

Presentación

Las grandes ideas pueden alcanzarnos mientras atravesamos la profunda oscuridad de la noche de los tiempos. La idea de una sociedad democrática es ya antigua, pero su valor y efectividad no han cambiado, si bien hoy los retos son mayores: ahora los desafíos trascienden fronteras y nos llevan a considerar que nuestro entorno es el planeta entero, ya no aquel pequeño ámbito de la *polis*.

Por otra parte, el libro sigue siendo el mejor vehículo para continuar el diálogo con los principales pensadores y líderes de la humanidad. Como dijo Sergio Pitó al referirse a su Biblioteca del Universitario, “El libro afirma la libertad, muestra opciones y caminos distintos, establece la individualidad, al mismo tiempo fortalece a la sociedad, y exalta la imaginación”; por todo ello, nuestra fe en el libro se renueva cada vez que rompemos la venda de la ignorancia.

En Hidalgo hemos abanderado el combate a la pobreza mediante el impulso a la ciencia y la tecnología, bajo un esfuerzo integral y decidido por procurar la seguridad de los ciudadanos, la generación de empleos y una mayor atracción de inversiones. Tenemos un compromiso con el combate a la desigualdad atacando sus fuentes desde la raíz. Como reconocemos que una de sus principales causas es la ignorancia, hemos procurado el acceso a una educación moderna y de máxima cobertura geográfica, en todos los niveles, que abarque a todas las niñas y todos los niños del Estado. Creemos firmemente que las personas educadas pueden acceder a mejores oportunidades de movilidad social. En consecuencia, nos hemos hecho el firme propósito de ser la cuna de los científicos y los tecnólogos que abrirán nuevas formas de producción, siempre con un fuerte compromiso con el cuidado del medio ambiente. Queremos formar ciudadanos libres, que hagan suyos los valores de la democracia.

Dentro de la planeación para el desarrollo, Hidalgo está comprometido con la generación de proyectos que serán hitos transformadores de la economía y las capacidades de nuestro estado. Ejemplos de la visión que estamos impulsando son el Sincrotrón Mexicano, el Laboratorio de Gobierno Digital y Políticas Públicas, el Laboratorio Nacional de Acceso Estratégico, el Puerto de Lanzamiento de Nanosatélites, el Laboratorio Nacional LAB Chico, la Litoteca Nacional de la Industria de Hidrocarburos,

el Consorcio de Innovación Textil y Manufactura, y el Radio Observatorio Nacional.

Para sostener un ambiente democrático, los ciudadanos deben estar bien informados. Por ello hemos prestado particular atención a brindar a la ciudadanía elementos que ayuden a formar opiniones basadas en el conocimiento. Las decisiones que tomemos en los próximos años serán nuestra respuesta como sociedad local a los grandes problemas que aquejan a la humanidad. El camino no es simple: corremos el peligro de perder el rumbo hacia el futuro de bienestar y equidad que buscamos en Hidalgo. Debemos estar preparados. Por ello, me enorgullece presentar la Biblioteca Científica del Ciudadano (BCC) como un esfuerzo para cubrir diversos temas de actualidad que son de importancia para los ciudadanos en un mundo globalizado. La BCC presenta el pensamiento y la opinión de grandes científicos y divulgadores sobre temas que van desde la generación de energía hasta el uso cotidiano de la lógica matemática, desde la geología hasta la conservación de la naturaleza, desde las dificultades para predecir los sismos hasta las maravillas estructurales que la ingeniería hace posible. Con esta serie ofrecemos el acceso a ideas poderosas y a modos rigurosos de pensar. Además hemos buscado a las mejores autoras para que su ejemplo sirva también de invitación para acabar con la desigualdad de género que aflige al quehacer científico y tecnológico.

Como asesor científico de la BCC está el doctor Omar López Cruz, astrónomo que a su destacada trayectoria en la investigación de agujeros negros suma una decidida vocación por divulgar el conocimiento. Le he solicitado a Lamán Carranza Ramírez, titular de la Unidad de Planeación y Prospectiva, que codirija la BCC. Es poco común en nuestro país encontrar la colaboración entre políticos y científicos; por ello, celebro con gran beneplácito que la dirección de la BCC esté en sus manos.

No es frecuente encontrar juntos, en una sola frase, vocablos como *libros*, *ciencia* y *ciudadanía*. La BCC expresa la convicción de que estos tres campos de acción pueden potenciarse unos a otros. Quien se asome a los títulos de esta serie hará suyo lo mejor de la palabra escrita, del pensamiento crítico y de la vida responsable en comunidad. Si queremos alcanzar grandes resultados, debemos pensar en grande. Estoy seguro de que las siguientes páginas nos ayudarán a hacerlo y, por qué no, también a soñar en grande.

LIC. OMAR FAYAD MENESES
Gobernador Constitucional del Estado de Hidalgo

Prefacio a la segunda edición

A comienzos de 2010, al tiempo que se publicaba la primera edición de este libro, apareció un amenazante rectángulo rojo en el sitio electrónico earthquake.usgs.gov. Este cuadro cayó sobre la isla en que se encuentra Haití, peligrosamente cerca de Puerto Príncipe, su capital. El rojo implicaba que un sismo había ocurrido en la última hora; el tamaño del rectángulo significaba magnitud 7. Para entonces yo nunca había trabajado en Haití, nunca lo había visitado y no esperaba trabajar nunca allí. Aun así, supe de inmediato, con una certidumbre desgarradora, que esto no podía ser bueno. En efecto, el mundo observó con horror cuando aparecieron las primeras imágenes: un daño catastrófico a edificios y cuerpos humanos por igual.

Demasiados cuerpos, en realidad, como para contarlos. El número estimado de muertos se convertiría en un problema en sí mismo: las estimaciones oficiales se elevaron en las primeras semanas de 150 mil a 200 mil y luego a más de 250 mil; las estimaciones posteriores, que se basaban en enfoques estadísticos más rigurosos, redujeron silenciosamente esta cifra a una cantidad más cercana a 100 mil. El alcance y la escala del desastre, no obstante, todavía eran abrumadores por donde se vieran. Si bien los medios especializados en noticias suelen ir en manada a los lugares donde ocurrió un daño especialmente severo después de un terremoto, la ciudad de Puerto Príncipe en verdad había quedado hecha añicos. Un estudio posterior muy minucioso reveló que dos de cada diez estructuras en Puerto Príncipe habían sufrido daños severos o se habían derrumbado por completo y que tres de cada diez tenían suficientes daños como para considerarse peligrosas. Esta lúgubre realidad me recibió personalmente cuando aterricé cerca de ocho semanas después en Puerto Príncipe con la meta de dirigir un equipo que trabajó con colegas haitianos para instalar sismógrafos portátiles que registraran las réplicas. En los años siguientes conocí y trabajé con algunas de las mejores personas que he tenido el privilegio de conocer, y llegué a apreciar la fortaleza y la vitalidad de Haití y de sus habitantes. El sufrimiento que experimentaron, y del que aún están recuperándose años después, es inimaginable para la mayoría de las personas.

Siete breves semanas después del temblor de 2010, uno de mucha mayor magnitud, 8.8, originado en la región de Maule, sacudió buena parte

de Chile. El número mucho menor de muertes (525) ocasionadas por un terremoto mucho más grande añadió un signo de exclamación al dicho que mi difunto colega y amigo Nicholas Ambraseys acuñó décadas atrás: los terremotos no matan a las personas, son los edificios. A diferencia de Haití, Chile conoce desde hace mucho los riesgos de sufrir sismos y, cosa mucho más notable, tiene la voluntad política y los medios económicos para mitigar esos peligros.

No obstante, si el sismo de Maule fue en gran medida una historia de éxito, una muy diferente ocurrió menos de un año después cuando un temblor aún más grande, el sismo de magnitud 9 de Tōhoku, sacudió el norte de Japón. Si Haití se contaba entre los países menos preparados del mundo, Japón supuestamente era —y todavía lo es— el mejor preparado. Sin embargo, el temblor de Tōhoku zafó un borde de placa que la mayoría de los expertos, si no es que todos, consideraban capaz de producir sismos “sólo” de magnitud tan baja como 8. De hecho, las estructuras de Japón y su infraestructura, sólidamente construidas, resistieron bastante bien la sacudida del monstruoso terremoto de magnitud 9 y sólo hubo unos cuantos casos con daños serios o derrumbes ocasionados por la sacudida. Si la historia hubiera terminado ahí, se habría anotado como otra historia triunfal: un ejemplo más del valor de estar preparados y el éxito de los reglamentos modernos de construcción.

Como sabemos, la historia no quedó ahí. Este sismo, mucho más grande de lo esperado, desató un tsunami mayor que lo previsto que se escoró en la costa, como un tren de carga del tamaño de un océano. No tardó en sobrepasar los rompeolas e inundar pueblos enteros. En el país más preparado del mundo, más de 15 mil personas perdieron la vida y la planta nuclear de Fukushima experimentó una catástrofe que resonará durante décadas.

Haití, Maule, Tōhoku. Tres sismos diferentes, tres resultados diferentes, pero con algo en común: ninguno de ellos se había predicho. Los tres ocurrieron en regiones de las que, desde hace mucho, al menos entre geólogos, se sabe que son zonas sísmicas activas. En distinto momentos se publicaron artículos científicos que resaltaban el riesgo a largo plazo en las tres zonas. Sin embargo, mientras que los profesionales de los sismos y los aficionados a la predicción siguen haciendo vaticinios de terremotos por igual, nadie logró hacer sonar una alerta antes de estos tres grandes eventos.

Mi investigación para este libro me dio la oportunidad de hablar con colegas que, a diferencia de mí, ya formaban parte de este campo durante

el “auge” de la predicción de sismos en la década de 1970. Le pregunté a varios por qué el optimismo hacia la viabilidad de predecir temblores había dado paso tan rápidamente al pesimismo. Una de las repuestas fue que, a pesar de todo el optimismo en torno a los métodos de predicción, los sismos predichos no llegaron a ocurrir, mientras que otros acontecimientos catastróficos siguieron sucediendo sin advertencia previa.

Como suele decirse, entre más cambian las cosas, más permanecen iguales. Este libro describe varios métodos que en la actualidad los investigadores creen que podrían conducir a predicciones viables a corto plazo. Más viejos y sabios, nadie asevera que la predicción confiable de sismos esté a la vuelta de la esquina. Muchos expertos, si no es que la mayoría, dudan de que la predicción fiable a corto plazo llegue a ser posible. Sin embargo, quizás haya destellos ligeros y cuidadosos de algo parecido a la esperanza. Uno de los logros más notables en la sismología de las últimas décadas ha sido identificar los llamados sismos lentos, que ocurren en las zonas de subducción, por lo general a lo largo de los bordes entre placas, pero a profundidades mayores que aquellas en que éstos se traban y se cargan. Un sismo lento ocurre cuando una porción profunda de un borde divergente se mueve con lentitud, a lo largo de un periodo de días o semanas, sin generar olas sísmicas. De inmediato surge la pregunta: ¿un acontecimiento de este tipo podría ser la gota que derrama el vaso y que provoca después sismos grandes en trozos trabados adyacentes de la falla? Los sismos lentos aún son uno de los temas más candentes de este campo y existen algunos indicios de que, en efecto, algunos de ellos han precedido a sismos de fuerza notable. Así, nos encontramos en un punto en el que hemos estado muchas veces en el pasado: conscientes de errores fatales en lo que antes parecían ser métodos prometedores, pero preguntándonos si un nuevo enfoque dará resultado. Quizá lo haga, algún día. Como dijo Charles Richter en la década de 1970, nada es menos predecible que el desarrollo de un campo científico activo.

La realidad posterior a 2010, no obstante, tiene una similitud asombrosa con los últimos años setenta y los primeros ochenta: grandes terremotos siguen ocurriendo sin anticipación alguna y sus daños pueden ser muchos o pocos dependiendo del grado de preparación. En el famoso caso de L'Aquila, Italia, un terremoto en efecto ocurrió después de que un individuo advirtiera de él tras sentir varios sismos pequeños pero, aun en retrospectiva, los científicos saben que esta predicción no tenía firmeza científica (si se hiciera sonar una alerta cada vez que se sienten varios sismos ligeros en Italia, sonarían demasiadas alertas, y de vez en cuando

alguna predicción parecería corroborarse). Varios países, entre ellos Estados Unidos, han impulsado enérgicamente los sistemas de alerta temprana que no predicen los terremotos en sí, sino que después de que se inicia el sismo envían un aviso de que pronto habrá una sacudida. Conforme avanzamos al futuro, dichos sistemas pueden salvar cada vez más vidas. El valor y la importancia crítica de la ingeniería adecuada y de una preparación general aún es evidente. A un edificio no le importa si un sismo o una sacudida se predijo o no: que resista la sacudida —o no— depende de su diseño y su construcción.

Así, como siempre, la ciencia sigue su camino, y lo mismo hacen aquellos que no forman parte de la comunidad establecida, con un flujo continuo de predicciones propias. A veces las predicciones o aproximaciones se filtran a la esfera pública, lo que provoca una ansiedad comprensible. Lo más notorio de este baile, tanto ahora como en 2010 y en 1980, es el hecho de que las predicciones no preceden a los sismos, sino que éstos invariablemente las preceden: después de los eventos dañinos, surgen predicciones hasta de las molduras, lo que atiza la ansiedad de personas que sufrieron una conmoción física y emocional. A veces incluso los científicos convencionales se exceden y hacen declaraciones apasionadas sobre probabilidades futuras de sismos que van más allá de lo que la mejor ciencia a nuestra disposición puede respaldar.

En lo que concierne a la predicción de sismos, la mejor ciencia todavía es la estadística. Resulta cierto que, en términos estadísticos, las probabilidades de que ocurra un sismo dañino nunca son mayores que inmediatamente después de que sucedió ese sismo. Si bien los eventos grandes liberan esfuerzo, también suelen desatar otros temblores: réplicas y, en ocasiones, incluso un sismo mayor en un segmento adyacente de la falla. El potencial de un sismo para desencadenar otro aumenta con su magnitud: mientras más grande sea, mayores serán las réplicas potenciales. Así que, por lo general, es buena idea estar preparado después de que ocurre un terremoto. Pero no busquemos a adivinos o científicos para que nos digan cuándo llegará el siguiente gran sismo. No lo sabemos. A no ser que ocurra un descubrimiento inesperado, quizá nunca lo sepamos. Es posible que un sismo grande le pise los talones a otro, pero también podría llegar de la nada, en cualquier momento. Quienes vivimos en zonas sísmicas activas debemos esperar lo inesperado, y quienes viven lejos de zonas con bordes activos deben recordar que los eventos conocidos como “cisnes negros” no son probables, pero sí posibles. En algunas regiones se han vuelto menos probables: desde 2009, los resultados científicos han

subrayado cada vez más el riesgo potencial asociado con sismos ocasionados por la actividad humana: de manera notable, pero no única, la inyección profunda de aguas de desecho para la producción de combustibles de hidrocarburos (*fracking*). Millones de personas se han enterado de que ahora ellas también viven en el país de los sismos. Hay muchísimas recomendaciones para prepararnos ante los terremotos y demás desastres naturales: fije su calentador de agua, mantenga un suministro de emergencia de alimentos, ponga sus zapatos y una linterna cerca de su cama, atornille los libreros a los muros, considere apuntalar las chimeneas endebles, etcétera.

Cuando se publicó la primera edición de este libro, uno de mis colegas se quejó conmigo de que era excesivamente pesimista. Podemos predecir los sismos, me dijo: “Inevitablemente sucederán a lo largo de los bordes activos y sabemos dónde están. Con esa predicción basta para que las personas estén preparadas.” Era una buena observación. Sería bueno contar con una predicción confiable a corto plazo de sismos, pero tras un último análisis está claro que vivimos en un planeta activo, por lo que debemos comportarnos en consecuencia.