

Terremotos generales no originados por los fenómenos volcánicos.

Y terremotos particulares, producidos por la acción de los volcanes.

Los terremotos volcánicos no se hacen sentir á grandes distancias: son sacudidas de localidad. Su número es relativamente reducido.

Pero los terremotos que no deben su existencia á los paroxismos volcánicos, constituyen el mayor número de estas terribles catástrofes y se extienden por dilatadísimos espacios. Estos grandes terremotos generales no se circunscriben á los territorios volcánicos; antes bien, parece como que pugnan con la actividad de los volcanes. El terremoto de Lisboa hizo cesar la erupción del Vesubio: el de Calabria, la permanente del Stromboli, si bien por poco tiempo.

Las causas que producen los fenómenos volcánicos parecen individuales y exclusivas de otras regiones diferentes de las volcánicas.

La causa de los grandes terremotos parece general y ejerce su acción sobre todas las regiones de la tierra. Su influjo no es de ahora; antes bien, se ejerció en las primitivas edades del planeta; y se ejercerá igualmente en los siglos de lo futuro.

Es una causa planetaria: cósmica.

Las de los volcanes, por lo contrario, son causas particulares propias de los terrenos próximos á los lagos y los mares.

TEORIAS TELURICAS.

I.

TEORÍA DE LA OXIDACIÓN SUBTERRANEA.

¿De dónde procede el considerable calor que funde las rocas eruptivas? ¿Por qué estas rocas están constituidas por determinados cuerpos, aun en las regiones más distantes? ¿De dónde procede la inmensa cantidad de agua que, especialmente en forma de vapor, aparece en las erupciones volcánicas? ¿Qué origina los gases compañeros del vapor de agua? ¿Cómo se producen las manifestaciones de la electricidad?

Estas grandes cuestiones entrañan otras, todas complicadísimas, que han ejercitado los talentos más poderosos—Humboldt, Darwin, Daubeny, Scrope, von Buch, Lyell, Mallet... y últimamente los italianos Stoppani y Rossi,...—de modo que la literatura referente á los volcanes es hoy muy rica, y las teorías emitidas muy numerosas, por haberse ido modificando las doctrinas primitivas al compás de los

nuevos descubrimientos y de los últimos grandes adelantos; por lo cual no es obra fácil ni ligera desentrañar el definitivo Credo de los sabios.

*
* *

Lo que con más facilidad recibió explicación fueron las manifestaciones de la electricidad. Desde la invención de la máquina hidro-eléctrica de Armstrong, se ha visto en los relámpagos de los volcanes una potente producción de la electricidad de frotamiento en la escala colosal correspondiente á las más activas fuerzas de la naturaleza; y, con efecto, el roce de los glóbulos del vapor de agua con los demás materiales eruptivos da razón suficiente del un tiempo inexplicado fenómeno.

*
* *

Pero ya no ha sido tan fácil dar cuenta de la composición de las rocas eruptivas; por lo cual hubo que elaborar cuidadosamente una hipótesis bastante compleja, conocida con el nombre de TEORÍA DE LA OXIDACIÓN SUBTERRANEA.

Según ella, á la profundidad de pocas millas, el interior de nuestro planeta contiene en abundancia los metaloides alcalinos, hierro y otros metales, azufre y sales de azufre... y, por consecuencia, ocurren dos clases de fenómenos.

La humedad del aire, y el aire mismo, generan lenta producción de gases (nitrógeno, ácido carbónico, hidrógeno sulfurado...) que se elevan á la super-

ficie del terreno, y salen en los manantiales y con las aguas termalés; á veces á una temperatura muy superior á la normal.

Pero bajo el mar y á lo largo de las costas, donde los agrietamientos del fondo han de ser numerosos, el agua puede tener acceso hasta las sustancias metálicas y los metaloides, y generarse los fenómenos rápidamente y con enorme intensidad. El agua marina se descompone al contacto de esas sustancias; el agua cede su oxígeno á los metaloides; el hidrógeno liberado se combina con el azufre en parte, y en parte con oxígeno procedente de la atmósfera; fórmase hidrógeno sulfurado, y reconstitúyese agua. Así se aísla el ázoe, y éste puede ya salir libre ó constituir sal amoniaco con el hidrógeno y el cloro del agua marina..., etc., etc.

A grandes rasgos, esto es muy admisible; pero cuando se trata de explicar casos concretos, la hipótesis de la oxidación subterránea encuentra dificultades de gran consideración.

*
* *

Suponiendo grandes masas de vapor y temperaturas muy elevadas (que no hay dificultad en admitir, puesto que el calor de muchas lavas ha podido fundir la plata), se tiene ya la potencia necesaria para explicar las erupciones. Una columna de lava de la altura del Pico de Tenerife puede ser equilibrada por el vapor á menos de 500°; y con temperatura de solos 350° ya puede adquirir el vapor la tensión necesaria para lanzar, como el Vesubio, grandes piedras hasta tal altura, que tarden once segundos en caer al nivel del cráter.

El vapor de agua en masas considerables tiene, pues, fuerza bastante para agrietar el suelo, conmovirlo, lanzar nubes de escorias y cenizas, llenar los tubos de los cráteres con rocas fundidas que estén subiendo y bajando en ellos según las fuerzas del vapor y de los gases que lo acompañen; hasta que, al fin, cuando el vapor y los gases no pueden abrirse paso á través de las columnas de lava, hagan que éstas rebosen por lo alto de cada cono, ó rompan los flancos de la montaña donde se han establecido los canales de la erupción ascensional. El cálculo da como muy factible que en la erupción del Kotlugaya (Islandia) fueran lanzadas á la altura de ocho kilómetros las escorias candentes del volcán; que el Etna y el Vesubio hayan arrojado proyectiles de 100 toneladas á 7 000 metros de distancia, y que el Cotopaxi una vez mandase á nueve millas de su cráter una mole de lava del enorme volumen de 1 000 metros cúbicos.

*
**

Pero la verdadera dificultad del problema no está en la explicación de estos fenómenos, de importancia capital verdaderamente, aunque de segundo orden junto á la del ORIGEN DEL CALOR, causa de la fusión de las rocas eruptivas y de la tensión espantosa del vapor de agua y de los gases.

Las regiones volcánicas de los Andes han hecho suponer un vasto sistema de actividad subterránea; y, con grandes visos de razón, se han atribuído las perturbaciones de Las Cordilleras á un inmenso mar interno de roca fundida, situado bajo una parte muy considerable de la América del Sur.

A medida que se baja al interior de la Tierra la temperatura va aumentando. El calor á que los cuerpos han de estar sometidos á profundidades comparativamente pequeñas había hecho pensar á muchos geólogos que la corteza de la Tierra no debería pasar de 60 millas ó 70. Darwin casi demostró que el terreno volcánico de la América está cubierto de sólo una capa sólida de unas 20 millas de espesor. Pero, por otra parte, los trabajos matemáticos de sabios insignes, á cuya cabeza se hallan los de Hopkins, tienden á establecer que el espesor mínimo de la corteza terrestre ha de ser como de un cuarto ó un quinto del radio del planeta; es decir, como de 1 200 á 1 600 kilómetros; de manera que, para conciliar los unos resultados con los otros, se llegó á sentar que los lagos subterráneos de materias fundidas deben hallarse en enormes cavidades situadas en el grueso de la corteza terrestre y á profundidades del suelo de 20 millas como mínimo, á 70 como máximo.

Así, pues, para estos sabios, una porción de materia más fusible que la masa general del globo existe en estado de fusión cerca de los mares ó debajo de los mares, en oquedades inmensas ó inmensos recipientes subterráneos, aislados unas veces y comunicantes otras entre sí por canales más ó menos dilatados y expeditos.

*
**

Pero, ¿de dónde procede el inmenso calor que funde las rocas?

Ecco il problema.

II.

TEORÍAS DEL FUEGO CENTRAL,

DE LA COMPRESIÓN Y DE LAS ACCIONES MOLECULARES.

EL CALOR CENTRAL.

Nadie duda de que, á medida que se desciende en las minas y en los pozos artesianos hacia el interior de la Tierra, aumenta la temperatura, unas veces más, otras menos, según la calidad de las rocas perforadas. Pero gran número de observaciones han inducido á establecer que la temperatura aumenta un grado centígrado por cada 30 metros de bajada (ó 35).

¿Por qué, pues, aumenta el calor con la profundidad?

¿De qué procede el calor central (nombre con el cual sólo se indica que el calor interno de la Tierra no procede del sol)?

Muchas teorías se han elaborado; y de ellas no cabe indicar sino someramente las principales.

*
* *

La más antigua (admitida aún por la mayor parte de los geólogos, especialmente los franceses y los alemanes) es la llamada del FUEGO CENTRAL.

I.

Teoría del fuego central.

Descartes y Laplace—sostenidos por hombres tan eminentes como Humboldt, Elie de Beaumont, Dana,...—suponen que el interior de nuestro globo está en un estado de fluidez candente, en virtud de una elevación INICIAL de temperatura propia de la nebulosa solar, de la cual formamos parte; que una cantidad inmensa de esa temperatura *inicial* se fué perdiendo por los espacios, hasta que el enfriamiento permitió la solidificación de la costra terrestre, y que esta costra tiene actualmente un espesor de 20 ó de 25 á 70 millas. Por eso, cuando descendemos hacia el interior, acercándonos más y más á esa inmensa bola candente, aumenta el calor un grado por cada 30 metros de profundidad. Pero el calor de la inmensa bola de fuego interior sigue diseminándose en los espacios por irradiación, y algún día será nulo; pero hoy, auxiliado por el vapor de agua, según la teoría de la OXIDACIÓN SUBTERRANEA, desarrolla esas fuerzas portentosas de la dinámica telúrica.

Es indudable que si la tierra se enfría, ha de ir contrayendo su masa interior; y, si esa masa se encuentra en el estado fluido, ó en el pastoso, al contraerse dejará espacios en hueco entre ella y la costra terrestre, la cual, por la mayor resistencia de sus materiales sólidos, no podrá ya estar en contacto con la masa fluida ó pastosa; y, por necesidad, la corteza terrestre habrá de plegarse por sus puntos de menor resistencia para no quedar en hueco y apoyarse en el

núcleo interior;—pliegues que, si se verifican lentamente, darán lugar á los cambios paulatinos y *microsismicos* de la inclinación, observada por los astrónomos, de ciertos lugares respecto de su vertical; si acontecen sin gran violencia serán el origen de los temblores de tierra; y, si ocurren de golpe y con gran intensidad, podrán ser el origen de los terribles cataclismos de los terremotos, ayudados por las fuerzas del vapor y de los gases desprendidos en la OXIDACIÓN SUBTERRANEA.

*
* *

Esta teoría del FUEGO CENTRAL, seguida generalmente aún, ofreció dificultades respecto del aumento de la temperatura con la profundidad. ¿Por qué en unas ocasiones crece la temperatura un grado por cada 12 metros (ó menos aún, como en el pozo artesiano de Buda-Pesth) y otras no varía en más de 100 metros (como en el sondeo de Sperenberg)? Y, sobre todo, ¿por qué no se registra siempre la misma temperatura á igual distancia del centro de la Tierra?...

*
* *

Pero la objeción principal provino de los cálculos matemáticos de Hopkins (hoy puestos en duda), que entrañaban la necesidad de que la costra terrestre tuviese de 1200 á 1600 kilómetros de espesor.

Entonces la hipótesis de la TEMPERATURA INICIAL de Laplace, aunque no abandonada, vió surgir una disidencia.

II.

Teoría de la compresión.

No teniendo perfecta explicación en la teoría del fuego central las irregularidades del descenso de temperatura ni la suposición de una costra terrestre de 20 á 70 kilómetros de espesor, Hopkins y Mallet —y con ellos otros hombres eminentes,—atribuyeron á la PRESIÓN de las capas superiores sobre las inferiores el inmenso desarrollo del calor necesario, no sólo para los pequeños movimientos seísmicos, sino para los terremotos y hasta para las erupciones volcánicas. En efecto, un aplastamiento de $2\frac{1}{2}$ milímetros en 1 kilómetro cúbico de roca, puede dar—según cálculos de Mallet—un calor superior á todo el que haya necesitado el Vesubio para levantar desde la profundidad de 18 kilómetros las lavas que ha vomitado desde los tiempos de Plinio acá. Pero otra clase de consideraciones hace ver que los centros de las conmociones eruptivas no pueden distar mucho de la superficie; y como la costra terrestre ha de tener más de 1000 kilómetros de espesor, Hopkins, Lyell, Thompson, Darwin y muchos más supusieron lagos inmensos, verdaderos océanos de lavas y materias fundidas, situados á poca profundidad (25 kilómetros, término medio), comunicantes acaso entre sí por vías más ó menos expeditas; pero no con el núcleo fluido de la Tierra, calculado á más de 1000 kilómetros de profundidad. El roce de las aguas, al infiltrarse—por capilaridad y presión—hasta la relativamente cercana profundidad de esos

lagos, y además, las transformaciones químicas originadas por el oxígeno y el carbono de esas aguas descendentes, contenían la clave de la teoría de los movimientos del suelo.

Así, pues, la enorme PRESIÓN que las capas terrestres superiores producen sobre las inferiores y sobre estos lagos subterráneos de fundidos materiales, conjuntamente con la elevadísima temperatura de las reacciones químicas (no consideradas, sin embargo, como bastantes para explicar por sí solas la magnitud de tan potente fusión) daba razón del origen del calor central.

Pero surgía una dificultad.

¿Cómo á tan alta temperatura no se disociaba el agua en sus dos elementos, oxígeno é hidrógeno? La objeción era tan atendible, que, en efecto, obligó á admitir que los elementos del agua podían existir disociados en el interior de la tierra y en un estado de grandísima densidad; de modo que no les era dado el combinarse sin un descenso de temperatura en la parte alta de las cavernas de esos inmensurables lagos subterráneos. Mas, descendiendo por cualquier causa la temperatura, entonces, asociados nuevamente y convertidos en vapor de agua, daban lugar á las indicadas reacciones químicas, y se abrían paso hasta lo alto de los cráteres, solos ó empujando las columnas ascensionales de lava, cuando la cantidad y la tensión de los gases eran suficientes.

Así, pues, calor procedente de la enorme PRESIÓN de las capas terrestres sobre vastísimas cavernas henchidas de materias más fusibles que las del resto de la costra sólida de nuestro planeta; calor, además, de las combinaciones químicas, originadas por los elementos del agua con esas sustancias fusibles y fundi-

das, y tensión enormísima del vapor del agua formada cuando sus elementos se reasocian en un descenso de temperatura;... he aquí, á grandísimos rasgos, los fundamentos de esta TEORÍA DE LA COMPRESIÓN, aceptada con especialidad entre los disidentes para dar razón de la causa de los volcanes, de la ascensión de las lavas hasta lo alto de sus cráteres, de la composición de los productos eruptivos, de los fenómenos de toda erupción y de los consiguientes cataclismos que los anteceden y acompañan.

*
* *

Pero contra esta teoría se levantaba una objeción formidable. Si el calor interno de la Tierra procede de la COMPRESIÓN enormísima de las capas superiores sobre las inferiores; y si esta compresión existe en todos los puntos del planeta, ¿cómo es que no hay volcanes en todas partes? ¿Cómo es que única y exclusivamente existen en algunas localidades próximas á los Océanos? Y si es condición inexcusable la proximidad al mar, ¿por qué no se producen esos fenómenos en todas las costas? ¿Y por qué en los parajes visitados por los terremotos la energía de los cataclismos no es idéntica?

III.

Teoría de las acciones moleculares.

La disidencia necesariamente había de convertirse en declarada oposición.

Cientistas de mucho mérito negaron al fin resueltamente la existencia de un núcleo fluido en el centro de la Tierra; y Stoppani y Rossi en Italia y Fernández de Castro en España tremolan la nueva bandera.

Un núcleo dotado de una altísima temperatura *inicial* que se enfría constantemente, dicen, no puede dar razón de la *persistencia* de los fenómenos de la actividad subterránea, y es, por lo tanto, preciso que las pérdidas continuas propias de la irradiación y de las emanaciones termales y volcánicas se *reparen* sin cesar. Debe, pues, haber una fuerza *perenne* de reproducción del calor central á medida que se pierde; y, existiendo esta fuerza perenne del calor subterráneo, basta con ella para explicar, por las dilataciones ó contracciones de las rocas (efecto del calor ó de las acciones químicas) las oscilaciones del suelo y hasta los levantamientos de las montañas, sin recurrir á la hipótesis de que en lagos candentes se hundan las partes de la corteza resultantes en hueco, cuando á causa del enfriamiento por irradiación disminuye considerablemente el volumen de las rocas fundidas de los lagos.

Por lo demás, la nueva escuela admite, como las anteriores, la agencia de las aguas que descienden á las profundidades de la tierra, por capilaridad ó por

presión, y que, combinada con los elementos interiores, es la causa inmediata y principalísima del calor interno; pero nó de un calor *inicial que incessantemente disminuye*, sino de un calor *constante que perpetuamente se reproduce* y perpetuamente compensa sus pérdidas por irradiación, reponiéndolas en virtud de acciones químicas, térmicas y mecánicas.

Para la nueva escuela (prescindiendo de modos de ver personales de algunos de sus adeptos) no hay, pues, núcleo candente interior, pues ni aun siquiera todos admiten que la temperatura continuamente suba y sin límite con la profundidad: las aguas descienden y circulan por conductos y cavidades subterráneas: las combinaciones químicas producen grandes masas gaseosas y de vapor de agua; y estas masas, que circulan á grandes profundidades, producen los terremotos, etc.

Pero en esta teoría, ¿de dónde procede el calor interno?

Nadie ha presentado un sistema tan completo como nuestro compatriota el Sr. FERNÁNDEZ DE CASTRO, atribuyéndolo desde hace muchos años á la eficacia de las ACCIONES MOLECULARES.

Para él, "el calor interno que evapora el agua, dilata los gases, funde las rocas, eleva las montañas y lanza á la superficie manantiales termales y torrentes de lava, no procede de *un núcleo fluido central* ni de *un océano intermedio candente*, sino que se origina en cada uno de los puntos de la Tierra donde se produce una acción molecular capaz de TRANSFORMARSE EN UNA MANIFESTACIÓN CALÓRICA; y, como esas acciones aparecen donde quiera que hay combinación química, rozamiento, presión, contacto de dos cuerpos de distinta naturaleza ó á distinta temperatura,