

Índice

Presentación

Sismos y sismicidad en México
Emilio Rosenblueth

Los sismos como fenómeno social: una visión histórica
Virginia García Acosta y Teresa Rojas Rabiela

El macrosismo de 1985 y sus efectos sociales:
un estudio a partir de la prensa capitalina
Jesús Orozco Castellanos

La construcción de la realidad y el terremoto de 1985
Francisco J. Núñez de la Peña

Debate

Acerca de los autores

Presentación

A cuatro años de ocurridos los sismos de 1985, en septiembre de 1989, el Centro de Investigación Sísmica de la Fundación Javier Barros Sierra organizó una mesa redonda con el tema "Macrosismos y sus efectos sociales, políticos y económicos". En dicha reunión se pretendió llevar a cabo un intercambio de ideas y una evaluación de lo ocurrido, con la participación de especialistas en diferentes disciplinas que han abordado el estudio de los sismos a partir de ópticas diversas.

Quienes prepararon los trabajos que ahora se publican, y que dieron pie a una rica discusión, parte de la cual está incluida en esta publicación, representan claramente la variedad de enfoques que un tema como el de los sismos permite aplicar. Entre ellos se encontraron: un ingeniero, una antropóloga social, una etnohistoriadora, un economista y un filósofo. El producto de la reflexión de cada uno de ellos, valiéndose de diferente material de análisis, partiendo de metodologías propias y, en suma, teniendo como hilo conductor un mismo tema, pero visualizándolo desde su particular perspectiva, constituye un aporte original al campo de la sismología en general.

Los estudios cuyos resultados están aquí incluidos han continuado, de manera que buena parte de las propuestas que en ellos se hacen ya han avanzado. Esperamos que en una próxima ocasión se lleve a cabo una revisión y balance de estos avances en aras de una mayor profundización en el conocimiento de estos fenómenos naturales que, históricamente, han afectado a nuestra sociedad.

Sismos y sismicidad en México

Emilio Rosenblueth
Instituto de Ingeniería, UNAM

Introducción ¹

La corteza terrestre está constituida por grandes placas poco deformables (véase fig. 1). Arrastradas por corrientes magmáticas del manto y empujadas por la nueva corteza que se forma en ciertas aberturas, principalmente submarinas, las placas se mueven unas con respecto a otras. Estos movimientos relativos son resistidos por fricción cuyo vencimiento suele dar origen a temblores.

Los movimientos relativos entre placas alcanzan varios centímetros por año. Pueden ser de tres tipos:

De separación horizontal en las aberturas. Causan temblores débiles que generalmente no ocurren cerca de áreas pobladas.

De deslizamiento horizontal relativo. Estos tienen lugar en las llamadas fallas de transformación.

De subducción. Se presentan porque una placa se dobla y penetra bajo otra.

Nos interesan aquí sólo los movimientos del segundo y tercer tipos. La sismicidad de la península de Baja California y de los estados de Sonora y Sinaloa está dominada por fallas de transformación que forman parte del sistema de San Andrés; se originan en el estado de California y se continúan, alternando con cortos riscos, en el golfo de California. Desde Colima hasta Oaxaca domina la subducción de las placas Rivera y de Cocos bajo la de Norteamérica. (La placa Rivera es un triángulo que se halla al NNW de la de Cocos; aunque se desplaza con velocidad diferente de ésta, en muchos mapas se la muestra como parte de ella.) Al sur de Oaxaca, la placa de Cocos se subduce bajo la del Caribe, afectando con ello el estado de Chiapas. El movimiento horizontal de la placa del Caribe con respecto a la placa norteamericana produce temblores que afectan a Chiapas.

¹ Agradezco al ingeniero Luis Vieitez y al M. en C. Mario Ordaz la revisión crítica del texto y sus constructivas sugerencias, así como al M. en C. José Manuel Jara por su gentil colaboración.

Como consecuencia de los deslizamientos entre placas y de movimientos del magma, aquéllas se ven sujetas a esfuerzos que pueden llegar a fracturarlas, incluso lejos de sus fronteras. Tales fracturas son fallas geológicas donde también se producen sismos. La mayor parte de nuestro territorio está afectada por estos fenómenos. En adición, las placas Rivera y de Cocos ya subducidas bajo las placas continentales también se ven sujetas a esfuerzos, y la rotura de ellas también origina temblores, cuya profundidad bajo territorio mexicano suele denominarse intermedia. Todos los demás temblores a que nos hemos referido son someros en nuestro país: se producen a menos de unos 25 km. de profundidad mientras que los de las placas subducidas alcanzan profundidades hasta de unos 125 km. y más.

Hemos mencionado las causas de los temblores que más interesan desde el punto de vista de sus efectos en las obras civiles y en la población; hay otras, como la actividad volcánica, pero su importancia es mucho menor, así que no nos referiremos a ellas.

Magnitud e Intensidad

La magnitud es un índice de la energía que libera un temblor. Se usan diversas escalas de magnitud según la porción de los registros que se empleen para calcular esta cantidad. Gana aceptación la llamada "magnitud de momento" (M_w), que se relaciona directamente con la energía liberada: es función lineal del logaritmo de esta energía. Esta escala está en principio abierta en ambos extremos: podría ir de menos a más infinito. Sin embargo, para los fines de la ingeniería sólo son significativas las magnitudes mayores de 4.5 o 5; las menores que esto sólo tienen interés en sismología. Por diversas razones conviene, sin embargo, referirse a la magnitud M_s para los grandes temblores. Esta escala se satura en una magnitud como de 9.0, es decir que no pueden reportarse valores de M_s mucho mayores que esto. M_s se calcula a partir del registro de ondas superficiales. Por su mayor relevancia desde el punto de vista. ingeniería, nos referiremos aquí a magnitudes en la escala M_s salvo indicación en contra. (Las máximas magnitudes que se han registrada en todo el mundo no ha sobrepasado de 9.0 en la escala M_s ni de 9.5 en la M_w , ni se ha encontrado evidencia geológica de que jamás se hayan sobrepasado estos valores).

Por la forma logarítmica de la escala de magnitudes M_w , un incremento dado en magnitud implica la liberación de un cierto número de veces más energía. Por cada dos grados son mil veces más energía; por cada grado casi 32 veces, y por cada 0.2 de grado dos veces más. Estos valores son también válidos para las magnitudes que más empleamos, las M_s , mientras estas se hallen entre 6 y 8.5 más o menos.

De las rupturas en las fallas geológicas, es decir del vencimiento de la fricción en ellas, así como de los movimientos originados en otras fuentes, emanan ondas de diversos tipos. A toda estación (punto de observación) llegan las ondas en tiempos que dependen de su tipo, longitud y trayectoria, y se manifiestan como vibraciones del terreno. La amplitud de las ondas generalmente se atenúa con la distancia, y tanto más rápidamente cuanto mayor sea la frecuencia de vibración, pero puede amplificarse localmente como consecuencia principalmente de la topografía o de las propiedades dinámicas del suelo. Este último fenómeno se conoce como efecto de sitio. Las amplificaciones locales son selectivas en cuanto a la frecuencia de las ondas.

Las vibraciones del terreno tienen un poder destructivo que depende del conjunto de frecuencias de las vibraciones, de sus amplitudes, de la duración del movimiento y de las construcciones que existan en el lugar. Para caracterizar el movimiento debemos hacer abstracción de las propiedades de las estructuras existentes y referimos al poder destructivo potencial de un temblor. De esta manera nos referimos al poder destructivo que tendría el temblor en un sitio si allí existieran estructuras de tales y cuales tipos y en tal proporción de cada uno.

Este poder destructivo, el potencial, de un temblor en un sitio es lo que se mide con el concepto de intensidad. Un mismo temblor tiene por ello una sola magnitud (en una escala dada), pero diversidad de intensidades (aun en una escala dada de intensidad) según el punto de la superficie terrestre a que nos refiramos.

El estudio cuantitativo de los sismos como fenómenos naturales se inició a mediados del siglo pasado. Aun antes de que se dispusiera de instrumentos de registro adecuados, se asignaron intensidades a los temblores. Las escalas que se idearon fueron necesariamente subjetivas. Se

originaron en Italia, así que reflejaban en parte los efectos sísmicos en las construcciones italianas de la época. En buena medida, a ello se debe que en diversos tiempos y países se hayan propuesto modificaciones a las escalas existentes y hasta se hayan ideado nuevas escalas. Tal vez para la ciudad de México debimos haber establecido nuestra propia escala, pero ya no sería útil hoy en día, dado que ya se dispone de una red respetable de instrumentos de registro que permite describir el movimiento con mucho más detalle y precisión que lo que comunica un solo número en una escala subjetiva. Además, la que fuera la escala más indicada para nuestra ciudad capital tendría que variar con el tiempo, pues debería depender de las tendencias arquitectónicas prevalecientes.

La escala de intensidades más usada en nuestro continente es la de Mercalli Modificada (MM). Va de 0 al grado XII. El XII corresponde por definición a destrucción total; no puede, pues, excederse.

El macrosismo de 1985

El origen del terremoto del 19 de septiembre se halla en la rotura del contacto entre las placas de Cocos y de Norteamérica, en una extensión de 50 km. x 170 km y a unos 18 km de profundidad. Su magnitud fue 8.1. La intensidad en la superficie directamente sobre la zona de ruptura alcanza IX en la escala MM. Forzando el uso de esta escala para referimos a la ciudad de México, cabe asignarlo también IX en partes de la ciudad. Esto, no obstante la gran distancia focal (370 Km), que atenúa fuertemente las ondas en roca, pues los efectos de sitio las amplifican dramáticamente, principalmente en ciertos rangos estrechos de frecuencia de vibración.

Por la estratigrafía profunda del valle de México, las ondas que llegaron aquí a la superficie superior rocosa tenían, en comparación con temblores en otros sitios, un contenido excepcionalmente alto de energía en un intervalo de frecuencias que abarca justamente aquellas que más amplifican las arcillas del valle. A su vez, las construcciones que, al experimentar grandes oscilaciones, vibraban naturalmente en este rango de frecuencias (en general edificios de 7 a 15 pisos) sufrieron los máximos daños.

Para los sismólogos no fue sorprendente que ocurriera un macrosismo donde se originó el de 1985. Estaban instalando una red de acelerógrafos frente a la costa, y entre ésta y la ciudad de México, y habían escogido para ubicarlos precisamente la proximidad de la desembocadura del río Balsas y una zona próxima a Acapulco. En ninguno de estos sitios había ocurrido un macrosismo en varios decenios (véase fig. 2). Constituían tramos de quietud. Era de suponerse que se produjera un terremoto a corto plazo. En efecto, ocurrió el macrosismo de Michoacán, bajo la desembocadura del Balsas. Si la información geológica, sismológica, y la de los historiadores que nos hablaban de los grandes temblores del pasado, no habían hecho que se modificara el Reglamento del Distrito Federal, era porque los dedicados a diversas disciplinas trabajábamos muy aislados. El insulismo se acabó merced a la interacción a que nos forzaron la reevaluación de la sismicidad en Laguna Verde y la elaboración del Reglamento del Distrito Federal.

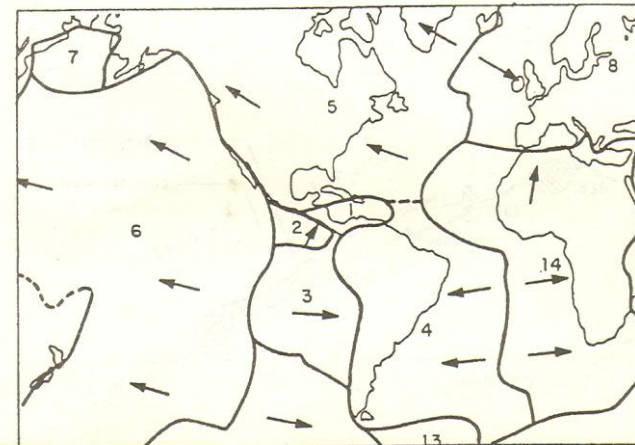


Fig. 1

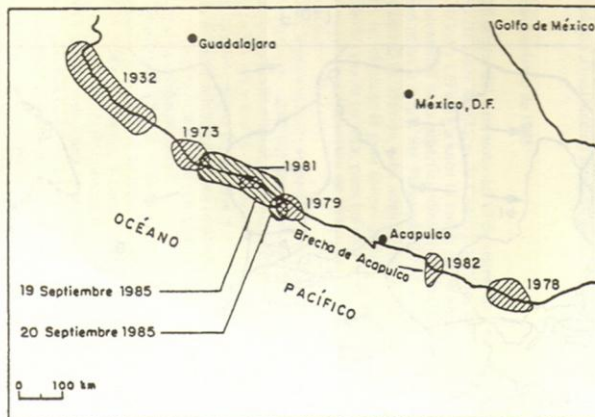


Fig. 2

La interacción ha resultado grata y fructífera, al menos para los ingenieros.

Casos parecidos ocurridos en México

Algunos temblores de este siglo han producido en la ciudad de México lo que puede calificarse como daños menores. Vienen a la mente los eventos de 1931, 1932, 1941, 1943, 1962, 1964, 1973, 1979, 1980 Y 1981. Los más intensos después de la Revolución fueron el llamado temblor de Madero, en 1911 (magnitud 7.7; intensidad en el Distrito Federal cercana a la de 1985), el de Jalisco en 1932 (magnitud 8.2; intensidad MM en el Distrito Federal, quizá hasta VIII) y el de Acapulco en 1957 (magnitud 7.5; intensidad MM en el Distrito Federal hasta VIII). Debido a la evolución que han experimentado los estilos arquitectónicos y a la densidad de construcciones, aun temblores que hubieran tenido la intensidad del de 1985 habrían causado muchos menos daños y pérdidas de vidas en la ciudad de

México. El primer temblor importante que encontró en la ciudad a edificios de estilo casi moderno, en cuanto a que se tenía que confiar más en los marcos estructurales y menos en los muros de mampostería, fue el de 1941, pero aun un esas construcciones había abundancia de muros de relleno. Los duetos de ese sismo propiciaron la elaboración del Reglamento de 1942, que fue el primero del Distrito Federal en contener disposiciones de diseño sísmico. Estas eran razonables para las construcciones de entonces. Los pequeños sismos que le siguieron causaron poco estrago. Ello inspiró confianza y no se vio la necesidad de actualizar las normas en muchos años. Pero cuando sobrevino el temblor de 1957 ya había buen número de construcciones propiamente modernas, unas cuantas estructuradas con placas encasetonadas diseñadas deficientemente, refuerzos longitudinales insuficientes para el desarrollo de esfuerzos en barras de refuerzo, muchas estructuras con serias torsiones, escasez de muros en una dirección o la presencia de planta baja débil. Además, se habían poblado las áreas más vulnerables de la ciudad. De allí la severidad de los daños que ese movimiento causó. Se elaboraron las Normas de Emergencia; de nuevo los sismos que siguieron fueron pequeños e inspiraron confianza. Hasta 1966 se publica oficialmente un nuevo reglamento, y en 1976 otro. En ellos, sobre todo el segundo, se avanza significativamente en métodos generales de análisis, métodos que son capaces de cubrir prácticamente cualquier estilo de construcción, y se avanza en la zonificación de la ciudad en función del tipo de suelo de cada sitio. Sin embargo, se conserva la errónea idea de que no hay por qué diseñar para perturbaciones mucho más intensas que el temblor del 28 de julio de 1957. Lo que siguió, de 1979 a la fecha, lo hemos vivido todos.

De los temblores a que me he referido, la mayoría ha sido de subducción. El de Acambay de 1912 se originó a unos 70 km. de la capital, por deslizamiento en una falla de la placa norteamericana. El de 1980 tuvo su origen en la placa de Cocos ya subducida, pero su magnitud fue sólo de 7.0. Además ocurren multitud de sismos de origen local en el valle de México, que causan daños menores y muy localizados. De las causas de los temblores que afectan el resto del país ya hablamos.

La fosa de Guerrero. Su potencial sísmico

Los aportes de geofísicos, geólogos e historiadores y su interacción con los ingenieros han hecho posible cuantificar la sismicidad de la República, en especial del Distrito Federal. En términos generales podemos caracterizar los temblores que se originan en una fuente como si la probabilidad de que allí se exceda determinada magnitud en un periodo de un año de duración fuera independientemente del tiempo. Esa probabilidad se conoce como tasa de excedencia de la magnitud en cuestión. La hipótesis de que las tasas de excedencia son constantes en cada fuente vale generalmente con fines prácticos cuando se trata de temblores que alcanzan intensidades pequeñas o moderadas en el sitio de interés, pues, aunque no sea estrictamente cierto para los sismos que emanan de cada fuente en particular, los de fuentes diversas llegan en forma aleatoria. Tratándose de la ciudad de México, la hipótesis es razonable salvo por lo que toca a los macrosismos de subducción que tienen su origen en las costas de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, o al menos las dos últimas, y cerca de ellas. Los grandes temblores de una fuente dada tienen una tendencia a la periodicidad. Los tiempos de recurrencia de estos eventos son del orden de varios decenios cuando se trata de temblores de subducción. El que haya ocurrido el temblor de Michoacán hace poco probable que en el mismo tramo de la zona de subducción se presente otro macrosismo antes de varios decenios. Por tanto, las presas de Infiernillo y la Villita cercanas a este foco potencial, están más seguras que antes de 1985. En cambio al poniente de Acapulco no se ha originado ningún gran temblor en 78 años a pesar de que su tiempo de recurrencia es de 50 años. Con base únicamente en información sobre temblores de magnitud superior a 7 se concluye que la probabilidad es 2/3 de que ocurra un macrosismo al poniente de Acapulco antes de 30 años. Si además se tienen en cuenta los temblores de menor magnitud que vienen presentándose cerca de esta zona desde febrero del año pasado, hay quienes sostienen que se debe asignar una probabilidad bastante mayor a que ocurra el fenómeno a corto plazo, y más aún si se tiene en cuenta la distribución espacial de estos sismos. Si el área de ruptura sólo cubre de Acapulco hacia el poniente, es posible que el próximo macrosismo alcance una magnitud de 8.1 a 8.2. La distancia de esta área al Distrito Federal es ligeramente menor que la correspondiente al terremoto de Michoacán. Teniendo esto en cuenta vale decir que es probable que la intensidad del próximo macrosismo en el Distrito Federal sea comparable o

ligeramente mayor a la del terremoto de 1985. Puede, no obstante, suceder que la energía acumulada en esta llamada brecha sísmica de Acapulco se libere en, digamos, tres temblores con magnitud de 7.9 repartidos hasta en una decena de años. Y, por otra parte, no es imposible que la ruptura abarque también una zona al oriente del puerto, ya que allí no se han originado macrosismos desde 1957, es decir en 32 años. En tal caso la magnitud podría alcanzar 8.3 u 8.4 Y los estragos en la ciudad de México serían mucho mayores.

Aun si la magnitud es de 8.2, serían de esperarse daños materiales en nuestra ciudad capital comparables a los que causó el macrosismo de 1985, pues, si bien los edificios que entonces eran más vulnerables se cayeron o se demolieron y otros muchos se reforzaron, hay en cambio multitud de construcciones que seguramente resintieron algún daño y que ahora están en peores condiciones. Y si el desastre tiene lugar a una hora menos favorable que en 1985, el número de víctimas en esta ciudad puede ascender a cinco o diez veces lo que fue entonces.

Riesgo sísmico

El ejemplo de lo que depara el futuro sísmico a la ciudad de México sirve de trasfondo para abordar el concepto de *riesgo sísmico*. Con referencia a todo evento indeseable posible, los puristas están tendiendo a emplear, en sentido cuantitativo, el término *peligro* en un lapso dado, como sinónimo de la probabilidad de que en ese lapso ocurra el evento de que se trata, y a reservar el término *riesgo* como un concepto que involucra tanto el peligro como las consecuencias del evento. La nomenclatura no está unificada y es todavía más usual el empleo de la palabra riesgo correspondiente a determinada probabilidad de ocurrencia, en vez de peligro.

Entenderemos pues por *riesgo sísmico* en un intervalo de tiempo y en determinado sitio la probabilidad de que en ese sitio y durante ese lapso se exceda la intensidad de interés.

Esta definición de riesgo sísmico es congruente con la que comúnmente se aplica a la *función de riesgo* o *tasa de excedencia* de la

intensidad en cuestión, que no es sino el riesgo por unidad de tiempo o, si se quiere, la derivada del riesgo con respecto al tiempo. Cuando vale la hipótesis de que el riesgo es casi independiente del tiempo (porque se esperan temblores importantes de muchas fuentes), la función de riesgo es también casi independiente del tiempo. Las tasas de excedencia son constantes para el sitio de interés. Cuando sucede, como en la ciudad de México, que los temblores más devastador es de unas cuantas fuentes ocurren con tendencia a la periodicidad (véase fig. 3), sus tasas de excedencia varían con el tiempo (véase fig. 4).

Incertidumbres

De ningún fenómeno podemos aspirar a tener certeza absoluta. En ingeniería sísmica las incertidumbres son mucho mayores que en la mayoría de los demás contextos. Se predicen eclipses con centésimas de segundo de aproximación, pero podemos fallar por decenas de años en la fecha en que ocurrir un macrosismo, decenas de kilómetros en cuanto a su foco, enormemente en lo que toca a su magnitud, a sus contenidos de frecuencia y en cuánto se atenúan las ondas en función de la distancia. Los estudios sobre efectos de sitio dejan todavía incertidumbres de decenas por ciento y más pues falta muchísimo por explorar y por estudiar. Las respuestas de las estructuras y los montos de los daños económicos directos tienen incertidumbres aún mayores; y no se diga en cuanto a las pérdidas económicas indirectas, las pérdidas de vidas y los efectos sociales y políticos de los sismos. La situación exige el uso de teoría de probabilidades.

Refiriéndonos solo a la sismicidad, importa reconocer que las incertidumbres pueden expresarse como probabilidades y éstas combinarse de acuerdo con una teoría sencilla y rigurosa con las probabilidades calculadas para las tasas de excedencia. Pongamos un ejemplo. Digamos que, si la ruptura de la brecha de Guerrero ocurre sólo al poniente de Acapulco, entonces la probabilidad de que se exceda una aceleración del terreno igual a 0.2 g en determinado sitio de la ciudad de México durante 1990 vale 0.06/año, que esa probabilidad vale 0.15/año si la ruptura se extiende algunas docenas de kilómetros al oriente de Acapulco, que consideramos la primera hipótesis dos veces más probable que la segunda y

que no hay más posibilidades. En estas circunstancias la probabilidad de que se exceda una aceleración de 0.2 g en el sitio es $(2/3)0.06 + (1/3)0.15 = 0.09$ por año.

Comentarios finales

Hemos revisado de manera rápida cuestiones referentes a la naturaleza y efectos de los temblores. Notamos que fuera del Distrito Federal y de Acapulco se ignora más respecto a estos fenómenos pero que aun aquí las incertidumbres son enormes. Incluso si no hubiera tales incertidumbres, es muy elevado el riesgo de un terremoto a corto plazo con efectos comparables en la ciudad de México a los de 1985 y no es despreciable la probabilidad de que los efectos sean considerablemente mayores. También hemos visto que asolarán a nuestra capital numerosos temblores provenientes de fuentes diversas. Muchas cosas importantes se han hecho en el Distrito Federal para mitigar estas consecuencias pero mucho más es lo que falta por hacer.

Entre lo muy positivo para nuestra capital están:

- La elaboración del Reglamento de Construcciones de 1987, que protege las edificaciones de manera más realista que el reglamento anterior.

- El refuerzo adecuado de la mayoría de las escuelas públicas y de otras construcciones importantes.

Los avances que se han alcanzado en investigación para comprender mejor el fenómeno y saber para cuánto debemos prepararnos y cómo.

- La instalación, mantenimiento y operación de buen número de aparatos de registro, sobre todo en la superficie del valle de México, cuyos datos están alimentando sustancialmente la investigación.

- Los simulacros con desalojo rápido que se han hecho en varias escuelas y en algunas empresas.

- La comunicación de las lecciones aprendidas, tanto al público en general como a ingenieros y arquitectos en el ejercicio práctico y a las nuevas generaciones de profesionales.

Falta, sobre todo:

- Revisar y reforzar adecuadamente multitud de estructuras que se dañaron visiblemente en 1985, así como de otras, aparentemente intactas pero que pudieran sufrir daño o colapso durante un sismo muy diferente del de 1985, y otras más, también intactas pero cuya importancia justifique hacerlas particularmente seguras.

- Cumplir más cabalmente el reglamento vigente, mediante un ejercicio de la profesión más responsable y mejor basado en conocimientos esenciales o mediante una vigilancia más estrecha.

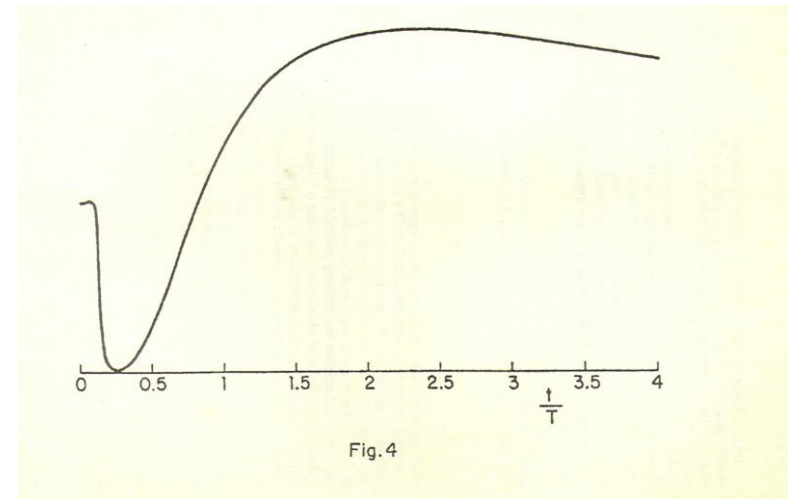
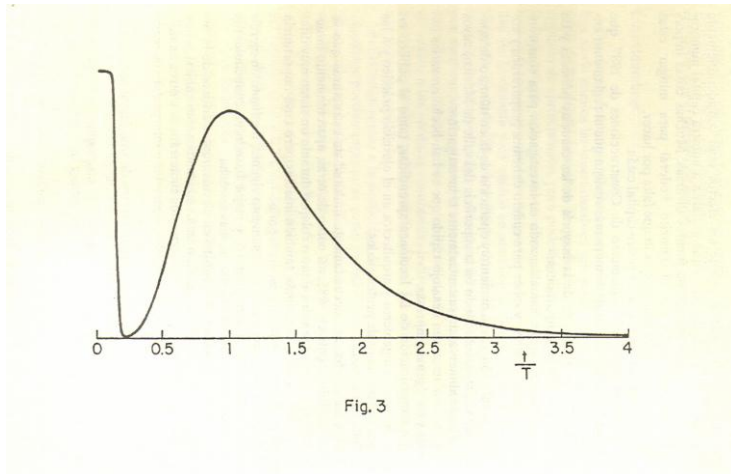
- Instalar instrumentos de registro en ciertos puntos críticos de la superficie del valle de México que no están adecuadamente cubiertos por las redes existentes, así como instrumentos subterráneos y otros en edificios de especial interés, mantenerlos, operarios e interpretar sus registros.

- Mejorar los métodos para calcular efectos de sitio en valles extensos con suelos muy deformables, como lo es el valle de México.

- Estudiar temas aún poco explorados de las respuestas sísmicas de estructuras, como su interacción con el suelo y la acumulación de daños.

- Desarrollar y estimular el uso de dispositivos que tienden a reducir las respuestas estructurales.

- Tornar sistemáticos los simulacros en escuelas y ciertos edificios, pues nuestra memoria de ciertos asuntos es corta.



- Inspeccionar periódicamente las salas de espectáculos y otros edificios en que la rapidez de evacuación es crucial, a fin de asegurarse de que las salidas están en buenas condiciones, especialmente las de emergencia.

- Explorar la instalación de una alarma operada con base en sensores ubicados en la costa del Pacífico, para que ciertas instalaciones y tal vez escuelas dispongan de tiempo para su desalojo.

Conscientemente he dejado de lado la mayoría de los aspectos sociales y todos los políticos de los sismos, así como la historia de los temblores previos a la Revolución, a los que se referirán los trabajos siguientes.

Los sismos como fenómeno social: una visión histórica

Virginia García Acosta y Teresa Rojas Rabiela
Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

De los muchos sismos que registramos en la investigación iniciada en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) hace ya casi cuatro años, como efecto directo de la conmoción que, como a millones, nos produjeron los terremotos de septiembre de 1985, se ha podido establecer que unos treinta de ellos, que afectaron a la ciudad de México, pueden ser calificados como macrosismos (de intensidad 7 o más en la escala de Mercalli Modificada). El lapso cubierto por el estudio de referencia es de 457 años, de 1455 a 1912, y los registros constituyen ahora un enorme caudal que se cuenta por miles: 2 800, entre precursores, sismos y réplicas.

Más adelante hablaremos en detalle sobre la formación de este banco de datos sobre sismos históricos que, gracias al apoyo de diversas instituciones, se ha podido integrar en el periodo relativamente corto transcurrido desde aquellos sucesos que tanto recordamos. Las instituciones a las que nos referimos son, además del CIESAS, el Centro de Investigación Sísmica de la Fundación Javier Barros Sierra, A.C., el CONACYT, la Organización de las Naciones Unidas y el Departamento del Distrito Federal.¹

La determinación de cuáles de los cientos de sismos conocidos desde la época prehispánica hasta 1912 pudieron ser macrosismos, se deriva directamente de la interpretación de los datos históricos (se carece casi por completo de registros instrumentales sistemáticos previos a 1911). La magnitud y el epicentro, entre otros datos, se obtienen utilizando los propios registros pero mediante métodos especiales que los sismólogos han ido creando para tales fines. En nuestro caso, estas tareas han estado a cargo del equipo de investigación sismológica del Instituto de Geofísica de la UNAM, dirigido por Gerardo Suárez.

El esfuerzo para formar este banco de datos es el más amplio y sistemático realizado en tiempos modernos en pos de contar con un panorama de conjunto y un registro exhaustivo de la información disponible en fuentes históricas de carácter primario, tanto inéditas como publicadas.²

Ahora bien, ¿qué nos muestran estos registros respecto a la sociedad que sufrió los sismos en el pasado?, o bien ¿qué pasó en la sociedad a raíz o como consecuencia de los grandes sismos?, ¿qué correlaciones pueden hacerse entre la sismicidad y la política, o entre la sismicidad y los cambios sociales posteriores, los más duraderos?, ¿hubo alguna transformación perceptible en el sistema político y social después de los macrosismos?, ¿pueden intentarse proponer o diseñar un modelo conceptual en el que se postulen las correlaciones entre los diversos factores naturales (sismos) sociales y políticos? Estas ideas fueron sugeridas por don Emilio Rosenblueth en la reunión preparatoria sostenida en la Fundación Barros Sierra con los especialistas que dictarían las conferencias del ciclo de eventos especiales de la Fundación en agosto de 1989.

Otros campos de interés son, entre otros, el por qué las diversas sociedades registraron los sismos y, relacionado con ello, las concepciones que quienes consignaron los fenómenos (y en algunos casos lo analizaron e interpretaron), tenían en las diversas épocas. o bien ¿cuál es la precisión aparente y cuál la precisión real de los datos con que se consignaban sus diversas características (fecha, hora, duración, dirección, intensidad)?

Lo anterior pone en evidencia que las cronologías de sismos no sólo interesan a los sismólogos, sino también a todos aquellos que intentan comprender las sociedades del pasado, puesto que muestran ciertas realidades que difícilmente pueden ser percibidas en tiempos de normalidad: solidaridades profundas, redes de poder, capacidades o incapacidades de organización, creencias.³

II

La existencia y recurrencia de sismos en nuestro país constituye un fenómeno que puede ser abordado desde una amplia variedad de perspectivas. El estudio histórico de los sismos mexicanos, así como su análisis social, que hemos llevado a cabo en el CIESAS, constituyen una visión nueva. En un principio nuestro interés consistía fundamentalmente en elaborar un catálogo de sismos históricos, pero la abundancia e importancia del material ampliaron nuestros horizontes.

A lo largo de esta investigación hemos logrado reunir un enorme banco, de datos, inexistente hasta ahora en nuestro país. Se ha trabajado en archivos, hemerotecas y bibliotecas tanto del Distrito Federal como de algunos lugares de provincia. Los acervos consultados no siempre encuentran en las mejores condiciones, por lo que no siempre ha sido sencillo obtener los datos.

Desde un principio nuestro interés se centró en recuperar la información procedente de fuentes primarias, de primera mano, escritas por actores presenciales de los sismos. Empezamos trabajando en fuentes primarias publicadas, desde códices prehispánicos o del período colonial temprano en escritura pictográfica, hasta relatos de viajeros y cronistas de los siglos XVI a XVIII. Cubrimos así una primera etapa que abarca el período prehispánico y colonial. Posteriormente continuamos con fuentes bibliográficas primarias del siglo XIX e incluimos también periódicos, dado que en la época colonial estos últimos son prácticamente inexistentes. Estas fuentes ofrecieron gran cantidad de información sobre este período (siglo XIX y principios del XX).

Fue entonces cuando decidimos aventurarnos con el trabajo en los archivos de la ciudad de México. Tanto en el Archivo Histórico de la Ciudad de México (AHCM), como en el Archivo General de la Nación (AGN) encontramos material, sumamente rico y con características diferentes a las del anterior, que cubría desde la época colonial hasta nuestros días.

Vale la pena detenemos aquí un momento para revisar el contenido de cada uno de estos acervos en relación con los sismos.

En fuentes bibliográficas lo que encontramos son, en el período más temprano, relatos y crónicas describiendo los sismos, o bien, experiencias personales del hecho. Ya hacia la segunda mitad del siglo XVIII, y como resultado de la irrupción de las ideas racionalistas en Europa y más tarde en la Nueva España, empezaron a aparecer reflexiones sobre el origen y causa de los sismos. Poco a poco fueron surgiendo, junto a estas reflexiones, descripciones más detalladas sobre el fenómeno sísmico.

Las fuentes hemerográficas coloniales son pocas y la información que ofrecen no difiere mucho de la señalada para las Fuentes bibliográficas de ese período. La enorme cantidad de periódicos que aparecen, particularmente a partir de la segunda mitad del siglo XIX, contienen ya otro tipo de material. Se trata efectivamente de noticias sobre los sismos, frecuentemente sensacionalistas, pero también descriptivas y detalladas. La mayor parte de estos periódicos se editaban en la ciudad de México, pero algunos contaban con correspondientes en el interior de la república. Por ello, y como resultado del estado incipiente de las comunicaciones, los periódicos informaban de los sismos del interior varios días o hasta semanas después de ocurridos. Una de las características de la información de estas fuentes es que rara vez se publicaban noticias de tipo científico, aunque éstas no estuvieron ausentes.

Por lo que toca a los archivos, el material localizado pocas veces se encuentra en ramos o secciones clasificados como sismos, temblores, desastres naturales o temas similares. Si bien algunos archivos como el AHCM, el Archivo Paucic de Acapulco y el Archivo Histórico de Jalisco de Guadalajara, tenían secciones de este tipo, en el resto de archivos tuvimos que rastrear en otras muchas secciones. Gobernación, policía, informes de gobernadores y autoridades locales, actas de Cabildo, obras públicas y muchos otros ramos fueron revisados y ofrecieron abundante información. Las características de ésta permitieron obtener, en la mayoría de los casos, la visión oficial del fenómeno. Cómo se vislumbraban y se enfrentaban los sismos por las distintas instancias gobernantes en las diferentes épocas; quiénes se encargaban de la reconstrucción, de dónde provenían los fondos

necesarios, constituyen aspectos ampliamente tratados en los documentos de archivo.

Un tipo de material localizado en estos acervos, que ha resultado sumamente revelador, lo constituyen los recuentos de desastres calle por calle y hasta casa por casa, particularmente en la ciudad de México. Con el objeto de conocer el alcance de un determinado sismo, cuantificar los daños y sus consecuentes costos, las autoridades mandaron levantar esta especie de censos. Auxiliados por planos de la ciudad de épocas coincidentes, que de hecho existen, es posible realizar mapeos y detectar para diferentes años, las zonas de mayor riesgo sísmico. Esta información podría compararse con la de sismos más recientes y llegar a conclusiones importantes en relación con la previsión de desastres de esta naturaleza.

El límite temporal que pusimos a la investigación fue determinado con base en el inicio de la fase instrumental en nuestro país. En 1910 se fundó el Servicio Sismológico Nacional y con él se inició la instalación de una red sismológica que ha registrado instrumentalmente la sismicidad de México desde entonces.⁴ Fue por ello que nos concentramos en recuperar la información previa a esa fecha, cubriendo un par de años más. Así, los datos con que contamos van de 1455 a 1912, es decir, abarcan 457 años.

Hasta ese momento habíamos trabajado exclusivamente en la ciudad de México. No obstante, la información encontrada no se limitaba a ella. Una buena cantidad se refería a sismos en el interior de la República Mexicana y decidimos que era importante acudir a los lugares con mayor riesgo sísmico y rastrear en sus acervos. Empezamos con Guadalajara y Oaxaca, y el resultado fue excelente. Se localizó material nuevo, diferente y abundante. Fue así como seguimos con Acapulco, Jalapa y Veracruz y, durante el pasado mes de agosto, Puebla, Chiapas y Michoacán. Para poder realizar este trabajo de archivo provincial hemos contado con el apoyo del Centro de Investigación Sísmica de la Fundación Javier Barros Sierra, la Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal y del Instituto de Geofísica de la UNAM.

Es evidente que en un trabajo de esta naturaleza han debido colaborar un gran número de personas. Debo mencionar, particularmente, la labor desempeñada por dos estudiantes que han hecho la mayor parte del

trabajo de recopilación de información: América Molina e Irene Márquez. De hecho ambas, después de esta rica experiencia, han decidido elaborar sus tesis de licenciatura en etnohistoria dentro de la temática de los sismos en la historia de México, la primera haciendo el análisis del sismo del 19 de junio de 1858 y la segunda sobre religiosidad y sismicidad en la época colonial.

Estos casos constituyen tan sólo un ejemplo de la enorme variedad de temas que se pueden trabajar a partir de la información con que contamos. Se trata, además, de un tipo de material que puede ser útil no sólo a sismólogos o historiadores y antropólogos sociales, sino también a ingenieros, arquitectos, historiadores del arte, políticos, etcétera.

III

Con el objeto de ilustrar con mayor detalle lo anterior, a continuación haremos una revisión y análisis de la información correspondiente a las diferentes épocas históricas de nuestro país. Empezaremos por la época prehispánica, sin duda la más novedosa para un público amplio.

La escasez de registros para la época prehispánica (apenas una treintena), no permite elaborar sino correlaciones muy sencillas entre sismicidad y factores sociales y políticos. Sin embargo, nos parece interesante resaltar algunas de ellas en relación sobre todo con dos de las preguntas formuladas al principio: ¿por qué las sociedades registraron los sismos? y ¿qué concepciones tenían los que consignaron los fenómenos?

Nuestras fuentes para éste y para el período colonial temprano, se restringen a un número relativamente limitado de códices, alrededor de treintaicinco, que registran los acontecimientos en forma de anales, en una tradición o género histórico indígena que coincide con el occidental.

El registro mismo de los sismos en los códices o "libros pintados" hechos por los pueblos mesoamericanos; demuestra un hecho social importantísimo: el de la conciencia y la reflexión histórica. Es sabido que mixtecos, nahuas, mayas y posiblemente otros pueblos de Mesoamérica,

tenían libros que se escribían "para memoria de lo pasado",⁵ gracias a la conjunción de dos saberes que pocos pueblos antiguos poseyeron: sistemas de escritura y sistemas calendáricos. Estos permitieron conservar por escrito, "las noticias de los acontecimientos y situarlos en el tiempo y en el espacio, es decir, relatar verdadera historia".⁶

Como corresponde al interés por la historia, se sabe que hubo especialistas en las varias ramas de ésta, o diversos tipos de historiadores al menos entre los nahuas del altiplano central de México durante el Postclásico tardío. Entre los tlamatini o sabios poseedores y conocedores de los códices, los científicos e intelectuales de entonces, los había que trataban precisamente de los anales, llamados *xiuh mall*, "poniendo por su orden las cosas que acaecían en cada un año, con día, mes y hora",⁷ además de otros encargados de las genealogías de los nobles y de los catatros de tierra, así como cronistas de lo que sucedió en la antigüedad.⁸

Quizá porque la redacción de los textos que recogían hechos históricos no estuvo prohibida por los españoles, estos registros tuvieron una vida relativamente larga durante la Colonia, comparada con la de otros géneros que desaparecieron en tempranas fechas por su relación directa con la religión y los rituales "idolátricos", es decir, con la antigua religión prehispánica.

Aunque ninguno de los códices que utilizamos en la investigación es prehispánico, sino que todos fueron elaborados ya en la Colonia por indígenas *tlamatini* que continuaron la tradición, el uso en muchos de ellos de la escritura jeroglífica y el sistema calendárico prehispánico, así como por nutrirse algunos de fuentes prehispánicas hoy desaparecidas o en tradiciones orales, permite suponer que se derivan del antiguo género de los anales mesoamericanos. Algunos de ellos son muy tempranos.

Los hechos que aparecen en estos anales acaecieron tanto en la época anterior a la llegada de los españoles como en la posterior, y algunos se extienden hasta principios del siglo XVII. Encontramos en ellos preciosos registros de acontecimientos naturales como temblores, sequías, cometas, eclipses o inundaciones, junto a otros de la vida local del poblado o la ciudad de donde proceden (Tenochtitlán, Texcoco, Tlatelolco, Chalco,

Cuauhtinchán, entre otros), como podría ser un nacimiento, o la entronización y muerte de un gobernante local.

Entre los anales consultados que contuvieron información sobre sismos destacan: el *Códice Telleriano-Rememis*, el *Aubin* o de 1576, el *Mexicanus*, los *Anales de Cuauhtinchan* o *Libro de los Guardianes*, los *Anales de Tlatelolco*, las *Relaciones origina/es de Chalco-Amaquamecan*, *10sAllales Tolteca-Chichimecas* y los *Ana/es de Diego García*, principalmente.⁹

La tradición de la escritura indígena tradicional comenzó a decaer a finales del siglo XVI y estaba casi extinguida a principios del siglo XVII. Este fenómeno fue simultáneo a la declinación de otros rasgos de la cultura indígena antigua, y en él influyó la difusión de la escritura latina entre los funcionarios de los cabildos indígenas que la utilizaron para escribir en náhuatl y otras lenguas indígenas, así como en castellano, diversos documentos administrativos y también algunos de los antiguos géneros históricos; entre ellos los anales y también las historias.

En los relatos "de lo que sucedió en la antigüedad", es decir de hechos muy lejanos en el tiempo, casi legendarios, también se ven en vueltos los sismos. Me refiero por ejemplo al recabado por don Fernando de Alva Ixtlixóchitl, sobre la era del "sol de tierra", *Tlacchitonatiuh*, que concluyó en el año 1 pedernal. En aquella era, en la que vivieron "los *quinametín*, gigantes, todo se destruyó por un gran temblor de tierra que los tragó y mató, reventando los altos montes volcanes, de suerte que se destruyeron todos sin escapar ninguno".¹⁰

Sobre esta cuestión de las edades, ciclos, eras o "soles" del pensamiento náhuatl, existen diversas versiones (unas diez según los especialistas), que presentan variaciones respecto al número y orden de los soles. Pero en ellas se recogen las categorías cosmológicas, el pensamiento filosófico y la idea de la historia de estos pueblos. Según ellos, nos dice el Padre Angel María Garibay: "La tierra cimentada por *Ometeotl* no es algo estático. Sometida al influjo de las fuerzas cósmicas, viene a ser el campo donde éstas actúan. Cuando se equilibran, existe una edad, un Sol. Entonces es cuando viven los *macehllales*. Mas pronto, en un tiempo determinado,

desaparece el equilibrio y sobreviene un cataclismo: Parece como si *Ometeotl* retirara su apoyo a la tierra".¹¹

En relación con los sismos y según un manuscrito de 1558¹², "El quinto Sol, 4 movimiento su signo, se llama Sol de movimiento porque se mueve, sigue su camino. Y como andan diciendo los viejos, en 61 habrá movimientos de tierra, habrá hambre y con esto pereceremos".

En otra parte del mismo documento "... se anuncia el fin de la época actual por un terremoto que, según lo muestra la fecha esculpida en la piedra del Sol, tendrá precisamente lugar en un día 4 movimiento".¹³

En todo caso, en la concepción filosófica e histórica cíclica náhuatl aquel acontecimiento de la antigüedad, el relatado por Alva Ixtlilxóchitl, el tercer sol, o el fin del quinto sol, que es el que ahora vivimos, amenaza a los hombres permanentemente. Esta amenaza se revela en testimonios como el siguiente del *Códice Telleriano-Remensis*, que a una al registro del fenómeno sísmico de un año, su significado como posible señal del fin de la era, del sol actual: "Año de siete navajas y de 1460 [...] hubo un temblor de tierra y es de saber que como ellos temían que se había de perder el mundo otra vez por temblores de tierra, iban pintan do todos los años los agujeros que acaecían".¹⁴

En esta clase de registros indígenas en ocasiones aparecen descripciones de los efectos físicos de los sismos, que permiten conocer su intensidad. Así por ejemplo, el primero de ellos, del año 1455, 3 casa: "En este año [...] hubo [...] terremoto y la tierra se agrietó y las chinampas se derrumbaron, y la gente se alquilaba a otra a causa del hambre".¹⁵

El del año de 1475, 9 caña, lo que fue probablemente un macrosismo es consignado por tres fuentes distintas. Una de ellas, escrita en náhuatl en forma de anales por Chimalpahin, descendiente de los nobles de Chalco- Amecameca, dice: "Hubo por entonces fortísimos temblores de tierra, tan frecuentes y repetidos que los cerros se desgajaron en pedazos, las casas quedaron aplastadas".¹⁶

IV

Como podemos ver, a partir de una visión histórico-social, el material sobre los sismos en el pasado puede abordarse desde diferentes perspectivas. Un sismo es, efectivamente, un fenómeno natural, pero deviene también en un fenómeno de tipo social.

Un sismo provoca diferentes tipos de respuesta social, tanto inmediata como mediana. La sociedad civil, el Estado, la iglesia, emiten los más variados tipos de respuesta ante tal fenómeno natural.

Cada una de estas respuestas está determinada, en buena medida, por las circunstancias espaciales y temporales del momento y lugar en que ocurre. Las autoridades prehispánicas actuaban de diferente manera que las coloniales o las del México independiente. El Estado mexicano ha ido cambiando, y con él las respuestas esgrimidas ante un desastre sísmico o de cualquier otra naturaleza. El peso de la iglesia en la época colonial, perdió fuerza durante el siglo XIX, de ahí que la respuesta religiosa ante los sismos fuera tan importante en un período y dejara de serlo en el siguiente. La religión permeaba a tal grado la vida colonial que incluso la duración de los sismos se medía en rezos u oraciones: un sismo había durado "uno o dos credos, rezados con devoción", dicen los documentos.

Lo mismo sucedía con la sociedad que sufría los sismos. Al parecer, con el paso del tiempo se fue conformando cada vez con mayor fuerza una conciencia colectiva del fenómeno, que llevó a las víctimas de los sismos a constituir verdaderas comunidades de apoyo y solidaridad. El nivel más elevado de lo anterior lo encontramos, justamente, en la impresionante respuesta que presentó la sociedad civil durante el desastroso sismo de septiembre de 1985 en la ciudad de México.

Correlacionando en este sentido la organización de personas y grupos que provoca un sismo, podemos detectar dos fases: una, fugaz, de respuesta inmediata a la tragedia, y otra a mediano plazo, derivada de aquella o de la experiencia obtenida con ella. Como producto de un sismo, la sociedad civil obtiene un poder de movilización propio al margen del gobierno. Por ello se ha asociado, por ejemplo, al sismo de 1985 y la débil respuesta de las autoridades de la ciudad, con la abrumadora pérdida

electoral del partido oficial en el Distrito Federal durante las elecciones presidenciales de 1988. Siguiendo esta perspectiva social, encontramos que los sismos pueden incidir en, pueden provocar o bien asociarse a una gran variedad de fenómenos sociales de otros tipos: epidemias y pestes, crisis agrícolas, alzas inmoderadas de los precios de los productos básicos o de los materiales de construcción, bandidaje y especulación. La información con que contamos permite analizar estos y otros aspectos, teniendo siempre como hilo conductor a los sismos. Tomemos un ejemplo. Los sismos que se presentaron durante 1787, particularmente durante los meses de marzo y abril, provocaron serios daños en la ciudad de México y en una amplia zona del Pacífico en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, alcanzando incluso a Puebla y Veracruz. En la barra de Alotengo, en Guerrero, se produjo un enorme maremoto, descrito de la siguiente manera: "los pescadores [...] vieron retirarse el mar más de una legua, descubriéndose tierras de diversos colores, peñascos y árboles, y con la misma velocidad que se huyó de su vista [el mar] volvió otra vez y otras, dejando millares de pescados en el distrito, que quedó sin agua."¹⁷

Esta secuencia de grandes sismos provocó graves pérdidas y vino a redondear un periodo de escasez y carestía, pues sólo un año antes se había presentado la mayor crisis agrícola de la sociedad colonial mexicana. y crisis agrícola en una sociedad cuya base es la agricultura equivale a una crisis económica generalizada.

Un año antes de estos sismos, en 1786, los precios de productos básicos como el trigo y el maíz alcanzaron niveles nunca antes vistos, particularmente hacia fines de ese año: entre julio y octubre de 1786.¹⁸

Unos cuantos meses después se presentaron los desastrosos sismos de 1787. Esta correlación de fenómenos naturales, provocados por la meteorología o por la tectónica de placas, derivaron en una serie de fenómenos sociales cuyo análisis compete al científico social interesado en entender la sociedad que nos antecedió. Quienes vivieron los llamados temblores de "San Sixto" y la crisis agrícola del periodo 1785-1787 lo interpretaban como una muestra de la ira de Dios.

Así como podemos estudiar los sismos asociados con las crisis agrícolas de la época colonial, los podemos ver asociados con la demografía

y el crecimiento de la ciudad. En un primer acercamiento, la documentación encontrada parecería mostrar que los sismos del siglo XX fueron mucho más desastrosos y devastador es que los sismos del pasado colonial y prehispánico. En términos de intensidad y magnitud calculadas por los sismólogos con base en nuestros datos históricos, está demostrado que esto no es así. En este sentido, debemos tomar en consideración factores como el número de habitantes y el tipo de ciudad que era, en el pasado, por ejemplo la ciudad de México. No tiene 106 mismos efectos un sismo, aunque sea de la misma magnitud en la escala de Richter, en una ciudad con 300 000 habitantes y construcciones de uno o dos pisos, que en una ciudad con 18 millones de habitantes y edificios de veinte pisos o más. Los muertos y damnificados, así como los desastres materiales, fueron evidentemente menos y menores en el pasado, aunque también entonces las construcciones que más los resentían eran aquellas que contaban con más de un nivel.

De la misma manera los recursos requeridos para afrontar los desastres provocados por un sismo varían considerablemente, no sólo en sus montos, lo cual resultaría obvio, sino en sus destinos. En el pasado, los edificios más afectados resultaban ser las construcciones públicas y las iglesias; muchas veces se distinguía a un sismo con base en el tipo de ruina que provocó en dichas construcciones. Así, el macrosismo del 7 de abril de 1845 se conoce como el temblor de Santa Teresa, no porque ese fuera el santoral correspondiente al día del sismo, sino porque derribó la cúpula de la iglesia del Señor de Santa Teresa en la ciudad de México. De esta forma, los recursos económicos se destinaban a reconstruir este tipo de edificios. Se dañaban también considerablemente las cañerías, acequias y acueductos que transportaban el agua que surtía a los habitantes de la ciudad. A tal grado se dañaban estas construcciones, que el asentista de acueductos, que era un empleado del Ayuntamiento de la ciudad encargado de su mantenimiento, tenía asignada una cuota de 100 pesos para repararlos y "aderezarlos" en caso de temblores.¹⁹

Como vemos, la gama de posibilidades de análisis social que ofrece el estudio histórico de los sismos es verdaderamente grande. Quisiera terminar esta presentación con una reflexión que es la que provoca en un científico social este tipo de estudios. Sabemos que en ciencias sociales, a diferencia de las ciencias exactas, no se pueden hacer experimentos de laboratorio en donde se deriven leyes de comportamiento. Pues bien, el

estudio de los sismos ayuda a hacer este tipo de "experimentos". Sólo con accidentes naturales recurrentes en el tiempo podemos intentar llevar a cabo "experimentos" socio-históricos. De esta manera podríamos decir que el estudio de los sismos constituye un "experimento natural" del comportamiento humano.

Notas

1 Las publicaciones y ponencias producidas hasta ahora (septiembre de 1989) son: Teresa Rojas Rabiela, Juan Manuel Pérez Zevallos y Virginia García Acosta (coord.), "Y volvió a temblar..." Cronología de los sismos en México (de 1 pedernal a 1821), CIESAS, México, 1987; Virginia García et al., "Cronología de los sismos en la Cuenca del Valle de México", en: Estudios sobre sismicidad en el Valle de México:411-496, DF/PNUD, México; Virginia García Acosta, "El registro sísmico en las épocas prehispánica y colonial", en: Memorias del I Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, México, 1988, en prensa. Los resultados finales están en preparación para su publicación.

2 Otros trabajos elaborados en el siglo XX son los de: Teodoro Amerlinck, Sismos en la ciudad de México: ojeada histórica, Luz, México, 1962; Enrique Sánchez Arrellano, Metodología y cálculos numéricos para el procesamiento de datos históricos relativos a la sismicidad en México, tesis de licenciatura en Física, UNAM, México, 1983; María Concepción Amerlinck, Relación histórica de movimientos sísmicos en la ciudad de México (1300-1900, DDF Socicultur, México, 1986 y los publicados en Carlos San Juan Victoria et al.), Historias para temblar: 19 de septiembre de 1985, INAH, México.

3 Cfr. Juan Pedro Viqueira, "Introducción", en: Rojas Rabiela, Pérez Zevallos y García Acosta (coord.) 1987, op. cit.

4 Gerardo Suárez y Emilio Rosenblueth, "Sismología e ingeniería sísmica", en:

Enciclopedia de México, vol. 13:7328-7329, México, 1988.

5 Alfonso Caso, Reyes y reinos de la Mixteca, vol. 1:11, Fondo de Cultura Económica, México, 1977.

6 Op. cit., vol. 1:11.

7 Fernando de Alva Ixtlilóchitl, *Obras históricas*, vol. 11:17, UNAM, México, 1975.

8 Miguel León Portilla, *Toltecóyoti. Aspectos de la cultura náhuatl*:60, Fondo de Cultura Económica, México, 1980.

9 Códice Telleriano-Remensis, en: *Antigüedades de México*, vol.I, basadas en la recopilación de Lord Kingsborough, SHCP, México, 1964; Códice Aubin. *Historia de la Nación Mexicana*, Manuscrito figurativo acompañado de textos en lengua náhuatl o mexicana con una traducción en francés por J.M.A. Aubin, París, s/d; *Codex Mexicanus*, Ernst Mengin (ed), *Jourol de la Societé des Americanistes*, 41:387-498,

París, 1952; *Anales de Cuauhtinchan o Libro de los Guardianes de Cuauhtinchan*, Manuscrito inédito depositado en la Facultad de Derecho, UNAM, México; *Anales de Tlatelolco. Unos anales históricos de la Nación Mexicana y Códice Tlatelolco*, Antigua Librería Robredo de José Porrúa e hijos, México, 1948; *Francisco de San Antón Muñón Chimalpahin Cuauhtlehuanitzin, Relaciones originales de Chalco Amequamecan*, Fondo de Cultura Económica, México, 1965; *Anales Tolteca-Chichimecas y Anales de Diego García*, en: José Fernando Ramírez, *Anales antiguos de México y sus alrededores*, Manuscrito inédito en la Biblioteca Nacional de Antropología e U1storla, Colección Antigua, México, s/d.

10 Alva Ixtlilóchitl 1975, op. cit., vol. 1:164-165.

11 Angel María Garibay, *Historia de la literatura náhuatl. Primera Parte (Etapa autónoma: de c.1430 a 1521)*:119, Editorial Porrúa, México, 1956.

12 Citado en Garibay 1956, op. cit.:118.

13 *Ibíd.*

14 Códice Telleriano-Remensis 1964, op. cit., Lámina IX. Este relato probablemente fue agregado al texto pictográfico por algún fraile español.

15 *Anales de Tlatelolco* 1948, op. cit.:56.

16 Chimalpahin Cuauhtlehuanitzin 1965, op. cit.:105.

17 *Guzeta de México*, 1 de mayo de 1787:342.

18 Enrique Florescano, *Precios del maíz y crisis agrícolas en México (1708-1810)*, El Colegio de México, México, 1969 y Virginia García Acosta, *Los precios del trigo en la historia colonial de México*, CIESAS, México, 1988.

19 *Archivo Histórico de la Ciudad de México, Actas de Cabildo*, vol. 372a.

El macrosismo de 1985 y sus efectos sociales: un estudio a partir de la prensa capitalina

Jesús Orozco Castellanos
Talleres Gráficos de la Nación

Los efectos sociales del macrosismo de 1985 corresponden, estrictamente hablando, al campo de investigación de las ciencias sociales. En este sentido, el trabajo que realizamos conjuntamente Francisco Núñez de la Peña y quien esto expone, constituye un ensayo sobre las visiones, fundamentalmente periodísticas, que se difundieron en la prensa del Distrito Federal durante los dos meses posteriores a la tragedia. Este ensayo, de alguna manera, podría considerarse como uno más, entre los muchos que se han publicado, dentro del género periodístico. De hecho, el libro es una crónica que pretende tomar distancia frente a las opiniones que se formaron sobre muy diversos temas relacionados con el macrosismo y sus consecuencias. Ciertamente recurrimos al manejo de temas especializados, pero el conjunto de la obra gira alrededor de la crónica.

La idea de formular un análisis de los acontecimientos, casi simultáneamente al momento en que se producían, fue tal vez apresurada pero genuina en la medida en que nos dábamos cuenta de que el dolor constituía la materia prima para actitudes tan diversas como el heroísmo solidario y el oportunismo lamentablemente tradicional. Se producían también los juicios más dispares sobre la tragedia que había vivido la capital de la República, y sus consecuencias sobre el destino del país. Frente a un discurso tan abundante y complejo, nos vimos en la necesidad de intentar descifrarlo, clasificarlo y emitir juicio sobre el mismo.

A casi cuatro años de aquel 19 de septiembre de 1985, me doy cuenta por mi parte de que nuestra pretensión fue ambiciosa. En sentido estricto el análisis que aportamos no tuvo como referente directo los propios acontecimientos. El análisis tuvo una doble vertiente: en algunos casos iba dirigido, utilizando la mediación periodística, él los hechos mismos; en otras ocasiones el juicio se llevó a cabo sobre el propio discurso periodístico.

Sin el afán de discutir aquí la diferencia entre la realidad y las formas en que ésta es presentada a la sociedad, quisiera hacer hincapié en que uno de los efectos sociales que tuvo el macrosismo de 1985 fue precisamente el que se produjo en el campo de la comunicación. Esto es, la comunicación, por sí misma, forma parte de lo real, es un hecho social. Con esta precisión, resulta evidente que nuestra pretensión no alcanza el conjunto ni la mayoría de los efectos sociales del acontecimiento al que nos referimos. Es y será labor de especialistas en las distintas ciencias sociales investigar los diferentes efectos.

Sin embargo, no por reducido lo que de hecho constituyó nuestro campo de análisis, podría restársele importancia. El macrosismo de 1985 movilizó la comunicación colectiva. Por lo que respecta a los medios impresos, el caudal de noticias, reportajes, crónicas, editoriales, columnas y artículos de opinión fue vastísimo. Para llevar a término el libro que publicamos, fue necesaria la revisión de más de diez mil piezas periodísticas, entre el 20 de septiembre de 1985 y los primeros días de noviembre del mismo año. Cabe aclarar que tal revisión fue selectiva, lo suficiente para dar consistencia al ensayo. El material periodístico restante fue sin duda mayor que el utilizado. Llama también la atención el hecho de que prácticamente todos aquellos que forman opinión pública en los periódicos se vieron obligados al tratamiento del tema.

Un hecho singular que produjo la tragedia en la comunicación colectiva fue la movilización de los más diversos recursos intelectuales para plantear, a raíz de lo ocurrido en la capital de la República, algunos de los grandes problemas nacionales. Surgieron también nuevos tópicos cuyo uso, sin ser nuevo, se volvió generalizado. Tal es el caso del concepto de sociedad civil.

Uno de los principales lemas que fueron debatidos fue el del centralismo que padece nuestro país. Alrededor de un asunto como éste se divulgaron opiniones que como en ningún otro caso se convirtieron en proyección colectiva de deseos. No faltó quien propusiera desmontar la capital de la República para reducirla a la quinta parte de las dimensiones que entonces tenía. Fue tal el impacto sufrido por la capital del país, que se planteó como tarea prioritaria la reconstrucción nacional. Tan importante es el peso específico de nuestro centralismo, que a partir de él se construye la

idea de lo nacional. Esta construcción intelectual se formula principalmente en el centro del país. A este respecto cabe hacer un paréntesis: no estaría de más investigar la forma en que fue percibido el terremoto de 1985 fuera de la ciudad de México. Esta percepción podría buscarse no sólo en el fenómeno de la comunicación de masas sino en otros efectos sociales. Quizá en la medida en que quienes vivimos aquí podamos ver la forma en que somos vistos desde afuera, tendríamos la capacidad de conocer una imagen más acabada de lo que significa nuestra realidad nacional.

Otra de las ideas centrales que surgieron con motivo del terremoto fue la de que en México se había producido un parteaguas histórico. El terremoto, se dijo, marcaba un antes y un después en la historia de México. En nuestro libro expusimos que tal idea nos parecía apresurada, que no era el momento de afirmar tan categóricamente que México había cambiado a raíz del desastre. Señalamos que a reserva del juicio histórico, la tragedia nos brindaba la oportunidad para plantear soluciones a los problemas; que si al diluirse el dolor se diluían también las acciones para resolver los problemas planteados, la oportunidad para diseñar y forjar un país mejor, no nos esperaba por mucho tiempo.

A mi juicio, no hay una relación mecánica de causa efecto entre la tragedia producida por la naturaleza y la transformación social. Sin la acción decidida de los hombres socialmente organizados, no hay modificación social posible. Esto no significa que México sea el mismo después del macrosismo del 19 de septiembre de 1985; pero tampoco es radicalmente distinto. Lo que falta averiguar es hasta qué punto las consecuencias del terremoto han influido en los cambios que sin duda se han producido en el país. Insisto: la tragedia por sí sola no da origen a la transformación social, aunque esto no implica que no se convierta en ingrediente de la misma. Pienso que en realidad se produce una relación dialéctica entre el desastre natural y sus consecuencias, y la voluntad transformadora de quienes lo padecieron. El primer elemento nutre al segundo, y sin este último la historia se convertiría en mera fatalidad.

Tal vez pueda determinarse que lo ocurrido en septiembre de 1985 tuvo repercusión en el comportamiento del electorado (hablamos de los electores del Valle de México) en julio de 1988. Probar esto es tarea de la investigación sociológica.

En suma, el efecto del macrosismo de 1985 sobre la comunicación colectiva fue, desde mi punto de vista, de la mayor importancia. Pocas veces en nuestra historia una parte tan importante de la inteligencia nacional, la que radica en la capital del país, ha desplegado tantos recursos intelectuales para plantear y replantear, en un tiempo relativamente corto, algunos de nuestros principales problemas; alrededor de éstos se tejieron las visiones más disímbolas. Por nuestra parte hemos intentado ofrecer una visión más aunque distinta, o bien, como se lee en la portada de nuestro ensayo, "una versión corregida".

Escribimos una obra que forma parte de otras obras, con la mayor distancia crítica posible. Es tarea común, aunque diferenciada, desentrañar la naturaleza de la que formamos parte y conocer los efectos que produce sobre la sociedad en que vivimos. Hacerla con seriedad es responsabilidad ineludible; de lo contrario tendríamos que aplicar la máxima de Wittgenstein: "de lo que no se puede hablar, mejor es callarse."

La construcción de la realidad y el terremoto de 1985

Francisco J. Núñez de la Peña
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Uno de los efectos sociales de los macrosismos fue la generación de: algo que se ha llamado literatura del temblor. En ella participamos, "quizá como parte de las tareas de rescate de un país profundamente golpeado [...]. Pensamos en rescatar ideas, mientras otros continuaban rescatando vidas".¹

Así escribimos en la introducción de nuestro libro: "Entre las ruinas humeantes, en medio del estupor inmerso de la catástrofe, se pensó que este país nunca volvería a ser el mismo. Tal vez en efecto no lo son sea. Pero también se pensó que la tragedia era justamente la mejor oportunidad para emprender un nuevo camino [...]. Las aspiraciones colectivas se hacían oír por todos los medios. La palabra reconstrucción sintetizó los deseos comunes, el ansia gigantescas por emprender una nueva vida".²

En los días posteriores a los macrosismos de 1985, cuando Jesús Orozco y yo empezábamos a planear la escritura de una crónicas sobre tales acontecimientos, se publicó en el periódico *La Jornada* lo siguiente:

"Pretender que los sismos del 19 y 20 de septiembre queden reservados al estrecho mundo de la geología y no se miren como los políticos, sería no advertir que se modificaron las relaciones entre la sociedad y el poder público, entre el gobierno actual y los estados y municipios; entre el presente y el futuro del país".³

Afirmaciones como la anterior, nos empujaron a hacer algo más que una crónica, una reflexión crítica sobre el sismo y sus consecuencias. A final de cuentas, mediante el análisis de las distintas versiones difundidas sobre todo en la prensa, descubrimos los discursos predominantes sobre la tragedia y el país. Lo que nosotros denominamos visiones, los comunicadores lo llaman construcción informativa del acontecimiento

(Elíseo Verón), construcción de la realidad (Gale Tuchman). Nuestra intención fue abrir un espacio entre los acontecimientos y la visión que alrededor de ellos se formuló.⁴

El descubrimiento en textos periodísticos de las distintas versiones sobre el terremoto y sus consecuencias resultó también (sin habérselo propuesto) en un estudio de las mediaciones informativas del acontecer social, uno de los campos de interés entre los investigadores de la comunicación y la cultura. Muchos de los análisis actuales parten de postulados como el de que "los acontecimientos sociales existen sólo en la medida en que los medios de comunicación masiva los constituyen como tales" (Elíseo Verón).

La descripción o narración de hechos sociales o el registro de análisis de los debates suscitados por ellos y convertidos así en nuevos hechos sociales, susceptibles a su vez de ser analizados y debatidos, puede parecer un ejercicio inútil. Pero el conocimiento no está hecho sino de versiones en perpetua formación sobre esos hechos. Darle significación y sentido a nuestras versiones, cuestionarlas y corregirlas, sobre todo cuando se trata del presente y el futuro de nuestra nación, es una práctica intelectual necesaria.

La respuesta ciudadana:

El desbordamiento espontáneo de la población, con su caudal de hazañas, fue objeto de una visión inmediata, casi al mismo tiempo en que los hechos se producían. Y sobre esta visión de lo heroico y solidario, de la actitud que conmueve las almas, se erigió otra visión, o mejor dicho, el nombre con que se bautizó al heroísmo: el despertar de la sociedad civil.⁵

Las fallas humanas:

[El terremoto] hizo aflorar descontentos [...]. La prensa del Distrito Federal dio cabida a múltiples expresiones de denuncia ante ineficiencias y abusos, ante lo que debió hacerse y no se hizo. Esta es la otra cara que convivió, no sabemos en qué medida, con la del buen comportamiento. [...]

El principal objeto de la ira pública fue el gobierno. También llevaron su parte, aunque menor, constructores y comerciantes [...]. La idea de que todo se hizo mal, por parte del gobierno, es sintomática: refleja descrédito y quizá rencores acumulados [...], en la crónica de la tragedia se percibe [...] un cierto afán autodenigratorio presente, como bien lo sabemos, en nuestra cultura nacional.⁶

La reconstrucción:

La reconstrucción podría entenderse como renovación de pautas de comportamiento, como necesidad de una profunda descentralización. En los días posteriores a los sismos se fluctuó entre la realidad y el deseo. Se hicieron planteamientos acerca de la reforma urbana, la expropiación de predios, la democratización del Distrito Federal, la deuda externa. Veamos una de las expresiones. Héctor Aguilar Camín escribió el 26 de septiembre:

La ciudad [de México] debe ser desmontada y devuelta a su tamaño practicable [...]. Su llamada "reconstrucción" no puede ser sino el inicio de ese regreso, que supondrá para el país un cambio de poca, una redistribución sustancial de recursos y poderes, el principio jalonado por la catástrofe presente y por las catástrofes que vendrán de una nueva organización geopolítica de la nación.⁷

La descentralización:

La primera reacción ante una tragedia como la que vivimos, es al menos en muchísimos casos la huida. Así fuera sólo por unos días para recobrar el sueño y el aliento. Cuando la huida se transforma en aspiración conceptual colectiva, recibe el nombre de descentralización. El pánico a la concentración, las ganas de salir o por lo menos de que otros se vayan se volvió tema de conversaciones interminables, de ponencias académicas, de anuncios gubernamentales, de polémicas, de estudios, de planes, etc. [...] Fue un verdadero delirio de palabras. Palabras que anunciaban lo que debía hacerse, lo que se daba por hecho, lo que se hará en un futuro.

Esto dijimos en 1986. Pero si se trata de palabras, son más bellas que un poeta había escrito más de una década antes:

Un día
abandonaremos
la Ciudad de México;
la dejaremos en pie y desierta para que
las conjeturas
crezcan,
y nos iremos a fundar
en otra parte
nuestras maravillas.

También entonces dijimos lo siguiente:

Pocos temas hay tan penosos de leer, como éste, en los medios periodísticos. Hubo que depurar la crónica para volverla comprensible, o tan sólo menos irritante. En los días posteriores a la gran sacudida, una feria de cifras hacía pensar en una ciudad que emprendía la retirada, perdida la batalla contra la naturaleza. Los deseos se transformaban en números. Había quienes pedían que la ciudad se redujera a la tercera parte de sus dimensiones, otros querían sólo tres millones en ella. En esta fantasía delirante, sólo hacía falta el decreto correspondiente.⁸

El terremoto como parteaguas

En los días inmediatos a los macrosismos se dijo que habría un antes y un después del temblor. ¿Hecho histórico o hecho pasado? Se planteó entonces la posibilidad de un parteaguas, de un hito histórico. En el último capítulo afirmamos:

Los graves acontecimientos de septiembre de 1985, a nuestro juicio son principalmente oportunidad para replantear algunos de nuestros problemas básicos y para actuar en consecuencia. Si la oportunidad no es aprovechada, por falla del pensamiento O por falta de acción

(o tal vez por ambos), se convertir en un lamentable desperdicio histórico. Si por fortuna, las lecciones son aprendidas, podríamos entonces hablar de un hito en la historia de México. Sólo en ese caso. Aún así, aprovechar una oportunidad como ésta, implica miles de acciones diluidas en el tiempo: hacen falta varios años para ver si, en efecto, la historia ha cambiado. Por ahora es difícil saberlo. Lo importante, en este momento, es tener presente que la oportunidad que nos ha brindado la tragedia de soñar y hacer un país mejor, no nos va a esperar por mucho tiempo.⁹

Nuestro libro fue terminado en julio de 1986. Obviamente no tiene en cuenta lo que sucedió después. Pero creemos que las inquietudes y preguntas sugeridas no han perdido actualidad ni pertinencia.

Notas

1 Francisco J. Núñez de la Peña y Jesús Orozco, El terremoto: una versión corregida:13-14, ITESO, Guadalajara, 1988.

2 *Ibíd.*: 13.

3 José F. Ruiz Massieu, en: La Jornada, 8 de octubre de 1985.

4 Dos estudios de este tipo sobre los terremotos de 1985 son: Raúl Fuentes Navarro, La construcción informativa del acontecer. El terremoto de México en los diarios Lima, ITESO, Guadalajara, 1986; Rossana Reguillo Cruz y Cecilia Palomar Vereá, La construcción de la realidad a través del discurso informativo. El caso del terremoto, tesis de licenciatura, ITESO, Guadalajara, 1988. Otro estudio, con un enfoque distinto, es el de Teresa Carbó et al., Una lectura del sismo en la prensa capitalina, CIESAS, México, 1987.

5 Núñez y Orozco 1988:35-36

6 *Ibíd.*:87-88.

7 Citado en Núñez y Orozco 1988:136-137. 8 Núñez y Orozco 1988:187-188.

8 Núñez y Orozco 1988:187-188.

9 *Ibíd.*:208-209.

Debate ¹

(P.) Emilio Rosenblueth:

Se mencionó el colapso de la Cúpula de Santa Teresa la Antigua en un temblor. Se ha hablado de que posiblemente en tiempos recientes las construcciones coloniales hayan sufrido muy poco porque las más vulnerables ya se habían caído o habían sido reparadas. Sería interesante saber si del siglo XIX hacia atrás, las construcciones coloniales fueron tan resistentes como nos dan la impresión en el siglo XX.

(R.) Virginia García Acosta:

Los registros con que contamos, particularmente los de origen oficial o eclesiástico, generalmente destacan los daños en iglesias o edificios públicos, lo cual no significa que no se haya dañado otro tipo de construcciones en determinado temblor. Los registros más detallado que tenemos a este respecto provienen del siglo XIX y muestran, en lo general, que las construcciones antiguas se resentían menos y las tardías se resentían más. Ante los sismos decimonónicos, las construcciones del siglo XVI mostraron una mayor resistencia en comparación con las que databan de fines del XVII, del XVIII o del mismo siglo XIX.

(P.) Beatriz Julieta Rodríguez Vargas:

¿Qué bases se tienen para decir que pudieron haber influido los macrosismos en la conciencia política en cuanto a las votaciones de 1988? ¿Cómo es posible que una conciencia haya quedado dormida por varios años y que la gente haya manifestado su voluntad inconscientemente? Yo creo que ese manejo no se dio tan conscientemente.

(R1.) García Acosta:

Me referí a ese asunto en términos de una hipótesis de cómo un fenómeno natural puede incidir en ciertos fenómenos de otro tipo, en este caso, político. Es evidentemente una hipótesis aventurada y muy difícil de

comprobar en términos sociológicos; sin embargo, es innegable que la sociedad civil rebasó al Estado, a las autoridades, con acción mucho mayor de lo que se esperaba. La sociedad tuvo poder propio al margen del gobierno y esto se ha interpretado como la posibilidad de tener y ejercer cierta autonomía que, aunada al descrédito del partido oficial por su triste actuación durante tales eventos, se pudo haber manifestado en la pérdida de las elecciones del partido oficial en 1988, justamente en la ciudad de México. Evidentemente no podemos hablar de una relación causa efecto directa, pero resulta interesante explorar una correlación de esta naturaleza, pues ambos fenómenos se dieron en la ciudad de México, donde se había presentado una pobre respuesta de parte de las autoridades ante la catástrofe, cuando la sociedad civil se organizó de una forma nunca antes vista. De hecho nos llamó la atención esta respuesta, porque en los registros históricos no encontramos que se haya dado antes una organización de la sociedad civil de esa magnitud, y lo que más impacta es que fue al margen de las autoridades.

(R2.) Rosenblueth:

También se ha mencionado como crítica al gobierno en 1985, sobre todo de parte de la prensa extranjera, pero también en la nuestra, el que llamaba la atención que el número de edificios gubernamentales dañados o que habían sufrido colapso, era un porcentaje bastante mayor que el de las propiedades particulares. Estos comentarios tienen su explicación en la ubicación de estos edificios, pues un buen número de ellos estaban ubicados en la zona central, la de más intensos movimientos en el valle de México. La altura de los edificios dañados no era ni de dos o tres pisos, ni se trataba de rascacielos, sino que estaban justamente en el intervalo de edificios con alturas entre 7 y 15 pisos; fueron estos los más vulnerables en 1985 y lo siguen siendo actualmente. Más de la mitad de los edificios gubernamentales que tuvieron que ser demolidos o sufrieron colapso, habían sido inicialmente construidos por la iniciativa privada y después fueron vendidos o rentados al gobierno. Hasta donde sé, todos los indicios son en el sentido de que fue una coincidencia de factores que llevó a que justamente los edificios administrativos o gubernamentales tuvieran este comportamiento. Un factor adicional, y este sí imputable a nuestra parca memoria, o si se quiere a las de las autoridades, es el hecho de que hubiera

¹ Para la presente edición se han seleccionado las intervenciones más relevantes del evento.

gran cantidad de archivos en los pisos superiores de los edificios gubernamentales, muchos de los cuales se perdieron definitivamente.

En relación con la pregunta, quisiera hacer referencia a un libro en el que se pretende haber encontrado correlación clara entre catástrofes y cambios políticos. Se mencionan, entre muchos otros, la caída de Haile Selassie en Etiopía unos años después de una gran sequía, el caso de Freire en Chile después del terremoto de 1960, el do Somoza en Nicaragua siete años después del terremoto de Managua y algunos otros.

(P.) Sergio Serrano:

Deseo información acerca del número de acelerógrafos instalados antes y después de 1985, así como respecto a los avances que en este sentido pudieran haberse manifestado a propósito del reciente sismo de abril. Por otro lado, tengo entendido que en la costa del Pacífico, precisamente en Guerrero, se espera en los próximos años un movimiento y que en esa brecha están instalándose instrumentos de medición.

(R.) Rosenblueth:

Antes de 1959 no había instrumentos que registraran acelerógrafos del terreno en la República Mexicana. Había sismógrafos, como se ha mencionado, desde 1910, capaces de indicar ciertas características de los temblores, cuándo se originaban y cuándo terminaban, pero no aquellas cantidades que son de interés más directo para el análisis de lo que resiste una estructura y de lo que le puede pasar como consecuencia de un temblor.

Fue en diciembre de 1959 cuando se tuvo el primer registro en acelerógrafos. Antes de eso, en 1957, se aprovecharon instrumentos muy sencillos instalados en la Torre Latinoamericana, los que podríamos llamar capaces de registrar nada más la excursión máxima la deformación, es decir del desplazamiento relativo entre pisos consecutivos. A partir de las propiedades de la Torre Latinoamericana, se estimó la aceleración máxima de la base del edificio.

Antes de 1985 había ocho acelerógrafos en el valle de México. Fuera del valle era mayor el número de instrumentos. Se trataba de aparatos

muy modernos, acelerógrafos que se estaban instalando y otros que habían sido ya instalados. Hubo un convenio con la Universidad de California en los años ochenta, por medio del cual se acordó la instalación de treinta acelerógrafos frente a la costa del Pacífico, y entre y la ciudad de México, a fin de estudiar los temblores que se esperaba que se produjeran. Justamente están concentrados cerca de la entonces todavía "brecha de Michoacán" y la que sigue siendo "brecha de Guerrero", porque en esos dos sitios los sismólogos esperaban que se produjera pronto un gran temblor y ganó el temblor de Michoacán. Estaban instalados dieciocho instrumentos el 19 de 1985 y de ellos diecisiete registraron los sismos.

Hay muchos otros instrumentos, sobre todo instalados por el Instituto de Geofísica de la UNAM, por el Centro de Investigaciones de Ensenada y en algunas otras partes de la República, que dan información sobre las propiedades de la corteza terrestre y sobre los temblores mismos. Pero hay, y esto es quizás lo más importante, una red en el valle de México que tiene ya más de ochenta acelerógrafos. Está constituida por tres subredes: unos cuantos instrumentos del Instituto de Ingeniería de la UNAM (en la Red llamada Sismex), y la mayoría de CIRES (Centro de Instrumentación y Registro Sísmico de la Fundación Javier Barros Sierra) y de la Fundación ICA. Casi todos están instalados en la superficie del terreno. Ya se han instalado algunos a cierta profundidad y hay edificios, pero muy pocos, dotados con este tipo de aparatos de registro.

De los últimos temblores, el de febrero de 1988, como el de abril de este año, se ha obtenido un buen número de registros que ha permitido entender mucho mejor cómo es el movimiento del valle. Por ejemplo, se ha constatado que se necesita revisar de nuevo la microzonificación que se hizo de la ciudad de México en 1957, que ya había sido revisada en cada uno de los reglamentos subsiguientes. Hay partes del valle donde los registros obtenidos indican movimientos de amplitud bastante mayor a la que se esperaba a la luz de esa microzonificación.

Los nuevos instrumentos permiten también, mediante un estudio de correlación entre los registros en terreno duro y blando, hacer una reconstrucción de cómo es probable que haya sido el movimiento del terreno en distintas partes del valle en 1985.

Están siendo analizados estos registros, pero ya son muchas las conclusiones de carácter práctico que se han derivado de ellos.

(P.) Teresa Rojas Rabiela:

¿Qué tanto puede estar influyendo en la intensidad de los sismos en este siglo, sobre todo en los últimos cuarenta o cincuenta años, la extracción de agua de los mantos acuíferos subsuperficiales y profundos de las arcillas lacustres? El proceso se ha acelerado conforme ha crecido la población del área metropolitana. Lo mismo es cierto sobre los hundimientos de los suelos que vemos no solamente en el centro de la ciudad, sino en muchas otras partes. ¿Tendrá relación este factor en la mayor intensidad de los sismos, de 1985 sobre todo, y quizá también en el de 1957?

(R.) Rosenblueth:

Creo que no influye mayormente la extracción de agua en la intensificación de los efectos. Más bien debe pensarse en que antes de 1985 no se había presentado un temblor que en la ciudad de México produjera aceleraciones tan grandes incluso en la roca, al menos desde mediados del siglo pasado, y no había una ciudad de México parecida a la de ahora sino hasta 1957, y la de 1985 era muy diferente de la de 1957; se había densificado la urbanización en zonas especialmente vulnerables. La extracción de agua podría concebiblemente afectar la generación de temblores locales en el valle de México. Un análisis somero de los datos que consigna el ingeniero Jesús Figueroa en una de sus publicaciones, sobre el número de temblores por año en un intervalo largo en la ciudad de México, indica que no hay tendencia marcada hacia un incremento de este número de temblores, sino que es muy estable la situación y que las alzas y bajas son casuales.

(P.) Sergio López Nieto:

Me interesa saber si la construcción del Metro y del drenaje profundo no ha influido en la composición del terreno de la ciudad México, y si ha afectado el movimiento del terreno y por tanto el de los edificios durante un sismo.

(R.) Rosenblueth:

Se han realizado análisis aproximados que indican que no hay un efecto significativo por la presencia del Metro ni del drenaje profundo. Puede haberlo muy localmente en las estaciones del Metro, pero no en las construcciones próximas a ellas.

Completando la respuesta: quizás da la impresión de que sí ha hablado tal efecto, porque generalmente se presentan los máximos daños en los edificios que dan a las principales avenidas, y es ahí donde hay más instalaciones de este tipo, especialmente el Metro.

(P.) Irene Márquez:

Acabo de estar en Chiapas estudiando los sismos históricos ocurridos en esa región. Estoy recopilando información y me tocó visitar el Instituto Sismológico de Tuxtla Gutiérrez. Me informaron que hay tres causas principales por las cuales tiembla en Chiapas. Una es por los movimientos tectónicos, la segunda es por el vulcanismo (los volcanes Tacaná, Chichonal y todos los que hay en Guatemala), y la tercera, que me sorprendió mucho, es a causa de las presas hidroeléctricas. Me gustaría escuchar su opinión acerca de la última causa.

(R.) Rosenblueth:

Es difícil concebir que tenga un efecto importante en una gran extensión. Sin embargo, en muchas presas que se han construido existe una correlación entre la altura del nivel del agua y el número de sismos que se producen durante los primeros años.

El fenómeno puede explicarse de esta manera: antes de que se llene el vaso de la presa hay cierta presión intergranular, presión de contacto entre roca y roca. Cuando se eleva el nivel del agua, la presión de poro aumenta, y disminuye la presión intergranular. Siendo el deslizamiento en roca un fenómeno de fricción, cuanto menos se aprietan entre sí las rocas, más fácilmente se deslizan y se origina un sismo. La magnitud máxima de un temblor que se puede atribuir a la presencia de una presa es de 6.4. Esto ocurrió en Africa. Hay indicios de que al llenarse de Infiernillo se produjo

un temblor no despreciable. En cuanto a lo que ocurre en Chiapas, creo que no hay datos suficientes para asegurar que hay una correlación estrecha. En resumen, puede mencionarse en efecto como una tercera causa de temblores, pero no de temblores de gran magnitud.

(P.) García Acosta:

El doctor Rosenblueth decía que con base en los estudios de Jesús Figueroa revisó el número de temblores por año y no encontró una tendencia marcada en su variación; ¿esto quiere decir que no se podría hablar de una tendencia sísmica cíclica?

(R.) Rosenblueth:

Creo que no. Los datos que tenemos son de que los grandes temblores que se originan en determinada fuente tienen mayor probabilidad de presentarse periódicamente, o más bien, en determinados intervalos del orden de varios decenios. Como el número de eventos que afectan a la ciudad de México es grande, solamente vale la pena reconocer esta tendencia de los macrosismos en los que se originan frente a las costas de Michoacán y Guerrero, los cuales se manifiestan con una casi periodicidad en la capital de la República. En este momento es de tenerse en cuenta el hecho de que hace mucho que no tiembla en la "brecha de Guerrero" y por ello es muy probable que allá ocurra un macrosismo a corto plazo. Este es el tipo de manifestación de cuasi-periodicidad que se observa, no así en los temblores que se originan dentro del valle de México. Estos tienen aparentemente dos tipos de origen: uno es la tensión que se produce en la corteza por flexión, debido a que está subiendo magma y hay fenómenos relacionados con vulcanismo. Esta tensión hace que de vez en cuando haya deslizamientos hacia abajo de unos bloques. La tendencia es pequeña; no hay fallas activas que se manifiesten en la superficie del valle más que en la periferia del mismo. La otra causa es un cizalleo que alterna en un sentido y otro y que está asociado a la subducción en la placa de Cocos. Los temblores locales del valle no acusan ninguna periodicidad hasta donde se ha podido detectar.

Acerca de los autores

Emilio Rosenblueth

Ingeniero civil de la Universidad Nacional Autónoma de México . Maestro y doctor en Ingeniería por la Universidad de Illinois.

Fue investigador en Laboratorios ICA y en el Instituto de Geofísica de la *UNAM*. Se incorporó posteriormente al Instituto de Ingeniería de la propia Universidad, de la que fue el segundo director y después coordinador de la Investigación Científica.

Antes de titularse trabajó como topógrafo, calculista y auxiliar de residente de obras. En la Secretaría de Recursos Hidráulicos y en la Universidad de Illinois, fue ayudante en el laboratorio de mecánica de suelos.

Fundó el Grupo de Ingenieros Consultores, DIRAC. Fue subsecretario de Planeación Educativa. Ha escrito libros y artículos que versan principalmente sobre estructuras, métodos numéricos de análisis, ingeniería sísmica y aplicaciones de las teorías de probabilidad y de decisiones a la ingeniería civil. Ha escrito también sobre educación y planeación.

Ha sido miembro de la Junta de Gobierno de la UNAM y de patronatos y consejos de otras instituciones académicas, como la Fundación Javier Barros Sierra y su Centro de Estudios Prospectivos, del que es socio fundador, así como de diversas sociedades académicas.

Ha sido presidente de la Asociación Internacional de Ciencias Bernardo de Materiales y de la Academia de la Investigación Científica, así como miembro honorario de academias y sociedades extranjeras e internacionales.

El año pasado le fue otorgado por la OEA el Premio Internacional de Ciencias Bernardo Houssay. Es miembro de El Colegio Nacional desde 1972. Recientemente le fue otorgado el Doctorado Honoris Causa por la Universidad Carnegie Mellon de Pittsburgh, Pennsylvania.

Virginia García Acosta

Obtuvo su licenciatura y maestría en Antropología Social en la Universidad Iberoamericana, con las tesis "Organización de trabajo artesanal e industrial en Arandas, Jalisco" y "Las panaderías, sus dueños y sus trabajadores. Ciudad de México. Siglo XVIII", respectivamente.

Desde 1975 es investigadora de tiempo completo del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, donde ha participado en diversos proyectos de investigación.

Habiéndose iniciado como antropóloga social, en los últimos años ha trabajado temas relacionados con la historia social y económica del México colonial. Entre sus publicaciones se cuentan: *Los precios del trigo en la historia colonial de México* y *Las panaderías, sus dueños y trabajadores. Ciudad de México. Siglo XVIII*, publicados en 1988 y 1989, respectivamente.

Durante los últimos cuatro años ha participado y coordinado, en sus diferentes etapas, una investigación sobre los sismos en la historia de México. Como resultado de ello se han publicado dos trabajos: "Y volvió a temblar..." *Cronología de los sismos en México (de 1 pedernal 01821)* en 1987, y *Cronología de los Sismos en la Cuenca de México* en 1988, este último con la información correspondiente a 1821-1912. Actualmente está en prensa uno más con el título de *El registro sísmico en las épocas prehispánica y colonial*.

En 1986 recibió el premio Francisco Javier Clavijero, otorgado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia a la mejor tesis de maestría en el área de historia.

Desde 1987 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Teresa Rojas Rabiela

Es investigadora de tiempo completo del CIESAS.

Es etnohistoriadora, egresada de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH), donde presentó una tesis sobre 'las obras

hidráulicas coloniales del Valle de México. Más tarde obtuvo su doctorado en Ciencias Sociales en la Universidad Iberoamericana (UIA), con una tesis sobre la agricultura indígena mesoamericana en el siglo XVI.

Entre sus trabajos más importantes pueden citarse: *La agricultura chinampera*, que editó la Universidad Autónoma de Chapingo; *La cosecha del agua, pesca, caza de aves y recolección de otros productos biológicos y acuáticos de la Cuenca de México*; *La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI*; *El trabajo de los indios de la ciudad de México, de 1521 a 1600*; *Las siembras de ayer*; *La agricultura indígena de Mesoamérica*.

Es coautora en "Y volvió a temblar..." *Cronología de los sismos en México (de 1 pedernal a 1821)*, y también coautora de *Cronología de los sismos en la Cuenca del Valle de México*.

Ha dictado seminarios y cursos en la UIA, la ENAH y el Programa de Formación Profesional de Etnolingüistas del CIESAS.

En el CIESAS, ha dirigido a diversos grupos de investigación desde 1975 a la fecha.

Es investigadora nacional desde 1985. Recibió un 1985 el Premio Clavijero en las áreas de Historia y Etnohistoria, que otorgo el INAH a la mejor tesis de doctorado. En 1987 recibió el Premio Ciencias Sociales de la Academia de la Universidad de Científica.

Francisco Javier Núñez de la Peña

Es licenciado en Economía del Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey.

Actualmente es director de la División de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) en Guadalajara.

Fue asesor del secretario de Educación Pública entre 1977 y 1982.

Ha sido profesor en universidades públicas y privadas de Monterrey, México y Guadalajara y consultor de empresas e institucionales públicas y privadas, nacionales y extranjeras.

Ha publicado diversos artículos y libros referidos a economía, administración, educación e historia.

Publicó en 1988, en coautoría, el libro titulado El terremoto: una versión corregida.

Jesús Orozco Castellanos:

Es licenciado en Filosofía de la *UNAM*.

Ha desempeñado diversos cargos en la administración pública federal, principalmente en las secretarías de Educación Pública, Programación y Presupuesto, y Gobernación.

Actualmente es Director General de los Talleres Gráficos de la Nación.

Es autor de diversos artículos y ensayos, en Colaboración con el Lic. Núñez de la Peña. Ha publicado, con el sello del ITESO: Ideología y programa de gobierno de los discursos de toma de posesión de los presidentes de México de 1928 a 1982 y El terremoto: versión corregida, que apareció en 1988.

Esta primera edición de *Macrosismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos*, se terminó de imprimir en la ciudad de México el día 30 de agosto de 1992, en los talleres de Impresores Cuadratín y Medio, S.A. de C.V.. Su composición tipográfica estuvo a cargo de Ramón Córdoba. Se usaron tipos Dutch de 18, 14, 12, 10:11 y 8:10 puntos. La edición consta de 500 ejemplares.