

MEMORIAS CIENTÍFICAS I LITERARIAS.

JEOGRAFÍA FÍSICA.—*Del temblor sentido en Alemania el 6 de marzo de 1872.*—*Comunicacion del doctor don Rodolfo A. Philippi.*

Después de la descripción clásica del temblor napolitano de 16 de diciembre de 1857 hecha por Mallet, ningún trabajo sobre temblores ha sido recibido por los físicos con más aplauso que una obra del señor von Leebach, profesor en la universidad de Göttingen, que lleva por título: *Ein Beitrag zu der Lehre von den Erdbeben von Karl von Leebach, mit 2 Karten und drei Tafeln*, Leipzig, por H. Hassel, 1873. (Contribución a la doctrina de los temblores, por Carlos von Leebach, con dos mapas i tres láminas). Esta obra se refiere principalmente a un temblor no muy fuerte, que se sintió el 6 de marzo en una extensión bastante grande de la Alemania central, i se distingue a primera vista por la fina crítica i el tino con que su autor ha sabido sacar los resultados de los infinitos datos recojidos en muchos periódicos, que son con frecuencia vagos, exagerados, contradictorios, como es muy natural, siendo que a muchos observadores les falta, en caso de un acontecimiento tan imprevisto, la serenidad necesaria, instrumentos de observación, etc., para poder indicar con mediana exactitud el tiempo, la fuerza, dirección i efectos de un temblor. A veces el señor von Leebach se muestra desesperado como cuando, queriendo armonizar algunos datos, los encontraba muy contradictorios, para saber cuáles merecían fe, cuales nó; sin embargo, logró sacar en claridad resultados muy importantes. (1)

El área sacudida por el temblor del 6 de marzo de 1872 abraza a lo menos 3100 millas alemanas cuadradas (de a 15 el grado) i forma un elipsoide, cuyo eje mayor está determinado por las ciudades de Breslau i Hechingen, capital de uno de los principados de Hohenzollern, i cuyo eje menor determinan Branswik

(1) *The great neapolitan earthquake of 1857.* Lond., 1862.

i Cham (en la selva bávara). Es muy digno de notarse que otros temblores sentidos en la Europa central tenían casi la misma área: el de julio 29 de 1846, 3848; el de julio 25 de 1855, 3700 leguas cuadradas; el del 15 de enero de 1858 abrazó solo 200 leguas cuadradas.

El temblor que forma objeto del trabajo del señor von Leebach, causó en el tiempo de cinco minutos dos sacudimientos, el primero menos recio, que produjeron un movimiento ondulatorio del suelo. El movimiento estuvo acompañado en una área mas reducida, de un ruido subterráneo, que unos observadores comparan a un trueno distante, otros al que produce un coche. Una de las consecuencias mas notables fué la de los cambios que se notaron en varios manantiales; algunos se secaron, otros se hicieron mas ricos en agua, i aparecieron aún fuentes enteramente nuevas. Se comprende eso fácilmente, porque los veneros subterráneos que surten las fuentes debian por el movimiento del suelo en muchos casos, estrecharse o ensancharse i aún abrirse nuevos. Dentro de una área limitada, el mortero se cayó de las murallas, se rasgaron casas i el empedrado de las calles, i hasta se cayeron murallas i chimeneas. Los lugares en que estos fenómenos se observaron i en que, por consiguiente, el temblor fué mas fuerte, fueron Weimar, Altenburg, Chemnitz i Reichenbach; la rejion en que las destrucciones por el temblor han sido mas graves abrazó las ciudades i villas de Ronneburg, Schmölle i Posterstein. Esta rejion la llama el señor von Leebach *pleistoseística*, del griego *pleistos*, lo mas, i *seio*, yo sacudo.

Los observadores diverjieron mucho en cuanto a la direccion del temblor, i no pudo ser de otro modo en un movimiento ondulatorio. Como en otros temblores, no se notó en éste ninguna influencia directa sobre el barómetro; pero se observó, como en otros casos, que los animales estuvieron afectados por el.

El haber aplicado la luz de las leyes de la fisica al exámen de todos estos fenómenos, hace el mérito sobresaliente de la obra que nos ocupa, i que merece tanto mas ser reproducida en sus resultados mas jenerales, cuanto que reinan en el gran público ideas conusas i aún preocupaciones que la antorcha de la ciencia debe disipar.

Todas las esperiencias hechas hasta el dia i las leyes de la mecánica prueban que los movimiento de los temblores i terremotos

no son otra cosa que las oscilaciones sensibles en la superficie, producidas por algun golpe recio en la profundidad. Las bases de la teoria que parte de esta suposicion fueron echadas ya por Julio Schmid, Hopkins i R. Mallet. El último las desarrolló del modo mas completo en su célebre trabajo sobre el temblor napolitano de diciembre 16 de 1857, que mencioné arriba, en el cual trató de determinar el lugar del foco del terremoto, la profundidad de este foco, el centro del sacudimiento notado en la superficie de la tierra, i la velocidad con que se mueven las ondulaciones del terreno en virtud del golpe subterráneo. Para eso se fundó en la direccion e inclinacion de las rasgaduras i grietas producidas en los edificios por el terremoto, i demostró que el plano señalado por las grietas principales debe ser perpendicular a la direccion del movimiento ondulatorio. Fijando éste para dos puntos de la superficie por la situacion de las rasgaduras producidas, la construccion i un cálculo sencillo dan el foco dedonde nació el terremoto, su distancia de la superficie, o sea, su profundidad, el centro del sacudimiento de la superficie, i la caida de objetos mas o menos pesados, mas o menos firmes. Observando su peso, sus dimensiones i el movimiento que experimentaron, da una base para calcular la velocidad i fuerza de cada ondulacion.

El señor von Leebach hace plena justicia al mérito sobresaliente del trabajo del señor R. Mallet; pero hace ver que su método adolece, sin embargo, de algunos defectos: el principal es el de no poder ser aplicado en el caso de temblores menos fuertes que no botan objetos pesados ni parten murallas, como verbi-gracia, el de 6 de marzo de 1872. Era, pues, preciso buscar para éstos otros métodos de determinacion, i los halló en la determinacion exacta del tiempo en que los movimientos se hacen sentir en diferentes puntos, cuya importancia habia ya sido señalada por el señor Julio Schmid, en Atenas. Estas determinaciones permiten conocer todos los puntos arriba mencionados, a lo menos con suficiente precision, i tal como se puede esperar en esta clase de fenómenos. Una exactitud perfecta se podría solo exigir si el origen del temblor fuese un punto matemático. El señor don Carlos von Leebach ha aplicado este método con toda la perspicacia del verdadero naturalista, i los resultados obtenidos por él prueban que este método es práctico i recomendable, a pesar de muchas observaciones inexactas e inservibles. Las determinaciones no po-

drán tener una precision matemática por razones mui obvias, pues que hai coeficientes que serán siempre indeterminables, como los diferentes grados de elasticidad de las várias rocas que componen la corteza del globo, el estado de trizadura en que se encuentran, el espesor i yacimiento de las capas, etc; pero se puede decir con verdad que el trabajo del señor von Leebach señala un gran progreso en un campo tan poco cultivado de la jeolojia mecánica.

Ahora, volviendo al caso especial del temblor del 6 de marzo de 1872, nuestro autor, considerando la costra terrestre como homogénea, supone que las zonas isócronas del sacudimiento están a igual distancia del verdadero centro del temblor, i que todos los lugares que espermentaron el movimiento al mismo tiempo deben estar a la misma distancia del centro superficial. (Llama la línea que une estos puntos *homoseista*, de *homos*, igual, i *seio*, yo sacudo). Uniendo los puntos de sacudimiento isocrónico por una línea, dividiendo ésta en dos partes iguales i elevando líneas perpendiculares en los puntos de division, la seccion de estas perpendiculares dará el centro superficial, que seria en el temblor del 6 de marzo un punto situado a $50^{\circ} 36' 66''$ de lat. N. i $8^{\circ} 41' 25''$ de lonj. E. de París. Es cierto que estas perpendiculares no se reunen en un solo punto, asi como el golpe, causa del temblor, no ha partido tampoco de un punto matemático sin lonjitud ni anchura; pero sus intersecciones circunscriben un espacio bastante limitado, cuyo centro seria el punto indicado.

Por un método gráfico mui sencillo, cuya esplicacion se halla en el libro citado, pero que no seria del caso reproducir aquí, se pueden averiguar tambien la profundidad del centro del terremoto, la verdadera velocidad de propagacion i el momento del primer sacudon. Segun esto, la profundidad del foco del temblor del 6 de marzo de 1872 estaria entre 1,94 i 2,91 millas alemanas jeográficas, o sea, entre 14,39 i 21,59 quilómetros, i seria probablemente 2,42 millas, o sea, 29,850 metros; el sacudimiento primero se verificaria con una velocidad verdadera de 742 metros por segundo, i a las 3 horas, 66 minutos, 9 segundos, tiempo de Berlin. Mui notable es la poca profundidad del foco del temblor, pues se cree generalmente que la causa de estos terribles fenómenos debe hallarse en mayor hondura. Observaré que la determinacion del foco del temblor napolitano de 16 de diciembre de 1857 le asigna una profundidad aún menor, es decir, de 11,755 metros en término medio.

Para otros terremotos se hallaron profundidades de 22 a 44 kilómetros: el terrible terremoto de Lisboa de noviembre 1.º de 1755 parece haber tenido su origen en una profundidad de 45 kilómetros no mas.

Estamos acostumbrados a medir los temblores segun las destrucciones causadas en la superficie; pero esto no es la escala justa para su fuerza verdadera, porque la intensidad del golpe disminuye en razon del cuadrado de la distancia del foco del temblor; así es que, verbi-gracia, un lugar será sacudido con una violencia cuatro veces mayor cuando el foco del temblor esté en doble profundidad, siendo la intensidad del golpe la misma. El temblor del 6 de marzo de 1872 ha sido, a pesar de las destrucciones insignificantes que produjo en la superficie del globo, casi tres veces mas fuerte que el napolitano, que arrebató la vida a millares de hombres.

Otro resultado mui importante del bello trabajo del señor von Leebach es que el centro superficial estuvo mui distante del lugar que esperimentó el sacudimiento mas fuerte. La distancia era de 10 millas, o sea, 74 kilómetros. La razon es que el foco verdadero del temblor yacia en un grieta inclinada oblicuamente hácia el centro de la tierra, i que el sacudimiento, siguiendo esta grieta, se desvió lateralmente en su marcha del interior a la superficie.

Este trabajo especial condujo naturalmente al exámen de cuestiones mas jenerales relativas a la naturaleza de los temblores. ¿Cuál es la causa de los temblores? Dejando a un lado várias ideas sostenidas apasionadamente por uno que otro sabio, vemos que la mayoría de los naturalistas está conforme en admitir dos causas de los temblores: una que es un fenómeno volcánico, otra que es la ruptura de masas grandes de la costra terrestre i su hundimiento en cavidades de ésta. Seria superfluo dar las pruebas del origen de la primera clase de temblores; los segundos, que podemos llamar *centrípetos*, al paso que los temblores volcánicos podrian apellidarse *centrífigos*, no se pueden distinguir con seguridad de éstos por sus efectos; pero no se puede dudar de su existencia. Cada minero conoce los sacudimientos producidos por el hundimiento i el derrumbe de rocas en las minas. Los manantiales, cuyas aguas tienen en disolucion sales abundantes, carbonato i sulfato de cal, cloruro de sodio, etc., que obtienen disolviendo estas sustancias en el interior de la tierra en várias honduras,

producen necesariamente en el curso de los siglos scavidades mas o menos grandes, i es mas que probable que las rocas que forman el techo de estas grutas subterráneas se quiebren i caigan a veces. El señor von Leebach describe con prolijidad el efecto jeológico producido en la vecindad de Eisenach por el hundimiento de varias capas del calcáreo conchífero, en consecuencia de la disolucion de un stockwerk de yeso. Las capas del piso quedaron sin alteracion; pero las del techo se rompieron en varios pedazos, se hundieron, se dislocaron i formaron muchas grietas. Parece fuera de duda que se podrá llegar a resultados de suma importancia estudiando con cuidado la direccion e inclinacion de las grietas i filones. Esto es todavia un campo eriazó en la jeolojia; pero podemos esperar que este estudio hecho con método podrá arrojar mucha luz sobre la edad de ciertos solevantamientos i desquiciamientos, i que se podrán probablemente conocer por estas observaciones, a lo menos en muchos casos, la profundidad i sitio del foco que produjo estos trastornos. Concedamos que será mucho mas difícil observar los efectos de éstos, tales como se manifestaron por las rupturas, grietas, filones, etc., al cabo de un tiempo tan largo, que estudiar los producidos por un temblor reciente; pero talvez los filones metalíferos, cuya composicion igual parece indicar que han sido formados contemporáneamente, pueden dar indicaciones preciosas para esta cuestion.

Omitiré lo que el señor von Leebach dice respecto de los mejores aparatos para observar con exactitud el tiempo en que un temblor se verifica, su direccion, fuerza i duracion, porque esto toca a los físicos de profesion, que se ocupan en el estudio de estos fenómenos tan terribles como interesantes, mientras los resultados obtenidos por sus observaciones e investigaciones son del dominio del público jeneral.

(Traduccion libre de un artículo del periódico alemán el *Ausland*, 1873, páj. 941 i siguientes).
