estado en el

fondo del mar, actualmente es la parte más elevada de nuestra tierra firme. Consecuentemente, para explicar esta apariencia no hay sino dos alternativas, o bien los estratos se han elevado sobre el nivel actual del mar por la fuerza del calor, o la superficie del océano ha descendido muchas millas por debajo de la [264] altura a la que se encontraba, mientras se producía la acumulación y solidificación de la tierra que habitamos en la actualidad.

SI suponemos ahora, por un lado, que no existe poder alguno en el fuego o en el calor subterráneo, dejamos a nuestra teoría sin medios para provocar el retroceso del mar, o para el descenso de su nivel; si, por otro lado, reconocemos el poder general del calor subterráneo, no nos es difícil suponer que, o bien la superficie del mar ha descendido, o el fondo del océano, en ciertas partes, se ha elevado por la fuerza subterránea sobre el nivel de su superficie, de acuerdo con las apariencias que exige alguna de estas conclusiones. En consecuencia, también sobre este punto nos remitimos a la historia de la naturaleza para encontrar pruebas que puedan aclarar correctamente esta cuestión.

SI la tierra firme actual hubiera quedado al descubierto por el descenso de las aguas, no habría existido una tierra anterior que hubiera proporcionado los materiales para construir la actual en el fondo del océano; puesto que no existe vestigio alguno de esa tierra, todos los continentes actuales se han formado evidentemente en el fondo del mar. Tampoco se podrían haber acumulado los productos naturales del mar en la forma en que los encontramos actualmente sobre la superficie de la tierra; así, pues, ¿cómo se habrían formado los Alpes o los Andes dentro del mar a partir de materiales acuáticos? En consecuencia, ésta es una suposición inconsistente con cualquier apariencia natural.

POR lo tanto, el supuesto del hundimiento de un océano anterior para poder dejar al descubierto la tierra firme actual, tropieza con más dificultades que la elevación simple del fondo del océano; porque, primero, hay que suministrar un lugar para el repliegue de las aguas del océano; y, en segundo lugar, se necesita un trabajo de igual magnitud, es decir, que se trague el continente anterior que habría proporcionado los materiales para el actual. [265]

POR un lado, la subsidencia de la superficie del océano no haría sino que la primera tierra pareciera más alta, y por otro, el hundimiento de dicha tierra en el globo sólido, de manera que se consumiese la mayor parte de la energía del océano después de ello, sería, si no una imposibilidad natural, sí al menos un esfuerzo superfluo de los poderes de la naturaleza. Una operación como ésta dejaría al descubierto una sabiduría tan pequeña en el fin elegido como en los medios apropiados para ese fin; porque, si la tierra no estuviera flotando y no fuera erosionada por operaciones naturales, ¿qué tipo de convulsión tendría lugar en el mundo para renovarla? Si, además, la tierra se descompone de forma natural, ¿por qué emplear un poder tan extraordinario para ocultar un antiguo continente, y dejar perplejo al ser humano?

CONSIDEREMOS ahora qué parte de la otra proposición, a saber, que los estratos se han elevado sobre el nivel del mar por el poder del calor, puede confirmarse a partir del examen de las apariencias naturales.

LOS estratos que se han formado en el fondo del océano están necesariamente, o casi, en posición horizontal, y no se interrumpen en toda su longitud o extensión⁶⁰. Éstos pueden cambiar, adoptando gradualmente la naturaleza de los otros, en lo que concierne a los materiales que los forman; pero no puede existir cambio repentino alguno, fractura o desplazamiento de forma natural en la estructura del estrato. Si estos estratos se consolidaron por el calor de fusión, y se elevaron por un poder expansivo que actuó desde abajo, debemos esperar que aparezcan todo tipo de fracturas, dislocaciones y contorsiones en dichos cuerpos, y todo grado de desviaciones tanto en posición horizontal como en vertical.

LOS estratos del globo terrestre se encuentran realmente en todas las posiciones posibles: han perdido su horizontalidad y están con frecuencia verticales; su continuidad se ve interrumpida por fracturas que los separan en todas las direcciones posibles; y en lugar de poseer una geometría plana, se encuentran doblados y plegados. Es imposible que pudieran haberse formado originalmente en la posición y situación en la que los encontramos, de acuerdo con las leyes naturales conocidas; [266] y el poder que forzosamente se ha requerido para este cambio no es inferior al que debió necesitarse para elevarlos desde el lugar en que se formaron.

EN este caso, las apariencias naturales no son anómalas. De hecho, son infinitamente variadas, como es de esperar, de acuerdo con la regla; pero toda esta diversidad de apariencias conspira para probar una verdad general, a saber, que todo lo que vemos estaba compuesto originalmente de acuerdo con ciertos

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(60) Hutton hace explícitos en este párrafo los principios de *horizontalidad* y *continuidad lateral* de los estratos, definidos por Steno en el *Prodrómo*, en 1669. Más adelante (p. [289]) también utiliza el principio de *inclusión*; véase la traducción castellana de esta obra realizada por Leandro Sequeiros en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10(3), 243-283 (2002).

principios establecidos en la constitución del globo terráqueo, y que posteriormente dichas composiciones regulares cambiaron por la operación de otro poder, que introdujo una aparente confusión entre las cosas que se habían formado inicialmente según un orden y un principio.

NOS preguntaremos ahora sobre la operación de este segundo poder; y en este caso, la irregularidad aparente y el desorden regional son tan instructivas, en relación con lo que se ha llevado a cabo en un período de tiempo anterior, como concluyentes son el orden y la regularidad de esas mismas regiones, en relación con el lugar donde se han producido los cambios, en un estado inicial de las cosas, y que percibimos actualmente.

CONCLUIMOS, pues, que la tierra firme que constituye nuestra morada se elevó de una situación inferior por el mismo agente que se utilizó para consolidar los estratos, dándole estabilidad, y preparándola para ser habitada por los seres vivos. Este agente fue accionado por un inmenso calor, y se expandió con una fuerza asombrosa.

SI esto hubiera ocurrido realmente así, hay que aceptar de forma razonable que una parte de la materia expandida podría encontrarse condensada en los cuerpos que han sido calentados por ese vapor ígneo⁶¹; y esa materia, extraña a los estratos, puede haberse introducido de esta forma en las fracturas y en las fisuras de esas masas solidificadas.

NO tenemos sino que abrir los ojos para convencernos de esta verdad. Contemplemos las fuentes de nuestros más preciados minerales; preguntemos al minero [267] cómo ha llegado el metal a sus venas. No procede de la zona superior de la tierra o del aire, ni de los estratos que las venas atraviesan; éstos no contienen ni un átomo de los minerales que hemos considerado: Existe un solo lugar de donde pueden proceder estos minerales, las extrañas de la tierra, donde se localiza la fuerza y la expansión, de donde pueden haber procedido ese calor intenso que ha convertido en rocas los materiales sueltos, y esa fuerza enorme que ha ocasionado la fractura y la dislocación en la regularidad de los estratos.

LLAMAMOS aquí la atención especialmente sobre el lugar en el que tendremos la oportunidad de examinar esos minerales que han procedido directamente de regiones desconocidas, ese lugar donde existe una fuerza y una energía que deseamos explorar; el sistema de la tierra es precisamente así: los materiales se depositan primero en el fondo del océano, donde se preparan de una cierta forma para adquirir la solidez, y posteriormente son elevados e introducidos en el lugar adecuado de la tierra, es decir, en las venas minerales, que contienen materia totalmente extraña en relación con la superficie, y ofrecen una información más auténtica sobre las operaciones que deseamos comprender. Consideraremos, en cierta medida, estas venas como una continuación de esa región mineral que cae necesariamente fuera del alcance de nuestra observación. Es, por tanto, especialmente interesante conocer el estado en que se encuentran las cosas en ese lugar, que puede considerarse intermedio entre la tierra sólida, por un lado, y las regiones desconocidas del globo, por otro.

EXAMINAREMOS ahora esas venas minerales que pueden considerarse, primero, en relación con su forma, independiente de sus componentes o contenidos particulares; y, en segundo lugar, en relación con los componentes, independientemente de su forma.

DEL examen de los estratos consolidados se puede advertir que las venas y los cortes son una prueba de los medios por los que se han consolidado esas estructuras. En este caso, la formación de estas venas es [268] un proceso regulado, determinado por el grado de fusión, y por las circunstancias de condensación y refrigeración. Con respecto a éstas, las venas minerales que se van a examinar son anómalas, puesto que desconocemos el porqué y el cómo. Contemplamos el efecto, pero en ese efecto no vemos la causa. Podemos negar con rotundidad que la causa de las venas minerales no es la misma que ha formado estas venas y fisuras de los estratos consolidados; consecuentemente, dichas venas minerales, en general, no se han formado por medio de la contracción moderada y la condensación regulada que ha consolidado la tierra; sin embargo, las venas, similares en muchos aspectos, se han formado por la cooperación de esta causa.

HABIENDO, pues, observado la distinción evidente entre las venas o condensaciones que son peculiares respecto de los cuerpos sólidos que se encuentran en ellas, y aquellas venas más generales que no se limitan a esa causa, podemos ahora considerar la generalización de este asunto, la universalidad en estos efectos cuya causa deseamos investigar.

EL acontecimiento más general o universal en la forma de las venas minerales, es la fractura o dislocación. No se trata, como en las venas de los estratos, de una separación simple y de una contracción mo-

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(61) Vapor o fluido ígneo era una de las formas con que los alquimistas denominaban al calor.

derada; es una fractura violenta y una dislocación ilimitada. En el primer caso, la causa de su formación está en el cuerpo que se desplaza, porque después de que el calor ha actuado sobre él, debido a la reacción de su propia materia, se forma el vacío que constituye la vena. En el otro caso, además, la causa es extrínseca en relación con el cuerpo en el que se forma la cavidad. Se ha producido una fractura más violenta y un mayor destrozo, pero hay que buscar todavía la causa; y no aparece en la vena; porque no se encuentran minerales, o las sustancias propias de venas minerales, en todas las fracturas y dislocaciones de la parte sólida de la tierra.

EXAMINAMOS, en verdad, unos efectos reales, de donde podríamos investigar la naturaleza de ciertos acontecimientos que no aparecen por ahora. De éstos, hay dos tipos, uno, que ha [269] actuado en relación con la dureza y la solidez, o con la constitución natural de los cuerpos, y otro, relacionado con su forma o situación local. El primero ya ha sido considerado; el último es nuestro siguiente tema de investigación.

EN el examen de estas apariencias naturales, encontramos dos tipos diferentes de venas: una de ellas está relacionada necesariamente con las causas de la consolidación; la otra, con esa causa que investigamos ahora de forma concreta. En aquellas grandes venas minerales, el principio es la fractura violenta y la dislocación; sin embargo, no existe otro principio por el que los estratos o masas que se han formado en el fondo del mar puedan situarse a una cierta altura por encima de su superficie. Por consiguiente, en estas dos operaciones distintas, a saber, la formación de venas minerales y la elevación de los estratos de un lugar inferior a otro superior, el principio es el mismo; ninguna puede hacerse sin una fractura violenta y sin una dislocación.

AHORA sólo deseamos saber en qué medida esas dos operaciones se realizaron por la misma fuerza y por el mismo principio. Una fuerza expansiva que actuase desde abajo, es la más adecuada para la elevación de una masa; pero si aquella es de la misma naturaleza que la que se empleó en la formación de las venas minerales, se verá mejor al conocer la naturaleza de sus contenidos. Por lo tanto, debemos considerarlos ahora.

CUALQUIER tipo de fractura, y cualquier grado de dislocación y contorsión, puede percibirse en forma de venas minerales; y no existe otro principio general que se pueda observar al examinar su forma. Analizando sus contenidos, puede aparecer algún otro principio, sobreañadido al poder o a la fuerza de dislocación, que permita conocer algo en relación con su naturaleza. Si encontrásemos, por ejemplo, un árbol o una roca agrietada, aunque no existiera duda alguna en relación con la fuerza que se ha aplicado para producir el efecto, haríamos simples conjeturas al respecto. Mas si encontrásemos en las hendiduras cuñas de madera [270] o de hierro, o agua helada, a partir de esta apariencia, podríamos formarnos un cierto juicio en relación con la naturaleza de la fuerza que se ha aplicado. Éste es el caso en las venas minerales. Vemos que contienen materia, que indica una causa, y toda información en este caso es interesante para nuestra teoría.

LAS sustancias contenidas en las venas minerales son precisamente las mismas que con anterioridad, en este trabajo, hemos considerado que juegan un papel decisivo en la consolidación de los estratos, y se encuentran en cada especie de mezcla y de concreción.

ADEMÁS de esta prueba para el empleo de un calor extremo en el proceso por el que se rellenan las venas, existe otra observación importante que se deduce al inspeccionar este tema. Parece haber existido una gran fuerza mecánica que se ha empleado en el relleno de dichas venas, además de la que se requería necesariamente para provocar la primera fractura y el desgarró.

ESTO se deduce del orden de los contenidos, o del relleno de las venas, que a menudo se observa como algo diferente y consecutivo. Lo que ahora principalmente se pretende ilustrar es esa inmensa fuerza que se manifiesta en la fractura y dispersión de los contenidos sólidos que rellenaron con anterioridad las venas. Encontramos, en este caso, fragmentos de roca y espato inmersos en el cuerpo de una vena rellena con sustancias metálicas; también vemos diversos fragmentos de masas metálicas que están inmersos en los componentes espáticos y silíceos.

ES posible demostrar una cosa a partir de la inspección de las venas y de sus contenidos: las irrupciones sucesivas de estas sustancias líquidas que rompen las estructuras sólidas con que nos encontramos, y que se intruyen como fragmentos en las venas. Es bastante habitual ver tres series consecutivas de estas operaciones, y todas pueden percibirse en un pequeño fragmento de roca que un hombre de ciencia puede examinar en su estudio, mejor incluso [271] que descendiendo a una mina, donde todos los ejemplos se encuentran a mayor escala.

CONSIDEREMOS ahora qué fuerza debería requerirse para hacer subir una columna de metal líquido y rocas, desde una profundidad insondable del océano hasta los Andes o los Alpes. Esta fuerza no puede ser mucho más pequeña que la que haría falta para elevar el continente más alto del globo. Por lo tanto,

si considerásemos que las venas, en general, se han rellenado por minerales en forma de gases o líquidos, se requiere incluso una fuerza inmensa para su elevación, y así formar y rellenar dichas venas. Y una fuerza como ésta, que actuase por debajo de una masa solidificada en el fondo del mar, es el único medio natural para la construcción de estas masas continentales.

SI éstos han sido las operaciones necesarias para producir la tierra firme, y si éstas actúan de forma natural en el planeta tierra, siendo además el efecto de un sabio artilugio, tendremos razón para buscar la manifestación real de esta verdad en los fenómenos de la naturaleza, o en aquellos hechos que, directamente, nos permiten descubrir la causa real en el efecto percibido.

NO siempre es fácil ver tan evidente el caso del mármol, aunque pueda ser muy sencillo; se trata de un cuerpo sólido que está formado por materiales sueltos acumulados en el fondo del mar; mas para convencernos de que esta roca calcárea, que se calcina con facilidad en nuestras chimeneas, ha sido fruto de la fusión por el calor subterráneo, sin sufrir calcinación, es preciso una cadena de razonamientos que no siempre es posible establecer. Cuando el fuego estalla y es expulsado desde el fondo del mar, y los continentes se agitan de tal forma que en un instante se destruye una ciudad, y se resquebrajan las rocas y las sólidas montañas, no existe nadie que no pueda contemplar en ella una fuerza capaz de conseguir de una forma natural la elevación de los continentes, aunque se situase en el lugar más ventajoso para ese propósito. [272]

LA única cuestión, por tanto, que nos incumbe decidir en este momento, es si las operaciones fruto de un calor extremo, y la violenta fuerza mecánica, son meramente accidentales en el sistema; o si, por el contrario, son naturales en el planeta, y necesarias para producir una tierra firme como la que habitamos. La respuesta a esto es clara: estas operaciones permanecen en el presente sin merma alguna de su actividad o en plenitud de fuerzas⁶².

DEL Monte Etna fluye una corriente de lava fundida. Por encima del nivel del mar se eleva en este caso una inmensa columna de materiales pesados, y rocas de inmenso tamaño son proyectadas algunas millas al aire desde su orificio de salida. Todos reconocen que éste es el poder que provoca la licuación, la fuerza expansiva del fuego subterráneo, el calor violento. Muchos naturalistas serían reacios a aceptar que la propia Sicilia se hubiera elevado desde el fondo del océano, y que el mármol denominado Jaspe Siciliano se hubiera solidificado por el mismo principio que afecta a la lava. No obstante, poseo una mesa de este mármol con la que se puede demostrar que esta roca calcárea fluyó en otro momento, y se encontró en el mismo estado líquido que la lava por efecto de la fusión.

SE hace aquí la comparación entre dos sustancias minerales que es sumamente importante. Se piensa que la solidez y el estado actual de una de ellas es semejante a la del agua, aunque esto no es así. El estado inmediato y la condición de ambas sustancias se consideran igualmente una consecuencia del fuego o del calor. La razón para habernos formado un juicio diferente en relación con estas dos materias es la siguiente: en el primer caso, vemos una conexión más directa de la causa y el efecto, mientras que, en el otro, sólo tenemos los efectos, a partir de los cuales la ciencia debe investigar la causa. [273]

SI fuera necesario siempre ver esta conexión inmediata para reconocer la operación de una fuerza que, en la actualidad, se manifiesta por su efecto, perderíamos la ventaja que nos aporta la ciencia, o los principios generales de donde poder deducir otros particulares, y no podríamos razonar mucho mejor que los animales. El hombre está hecho para la ciencia; su razonamiento va de los efectos a las causas y viceversa, pero no siempre lo hace de forma correcta. En consecuencia, hay que ser precavidos a la hora de generalizar a partir de hechos particulares, y no atribuir a la naturaleza leyes que, quizás, sólo son fruto de nuestra propia inventiva.

LA cuestión inmediata a la que nos enfrentamos ahora no es si el fuego subterráneo, o la fuerza de elevación que percibimos algunas veces actuando con esa energía, es la causa de la consolidación de los estratos formados en el fondo del mar; ni si ese poder es el medio que hace que la tierra firme aparezca

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(62) La idea expresada en este párrafo representa una de las afirmaciones del *actualismo sustantivo* (uniformidad de tasa o gradualismo), en la que Hutton *asume* que los procesos geológicos han actuado *siempre con la misma intensidad*, tanto en el pasado como en el presente. Hutton siempre supuso esta *verdad*, puesto que era uno de los pilares de su filosofía, pero nunca la *investigó*, ya que, de haberlo hecho, habría llegado a la conclusión de que no siempre había sido así; recuérdese lo dicho en la p. [224], nota 29; véase Gould, S.J. (1984). Towards the vindication of punctuational change. En: W.A. Berggren y J.A. van Couvering (eds.). *Catastrophes and earth history. The new uniformitarianism*. Princeton University Press, Princeton, p. 12. Sobre la repercusión que tuvo esta idea en el pensamiento geológico posterior, véase García Cruz, C.M. (1999). El principio de uniformidad (II). Un obstáculo epistemológico entre el pasado y el presente. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7(1), 16-20; y García Cruz, C.M. (2001). El actualismo-uniformitarismo como obstáculo epistemológico. *Cadernos IG/UNICAMP*, 9(1), 22-32.

por encima de la superficie del agua; porque aunque, en última instancia, éste sea el fin al que deseamos llegar, el problema actual que nos inquieta tiene en cuenta las leyes de la naturaleza, o lo que es igual, la generalidad de apariencias concretas.

¿POSEE el globo terrestre en su interior un poder activo como ése, que sea adecuado para la renovación de esa parte de su constitución que puede ser objeto de deterioro? ¿Se puede considerar que han existido siempre esas poderosas operaciones del fuego o del calor subterráneo, que a menudo nos han aterrorizado y llenado de estupor? ¿Podemos concluir que son algo propio de todo el globo, y constante en el sistema de este planeta? Si pudiéramos contestar afirmativamente a todas estas cuestiones, no perderíamos nada en determinar el poder que ha provocado la solidificación de los estratos, ni en explicar la situación actual de esas estructuras que han tenido su origen en el fondo del mar. Por lo tanto, éste sería el tema de nuestra actividad; y para poder resolver un problema físico, debemos también recurrir al libro de la naturaleza. [274]

LA tendencia general del calor es producir liquidez y blandura, mientras que la del frío, por el contrario, en endurecer los cuerpos líquidos y blandos. Pero el poder que posee el calor para ablandar no es uniforme en su naturaleza; actúa con diferentes efectos de acuerdo con la naturaleza de la substancia a la que se aplica. Estamos, pues, limitados en el arte de aumentar el calor o el frío de los cuerpos; sin embargo, se encuentran enormes diferencias en las substancias respecto de su capacidad de fusión.

UNA substancia que se pueda fundir, o una mezcla mineral en estado líquido, son emitidos desde aquellos lugares de la tierra en los que se manifiesta el fuego subterráneo o la fuerza expansiva en las operaciones eruptivas. Al examinar estos cuerpos expulsados, los hombres de ciencia descubren las características de tales productos, generalizando a todas las substancias, y comprendiendo la constitución natural de dichos cuerpos. De esta manera, pues, cuando una persona encuentra una muestra de lava en algún lugar de la tierra, puede afirmar con seguridad que, en este caso, esta roca se ha solidificado a partir de un estado fundido.

HABIENDO, pues, encontrado un carácter distintivo para esas substancias capaces de fundirse llamadas, en general, lavas, y teniendo las huellas más evidentes de la existencia real de un volcán, al examinar los naturalistas diferentes países han descubierto las pruebas más fehacientes de muchos volcanes antiguos, que ni siquiera habían sospechado con anterioridad. Resulta, así, que los volcanes no son accidentales, y aunque sólo aparecen en lugares concretos, se encuentran por todo el globo, por lo que no existe lugar alguno sobre la tierra que no pueda tener una erupción de este tipo, aunque en absoluto es necesario que cada lugar haya tenido una de estas erupciones.

COMO operaciones generales, los volcanes son naturales en todo el globo, aunque no se considere que la naturaleza tenga una montaña ardiente para un fin intencionado, o como principal propósito en el sistema general de este mundo. El fin de la naturaleza al disponer de un fuego interior o de un poder del calor, y de una fuerza de expansión irresistible en la estructura de este planeta, es consolidar los sedimentos [275] que se acumulan en el fondo del mar, y formar a partir de ellos una masa de tierra firme permanente sobre el nivel del océano, para que se puedan mantener las plantas y los animales. El poder señalado para este propósito está, como en otras ocasiones, allí donde la operación es importante, y donde existe algún peligro de deficiencia, suministrado sabiamente en abundancia; y hay medios ingeniosos para deshacerse de todo lo superfluo. En el caso actual, éstos son los volcanes.

LOS volcanes no están hechos para amedrentar a la gente supersticiosa, y convertirlas en piadosas y devotas, ni para aplastar ciudades abnegadas con su destrucción; un volcán debería ser considerado como un orificio hacia los hornos subterráneos, para evitar la elevación innecesaria de la tierra y los efectos fatídicos de los terremotos; podemos descansar seguros de que ellos, en general, responden sabiamente a un fin concreto, sin ser por sí mismos un fin, por el que la naturaleza ha ejercido un asombroso poder y una excelente destreza.

CONTEMPEMOS los lugares más elevados de la tierra; si la presente teoría se ajusta a la realidad, deberíamos encontrar allí volcanes. ¿Y no es éste el caso? Existen volcanes en los Andes; también alrededor de los Alpes podemos encontrar muchos, unos en Francia y otros en Alemania, así como en el lado italiano, donde el Vesubio continúa todavía manifestando violentas erupciones.

ESTO no significa afirmar que sólo deberían aparecer los volcanes en las cumbres de un continente. El fuego subterráneo algunas veces hace su aparición en explosiones submarinas. Incluso, en éste último caso, la tierra sufrió una elevación desde el fondo oceánico antes de que la erupción hiciera su salida a la atmósfera. También debe ser evidente que, en el caso de la nueva isla que apareció cerca de Santorini, el poder expansivo había quedado retenido en lugar de ser liberado. Otras muchas tierras se han elevado sobre el nivel del océano. [276]

EN la actualidad, la erupción de esa fuerza elástica a través del fondo del mar puede considerarse como un derroche del poder en las operaciones del globo terrestre, donde la elevación de los estratos endurecidos es un objetivo en el empleo de dicho poder; mientras tanto, en el centro de un continente lo suficientemente elevado sobre el nivel del mar, la erupción de ese ardiente vapor para elevar la tierra puede ocasionalmente destruir las moradas de unos pocos, mientras proporciona seguridad y un sosegado bienestar para muchos.

PARA ver la sabiduría de este mecanismo, consideremos dos lugares extremos en los que pueda desarrollarse una erupción de materia inflamada. Éstos son, por un lado, el interior de la tierra, y, por otro, el fondo del océano. En el primer caso, se podría permitir una erupción libre del poder expansivo, porque se ha llevado a cabo el propósito para el que se ha calculado su existencia. En el otro, debería reprimirse la erupción libre de esa poderosa materia, porque se reserva una parte de dicho poder para que ocurra otra operación en ese mismo lugar. De acuerdo con la sabia constitución de las cosas, esto debe ocurrir forzosamente. La erupción del vapor abrasador de los volcanes en una masa continental se interrumpe sólo ocasionalmente, debido al flujo de los cuerpos fundidos en las chimeneas subterráneas; mientras que en el fondo del océano, el contacto del agua, necesariamente, tiende a cerrar el orificio, acumulándose materia condensada en la zona más débil.

SI se ajustara a la realidad esta teoría de las operaciones naturales del globo, es razonable esperar que grandes cantidades de materia fundida, o de una substancia capaz de fundirse, pueda encontrarse en forma de lava entre los estratos de la tierra, aunque no existan marcas visibles de volcanes, o de la pasada existencia de montañas quemadas. Esto es un punto muy importante a determinar, porque si apareciera bastante materia fundida semejante a la lava, que ha sido forzada a fluir entre los estratos que se han formado en el fondo del océano, y se encontrase ahora [277] formando tierra firme sobre su superficie, podríamos reconocer que hemos descubierto las operaciones secretas de la naturaleza que se traman para una tierra futura, y los que dieron lugar a la tierra habitable actual desde el fondo del abismo. Por lo tanto, finalizaremos por ahora el argumento, esforzándonos en demostrar que éste ha sido realmente el caso.

SEGÚN la *Mineralogy* de CRONSTEDT⁶³, parece ser que las rocas que los suecos denominan *trap*⁶⁴, los amigdaloides⁶⁵ y las *schwartz-stein*⁶⁶ de los alemanes, son las mismas que las *whinstones* de nuestro país. Esto también está confirmado por las muestras que me envió mi amigo el Dr. GAHN⁶⁷ desde Suecia. Por tanto, cualquier cosa que se pudiera establecer en relación con nuestras *whinstones*, puede generalizarse o aplicarse a países como Noruega, Suecia y Alemania.

LA *whinstone* de Escocia es también la misma que la *toadstone*⁶⁸ de Derbyshire, que es una especie de amigdaloides; es también semejante a la *ragstone*⁶⁹ del sur de Staffordshire, una simple *whinstone*, o *trap* perfecta. Inglaterra debe incluirse, por lo tanto, en esta gran región de tierra firme cuyas operaciones minerales estamos explorando, y también Irlanda, cuya Calzada de los Gigantes, y muchas otras zonas, constituyen una prueba suficiente.

EN el sur de Escocia existe una zona montañosa que se extiende desde el lado oeste de la isla, en Galloway, hasta el este en Berwickshire, que se compone de estratos silíceos, así como de granito y esquistos. Los Grampianos, al norte, también forman una cadena montañosa del mismo tipo, y entre estas dos

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(63) Axel Fredrik Cronstedt (1722-1765), mineralogista y químico sueco, contribuyó a establecer un nuevo sistema mineral mediante análisis geoquímicos. Descubrió el níquel (1751) y la zeolita (1756). Hutton se refiere a su obra: Cronstedt, A.F. (1770). *An Essay towards a System of Mineralogy*. E. & C. Dilly, Londres, 726 pp. (Trad. inglesa del original sueco [*Försök til Mineralogie, eller mineral-rikets uppställning*] por G. von Engestrom). [Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid].

(64) *Trap* (del sueco, *trapp* o *trappa*, escalera), rocas ígneas de grano fino, de estructura columnar, tipo basaltos. Se utiliza también para designar las vertientes escalonadas de los valles de origen volcánico.

(65) Los *amigdaloides*, conocidos también con el término latino *lapis* (pl. *lapides*) *amygdaloides*, se corresponden con rocas ígneas, generalmente *trap*, que constituyen geodas con nódulos en forma de almendras (de ahí su nombre), en los que los minerales más comunes son ágata, calcedonia o espato.(

(66) *Schwartz-stein* (*Schwarzstein*, en el alemán actual, literalmente, roca oscura o negra), es un término obsoleto que caracterizaba por su color oscuro a rocas tan dispares como basalto, caliza, pizarra, gabro, o diorita. También fue utilizado como sinónimo de *braunstein* (roca marrón), que representaba a una mena de manganeso.

(67) Johann Gottlieb Gahn (1745-1818), químico, mineralogista y cristalógrafo sueco, quien en 1774, tras los trabajos iniciales de Carl Wilhelm Scheele y Torbern Bergman, consiguió aislar el manganeso a partir de la pirolusita.

(68) *Toadstone*, basalto amigdaloides que aparece en las zonas calizas de Derbyshire.

(69) *Ragstone*, arenisca o caliza de gran dureza utilizada especialmente en construcción.

grandes zonas de estratos fracturados, inclinados y distorsionados, se extiende una región, en general, de menor dureza y consolidación, pero en la que se manifiesta de forma espectacular el fuego subterráneo y la fuerza utilizada.

LOS estratos de este lugar están formados, en general, por arenisca, carbón, caliza o mármol, y depósitos ferríferos; también hay estratos de marga o arcilla, con otros de sustancias análogas y de mezclas de los componentes citados. Nuestro objetivo, ahora, es [278] considerar la disposición de la *whinstone* a lo largo de toda esta región, una roca que se distingue muy bien por su diferencia con la lava, y que se halla intercalada en inmensas cantidades.

ALGUNAS veces se encuentra en una masa regular o en una montaña, como ha observado Mr. CRONSTEDT correctamente; aunque también ha reconocido que éste no es un caso muy habitual. En sus propias palabras: “Se encuentra más a menudo en forma de venas u otro tipo en las montañas, por lo general de forma serpenteante, en dirección contraria o a través de la misma roca”.

LA inspección del origen de esta forma, en la que aparecen *trap* o *whinstone*, es más evidente, si consideramos que este cuerpo sólido estuvo líquido, y se ha introducido como tal entre los estratos que han conservado su propia forma. Parece que los estratos se han fracturado, y que las dos partes correspondientes se han separado para que penetre el flujo de *whinstone*.

UN ejemplo estupendo de este tipo puede verse en el lado sur del Earn, en la carretera de Crief. Tiene veinticuatro yardas de ancho, está en posición vertical, y aparece a muchos pies sobre la superficie del terreno. Desde aquí se dirige hacia el este, y parece ser el mismo que cruza el río Tay, formando Campsy-Lin más allá de Stanley, mientras que otra muestra más pequeña del mismo tipo está por debajo. Lo mismo se ha observado en Lednoc sobre el río Ammon, donde forma una cascada, a unas cinco o seis millas al oeste de Campsy-Lin. Parece ir desde el Tay al este a través de Strathmore, considerándose que puede tener unas veinte o treinta millas, y hacia el oeste, en dirección al castillo de Drummond, quizás mucho más.

DOS pequeñas venas del mismo tipo, de dos o tres pies de ancho solamente, pueden verse en el yacimiento de Water of Leith, que atraviesa estratos horizontales; uno está sobre el pozo de St. BERNARD, el otro inmediatamente por debajo. Pero especialmente en el condado de Ayr, al norte de Irvine, entre éste lugar y Scarmorly, a lo largo de unas veinte millas, pueden observarse en [279] la costa más de veinte o treinta diques (como se denominan) de *whinstone*. Unos son de un gran grosor, y en algunos lugares se ve uno pequeño, en ángulo recto, que comunica con los otros dos que son paralelos.

EXISTE otro afloramiento de esta roca en nuestro país y en Derbyshire^(h), que CRONSTEDT no ha mencionado. En este caso, los estratos no se han roto por la intrusión de *whinstone*, sino que esta roca se ha inyectado formando un estrato que tiene varios grados de regularidad y diferentes espesores. En la zona sur de Edimburgo, he visto, en poco más de una milla de longitud de este a oeste, nueve o diez masas de *whinstone* inyectadas entre los estratos. Estas masas de *whinstone* poseen un grosor de entre tres o cuatro y cien pies, son paralelas según planos inclinados respecto de la horizontal, y forman con ésta un ángulo de veinte o treinta grados, como puede verse en cualquier momento en la colina de Salisbury Craggs.

DESPUÉS de haber descrito estas masas que han fluido mediante el calor entre los estratos del globo terrestre, estratos que se habían formado por hundimiento en el fondo del mar, es adecuado examinar ahora la diferencia que subsiste entre estas lavas subterráneas, como pueden denominarse, y los materiales análogos que son verdaderas lavas⁽ⁱ⁾ y que han sido emitidas por los volcanes⁽ⁱ⁾. [280]

NOTAS DEL TEXTO ORIGINAL DE HUTTON:

(h) Véase la *Theory of the Earth* de Mr WHITEHURST⁷⁰.

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(70) John Whitehurst (1713-1788), relojero, ingeniero y científico inglés. Como miembro de la Lunar Society se interesó por la geología, siendo uno de los primeros autores que se replantearon la Biblia como documento histórico. Hutton se refiere a su obra: Whitehurst, J. (1778). *An inquiry into the original state and formation of the earth, deduced from facts and the laws of nature*. J. Cooper, Londres. [British Library, Londres] [Existe facsímil en Arno Press, Nueva York (1978)]. Esta obra representa un interesante precedente a la teoría huttoniana, puesto que también considera el fuego subterráneo el agente causal tanto en la consolidación como en la posterior modificación de los estratos de la tierra. A diferencia de Hutton, estos cambios habrían sido fruto de “tremendas convulsiones” y no debido a una “ley regular y uniforme”.

(71) Hutton distingue perfectamente aquí, dentro de los materiales ígneos, aquéllos que eran meramente *volcánicos* o “verdaderas lavas”, de los que denominaba “lavas subterráneas”. Esta misma idea había sido adelantada, tras sus estudios sobre el volcanismo en Auvernia a mediados del s. XVIII, por el médico, botánico y geólogo francés Jean-Étienne Guettard (1715-1786); véase Guettard, J.E. (1752). *Mémoire sur quelques montagnes de France qui ont été des volcans. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, pp. 27-57; véase también Ellenberger, F. (1978). *Précisions nouvelles sur la découverte des volcans de France: Guettard, ses prédécesseurs, ses émules clemontois. Histoire et Nature*, 12-13, 3-42. Algunos años más tarde, Richard Kirwan, seguidor de la corriente

NO puede haber duda alguna de que estos dos tipos de materiales distintos han tenido el mismo origen, y que poseen casi la misma composición; pero a partir de las diferentes circunstancias que las han producido, han adquirido una característica que permite distinguirlas perfectamente. La diferencia en cuanto a las circunstancias consiste en que uno ha sido emitido a la atmósfera en estado líquido, y el otro ha quedado expuesto a la luz después de mucho tiempo, tras ser solidificado bajo la compresión de una inmensa cantidad de tierra, y después de ciertas operaciones, propias de las regiones minerales, que se ejercieron sobre el material endurecido. Ésta es la causa de la diferencia entre estas dos lavas emitidas, y nuestras *whinstones*, *toadstones*, y el *trap* sueco, que se pueden denominar lavas subterráneas. Ahora pueden mencionarse los efectos visibles de estas operaciones diferentes.

EN las lavas extruidas, aquellas sustancias que se pueden calcinar y vitrificar en nuestras chimeneas, sufren cambios similares cuando se les libera de la compresión que les mantenía petrificadas, [281] aunque en un estado de calor extremo. De esta forma, una lava que posea mucho espato calcáreo, cuando queda expuesta a la atmósfera, o es liberada de la fuerza compresiva de su confinamiento, entra en eferescencia por la explosión de su aire fijo; al mismo tiempo, la tierra calcárea se vitrifica con las demás sustancias: de ahí la violenta ebullición en los volcanes, y la emisión de tanta pumita y nubes ardientes, que son de la misma naturaleza.

EN nuestras *whinstones*, por el contrario, no existen huellas de calcinación o vitrificación. Con frecuencia encontramos gran cantidad de espato calcáreo, o *terra calcarea aerata* [sic]⁷⁴, que había estado fundida por el calor, y cristalizó por solidificación en su forma espática. Tal es la *lapis amygdaloides*, y

(Viene de la página anterior) ...neptunista y a la sazón uno de los mayores críticos de la teoría huttoniana, acuñaría el término de *plutónicos* para definir las lavas subterráneas; véase Kirwan, R. (1796). *Elements of Mineralogy*. J. Mackinlay, Londres (2ª ed., vol. I, p. 455). De esta obra existe trad. castellana (1789 de la 1ª ed. 1784) [Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid].

NOTAS DEL TEXTO ORIGINAL DE HUTTON:

(i) El Caballero de Dolomieu⁷², en su examen preciso del Etna y de las islas Lipari, ha observado perfectamente la distinción entre estas dos especies diferentes de lavas, aunque no parece conocer el principio del que depende esta diferencia esencial. Por lo tanto, no es posible suponer sesgo alguno del sistema que distorsione la opinión del Caballero, partiendo de sus observaciones, ya que éstas son de interés para nuestra teoría, en tanto que se corresponden perfectamente con los hechos de los que se derivan sus ideas. Parece adecuado expresarlas con sus propias palabras:

La zeolite est tres-commune dans certains laves de l'Ethna; il feroit peut être possible d'y en rencontrer des morceaux aussi gros que ceux que fournit l'isle de Ferroé. Quoique cette substance semble ici appartenir aux laves, je ne dirai cependant point que toutes les zéolites soient volcaniques, ou unies à des matières volcaniques; celles que l'on trouve en Allemagne sont, dit-on, dans des circonstances différemment; mais je doit annoncer que je n'ai trouvé cette substance en Sicile, que dans les seules laves qui évidemment ont coulé dans la mer, et qui ont été recouvertes par ses eaux. La zeolite des laves n'est point une déjection volcanique, ni une production du feu, ni même un matière que les laves aient enveloppée lorsqu'elles étoient fluides; elle est le résultat d'une opération et d'une combinaison postérieure, auxquelles les eaux de la mer ont concouru. Les laves qui n'ont pas été submergées, n'en contiennent jamais. J'ai trouvé ces observation si constantes, que partout où je rencontrois de la zeolite, j'étois sûr de trouver d'autres preuves de submersion, et partout où je voyois des laves recouvertes des dépôts de l'eau, j'étois sûr de trouver de la zeolite, et un de ces faits m'a toujours indiqué l'autre. Je me suis servi avec succès de cette observation pour diriger mes recherches, et pour connoître l'antiquité des laves. *Minéralogie de Volcans, par M. Faujas de Saint-Fond*⁷³. Aquí parece estar la distinción entre las lavas subterráneas, en las que se encuentra la zeolita y el espato calcáreo, y las que han fluido a partir de un volcán, en las que no se han observado nunca estas rocas.

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(72) Barthelemy Faujas de Saint-Fond (1741-1819), Caballero de Dolomieu, geólogo francés, inspector de minas y naturalista del Musée des Sciences Naturelles de París. Inició su labor en los Alpes, aunque sus grandes estudios los dedicó a la volcanología, como la obra de referencia que cita Hutton.

(73) La zeolita es muy común en ciertas lavas del Etna; quizás sea posible encontrar trozos tan grandes como los que proporciona la isla de Feroe. Aunque aquí esta sustancia parece pertenecer a las lavas, sin embargo, no diré que todas las zeolitas sean volcánicas, o combinados de materiales volcánicos; las que se encuentran en Alemania están, digamos, en circunstancias diferentes; pero debo indicar que sólo he encontrado esta sustancia en Sicilia, únicamente en lavas que evidentemente se han vertido en el mar, y que han sido cubiertas por sus aguas. La zeolita de las lavas no es una emisión volcánica, ni un producto del fuego, ni siquiera un material que las lavas han desarrollado mientras estaban líquidas; es el resultado de una operación y de una combinación posterior, en las que han participado las aguas del mar. Las lavas que no han estado sumergidas, no las contienen jamás. He encontrado estas observaciones tan constantes, que donde siempre he hallado la zeolita, he estado seguro de encontrar otras pruebas de inmersión, y donde siempre he visto lavas cubiertas con depósitos marinos, estuve seguro de hallar zeolitas, y uno de estos hechos siempre me ha indicado el otro. Me he ayudado con éxito de esta observación para organizar mis investigaciones, y para conocer la antigüedad de las lavas. Faujas de Saint Fond, B. (1784). *Minéralogie des volcans ou description de toutes les substances produites ou rejetées par les feux souterrains*. Chez Cuchet, París. [Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid].

(74) Aquí existe un error tipográfico: *aerata* significa *hecho de bronce* (del latín, *aeratus*). Hutton se refiere realmente a *terra calcarea aereata* o *effervescens* (*tierra calcárea aireada* o *efervescente*), término que designaba al carbonato de calcio, bien como calcita o caliza.

muchas de nuestras *whinstones* que contienen guijarros cristalizados de formas muy variadas, tanto calcáreos y silíceos, como de una mezcla de ambos. Las muestras de este tipo de *whinstone* o roca porfírica del Calton-Hill que poseo, exhiben todo tipo de operaciones minerales, y forman jaspes, ágatas y mármol, que demuestran que esto fue realizado por fusión mediante el calor.

NO pretendo afirmar que esta demostración sea exacta; más bien es condicional, y procede del supuesto de que el basalto o el pórfido en el que se encuentran estos especímenes, son rocas que estuvieron fundidas. Sobre esta suposición poseo abundantes pruebas si fuesen requeridas, aunque los naturalistas de hoy en día están suficientemente dispuestos a admitirlas; incluso han extraído algunas conclusiones sobre esta apariencia que, creo, no tienen la suficiente garantía para hacerlo; es decir, a partir de esta característica, infieren la existencia de antiguos volcanes en dichos lugares. En incuestionable que hay huellas evidentes de que han existido en otros países volcanes extinguidos hace tiempo; [282] pero imaginando que no hay otras huellas del fuego subterráneo y de la fusión, excepto en la producción de la lava, los naturalistas atribuyen estos efectos como una causa de los volcanes, que sólo indican la acción de ese poder que debió haber sido la causa de los volcanes.

SI la presente teoría es correcta, un mármol no es menos huella del fuego subterráneo y de la fusión que los basaltos; las corrientes basálticas que fluyen entre los estratos fracturados y desplazados, ofrecen la prueba más satisfactoria de dichas operaciones por las cuales las masas de tierra firme se han elevado sobre la superficie del mar, pero no proporciona prueba alguna de que la fuerza eruptiva del vapor mineral haya sido desprendida en una montaña ardiente. Esta descarga es esencial en la propia idea de volcán.

ADEMÁS de esta huella interna de una lava no eruptiva en una roca, o en la estructura de una masa fluida, existen otras que tienen en común con todos los demás estratos minerales solidificados por el fuego subterráneo, y que han cambiado desde el lugar de su formación original; me refiero a la fractura y la dislocación, así como la existencia de venas de materia extraña que se han formado en sus separaciones y contracciones.

SI estamos hablando de operaciones minerales, propias de las regiones inferiores de la tierra, que se ejercen sobre masas sometidas a una inmensa compresión, a veces las encontraremos en lavas no eruptivas, así como en masas contiguas con las que están vinculadas. Si, por el contrario, son operaciones características de la superficie terrestre, donde actúa el poder disolvente del agua y del aire, que ocasionan ciertas concreciones estalactíticas y ferruginosas, entonces, en las lavas eruptivas deberíamos encontrar concreciones minerales que no existen en los materiales que se consolidaron en el fondo del mar; es decir, donde no podrían tener lugar cambios de este tipo sin la operación del fuego subterráneo, como ya se ha observado. Mas en los tipos [283]-pos no eruptivos de lava, o sea, en nuestras *whinstones*, se encuentran sólo ocasionalmente características minerales. Los que han tenido oportunidad de examinar auténticas lavas, esto es, del tipo eruptivo, podrán decir lo que han encontrado. Sir WILLIAM HAMILTON⁷⁵ me informó, cuando le mostré estas venas minerales y espatos en nuestras *whinstones*, que él nunca había observado algo semejante en las lavas.

HEMOS extraído algunas conclusiones en relación con la naturaleza y con la formación de aquellas partes de la tierra firme de este planeta, que hemos podido examinar perfectamente; puesto que constituyen informes de viajeros, y son muestras que nos han llegado de regiones lejanas, tenemos razón para creer que el resto de la tierra es de la misma naturaleza que el que se ha considerado. Las grandes masas del planeta son las mismas en todas partes, y las especies diferentes de tierras, de rocas o piedras, que hasta ahora han aparecido, se encuentran en un espacio reducido de nuestra isla.

ES cierto que existen productos peculiares en el reino mineral que son raros, que se encuentran sólo en unos cuantos lugares; pero son cosas simplemente accidentales en relación con la tierra, porque pertenecen en propiedad a aquellas partes de las regiones minerales que nunca vemos. Son, por ejemplo, el diamante de oriente, el platino de occidente, y el estaño de Cornwall, Alemania y Sumatra. El oro y la plata, aunque se encuentran en muchos países, no parecen ser directamente necesarios en la producción de un país habitable. También el hierro es universal en las operaciones del globo, y se encuentra a menudo en tal abundancia que está en equilibrio con su utilización. Entre estos dos extremos, encontramos todos

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(75) Sir William Hamilton (1730-1803), diplomático y naturalista inglés, fue embajador de Inglaterra en la Corte de Nápoles (1764). Sus observaciones geológicas le permitieron realizar la primera descripción de las fases eruptivas del Vesubio. De estos estudios procede una de las mejores colecciones existentes de materiales volcánicos, que Hamilton donó al Natural History Museum de Londres, entre 1767 y 1779. Está considerado como uno de los primeros vulcanólogos; véase Hamilton, W. (1772). *Observations on Mount Vesuvius, Mount Etna, and Other Volcanos*, Letter 1. T. Cadell, Londres. [British Libray, Londres; ed. alemana 1773, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid]. Existe reproducción facsímil del original inglés en: Hamblyn, R. (ed.) (2003). *Earthly Powers*. En: J. Hawley (ed.) *Literature and Science, 1660-1834*. Pickering & Chatto, Londres, vol. 3, pp. 1-15; véase, además, Sigurdsson, H. (1999). *Melting the earth. The history of ideas on volcanic eruptions*. Oxford University Press, Nueva York-Oxford, cap. 10.

los demás minerales, es decir, en cantidades moderadas por todas partes, y aparentemente en proporción para su uso. Pero todas estas substancias se consideran vapores de las regiones minerales, condensadas ocasionalmente en las grietas de la tierra, y sólo se llegan a examinar las rocas y los estratos (en los que se encuentran esas venas minerales) en relación con su composición [284] original en el fondo del mar, así como con esa operación por el que se han endurecido las substancias de esos materiales, y se han elevado desde el lugar en el que se habían formado.

ASÍ, pues, tenemos suficiente razón para creer que conociendo la estructura de Europa, sabremos la constitución de la tierra en cualquier parte del globo. Por tanto, procederemos a sacar conclusiones a partir del conocimiento de la región mineral, que hemos adquirido de aquellas partes observadas.

SE ha encontrado, pues, *primero*, que las masas consolidadas y endurecidas de los estratos han sufrido los efectos del calor violento y de la fusión; *segundo*, que dichos estratos, que se han formado de una manera regular en el fondo del mar, han sido plegados violentamente, fracturados y removidos de su posición y situación originales; y, *por último*, al haber encontrado la prueba más irrefutable de que, sobre la tierra que contemplamos, ha actuado realmente el poder del fuego subterráneo, en procesos de fusión, fracturación y remoción, no podemos titubear al adscribir estas operaciones como responsables de los efectos que se exponen ante nuestros ojos. Puede considerarse que éstos constituyen el estado sólido, y la situación actual de aquellas estructuras estratificadas que se formaron originalmente por hundimiento en el océano, apariencias que, con razón, no pueden adscribirse a alguna otra causa, y que se explican perfectamente sobre este principio.

NO se pretende especificar cada hecho particular en los medios empleados por la naturaleza para elevar nuestra tierra firme. Es suficiente haber demostrado que en la naturaleza existen medios para la consolidación de los estratos, formados a partir de materiales disgregados e incoherentes; los mismos que se han empleado también en cambiar de lugar y situación dichos estratos. ¿Mas cómo describir una operación que el hombre no puede tener la oportunidad de percibir? ¿Cómo imaginar algo de lo que no se encuentran datos apropiados? Sólo sabemos que la tierra [285] se elevó por una fuerza que tiene como principio el calor subterráneo; pero de qué forma mantiene la tierra su condición elevada, es algo de lo que no tenemos medios para hacer conjeturas; al menos, deberíamos ser cautos en cuanto a aceptar una conjetura sobre un tema en el que lo único que podemos hacer son suposiciones.

A partir de los hechos que hemos establecido con propiedad, procederemos ahora a razonar en relación con la duración de este globo terrestre, y con la visión general de sus operaciones, como mundo habitado por plantas y animales.

CUARTA PARTE

Sistema de Decadencia y Renovación que se observa en la Tierra.

AL observar un desorden y una confusión aparentes en las partes sólidas de este globo, los filósofos han llegado a concluir que, con anterioridad, existió un estado más regular y uniforme en la constitución de la tierra; que tuvo que ocurrir algún cambio destructivo; y que la estructura original del planeta se quebró y se descompuso por alguna operación violenta, bien sea natural, o a partir de una causa sobrenatural⁷⁶. Actualmente, todos las apariencias como éstas de las que se han extraído conclusiones de este tipo,

NOTAS DEL TRADUCTOR:

(76) La idea huttoniana de una tierra en *decadencia y renovación*, mediante un mecanismo *cíclico*, era totalmente ajena a la “hipótesis bíblica”, tanto en lo que se refiere al “pecado de la humanidad” como causa de un planeta abocado a la “ruina”, como a los procesos que intervienen. Su teoría, basada en el principio de *uniformidad* y en las *causas naturales*, desencadenó una importante controversia frente a aquellos autores que pretendían reconciliar los hechos y las observaciones con el relato del *Génesis*: puesto que su teoría de los ciclos era “contraria a la razón y al desarrollo de la historia mosaica”, fue acusado incluso de ateísmo; véase Kirwan, R. (1793). Examination of the supposed igneous origin of stony substances. *Transactions of the Royal Irish Academy*, 5, 51-81; véase además Dean, D.R. (1973). James Hutton and his public, 1785-1805. *Annals of Science*, 30, 89-105.

Este debate también existió entre los “físicos sagrados”, puesto que diferentes *interpretaciones teológicas* de la Biblia daban lugar a distintas *reconstrucciones científicas y racionales* del planeta. Sobre estas discusiones, véase Capel, H. (1985). *La Física Sagrada*. Ed. del Serbal, Barcelona [caps. 5 -expresamente sobre el debate en España- y 6]; Davis, G.L. (1969). *The earth in decay. A history of British geomorphology 1578 to 1878*. American Elsevier Publ., Nueva York; Gillispie, C.C. (1951). *Genesis and geology*. Harvard University Press, Cambridge (Ma) (ed. 1996); y Oldroyd, D.R. (1996). *Thinking about the Earth: A history of ideas in Geology*. Athlon Press, Londres [preferentemente, caps. 2-4].