desde una altura de 15 metros sobre su nivel normal. Los cerros de Arrábida, la Estrella, de Julio, de Marván y de Cintra, que figuran entre los más elevados de Portugal, fueron agitados violentamente, y por decirlo así desde sus cimientos. Algunos de estos vieron sus cimas hendidas y destrozadas de un modo raro, dejando caer enormes masas, que fueron á los valles situados en sus faldas.

Entre otros acontecimientos extraordinarios del terremoto de Lisboa, se cita el hundimiento de un nuevo muelle de mármol que había costado una suma ingente. Gran multitud de gente se había refugiado en él, creyéndose allí al abrigo de la caída de escombros, cuando súbitamente el muelle se hundió, con todos los que en él se creían salvos, y no se vió flotar sobre las aguas ninguna de las víctimas. Gran número de barcos y pequeñas embarcaciones llenos de gente estaban amarrados en el puerto, que en un instante desaparecieron, sin que *haya vuelto á flotar ningún fragmento de ellos en la superficie*. Según algunos autores, la sonda no ha podido tocar fondo en el sitio donde se hallaba el antiguo muelle.

Sin duda que una cavidad profunda y estrecha se abrió y volvió á cerrarse en el cauce del Tajo, después de haberse tragado todo lo que se encontraba sobre ella.

El espacio considerable que abrazó esta convulsión es sumamente notable. Se ha calculado, dice Humboldt, que la porción de la superficie del globo que fué inmediatamente agitada por el choque del 1° de Noviembre de 1755, es igual al cuádruplo de la Europa entera. El temblor se sintió en los Alpes, y, en la costa de Suecia, en los pequeños lagos interiores que se hallan en las costas del Báltico, en la Turingia, en la región llana de Alemania, y en la Gran Bretaña. Las fuentes termales de Toplitz se secaron, y volvieron á brotar en seguida, inundando toda la comarca con una agua de color de ocre. En las islas antillanas de Antigua, Barbada y Martinica, la marea, que ordinariamente no pasa de $0^{m},60$, se elevó súbitamente á 6 metros, el agua del mar perdía su color natural y volvíase negra como tinta. El movimiento fué también sensible en los grandes lagos del Canadá. En Argel y Fez, al Norte de África, la agi-

tación del suelo fué tan violenta como en Portugal: millares de habitantes desaperecieron.

El 28 de Octubre de 1724 (sic) (1), Lima fué destruída por un terremoto. El mar subió 27 metros sobre su nivel medio, en el Callao, puerto de Lima, y se precipitó sobre la ciudad, destruyéndola tan completamente, que no quedó en pie ni una sola casa. Algunos navíos fueron á parar tierra adentro, á una legua de la orilla.

El 13 de Agosto de 1868 comenzaron los terremotos que desolaron las costas occidentales de la América del Sur. El violento temblor de ese día se extendió desde Arica hasta el Callao al Norte (4,875 km.), y hasta Cobija al Sur (2,100 km.). El movimiento del suelo, comunicado al mar, produjo una grande ola, que en Íquique se elevó á 15 metros, y de aquí partió para extenderse á todo el Océano Pacífico hasta las islas de Chátam y de Sándwich, etc., con una velocidad en relación con la profundidad del mar, (pues aumenta con ésta), como lo

(1) Este terremoto no se verificó en 1724 sino en 1746; nos permitimos corregir esta fecha y algunos nombres propios del párrafo siguiente, ya que no podemos entrar en mayores detalles. (N. del T.).

hacemos ver al tratar de las olas oceánicas de Krakatoa.

*
* *

¿Nos es dable hallar la explicación completa de las causas que producen tales movimientos del suelo?

Las teorías no son pocas; ¿son acaso satisfactorias?

La teoría que podríamos llamar clásica, considera el globo terrestre como una esfera en fusión, cubierta de una tenue película. Admitiendo que el aumento de calor observado, á medida que se desciende bajo de la superficie, y que por término medio es de un grado por 30 á 35 metros, vaya siendo siempre mayor, esta teoría concluye que el aumento es de unos 3° para 100 metros, de 30° para 1000^{m} y de 300° para 10000^{m}, de 3 000° para una profundidad de 100 kilómetros, y va hasta suponer 200000° en el centro del globo. Pero nada hay menos probado que la continuidad de esta progresión, observada tan sólo en las capas superficiales, puesto que las más profundas de nuestras minas

y nuestros túneles, pueden considerarse como meras picadas de alfiler en la epidermis de nuestro planeta.

Se hace difícil admitir la tal fluidez del globo. Si la corteza sólida no tuviera sino de 50 á 60 kilómetros de espesor, y si este globo fuese líquido, la atracción del Sol y de la Luna produciría mareas formidables, que, dos veces al día, pasarían por debajo del suelo que pisamos. Además, el fenómeno astronómico de la precesión de los equinoccios sería muy distinto de lo que es, y el aplanamiento polar no sería de $\frac{1}{292}$ á $\frac{1}{294}$. Según los estudios de Mr. Roche, el globo debe ser sólido, ó por lo menos algo blando, desde la sexta parte de su radio (unos 1000 kilómetros) hasta el centro.

En vista del conjunto de consideraciones geodésicas y astronómicas, la masa del globo terrestre no es líquida. La gravedad es nula en el centro : pero, en cambio, la presión llega allí á su máximum, pudiendo elevar 3.000,000 de kilos por centímetro cuadrado; 3 millones de atmósferas : la masa del globo debe, pues, hallarse en estado *pastoso* ó blando.

Los volcanes no son sino chimeneas por donde salen los materiales en fusión del foco interior. La naturaleza de las lavas, el análisis de los vapores que se exhalan, la distribución de los volcanes en la proximidad del mar, prueban que el vapor de agua desempeña el papel más importante y considerable en esta clase de fenómenos.

En cuanto á los terremotos, los hay de muchas clases y todos no provienen de la misma causa.

Exigir una teoría general que explique todos los terremotos, equivale á querer que haya una teoría que explique todos los accidentes que sobrevienen diariamente en París y en la humanidad entera.

Bástanos comparar los más recientes para darnos cuenta de su carácter diferente : terremoto de Scio ó Chio, el 3 de Abril de 1881 (3650 víctimas) ; terremoto de Ischia, 28 de Julio de 1883 (2443 víctimas) ; erupción del Krakatoa, 26 de Agosto de 1883 (40000 víctimas) ; terre-

moto de España, 25 de Diciembre de 1884 (2500 víctimas); terremoto de Baramula, cerca de Cachemira, Asia central, el 17 de Junio de 1885 (3080 víctimas); terremoto de Chárleston, 31 de Agosto de 1886, que conmovió la Carolina, etc., tales son los más graves y más terribles terremotos de los últimos años. Podríamos agregar á éstos otros muchos que no han sido tan desastrosos, pero que no serían menos interesantes desde el punto de vista de la teoría, tales, por ejemplo, como el del 22 de Abril de 1884, en Inglaterra, que se ha extendido á una superficie de 125 000 kilómetros cuadrados, y ha averiado más ó menos 1213 casas, 20 iglesias y 11 capillas; los del 24 de Junio y 5 de Agosto de 1885, de Dovignies, cerca de Douai (Dp. del Norte); los que se han verificado en estos últimos años en la misma Francia (1) y además todos aquellos cuya estadística publicamos todos los años en la *Astronomía, que son anualmente unos cualrocientos*. La diversidad del carácter

(1) En Francia ocurren unos diez temblores todos los años, ordinariamente muy ligeros. Entre los más recientes, y uno de los más fuertes, se cuenta el de la sierra bretona, que se verificó el 30 de Junio de 1889, y que se extendió hasta París.

de las conmociones, sus focos de producción y la naturaleza de los terrenos en que se han originado, prueban con plena evidencia que los terremotos *tienen muchas causas, absolutamente distintas*

Los de Ischia, Java y Sicilia son incontestablemente de origen volcánico. Los de España, Chárleston y Liguria son independientes de toda erupción volcánica, y provienen de una fuerza que funciona á una gran profundidad, en la base de las montañas y cerca del mar.

Los de Suiza, estudiados con tanta minuciosidad por M. Forel, parecen ser terremotos orogénicos, debidos á derrumbes y hundimientos en el macizo de los Alpes; no hay año en que no se observen en Suiza derrumbes, y deslices lentos ó rápidos de terrenos; el Observatorio de Neuchâtel, por ejemplo, va bajando lentamente, desde hace cuarenta años que se va observando este movimiento; el derrumbe del Rossberg de 1806, que sumergió la aldea de Goldau, tuvo por causa la abundancia de lluvias, y el desliz de la cima por encima de una capa de arcilla; el del monte Perier, en Auvernia,

en 1837, se halla en el mismo caso : la acción mecánica y química de las aguas disuelve las rocas y fatalmente produce modificaciones internas, excavaciones, y hundimientos, etc. En los alrededores de Bourbonne-les-Bains (Dp. de Haute-Marne), se observan frecuentemente trepidaciones, que sin duda se relacionan con las fuentes termales de esta región.

Los temblores observados en Francia, Bélgica, Alemania é Inglaterra parecen provenir de causas locales, muchas de las cuales se han revelado por sí mismas, como en Varangeville y en otros puntos. El temblor de Dorignies, merece llamar la atención á este respecto : ha movido el terreno gredoso, que tiene un espesor de 250 metros, sobre el terreno carbonífero, y sin embargo, *este último nada ha sufrido*. Los obreros que trabajaban en las galerías de hulla no han sentido absolutamente nada. Creemos, pues, que conviene no encastillarse en una explicación demasiado exclusiva, estrecha y absoluta.

Los volcanes en actividad producen de tiempo en tiempo conmociones de diversos géneros;

pero al lado de ellas y fuera de la acción de estas conmociones de origen volcánico, hay lugar para una multitud de otros movimientos del suelo.

En el caso particular ya descrito de la Liguria y de los Alpes Marítimos, no puede uno prescindir de observar la analogía que une este movimiento al del 25 de Diciembre de 1884 en España. Aquí, como en España, se trata de una cadena de montañas á orillas del mar. La comisión encargada por la Academia de Ciencias de París de estudiar el terremoto de España, ha probado : que los sacudimientos más violentos y desastrosos se han realizado bajo de las *antiguas fracturas geológicas*, en las dislocaciones de rocas, á las que se debe la configuración de esta porción de España. Esas dislocaciones ó fracturas forman en dichos terrenos una base deleznable. Las rocas inferiores se apoyan unas sobre otras oblicuamente, dejando entre sí espacios vacíos. Se han observado trepidaciones y oscilaciones de abajo arriba, exactamente como si gases y vapores, que hubiesen adquirido una tensión considerable, fuesen la causa esencial, y acaso única de esas conmociones.

Las mismas conclusiones se deducen del terremoto de los Alpes Marítimos.

Ahora bien, las cavidades internas, hendeduras y grietas que existen en la base de las montañas, y que resultan de sus mismos solevantamientos, reciben las aguas que se infiltran á través de las rocas, y en que con frecuencia se hallan empapadas las canteras (« agua de cantera »). Estas aguas adquieren una temperatura tanto más elevada cuanto más bajas están, y según ciertos cálculos aproximados, el centro de conmoción debe hallarse á diez, quince ó veinte kilómetros de profundidad. El incremento de temperatura produce un grado de calor más que suficiente para explicar la vaporización del agua y su fuerza explosiva.

*
* *

Podemos considerar, como la causa más probable de estos profundos temblores de tierra, la tensión del vapor de agua interior, sumamente caliente, y los movimientos rápidos de los gases que se desarrollan ó dilatan bruscamente. El

poder mecánico de que son capaces tales cuerpos gaseosos, es de una energía superior á cuanto podíamos imaginar, antes de que, por medio de experimentos precisos, se consiguiese medir presiones de más de 600 atmósferas. « Mucho mejor que las conmociones interiores de masas sólidas, las explosiones de masas gaseosas, muy calientes, explican todas las particularidades de los terremotos, según dice el ilustre geólogo Daubrée, así como esas descargas á manera de formidable ariete, su violencia, su sucesión frecuente, y su repetición en las mismas regiones desde hace muchos siglos; ellos explican sus predilecciones hacia las comarcas dislocadas, sobre todo, si las dislocaciones son recientes, y su subordinación á las fracturas profundas de la corteza terrestre. »

Los sacudimientos séismicos están lejos de hallarse situados al acaso sobre la superficie del globo. Las comarcas más tranquilas son, como Francia, Bélgica y una parte de Rusia, aquellas cuyas capas geológicas han conservado su horizontalidad primitiva. Las conmociones violentas se han sentido principalmente en los países de

montañas, las que han sufrido trastornos mecánicos considerables, y *han adquirido su relieve actual en una época reciente* : tales son Italia, la Sicilia y los Alpes. Los contornos de las áreas conmovidas en los terremotos de grande extensión superficial, coinciden de un modo tan notable con las líneas de dislocación preexistentes, que muchos geólogos han considerado estos sacudimientos como íntimamente relacionados con la formación de las cadenas de montañas. En todas las épocas geológicas, se ve que los efectos gigantescos de las presiones laterales han doblegado y redoblegado las capas, y eso en masas de un espesor considerable, fracturándolas en todos sentidos. Esos movimientos del suelo continúan hoy, á pesar de la tranquilidad aparente de la superficie; el equilibrio no existe en realidad en las capas terrestres : en unas partes se las ve hundirse, mientras en otras se van elevando gradualmente.

El vapor de agua adquiere una fuerte tensión, cuando se forma bajo la acción de una temperatura tan elevada como la de las lavas. El agua que penetra á esas profundidades se vaporiza á

una temperatura, que pasa sin duda de 500 grados y llegará ciertamente á 1000 y más grados, (temperatura de las lavas que llegan á la superficie). Por otra parte, la vaporización se efectúa en un volumen bastante reducido, para que la densidad del vapor de agua sea muy poco menor que la del agua misma : « En estas condiciones de extremo calor, dice Mr. Daubrée, el vapor de agua adquiere una pujanza tal, de la que no podríamos formarnos idea con las terribles explosiones de las calderas, si no tuviéramos á la vista sus desastrosos efectos. » En realidad, en los experimentos hechos por el sabio geólogo para estudiar la acción del agua sumamente caliente, en la formación de los silicatos, ocurrió que los tubos de hierro, de excelente calidad y de 0 m, 011 de espesor, reventaron muchas veces, y saltaron por el aire, causando un ruido comparable al estampido de un cañón. No obstante, la temperatura no era sino de 450 grados, y unos pocos centímetros de agua bastaron para producir tan terrible efecto. Esto puede servir para formarse alguna idea de la fuerza explosiva que debe tener el vapor de agua,

al formarse en las profundidades de las capas del globo, en virtud de temperaturas mucho más elevadas, y en condiciones de presión, que hacen que se condense en un volumen muy limitado.

Por lo demás, ¿nos es permitido llamar *hipótesis* á esta explicación de los grandes terremotos por la fuerza del vapor? ¿Acaso esta expresión no es demasiado modesta? En efecto, tenemos á la vista agua y calor; ¿y por qué nos negaríamos á verlos en acción? Dícese ordinariamente, que toda el agua sustraída al Océano por el calor solar, y que va á caer sobre los continentes en forma de lluvia ó de nieve, regresa al mar por medio de los manantiales, arroyos y ríos. Esta circulación no es absoluta; para que lo fuera, sería preciso que el agua de las lluvias, al llegar al suelo, encontrase *siempre y por todas partes* una capa de arcilla impermeable. Ahora bien, nada prueba que esto suceda, antes bien, todo nos induce á creer lo contrario. Las rocas más profundas están impregnadas de agua; por otra parte, el aspecto geográfico del planeta nos conduce á pensar que los mares han disminuído

en extensión desde las primeras épocas geológicas; y si examinamos á nuestro vecino planeta Marte, que según toda probabilidad, es mucho más viejo que el nuestro, veremos que él no tiene ya grandes Océanos, sino meros mediterráneos de poca extensión.

Ahora bien, que los humos volcánicos se compongan, en su mayor parte, de vapor de agua, es cosa desde hace largo tiempo demostrada por Carlos Sainte-Claire Deville. Mr. Fouqué calcula que durante la erupción del Etna de 1865 han salido de él más de *dos millones de metros cúbicos de agua!* Además, si examinamos el mapa de la distribución de los volcanes en la superficie terrestre, notaremos que todos están situados á orillas del mar ó cerca de las grandes masas de agua. Más aún, cuando se calcula la violencia de las erupciones volcánicas; cuando se ve, por ejemplo, que 50, 80 y 100 mil millones de metros cúbicos de lava y de piedra pómez son lanzadas en virtud de esta fuerza espantosa, es muy difícil y casi imposible dejar de concluir de aquí, que existe íntima conexión entre el agua y los fenómenos volcánicos, y que la fuerza que levanta