

Predecir el terremoto no, prevenirlo sí

La ciencia ya puede estimar con una alta fiabilidad el peligro sísmico de cualquier zona de la Tierra

MIGUEL HERRAIZ 17/03/2010

Los recientes terremotos ocurridos en Haití (12 de enero, magnitud 7,0) y Chile (27 de febrero, magnitud 8,8) y sus trágicos efectos han dado lugar a las lógicas preguntas: ¿cómo se originan? ¿Es posible predecirlos? ¿Se puede hacer algo para evitarlos? En este caso, además, la proximidad temporal de estos dos terremotos ha suscitado un nuevo interrogante: ¿tienen algo que ver entre sí ambos sucesos? Para responder a estas cuestiones, vamos a situarnos en el marco de la dinámica global de nuestro planeta, en lo que se entiende como tectónica de placas.

Los recientes terremotos ocurridos en Haití (12 de enero, magnitud 7,0) y Chile (27 de febrero, magnitud 8,8) y sus trágicos efectos han dado lugar a las lógicas preguntas: ¿cómo se originan? ¿Es posible predecirlos? ¿Se puede hacer algo para evitarlos? En este caso, además, la proximidad temporal de estos dos terremotos ha suscitado un nuevo interrogante: ¿tienen algo que ver entre sí ambos sucesos? Para responder a estas cuestiones, vamos a situarnos en el marco de la dinámica global de nuestro planeta, en lo que se entiende como tectónica de placas.

La litosfera terrestre, es decir, la parte rígida y fría que abarca la corteza y la zona más superficial del manto, está fragmentada en grandes placas que se mueven horizontalmente, con independencia entre ellas y con velocidades de pocos centímetros al año. El arrastre de estas placas es producido por la parte superior del manto (astenosfera) sobre la que flotan que, a su vez, se mueve por las corrientes convectivas del manto.

Las interacciones de unas placas con otras han originado a lo largo de millones de años los grandes rasgos geológicos (montañas, trincheras y dorsales oceánicas, fallas y pliegues) y son actualmente la causa de los volcanes y los terremotos. Estos últimos se originan cuando la tensión producida en el encuentro de las placas y acumulada con el paso de los años supera la resistencia de las rocas en una zona de fragilidad (falla) y se libera súbitamente. Cerca del 95% de la energía sísmica se produce en los bordes de placas, y un 5% en su interior. Este último es el caso de los terremotos que ocurren en el interior de China y que están originados por el empuje de la placa de la India sobre la placa asiática. El mismo fenómeno ha generado la cordillera del Himalaya.

La mayor parte de la energía sísmica que se origina en los bordes de las placas se debe a un proceso de subducción por el cual una placa se desliza por debajo de otra. La subducción más frecuente tiene lugar cuando una placa oceánica choca con una continental. Esto es lo que sucede en el océano Pacífico, frente a la costa de Chile, donde la placa de Nazca (oceánica) se introduce por debajo de la placa suramericana (continental) con una velocidad próxima a 67 milímetros / año, produciendo terremotos gigantescos como el ocurrido ahora o como el del 22 de mayo de 1960 que, con su magnitud de 9,5, constituye el mayor fenómeno sísmico registrado instrumentalmente. La formación de los Andes y el volcanismo del área suramericana son también resultados de este choque de placas.

Por su parte, en el terremoto de Haití las placas que actuaron fueron la del Caribe y la de Norteamérica. El encuentro de ambas no fue de subducción sino de desplazamiento horizontal relativo con una velocidad aproximada de 20 milímetros/año. La rotura se produjo a lo largo del sistema de fallas Enriquillo-Plantain Garden, a una profundidad de 13 kilómetros, notablemente más pequeña que en Chile donde el hipocentro se localizó a 35 kilómetros.

Se trata, por tanto, de dos terremotos originados no sólo muy lejos uno del otro sino en marcos tectónicos muy diferentes, lo que permite afirmar que no guardan relación entre sí. Su coincidencia en el tiempo ha sido producto de la casualidad. Como también lo han sido otros dos terremotos de magnitud 7,0 que han ocurrido en el mismo periodo (18 y 26 de febrero) al sur de Japón y en la frontera de Rusia y Corea y han pasado desapercibidos para los medios de comunicación, y el más reciente de Turquía (8 de marzo) que, a pesar de su moderada magnitud (5,9), ha causado más de 50 muertos.

El marco de la tectónica de placas permite aproximarnos con más perspectiva al tema de la predicción de los

terremotos ya que nos proporciona una explicación general sobre su origen. Es fácil aceptar que, mientras las placas sigan moviéndose y las fallas continúen existiendo, seguirán produciéndose terremotos. Es decir, podemos afirmar que donde ha habido sacudidas sísmicas volverá a haberlas, y su magnitud será similar a la de los terremotos anteriores. Pero esto no es en absoluto una predicción si entendemos el término predicción como una indicación, con sus márgenes de incertidumbre, de dónde y cuándo ocurrirá un terremoto individual, de cuánto será su magnitud y de cuál es la probabilidad de acierto de esta predicción.

Esto, hoy por hoy, no es posible con el grado de desarrollo de la sismología. ¿Por qué? ¿Qué es lo que hace que la predicción no sea posible para el caso de terremotos individuales mientras que sí lo es para otros fenómenos naturales como los huracanes o las erupciones volcánicas?

La respuesta es compleja y afecta tanto a la física del fenómeno como a sus observaciones. Por una parte, la corteza terrestre es extremadamente heterogénea y la distribución real de los esfuerzos actuantes y de la energía acumulada no es suficientemente conocida. Además, no existe una comprensión clara del proceso en la fuente sísmica y no se sabe bien cómo se produce la rotura ni cómo una falla concreta interactúa con los sistemas próximos y éstos entre sí. A pesar de los grandes progresos en los últimos años, todavía hay más preguntas que respuestas.

La falta de comprensión del proceso explica que no exista un fenómeno observable que pueda ser considerado sin ambigüedades como un precursor sísmico. Ello marca una diferencia muy clara respecto a los otros fenómenos naturales. Por ejemplo, aunque cada volcán es diferente, se puede predecir una erupción analizando la evolución de distintos fenómenos como las emisiones de gases, las deformaciones del edificio volcánico o la sismicidad asociada. En el caso de los terremotos, ninguno de los fenómenos considerados como precursores (variación del nivel de gas radón en los pozos, cambios en la razón de velocidades de las ondas P y S, modificaciones en la sismicidad de la zona, etcétera) parece ser realmente fiable. Es necesario por tanto profundizar en la comprensión del proceso sísmico y buscar nuevos fenómenos que sean observables y guarden una relación directa y estadísticamente probada con los terremotos.

A las dificultades inherentes al proceso sísmico se añade el problema de la observación de los fenómenos relacionados con él. En la investigación sismológica no ha habido, hasta los últimos años, un sistema de observación similar al de los satélites en el caso de la meteorología. Esta situación ha mejorado notablemente en la última década con la interferometría desde satélite y la creación de redes de GPS que permiten estudiar la evolución espacial y temporal de los campos de esfuerzos. Pero todavía hay que avanzar mucho en la captación de datos de interés sismológico.

El reconocimiento de estas limitaciones no debe llevarnos al pesimismo. Actualmente la sismología puede estimar con una alta fiabilidad el peligro sísmico de cualquier zona del planeta. Al hacerlo, permite señalar, con tiempo suficiente, en qué lugares es más urgente tomar medidas de prevención que permitan disminuir las pérdidas humanas y materiales. El trabajo en esta línea incluye el diseño de escenarios sísmicos en los que se evalúen los posibles daños y se planifique la respuesta necesaria, la educación de la población, el desarrollo de normativas de construcción sismorresistente y la exigencia de su cumplimiento. En algunos casos es posible también establecer sistemas de alerta sísmica temprana, como el de la Ciudad de México, o proteger instalaciones y servicios críticos como conducciones de gas y electricidad o trenes de alta velocidad.

La eficacia de las medidas de prevención explica la diferencia en el número de víctimas mortales producidas por los terremotos de Haití y Chile. En el primer caso, la mala construcción generalizada, la ausencia de una conciencia colectiva de amenaza sísmica y la falta de una estructura social sólida han contribuido a multiplicar el número de víctimas hasta alcanzar la pavorosa cifra de 230.000 muertos. En el segundo, el número de víctimas mortales no supera las 500, muchas de ellas debido a un inexplicable fallo humano en un sistema de alerta de *tsunamis* bien diseñado. Está claro, por tanto, que se pueden tomar medidas para disminuir el impacto de los terremotos. Y que es urgente hacerlo.