



EDITA: HERALDO DE ARAGÓN EDITORA S. L. U.
Presidenta Editora: Pilar de Yarza Mompeón
Vicepresidente: Fernando de Yarza Mompeón
Director General: Carlos Núñez Murias

Director: Miguel Iturbe Mach
 Subdirector de Información: Santiago Mendive. Subdirectora de
 Desarrollo Digital: Esperanza Pamplona. Redactor-Jefe de Orga-
 nización y Cierre: Mariano Gállego. Adjunto a la Dirección para

Opinión: José Javier Rueda. Política: Mónica Fuentes.
 Economía: Luis H. Menéndez. Municipal: Manuel López.
 Digital: Nuria Casas. Deportes: José Miguel Tafalla. Cultura:
 Santiago Paniagua. Fotografía: José Miguel Marco.

Gerente: José Andrés Nalda Mejino
Comercializa: Blue Media Comunicación S. L.
Imprime: Impresa Norte S. L.
Distribuye: DASA. Distribuidora de Aragón S. L.

LA FIRMA | Por José Badal Nicolás

Sismología forense

Partiendo del estudio de las ondas sísmicas registradas por aparatos de gran precisión, los sismólogos pueden rastrear el origen y la causa de una perturbación sísmica. Así se pueden detectar las pruebas de armas nucleares

Las decenas de miles de sismógrafos instalados de manera permanente o temporal en diversas áreas de nuestro planeta detectan con gran fiabilidad las perturbaciones elásticas, naturales o provocadas, que se originan tanto en la superficie como en el interior de la Tierra. Escuchan el 'sonido' de la Tierra, captan la 'luz' que nos permite escudriñar dentro de la Tierra. Dicho de otro modo: registran las ondas sísmicas que se propagan por el medio terrestre, que no son otra cosa que la manifestación de la energía liberada por los terremotos de forma natural, o bien por sismos provocados artificialmente por el ser humano con fines varios. La mayoría de estos últimos, de muy pequeña magnitud (algo más que explosiones en canteras), son con fines de investigación, para adquirir la mayor cantidad posible de datos sísmicos y procesarlos eficazmente mediante algoritmos matemáticos y así obtener un modelo del medio en dos o tres dimensiones. Sin embargo, otros, de mayor magnitud, son la consecuencia de ensayos nucleares realizados en tierra y a veces en el océano o en la atmósfera (pese a su total prohibición).

Las ondas sísmicas nos aportan información muy valiosa sobre la naturaleza físico-química de las distintas estructuras terrestres por cuyo interior se propagan: morfología, zonas de transición, velocidades sísmicas, densidad, anisotropía, composición química e incluso estado térmico. Y esto para profundidades desde decenas o pocos centenares de metros hasta decenas o cientos de kilómetros. Claro está que la energía detectada debe ser suficiente para poder filtrarla del ruido sísmico natural de fondo. ¿Y qué sucede cuando la relación entre señal y ruido es baja o, peor aún, cuándo no se tienen suficientes datos porque la sismicidad natural no es intensa, o porque se dispone de un reducido número de estaciones sísmicas? En tales casos la ciencia sismológica está hoy en condiciones de analizar el ruido sísmico ambiente (que en contra de lo que puede pensarse porta señal sísmica) y obtener resultados de interés, soslayando así la ausencia de terremotos o la escasa instrumentación.

Los modernos sismógrafos de banda ancha son extremadamente sensibles y fiables, capaces de registrar cualquier tipo de actividad o fenómeno que genere on-



LEONARTE

das sísmicas y deje su huella en un sismograma. Estas ondas no solo son imprescindibles para la investigación sismológica, sino que también son muy útiles para averiguar el origen natural o artificial de la fuente correspondiente. Nos brindan, por ejemplo, la oportunidad de conocer con precisión dónde ocurre un evento sísmico y si tiene una causa natural o artificial. El análisis de las ondas sísmicas mediante complejos algoritmos matemáticos permite avanzar en el conocimiento del medio terrestre a diferentes escalas; pero también, echando la vista atrás, indagar acerca de la ubicación y naturaleza de la fuente de energía. Y este rasgo es precisamente el que define la sismología forense como disciplina orientada a la localización y caracterización del origen de una perturbación sísmica. Admitiendo el símil, la sismología forense viene a ser la policía científica que a partir del estudio del escenario del crimen (los sismogramas) investiga el dónde, cuándo y cómo se produce un evento sísmico cuyo origen suscita recelo.

No solo es posible discriminar si un registro sísmico correspon-

«La sismología forense acaparó la atención de las autoridades políticas y los mandos militares al término de la Segunda Guerra Mundial»

de a un terremoto, a la detonación de una carga de dinamita con fines de prospección sísmica, a una explosión en cantera, a un desafortunado accidente ferroviario, al tráfico rodado (ruido cultural) o al impacto de una onda acústica. También es posible identificar otros fenómenos ligados a la dinámica atmosférica (grandes tormentas eléctricas, viento fuerte, lluvia intensa) o a la generación de ruido sísmico ambiental debido al impacto del oleaje en las costas. Con muchos registros sísmicos obtenidos durante un dilatado periodo de tiempo, se pueden analizar los cambios observados en el ruido natural de fondo inducidos por fenómenos atmosféricos y por ende su incidencia en el cambio climático. Aunque tal vez lo más relevante sea la posibilidad de detectar una explosión nuclear (anunciada o no) por el rastro que deja en los sismogramas.

La sismología forense acaparó la atención de las autoridades políticas y los mandos militares al término de la Segunda Guerra Mundial, cuando se hizo patente la necesidad de disponer de información veraz sobre la proliferación de armas nucleares, lo que a su vez, desde entonces hasta ahora, ha propiciado el desarrollo de la ciencia sismológica mediante la aportación de importantes recursos para la investigación básica.

José Badal Nicolás es catedrático de Física de la Tierra y miembro de la Asociación de Profesores Eméritos de la Universidad de Zaragoza (Apeuz)

EN NOMBRE PROPIO

José Luis Melero

Gente útil

En el famoso cuadro 'Los poetas contemporáneos. Una lectura de Zorrilla en el estudio del pintor', que pintó Esquivel en 1846 y se conserva en el Prado, Mariano Roca de Togores fue inmortalizado junto con Hartzenbusch, el duque de Rivas, Espronceda, Campoamor, Zorrilla y tantos otros poetas españoles de la época. Roca de Togores, aristócrata, ministro en numerosas ocasiones, embajador en Londres, París y la Santa Sede, mecenas de pintores y escritores y escritor él mismo en sus ratos libres, fue director de la RAE y miembro de las Academias de la Historia, de la de Bellas Artes de San Fernando y de la de Ciencias Morales y Políticas, de la que fue fundador. Perteneció por tanto a cuatro Reales Academias, por lo que casi podríamos decir que fue académico antes que cualquier otra cosa. Han pasado a la historia sus extraordinarios discursos de recepción a los nuevos académicos, que le fueron encomendados en gran número, dada su contrastada pericia. Si de algo sabía pues era de academias y de académicos. Pues bien, Roca de Togores solía decir que a las academias los próceres y los magnates las hacen visibles, los ingenios las hacen famosas, pero sólo sus miembros trabajadores las hacen útiles. Yo creo que esto lo tenía presente Marañón cuando escribió aquello de que la eficacia es la medida de la inteligencia. Vamos, que lo que necesitamos no son figurines, ni predicadores, ni gente ingeniosa u ocurren-te. Lo que necesitamos es gente trabajadora que sea útil a la sociedad a la que sirve y nos saque de este atolladero. Hoy más que nunca.

De la Real Academia de Nobles y Bellas Artes de San Luis

CON DNI

Rosa Belmonte

Miedo

El umbral del dolor puede ser diferente en cada persona. El del miedo, también. Ahí está el valiente de Alexéi Navalni tocando las narices a Putin. Volviendo a Rusia después de su envenenamiento. Detenido, le dejan cinco minutos con su abogado. Y ahí anda el tío, en lugar de poner mucha estepa de por medio. Está muy bien que Roosevelt dijera aquello de que solo había que tener miedo al propio miedo. Me gusta más Pedro Muñoz Seca frente al pelotón de fusilamiento en Paracuellos: «Podéis quitarme mi hacienda, mi patria, mi fortuna e incluso, como estáis a punto de hacer, mi vida. Pero hay una cosa que no podéis quitarme: el miedo que tengo ahora mismo». Malala, que solo me interesa cuando es convocada en 'Superempollonas', decía ser más fuerte que el miedo.

No lo son los que han decidido que el instituto francés que se iba a llamar Samuel Paty no lo haga. Paty es el profesor decapitado por haber enseñado en clase caricaturas de Mahoma. Al alcalde de Ollioules le había parecido buena idea cambiar el nombre Les Eucalyptus por el del profesor asesinado por la barbarie. Pero no contaba con los profesores, los padres de los alumnos y hasta los alumnos. En contra, el 100% de los primeros, el 89% de los segundos y el 69% de los terceros. Porque, han dicho, les convertiría en objetivo. Un riesgo que puede ser evitado. Es muy fácil criticar cuando no vamos a estar en ese instituto. Pero es desolador. Como cuando alguna monja ogro nos decía que no quería que le tuviéramos miedo, sino respeto. Nunca dejamos de tenerle miedo. Respeto, ninguno. Los niños tienen miedo a la oscuridad. Los adultos tienen miedo a la oscuridad del fanatismo.