

## ¿SE PUEDE CONJURAR EL TERREMOTO? EL PRONOSTICO NO BASTA

por N. SHEBALIN

Ante todo: ¿Es necesario el pronóstico de los terremotos? Preveo la indignada exclamación del lector: "¡Cómo que si es necesario!".

Según datos de la UNESCO, durante el decenio último y a causa de los terremotos han muerto en la tierra 14.000 personas al año y se han sufrido pérdidas por valor de decenas de millones de dólares anuales. Librar a la humanidad de esas pérdidas es una tarea noble y acuciante. Pero la cuestión reside precisamente en que la previsión de los terremotos no es el único medio para cumplirla.

Admitimos que todos los edificios sin excepción en la tierra se han construido de modo que les importa un bledo el temblor de sus fundaciones cuando el terreno empieza a estremecerse. Que no se deforman las vías férreas, no estallan las pistas de despegue ni se hundan los túneles; y que en todos los sectores peligrosos del litoral se han construido poderosos diques, capaces de aguantar el embate del pérfido satélite de los maremotos, las olas de muchos metros de altura denominadas tsunamis. En tales condiciones, por supuesto, el pronóstico de los terremotos no le hará falta a nadie, de no ser a los meticulosos científicos. Ahora bien, difícil es que la humanidad siga ese camino, cuya inconveniencia económica es bien palmaria.

De ahí que sea necesario prever los terremotos.

¿De qué elementos, pues, se forma el pronóstico? En el territorio de la Unión Soviética, los sismógrafos registran cientos de sacudidas subterráneas todos los años. Pero el país es inmenso, y si se trata de un verdadero pronóstico, habrá que responder con precisión a la pregunta de:

### ¿Dónde?

Ante todo, la causa primordial de todos los terremotos hay que buscarla fuera de la corteza terrestre, más abajo, pese a que la mayoría de los temblores de tierra nacen precisamente en ella. En segundo lugar, hace ya muchos millones de años que las zonas tectónicas activas (donde abundan los terremotos) casi no cambian de situación en el mapa. De donde, dicho sea de paso, se deduce la inconsistencia de la hipótesis del desplazamiento de los continentes. Si éstos flotaran en la superficie de la tierra, como los

icebergs, arrastrarían consigo "raíces" profundas, de cientos de kilómetros de espesor.

Así, pues, los terremotos son engendrados por ciertos procesos que se operan en el manto de la tierra. ¿Qué procesos son esos?

De seguro que el lector ha oído hablar de que Holanda se hunde y Escandinavia se eleva. En efecto, el espesor de la tierra "respira" sin cesar. Verdad es que en el sector comprendido desde Holanda a Noruega la zona de elevación va pasando suavemente a la de hundimiento. Pero en las regiones montañosas esa transición es a veces muy brusca, en el transcurso de sólo unos cuantos kilómetros. Entonces aumentan con rapidez las tensiones en la corteza terrestre y, al fin y al cabo, los terrenos no las resisten y se fracturan. Por un lado de la quiebra se elevan las capas terrestres, mientras que por el otro se hundan. Y esa sacudida súbita provoca el estremecimiento del terreno.

Los terremotos de menos de sexto grado no constituyen un particular peligro. Lo más que puede ocurrir es la aparición de alguna grieta en la pared. Los de noveno grado amenazan ya con la destrucción, incluso de las edificaciones más sólidas.

Las observaciones geológicas, complementadas con los datos relativos a la frecuencia y la fuerza de los terremotos en el pasado, sirven de base para el pronóstico del peligro sísmico. En el mapa de la división sísmica, cada zona está señalada con un grado de sismicidad. Por ejemplo, la región de Garm, en el Tadjikistán (URSS), está incluida en la zona del noveno grado. Por supuesto que allí son posibles también los temblores de tierra más débiles. Y cuanto más débiles, más frecuentes. Por ejemplo, un terremoto de séptimo grado ocurrirá de seguro. Pero...

### ¿Cuándo?

¡A qué no habrán recurrido los científicos para captar las relaciones lógicas de los terremotos! ¡Qué período no habrán buscado en el caos de los sucesos sísmicos seculares! Establecieron la relación con las fases de la Luna, y con el cambio de las estaciones del año, y con el ciclo undecenal de la actividad solar, y con las lluvias y los vientos. Negar en absoluto muchas de esas influencias sería insensatez, pues

cierta dependencia existe, sin duda, ya que la preparación de los terremotos fuertes dura muchos decenios. Y cuando surge el estado de inestabilidad extrema, cualquiera causa externa, incluso una sacudida insignificante, puede hacer el papel de "disparador". La gota que hace rebasar la copa de la energía de las entrañas terrestres puede llegar a ser un aguacero torrencial. De ahí que todos los factores casuales se habrán de tener en cuenta, sin duda alguna, en el futuro. Mas por ahora... Por ahora llueve, las olas de las mareas terrestres suben y bajan medio metro la corteza terrestre dos veces al día y la sucesividad de las sacudidas subterráneas se niega tercamente a someterse a las leyes que se le quieren imponer. Y no es de extrañar, ya que las influencias externas son demasiado débiles en comparación con la energía interior del subsuelo. Y eso significa que las leyes se han de buscar precisamente allí, en las entrañas de la Tierra.

Hace sólo diez o quince años se metían aún todos los terremotos en un saco: fuertes y débiles, grandes y pequeños. Y sin embargo, la escala de su energía es verdaderamente inabarcable. Los débiles espasmos de la corteza, localizados por los sensibilísimos aparatos a dos pasos de la estación sismológica, se caracterizan por una energía de  $10^2$  a  $10^3$  julios. Un estremecimiento de las capas terrestres más fuertes, mas también apenas perceptible, en general, con el foco a unos diez kilómetros de profundidad, libera ya de  $10^9$  a  $10^{10}$  julios. Y en las grandiosas catástrofes mundiales, cuando toda la Tierra danza y emite un rumbido inaudible, como el vibrar de una campana, se libera una cantidad de energía inconcebible por lo colosal: de  $10^{17}$  a  $10^{18}$  julios; es decir, ¡unos cien mil millones de kilovatios-hora! Tal es la escala de la energía: desde la breve fulguración de una sola bombillita hasta la cuarta parte de la energía eléctrica que se genera durante un año en la Unión Soviética.

Y cuando los norteamericanos Gutenberg y Richter, y a continuación los sismólogos soviéticos dirigidos por Y. Riznichenko, miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de la URSS, encasillaron los terremotos energéticamente, se obtuvo un cuadro asombroso. Los puntos representativos de los terremotos con energías de  $10^9$ ,  $10^{10}$ ,  $10^{11}$  julios, y así sucesivamente, ¡formaron una recta en la gráfica logarítmica!

En la zona sísmica se registran durante el año, por ejemplo, 100 estremecimientos débiles con una energía de  $10^8$  julios, 30 sacudidas de  $10^9$  julios y 10 terremotos de  $10^{10}$  julios... Prosiguiendo la recta en la gráfica podemos predecir que de un momento a otro puede ocurrir un terremoto cuya energía sea

de  $10^{12}$  julios, que una vez cada diez años se producirá un temblor de  $10^{14}$  julios o que una vez cada siglo habrá uno cuya energía sea de  $10^{16}$  julios... Pero, ¡alto ahí! Nos hemos metido en una región ignorada aún. La gráfica nos brinda la correlación entre las frecuencias de la repetición de las sacudidas de diversa fuerza. Pero no dice nada acerca de cuál será la energía del terremoto más fuerte en dicha zona.

¿Y qué pensar de los pececitos de colores que en el acuario japonés se mostraban inquietos en vísperas de un terremoto? ¿Y de la alarma de los perros y gatos, y de los demás indicios que se recuerdan siempre después de un terremoto, pero jamás antes de él? La cuestión es esa precisamente, que por ahora no se ha establecido con certeza ninguna relación equivalente entre la sique de los animales y los terremotos fuertes. Hay que buscar otros caminos. ¡Y los hay!

Las estructuras de madera crujen antes de quebrarse. Crujidos se oyen también en las minas antes de los hundimientos. ¿No se podría partir de eso? Deplorablemente, las investigaciones acústicas especiales no dieron resultados prometedores. Hubo que recurrir al estudio de todo el espesor donde se acumula la energía excedente para la catástrofe en cierne. El volumen de un foco sísmico de importancia es grande: según datos de M. Gzovski, para un terremoto cuya energía pase de  $10^{16}$  julios puede llegar a ser de sus buenos cien mil kilómetros cúbicos. Eso representa una zona de unas decenas de kilómetros de longitud por varios kilómetros de anchura y de 20 a 40 kilómetros de profundidad.

Bajo la acción de las tensiones que van aumentando gradualmente, se modifican poco a poco las propiedades de las rocas en ese volumen. En particular, y esto tiene mucha importancia, se modifica la velocidad de la propagación a través de esa zona de las oscilaciones elásticas producidas por explosiones o terremotos débiles, lo cual fue establecido en los últimos trabajos realizados por el personal de la Expedición sismológica compleja del Instituto de Física de la Tierra. Así que, en el futuro, las zonas peligrosas serán sometidas a una atenta percusión por medio de explosiones-terremotos artificiales y auscultadas por aparatos.

Antes del terremoto se modifica también el carácter de los movimientos lentos de la superficie terrestre. Y eso no se les oculta a los inclinómetros sensibles. Por último, en las cercanías de la fractura en cierne pueden cambiar con rapidez las propiedades magnéticas de las rocas, lo cual hará que aparezcan inmediatamente unas señales características en los regis-

tros de los magnetómetros. Y todo eso, en resumidas cuentas, permitirá determinar los límites dentro de los cuales podrá estallar la catástrofe de un momento a otro: pero...

### ¿Qué fuerza tendrá?

Solucionar este problema es importante y difícil. Ocurrirá en el día y el lugar indicados una pequeña sacudida de cuarto grado, que apenas hará estremecer las persianas, trepidar la vajilla y tintinear los vidrios de las ventanas, o una catástrofe del grado undécimo originará una fractura de decenas de kilómetros, formando un monstruoso escalón en la superficie de la tierra a través de huertos desgarrados y de carreteras destruidas, sepultando pueblos con corrimientos de tierras y convirtiendo las casas en informes montones de cascotes...

Ha quedado en la memoria de todos la tragedia ocasionada por un sismo de décimo grado en la ciudad marroquí de Agadir. Pero son pocos los que están enterados del terremoto acaecido en marzo de 1953 en aquellos mismos lugares. Se percibió en la costa de Marruecos y en España con una fuerza que apenas llegaba al quinto grado. Y, sin embargo, la energía del mismo fue, por lo menos, ¡cien veces mayor que la de la catástrofe de Agadir!

El autor de estas líneas hubo de estudiar tiempo ha miles de sismogramas antes de establecer que el quid de la cuestión residía en la profundidad de foco. Cuando mayor es ésta, tanto más rápida es la extinción de las oscilaciones en las entrañas de la Tierra. El foco del terremoto de Agadir estaba a dos o tres kilómetros de profundidad, en tanto que el del mismo español se hallaba a 640 kilómetros. Esa es la explicación de las inmensas diferencias de la fuerza de las sacudidas subterráneas que se dejan sentir en la superficie de la Tierra.

Conocer la profundidad del futuro foco no es todo, ni mucho menos. Y la energía que se acumulará en él depende de la firmeza del terreno. Las rocas monolíticas semejan un muelle corto, pero muy tenso: el desplazamiento es de unos metros, en cambio la energía es monstruosa. Verdad es que una cantidad de energía igual se puede liberar también allí donde los terrenos son esponjosos. Semejante zona es comparada también con un muelle, pero ya largo y flojo. Las fracturas allí son a veces de muchos kilómetros de longitud, aunque el desplazamiento del terreno puede ser muy pequeño.

El área de la zona de peligro, su profundidad y las propiedades de las rocas del subsuelo es el único conjunto de datos que puede servir de punto de

partida para el cálculo de la fuerza del terremoto en ciería.

### ¿Y no se podría hacer que no lo hubiera en general?

Conjurar el terremoto. ¿Qué significa eso? Conducir a alguna parte los miles de millones de megajulios de energía acumulados en la zona peligrosa de la corteza terrestre. Aflojar ese muelle de las entrañas terrestres poco a poco, con tranquilidad, sin sacudidas ni interrupciones, ya que cualquier impulso, por mínimo que fuera, podría ser ese fatal mecanismo disparador que desgarrase la firme costura del foco subterráneo, haciendo la catástrofe inevitable.

¿No sería mejor quitar esa energía a las capas terrestres antes de que llegase a ser energía potencial de las capas en tensión a ambos lados de la fractura en ciería?

Es interesante el que en la Antártida, un país montañoso cubierto por una poderosa capa de hielo, que en algunos lugares llega hasta los cinco kilómetros de espesor, no hay terremotos. Parece que hayan sido desplazados a la periferia, formando un anillo paralelo a los sistemas orográficos submarinos. Por ahora no hay una explicación de este fenómeno. Pero existe una conjetura curiosa del profesor V. Magnitski: el grueso casquete de hielo crea en el subsuelo de la Antártida condiciones térmicas especiales, que impiden los terremotos.

¿Y no se podría curar a la Tierra de los espasmos con el frío? Imagínese un sistema de potentes centrales eléctricas que funcionan a base del calor subterráneo. Poderosas perforadoras han profundizado en la materia del manto. Por tubería se inyecta agua fría a decenas de kilómetros de profundidad. Allí se calienta hasta cientos de grados y, extraída a la superficie, cede su energía por mediación de potentes intercambiadores de calor.

Al cabo de un año o dos de haber sido puesta la central en servicio, el sector superior del manto en torno a los pozos empezará a enfriarse debido al importante flujo de calor hacia la superficie. Según el profesor O. Kremnirov, un grupo de pozos, situados formando un anillo de cien kilómetros de diámetro, garantizaría la alimentación a una central eléctrica de diez millones de kilovatios. De las entrañas de la Tierra se extraería una energía superior a  $10^{17}$  julios al año! Entretanto, bastaría sacar de  $10^{15}$  a  $10^{16}$  julios, en una superficie de cien por cien kilómetros, para desarmar a las fuerzas latentes, que llegado el momento provocarían la convulsión de la corteza terrestre.