

Desastres.

Frontera entre lo natural y lo social



Hoy, el paradigma de los desastres “naturales” se encuentra desgastado. Las causas y las formas de prevenirlos habrán de analizarse desde distintas lentes, pues resultan de una compleja interacción entre factores físicos y sociales.

Heriberta Castaños y Cinna Lomnitz

Hace poco más de dos años nos encontrábamos en la hermosa capital del Canadá, Ottawa, para dictar sendas conferencias en la Universidad de Carleton. Al atravesar el estacionamiento frente al salón donde uno de nosotros iba a hacer una presentación sobre el sismo mexicano de 1985, un hombre vino corriendo hacia nosotros dando voces: ¡un avión acaba de chocar con las torres gemelas de Nueva York!

En el momento no le dimos mucha importancia, pero a medida que la fecha del 11 de septiembre de 2001 se fue grabando en la memoria colectiva, el incidente cobró visos de ser el inicio de una nueva era. Las comparaciones que hicimos ese día entre el sismo de México y el desastre de Nueva York fueron muy comentadas por los colegas canadienses.

Las reflexiones que siguen fueron inspiradas por estos comentarios. En efecto, estas catástrofes afectaron a dos de las ciudades más populosas y principales del mundo, causando un número similar de muertos. Sin embargo, la semejanza más notable entre ellas fue el hecho de que sus causas no han sido puntualmente determinadas o esclarecidas. El sismo de 1985 en

la ciudad de México fue investigado a fondo y produjo una literatura científica enorme; el ataque a las torres gemelas atrajo la atención de la prensa mundial. Pero en el fondo ambos desastres permanecen sin aclarar. Nuestra curiosidad se explica también un poco por el hecho que los desastres tienden a repetirse cuando su causa se desconoce. Si no podemos contribuir a evitar que sucedan tales desgracias, ¿para qué sirve la ciencia?

UNA HISTORIA ANTINATURAL DE LOS DESASTRES

Una mirada casual, un encuentro en los pasillos del poder, una decisión errónea rescatada del olvido de pasadas generaciones: he aquí el material del que están hechos los desastres. Eso apenas lo supimos después del 11 de septiembre de 2001.



¿Qué es un desastre? No es fácil definirlo, ya que las causas naturales y sociales se entretajan como una trama de hilos de colores. En el siglo quinto se consideraba que los desastres no eran naturales; mejor dicho, el atribuirlos a causas sobrenaturales era lo normal, y lo otro era cometer un crimen. Dice san Filastrio de Brescia: “Es una herejía pretender que los terremotos son causados por los elementos de la naturaleza, y no por el veredicto y la justa indignación de Dios.” Pasaron catorce siglos antes de que se pudiera cambiar de paradigma. Escribe el jesuita Camilo Henríquez luego del sismo de Valparaíso en 1822: “No debe suponerse que Dios pueda ser tan irracional como para destruir sus propios templos.” Eso equivalía a un avance crucial en el conocimiento de los desastres. Pero no bastó. Hoy sabemos que los desastres son fenómenos tanto sociales como naturales.

Bunde y colaboradores (2002) emprenden un ataque resuelto y a fondo contra el paradigma de los desastres naturales. Demuestran que todos los desastres (sismos, ataques terroristas, colapsos de los mercados de valores, epidemias, cambios climáticos, agotamiento de las reservas petroleras y muchos otros) son fenómenos críticos en sistemas complejos no lineales. Su crítica se vuelca directamente contra el

enfoque de las comunidades científicas que acumulan conocimientos especializados sobre un fenómeno específico, e ignoran las características estructurales que dicho fenómeno tiene en común con la dinámica crítica en muchos otros campos. Veamos si esta crítica es justificada.

EL RIESGO SÍSMICO

La ciudad de Memphis, en Tennessee, ha sido clasificada por FEMA (el Organismo Federal de Prevención de Emergencias de Estados Unidos) con un nivel de riesgo sísmico igual al de San Francisco. Sin embargo, este mismo organismo reconoce que la probabilidad de ocurrencia de un sismo es mucho mayor en San Francisco que en Memphis. Se formaron dos bandos entre los científicos americanos. Unos criticaron la medida, mientras otros la defendieron. Mientras esto ocurría, FEMA fue reorganizada y anexada a la nueva Secretaría de Seguridad Interior del gobierno de Washington, dejando a los científicos con un palmo de narices. Por lo visto, los desastres (administrativos y otros) ocurren a intervalos de menos de una década. ¿No seremos presuntuosos cuando discutimos acerca de si mil años será un plazo adecuado para evaluar el riesgo sísmico en una ciudad?

Los desastres geofísicos afectan a la ciudad de México a razón de una docena por año. Si vamos a hablar del largo plazo, cabe recordar que el continente americano no estaba habitado hace 14 mil años. Un sismólogo que viviera en esa época se hubiera visto en aprietos para predecir la existencia de la ciudad de México. Vivimos en una época de calamidades, cuando tiene

poco sentido preocuparse de riesgos que se cumplen en plazos tan remotos, o que exceden la duración de la vida humana.

El desastre sísmico de 1985 en la ciudad de México fue causado por una onda monocromática, de muy larga duración, que fue identificada inmediatamente después del sismo (véase, por ejemplo, Lomnitz y Castaños, 1985). Hasta hoy no hay consenso entre los científicos acerca de su origen y naturaleza. Se sabe que esta onda se detectó solamente en la capa de lodo que cubre la parte baja del Valle de México. Se ha intentado, con escaso éxito, reproducir esta señal mediante modelos de tipo lineal.

Una explicación posible podría fundarse en la idea de que las cuencas sedimentarias funcionen como sistemas complejos. Una onda de Rayleigh podría transferir energía a un modo resonante de igual frecuencia. Un escenario de este tipo podrá parecer lógico pero no es fácil de comprobar. Hay especialistas en dinámica de fluidos, o en la teoría de plasmas, que manejan la física de ondas no lineales desde hace años (Infeld y Rowlands, 2000). Pero desgraciadamente se nos enseña a recurrir a las explicaciones no lineales sólo cuando las posibilidades de los paradigmas lineales se han agotado.

¿Por qué sucede eso? La no linealidad es la regla, y la linealidad la excepción, pero a veces parece que fuera lo contrario. Mientras los científicos discutimos, el riesgo de una repetición del sismo de 1985 va aumentando. En cambio, al conocerse la causa se puede prevenir el daño de futuros sismos. La recompensa podría ser enorme.

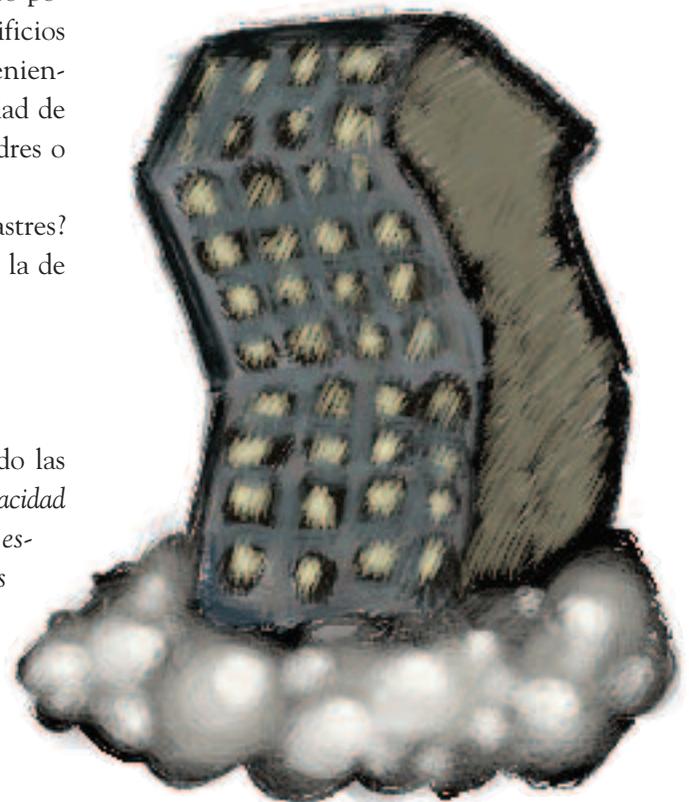
Supongamos que la causa del daño sísmico en la ciudad de México fuera la resonancia en suelos blandos. En tal caso podrían utilizarse amortiguadores de fluido viscoso en los edificios existentes y futuros para filtrar la frecuencia dañina proveniente del terreno. En principio, se podría lograr que la ciudad de México fuera tan inmune a los sismos como lo son Londres o Nueva York.

¿No podría suceder algo similar con otros tipos de desastres? A menos que la mente de los terroristas fuera superior a la de sus víctimas...

EL DESASTRE DEL *WORLD TRADE CENTER*

Existe la posibilidad de que no nos hubiéramos planteado las preguntas correctas. La complejidad se define como *la capacidad de un sistema para presentar coherencia de largo alcance en el espacio y en el tiempo, y transiciones entre diferentes estados* (Davies, 1989). En este sentido, las torres gemelas se comportaron como un sistema complejo. Se mantu-

En principio,
se podría lograr
que la ciudad de México
fuera tan inmune
a los sismos como lo son
Londres o Nueva York





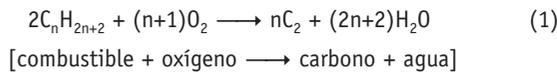
El diseño de las torres especificaba inicialmente una estructura de 80 pisos de alto. Pero los arquitectos ganadores del concurso se enfrentaron al desafío de incrementar la altura a 110 pisos: esto implicaba un cambio en el diseño estructural

vieron en pie por una hora después del impacto. ¿Por qué no por diez horas, diez días o diez meses? Tal pregunta no ha sido plenamente considerada. Reflexionemos:

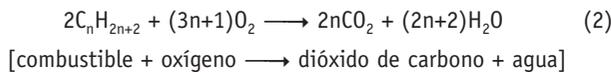
1. Los desastres deben definirse “sobre escalas específicas de espacio y de tiempo” (Bunde y colaboradores, 2002). Esto significa que los desastres tienen una historia. El diseño de las torres especificaba inicialmente una estructura de 80 pisos de alto. Pero los arquitectos ganadores del concurso se enfrentaron al desafío de incrementar la altura a 110 pisos: esto implicaba un cambio en el diseño estructural.
2. Al aumentar la altura del *World Trade Center*, el objetivo de los dueños era convertirlo en el edificio más alto del mundo. Pero su cimentación se encontraba sobre relleno fangoso extraído del lecho del río Hudson. Pudo haberse empleado una estructura de marcos de acero, como la del edificio *Empire State*, pero hubiera sido muy pesada o muy cara, debido a la escasa resistencia del subsuelo. Entonces se recurrió a la idea de un tubo estructural. Una retícula externa de vigas de acero soportaría el peso del edificio en todo el perímetro. La solución es inusitada, ya que un tubo vertical es inestable: tiende a pandearse hacia dentro, como un bote de cerveza vacío. El pandeo es un modo de falla no lineal. El ingeniero estructural no suele “diseñar” contra el pandeo. Simplemente lo evita.
3. En este caso, la prevención del pandeo corría a cargo de las losas de pisos. Había losas a intervalos de altura constantes, que tenían la función de impedir que el tubo se viniera hacia dentro. En cambio, el núcleo central en torno a los elevadores no ayudaba a la estabilidad del cascarón exterior. Las losas de los pisos eran aligeradas y descansaban sobre armazones de varilla que carecían de resistencia lateral y de resistencia contra incendio.
4. Un ataque sorpresivo con aviones comerciales fue inesperado. Pero el terrorismo ya se conocía en la China del siglo V antes de Cristo. Los terroristas sólo soñaban con una muerte flamígera y espectacular: no pensaban que las torres se vendrían abajo. Como dice Lao Tsé, “quien no teme morir no hace caso de amenazas de sentencia de muerte.”
5. Ambas torres se cayeron verticalmente. Para lograr el mismo resultado, el ingeniero de demoliciones emplea semanas de acuciosos cálculos y preparativos, con deto-

naciones calculadas al centésimo de segundo. La teoría de un colapso de tipo dominó no convence, puesto que un edificio de 110 pisos se tardaría más de un minuto en venirse abajo piso tras piso en caída libre. En cuanto a un posible reblandecimiento de la armazón exterior de acero por efecto del calor, ello significaría que las torres se habrían caído de lado. En conclusión, el colapso fue causado por una falla sistémica: la armazón externa de acero se pandeó. Una onda de flexión se propagaría con la velocidad observada.

6. Entonces, ¿por qué tardó tanto el colapso? Las vigas externas eran resistentes a un calor de 800 grados centígrados. El impacto de los aviones produjo una columna de humo negro que indicaba la siguiente reacción química:



Pero en presencia de una gran cantidad de aire, como en un motor a reacción, la turbosina arde con una llama blanca y muy caliente. Genera dióxido de carbono y vapor de agua:



El octano (n=8) consume 2.8 veces más aire en esta reacción que en la reacción (1). La transición de (1) a (2) se conoce como un *flashover* en la jerga de los bomberos de Estados Unidos. Se trata de un fenómeno crítico, similar a un cambio de estado.

7. En las torres gemelas, al tratarse de un espacio cerrado, los vapores del combustible se tardaron una hora en penetrar a los pisos adyacentes para mezclarse con aire. Cuando finalmente ocurre la transición, el *flashover* no bastó para destruir las vigas externas pero sí para llevarse un par de losas de pisos, que ya se encontraban debilitadas por el incendio. Al faltar el apoyo de los pisos, el armazón se volvió inestable y se pandeó.
8. En conclusión, el desastre del *World Trade Center* se produjo por una interacción compleja entre factores físicos, químicos y sociales. Pero esta situación es común. Hubo varios desastres recientes de este tipo, que se debieron a consideraciones comerciales, decisiones no técnicas o de relaciones públicas. Esto es explicable: a medida que la

En conclusión, el desastre del *World Trade Center* se produjo por una interacción compleja entre factores físicos, químicos y sociales

tecnología avanza, los contactos con la naturaleza se complican y se tornan menos directos. La sociedad confía cada vez más en intermediarios, como son los pilotos, los ingenieros, los arquitectos o los geofísicos. Estos tecnólogos ayudan a franquear el abismo creciente entre la tecnología y la sociedad.

9. Las responsabilidades se diluyen y pierden transparencia. Las decisiones se transmiten por oscuras jerarquías. Así resulta posible que un especialista pueda recibir instrucciones que lo obliguen a hacer caso omiso de consideraciones de seguridad, o a realizar tareas que en retrospectiva podrán verse como técnicamente inapropiadas.

ENTRE LA NATURALEZA Y LA SOCIEDAD

El cántaro proverbial al fin se rompió. “Lo que hace falta es una explicación basada en características de sistemas” (Perrow, 1999). El paradigma de los desastres “naturales” se encuentra desgastado. Tienen razón Bunde y sus coautores (2002). Un edificio alto puede comportarse como un sistema dinámico complejo.

Los *accidentes* son percances predecibles, en un sentido estadístico. Las empresas de seguros viven de ellos. Por ejemplo, la incidencia de accidentes de automóvil es un fenómeno lineal, ya que es proporcional al número de kilómetros recorridos. En cambio, los *desastres* no son asegurables —mejor dicho, no hay manera de ganar dinero con ellos. La razón es precisamente que sus causas no son bien conocidas. ¿Es posible prevenir catástrofes como las de las torres gemelas o del sismo de 1985?

Hace varios decenios, G. F. White advirtió que los desastres, como huracanes o sismos, dependen de decisiones sociales. Juntó todos los factores sociales y los designó con la etiqueta de “vulnerabilidad” (White y Haas, 1975). Pero esto equivalía a simplificar las cosas demasiado. Hewitt (1983) ha intentado una crítica de la vulnerabilidad, pero hay que ir más lejos. Se vale ahondar más en el problema.

Los sismos, como los ataques terroristas, siempre son inesperados y atacan el punto más débil de nuestra tecnología, o de nuestra estructura social. Por eso es tan deseable un enfoque interdisciplinario: los científicos sociales piensan y trabajan de otra manera que los

científicos naturales. Es posible la racionalidad cuando el observador logra colocarse por encima de los fenómenos que analiza, pero esto no es fácil para el científico de la tierra y mucho menos para el científico social. El esfuerzo intelectual que significa colocarse por encima de los fenómenos se llama racionalización (Habermas, 1981). La cooperación entre diferentes disciplinas favorece la racionalización. Las decisiones apresuradas, la influencia indebida de los intereses creados, la falta de transparencia administrativa y la negligencia en la aplicación de las recomendaciones técnicas son factores “políticos” que contribuyen a causar los desastres.

Bibliografía

- Bunde, A., J. Kropp, y H. J. Schellnhuber (2002), “Introductory remarks”, en *The science of disasters*, Springer, págs. VII-X.
- Castaños, H. (1999), *La torre y la calle*, México, M. A. Porrúa/UNAM.
- Davies, Paul (1989), “Glossary”, en *The new physics*, Cambridge University Press.
- Habermas, J. (1981), *Theorie des kommunikativen Handelns*, Suhrkamp, Frankfurt.
- Hewitt, K. (1983), “Calamity in a technocratic age”, en *Interpretations of calamity*, K. Hewitt, ed., Nueva York, Allen & Unwin.
- Infeld, E., y G. Rowlands (2000), *Nonlinear waves, solitons and chaos*, 2ª ed., Cambridge University Press.
- Lomnitz, C., y H. Castaños (1985), “A same-day overflight in the epicentral area of the great Mexico earthquake of 19 September 1985”, *Bull. Seis. Soc. Am.*, 75, 1837-1841.
- Perrow, Charles (1999), *Normal accidents: living with high-risk technologies*, Princeton University Press.
- Philastrus de Brescia (siglo V), *Diversarum Hereseon Liber*, en *Corpus Scriptorum Ecclesiastorum Latinorum*, 38, 102, Viena, Tempsky, 1898.
- Sivak, M., y M. J. Flannagan (2003), “Flying and driving after the september 11 attacks”, *Am. Scientist*, 91, 6-11.
- White, G. F., y J. E. Haas (1975), *Assessment of research on natural hazards*, Cambridge, MIT Press.

Heriberta Castaños es doctora en sociología e investigadora titular en el Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Su interés principal en la investigación radica en el estudio de la fuga de talentos, y la vinculación universidad-empresa. Entre sus libros publicados destacan *La torre y la calle* (1999) y *La migración de talentos en México* (2004).
bety@servidor.unam.mx

Cinna Lomnitz es doctor en ciencias con especialización en sismología, y es investigador emérito en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes en 1995. Entre sus libros publicados destaca *Fundamentals of earthquake prediction* (1994).
cinna@ollin.igeofcu.unam.mx

