



Algo de la **ciencia e historia** de los **sismos y sus consecuencias**

Los sismos son fenómenos naturales que desde la antigüedad tienen un profundo impacto en varios aspectos de la vida, desde el pensamiento filosófico, jurídico y científico. A través de algunos ejemplos, se presenta una breve cronología de su influencia en la sociedad, hasta el reciente sismo del 19 de septiembre de 2017 en México. Asimismo, se muestra algo de la ciencia de la sismología y muchos de los problemas que aún quedan por resolver.

Los temblores han estado presentes durante toda la historia de la humanidad. Estos fenómenos naturales son capaces de destruir una sociedad, cambiar el curso de una nación y alterar nuestra manera de percibir la naturaleza. En el año 1556, en Shensi, China, un sismo que duró un par de minutos mató a 800 000 personas; en la historia reciente, se estima que desde 1900 a la fecha han muerto a causa de los sismos aproximadamente dos millones de personas. Por ello no es de sorprender que los temblores puedan cambiar la historia en un país, alterar

el tejido social y la manera de pensar. Lo que sí es sorprendente es que la sismología sea una ciencia muy nueva y poco desarrollada, en comparación con otras disciplinas, como la física o la biología.

Tan importantes son los sismos que se vuelven parte de nuestra mitología. Así, en “Hebreos 11:30” leemos cómo caen las murallas de Jericó cuando siete sacerdotes suenan sus trompetas. En “Lucas 21:11” dice: “y habrá grandes terremotos y en diferentes lugares hambres y pestilencias; y habrá terror y grandes señales del cielo”. Los escritos del Antiguo y Nuevo Testamento vienen de una región que es propensa a los sismos. Es claro que había mucho miedo y desconocimiento ante estos fenómenos. Seguramente los muros de Jericó no se cayeron por las trompetas que –dice la Biblia– soplaron los sacerdotes, ya que ahora sabemos que esta ciudad está ubicada muy cerca de una falla geológica.

El estudio de los sismos antiguos y sus efectos en las civilizaciones pasadas es parte de la arqueosismología, disciplina impulsada por el geofísico israelí Amos Nur, de la Universidad de Stanford. Su libro *Apocalypse* (2008) ofrece un recuento desde la antigüedad, las culturas de Mesoamérica y los tiempos modernos. La primera evidencia de muerte por un posible sismo se encuentra en la Cueva de Shanidar, en Irak. Ésta fue habitada de manera continua por casi 60 000 años; en 1975 se convirtió en un sitio arqueológico protegido (Zeilinga y Sanders, 2005).

Uno de los eventos más importantes para la sismología moderna fue el gran sismo de Lisboa de 1755. A las 9:30 de la mañana del 1 de noviembre ocurrió un sismo que se estima fue de magnitud cercana a 9 y mató a 70 000 personas en Portugal, España y el norte de África. Dado que era el día de Todos los Santos, muchos fallecieron dentro de las iglesias. Entre el caos, varios habitantes se fueron hacia el puerto, que minutos después fue destruido por un tsunami. Además, las lámparas de aceite en las casas incendiaron la ciudad; se estima que se perdió 70% de las casas de Lisboa. Este temblor es el primer gran catástrofe natural plenamente registrada que golpeó a Europa.

Como consecuencia de este evento, el cristianismo entró en crisis, ya que la gente se preguntaba si los temblores eran castigos divinos. La filosofía del optimismo –que entonces permeaba a Europa– fue cuestionada y conllevó al gran debate

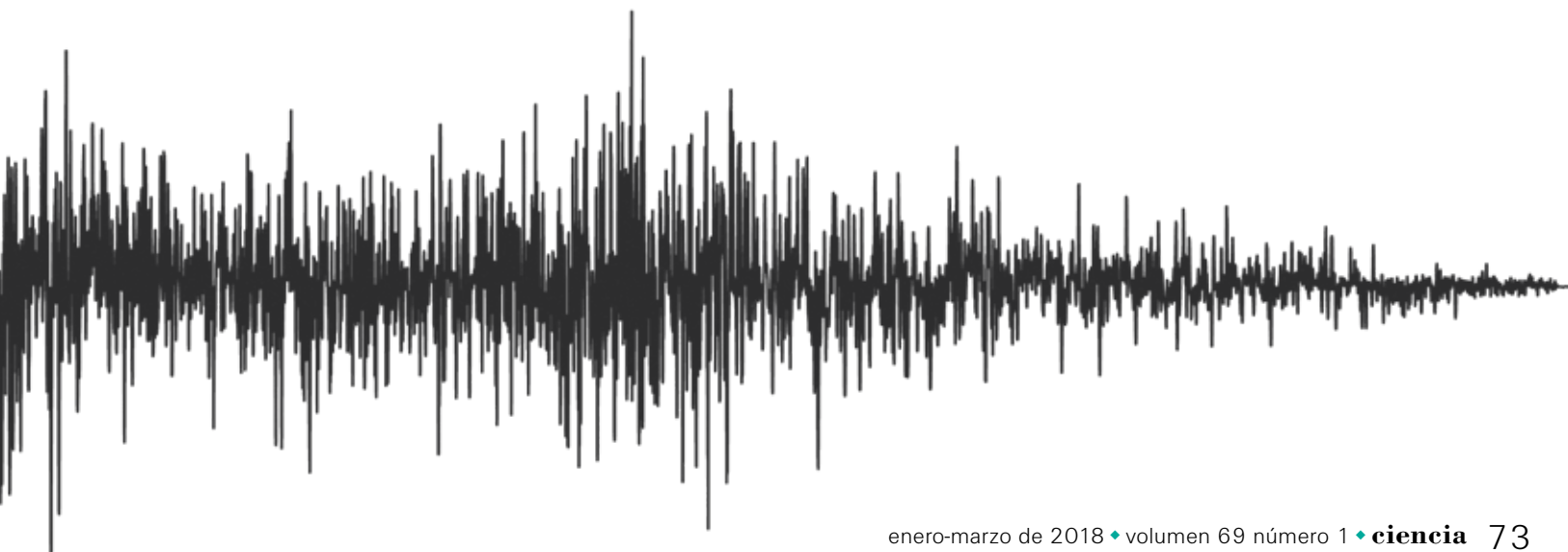




Figura 1. Ejemplo de la arquitectura antisísmica del marquês de Pombal. Estructura interna para un edificio.

entre Voltaire y Rousseau sobre el papel de la providencia en el desastre de Lisboa (Dynes, 2000). También se inauguró el concepto de *manejo de riesgos*; así como la arquitectura antisísmica y el manejo de miles de cadáveres después de un desastre (Almeida, 2009). Este proyecto lo inició Sebastião José de Carvalho e Mello, mejor conocido como el marquês de Pombal, consejero del rey José I de Portugal, quien se hizo cargo de Lisboa después del temblor.

Los temblores

Cuando tiembla, en la tierra se generan ondas elásticas. No es algo extraño, pues basta con golpear una pared con un martillo y se generará este efecto. Cuando estas ondas se propagan en aire, se llaman *sonido*. Principalmente, existen tres tipos de ondas elásticas; sin entrar en detalle, son las rápidas u ondas *p*, las secundarias u ondas *s*, y las ondas de superficie, que son las que más fuerte sentimos.

Hace algún tiempo a alguien se le ocurrió pegar un lápiz a una plomada, poner un pedazo de papel abajo y esperar. Esto es un sismógrafo de péndulo primitivo. Con este principio y algunas sofisticaciones técnicas, el 17 de abril de 1889, el sismólogo alemán Ernst von Rebeur-Paschwitz detectó en Potsdam, Alemania, un temblor que ocurrió a más de 8 000 km de distancia, en Japón. Su artículo original está disponible en línea y es de importancia histórica (Lomnitz, 1994) por ser el primer sismograma medido.

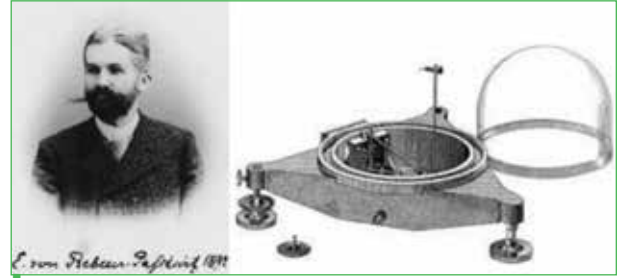


Figura 2. El geólogo alemán Ernst von Rebeur-Paschwitz y el sismógrafo utilizado para grabar el primer sismograma, en 1889.

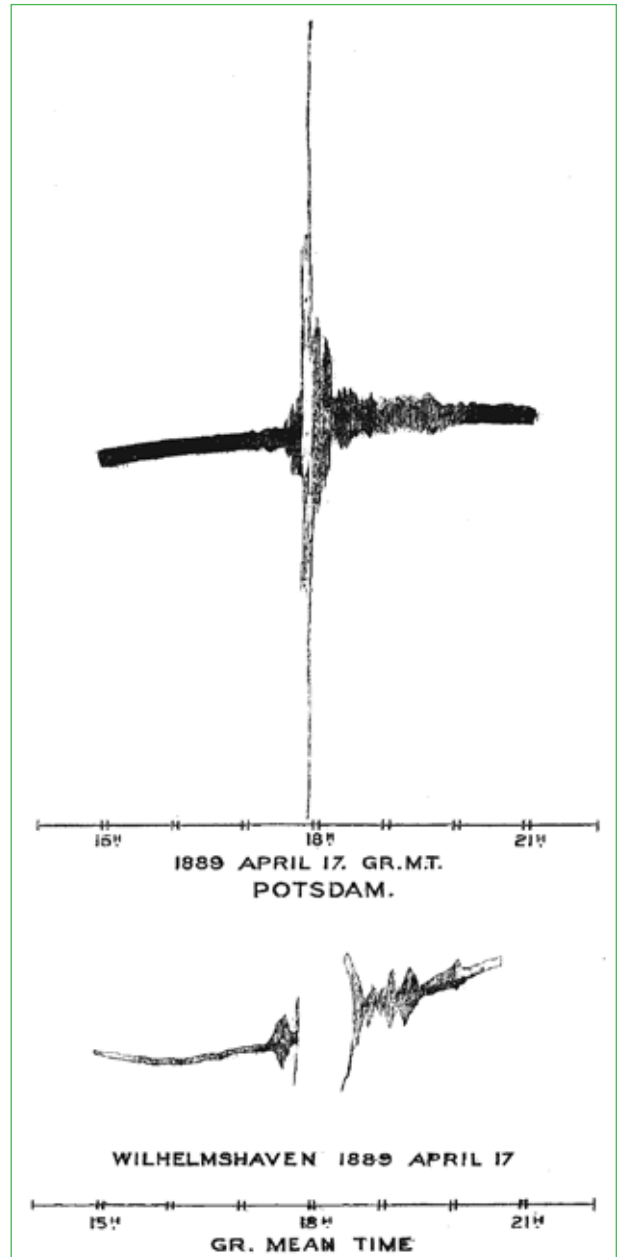


Figura 3. Primer sismograma del 17 de abril de 1889, registrado en Potsdam, Alemania, de un sismo ocurrido en Japón.

Pero en la actualidad los sismogramas ya son digitales. Se puede utilizar un teléfono celular con sistema operativo Android y la aplicación MyShake para que el dispositivo se convierta en un sismógrafo. En un ejemplo de un sismograma moderno (véase la Figura 4) se ven las tres ondas que se mencionaron antes: ondas *p*, que se detectan en los primeros segundos; ondas *s*, que son más lentas y suceden a las *p*; finalmente, las de superficie, que son ondas de mayor amplitud.

Cuando se genera un sismo, las ondas se propagan por todo el mundo y varias estaciones sísmicas detectan el temblor. De estos sismogramas podemos obtener toda la información de los temblores. Entre más fuerte es el temblor, la amplitud del sismograma es mayor. Esto es bien conocido de los cursos de física básica: la energía de la onda es proporcional al cuadrado de su amplitud.

A partir de dicha observación, el físico estadounidense Charles Richter revolucionaría la sismología en 1935. Aunque la escala de Richter fue un avance importante para poder determinar la intensidad de los sismos, tomemos en cuenta que para ese entonces la teoría especial de la relatividad ya llevaba 30 años de estudios y la teoría general de la relatividad, alrededor de 20 años; también Hubble ya nos había enseñado que el universo se expandía. La escala de Richter mostró no ser muy útil para sismos grandes y fue hasta 1977 –tan sólo hace 40 años– que se in-

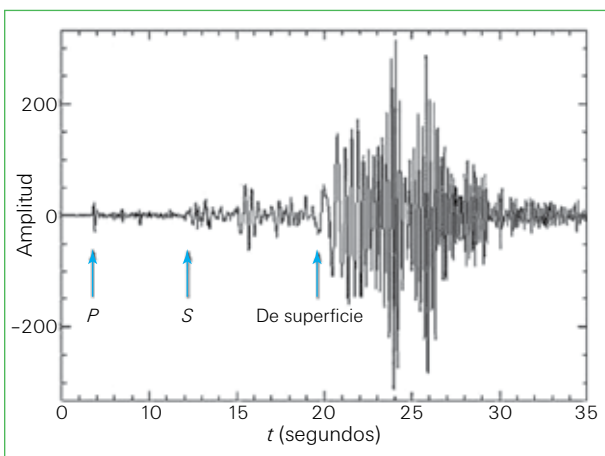
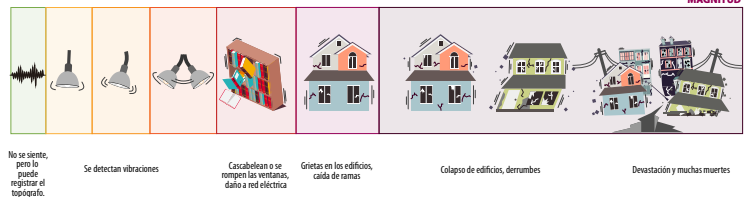


Figura 4. Sismograma moderno. Se observan las ondas *p*, *s* y de superficie. Las ondas de superficie tienen una amplitud más grande que las otras dos.

La escala de Richter

Charles Richter se doctoró en física teórica en el Instituto Tecnológico de California, para dedicarse después a la sismología. Junto con Beno Gutenberg estableció lo que se conoce como la escala de Richter, la cual involucra medir la amplitud de la onda y la distancia del epicentro del sismo al punto donde se ubica el sismógrafo. Esto último se obtiene de la diferencia del tiempo en que llega la onda *p* y posteriormente la onda *s*.

ESCALA DE MAGNITUD E INTENSIDAD DE SISMIOS



rodujo la escala de magnitud de momento, que es la más utilizada hoy en día. No obstante, tomemos en cuenta que mientras el sismólogo japonés Hiroo Kanamori establecía esta escala más adecuada para medir la intensidad de los sismos, en 1977 ya conocíamos el origen del universo, se había medido la radiación de fondo y Watson y Crick ya habían propuesto desde hacía más de 20 años el modelo de estructura en doble hélice del ADN. Pareciera que la sismología apenas prendía fuego con un pedernal, mientras que la astronomía buscaba el origen del universo y la biología explicaba el funcionamiento básico de la vida.

Pero el aparente retraso de la sismología, en comparación con otras áreas del conocimiento, no sólo tiene que ver con la dificultad científica del problema, sino también con la complejidad de la Tierra. No hay un terremoto universal que describa todo lo que conocemos de los sismos; cada uno ocurre y se desarrolla de manera distinta. Muchos temblores han tenido varias peculiaridades muy específicas. Así, el sismo del 19 de septiembre de 1985 en México mostró que, debido a las características particulares del suelo del Valle de México, las ondas sísmicas pudieron haber sufrido una amplificación inusual.



Hay otra peculiaridad de la sismología en cuanto a lo que no puede hacer, pero que es algo básico que toda ciencia pretende: predecir cuándo, dónde y cómo será el siguiente evento. La complejidad de este fenómeno hace que a la fecha no sea ni remotamente posible estimar cuándo, dónde y con qué magnitud ocurrirá un sismo. Una revisión del problema de predicción de sismos fue presentada hace más de 20 años y desde entonces los avances han sido muy pocos. Si alguien le dice que puede predecir los sismos, la única verdad es que le está mintiendo.

■ Los sismos para entender a la sociedad

■ Los sismos también son como una radiografía de la sociedad, que muestra sus fragilidades. Por ejemplo, el gran sismo de Nicaragua de 1972 provocó la destrucción de gran parte del aparato económico, mientras que la marginalización de un gran sector urbano en anillos de pobreza sirvió como catalizador para la revolución Sandinista (Zeilinga y Sanders, 2005).

En el caso del sismo del 19 de septiembre de 2017 en México se revelan varias debilidades del sistema de gobierno. Por un lado, la sociedad se organiza para ayudar por encima de las autoridades; es evidente la desconfianza en el manejo de las donaciones por parte de estas últimas. El llamado del gobierno a donar casas de campaña muestra que en un país con alta actividad sísmica no existe un plan de contingencia para habilitar refugios o asentamientos temporales. Por otro lado, el derrumbe de una parte de una universidad privada al sur de la Ciudad de



Figura 5. Managua, Nicaragua, después del temblor de 1972.

México, con el resultado de cinco estudiantes muertos, sin un peritaje oficial (porque dicha Universidad decide hacer sus propios peritajes; es decir, decide ser juez y parte) le quita al gobierno la rectoría sobre un proceso judicial; en otras palabras, se hace a un lado a la autoridad. Asimismo, un estudio realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México sobre las fracturas en la Ciudad de México (disponible en el *Atlas Nacional de Riesgos*) sería descalificado por la autoridad de la capital y no con una base científica, sino simplemente porque no les gustó. Finalmente, los medios de comunicación ya hablan de un fenómeno único: el cártel de las inmobiliarias, lo cual abre muchas preguntas jurídicas.

Así, la sismología, una disciplina con muchas caras, nos muestra su profunda influencia en varios aspectos de la vida diaria: desde la arqueología, la historia, la ciencia, la sociología, la certidumbre jurídica, entre otras esferas. Las preguntas que abre la sismología son de gran importancia para México, un país con una actividad sísmica importante y una escasa infraestructura para hacer frente a muchas de sus consecuencias.

Raúl Esquivel Sirvent

Instituto de Física, UNAM.

raul@fisica.unam.mx

Lecturas recomendadas

- Almeida, A. B. de (2009), "The Lisbon Earthquake and the Genesis of the Risk Management Concept" en L. A. Mendes Victor et al. (eds.), *The 1755 Lisbon Earthquake: Revisited, Geotechnical, Geological, and Earthquake Engineering*, 7:147-165.
- Atlas Nacional de Riesgos*. Disponible en: <www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx>.
- Dynes, R. R. (2000), "The Dialogue between Voltaire and Rousseau on the Lisbon Earthquake: The Emergence of a Social Science View", *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 18:97-115.
- Lomnitz, C. (1994), *Fundamentals of Earthquake Prediction*, Nueva York, Wiley International.
- Nur, A. (2008), *Apocalypse*, Princeton, Princeton University Press.
- Zeilinga, J. y D. T. Sanders (2005), *Earthquakes in Human History*, Princeton, Princeton University Press.

