

## **Impacto de los sucesos extremos del ambiente**

*(Impact of extreme events from the environment)*

**Badii, M. H y Jorge Castillo\***

**Resumen.** Se describen diferentes tipos de suceso naturales y los que ocurren por la actividad del ser humano. Se presentan las escalas de medición de los impactos de los sucesos y proporcionan la función de cada escala y la diferencia entre éstas. Se distinguen entre los impactos directos e indirectos de los sucesos. Se contrastan a través de algunos ejemplos, la relevancia y la magnitud de éstos impactos en los países en desarrollo y los industrializados.

**Palabras claves.** Amenaza natural e inducida, escala de medición, países en desarrollo e industrializado

**Abstract.** Different kinds of natural and man-made disasters are described. Distinct scales for measurement of these types of disasters are mentioned with emphasis on their functions and dissimilarities. Direct and indirect effects of disasters are noted. The intensity and the importance of these effects in undeveloped and industrialized countries are highlighted.

**Keywords.** Natural threat and induced, measuring scale, developing countries and industrialized

### **Introducción**

Existen riesgos o peligros ambientales naturales los cuales son las condiciones o procesos del ambiente que fragmentan el ambiente físico-químico y biótico (Badii & Ruvalcaba, 2009a), ocasionan pérdida de biodiversidad (Badii & Abreu, 2009) y dan origen a pérdida de vidas o daños económicos en poblaciones humanas (Badii et al., 2009a). Los sucesos naturales se distinguen de las perturbaciones ambientales humanas por el hecho de que deben su origen al medio natural, no a las acciones humanas. Los sucesos naturales más importantes comprenden inundaciones, sequías, terremotos, tornados e incendios no provocados por el hombre. Se puede nombrar, por ejemplo, las perturbaciones ambientales humanas, la contaminación del aire, la del agua, la eliminación inadecuada de residuos tóxicos, los peligros asociados con la falla de los componentes manufacturados de nuestro entorno (por ejemplo, el derrumbe de un edificio o de un puente) y la emisión accidental de radiación de una estación generadora nuclear o de cloro gaseoso de un carro cisterna en el descarrilamiento de un tren.

La distinción entre perturbaciones naturales y humanas es útil porque sugiere hacia donde se debe dirigir la atención cuando se intenta mitigar o controlar los peligros. Al examinar los riesgos de inundación, por ejemplo, es sin duda necesario concentrar la atención en los procesos naturales de precipitación, drenaje y comportamiento de corrientes para mitigar sus efectos. Cuando se examinan problemas de contaminación o peligros tecnológicos, son los procesos industriales y el diseño de los sistemas de ingeniería los que demandan atención, además de los procedimientos naturales a los que afecta la contaminación. Comprender los procesos naturales es una parte necesaria del manejo de los sucesos naturales, pero, no basta por sí mismo porque los sucesos naturales no son totalmente “naturales” (Hewitt, 1983) ni las perturbaciones ambientales humanas se deben por completo a las actividades de la gente. El tema de los sucesos ambientales naturales debe su importancia de dos hechos. Primero, los daños y la pérdida de vidas que sufre la sociedad son sucesos catastróficos que hacen de los peligros naturales un problema destacado para las personas expuestas al riesgo y para sus gobiernos. Segundo, en el campo del control ambiental el historial más grande se

encuentra en los registros de cómo han hecho frente las personas a los peligros naturales. Los estudios de esa experiencia son una fuente potencial de comprensión y conocimientos para encontrar formas eficaces de encarar los problemas ambientales identificados en los tiempos más recientes.

### **Las amenazas y su medición**

Cabe resaltar que los peligros naturales comprenden una amplia gama de fenómenos diferentes. Estos se pueden clasificar de acuerdo con el proceso casual principal de cada uno. Enfocamos nuestra atención, en primer termino, a los peligros geofísicos más que a los biológicos. Los peligros geofísicos se pueden separar en los que tienen relación con procesos atmosféricos (fenómenos climáticos y meteorológicos) y los que están conectados con los procesos geológicos y geomorfológicos de la corteza y la superficie terrestres. La investigación de los peligros naturales se asigna a diferentes disciplinas científicas. Así, los meteorólogos e hidro-meteorólogos estudian el tiempo, la formación y comportamiento de las tormentas, la intensidad de la precipitación pluvial y otros factores que dan origen a inundaciones. Los hidrólogos se ocupan de la magnitud y frecuencia de las inundaciones y de su predicción. Los campos de la geología y la geofísica se subdividen en especializaciones como la sismología (estudio de los terremotos), la vulcanología (relacionado con los volcanes) y la geomorfología (análisis de erosión y los derrumbes). En general, estos especialistas estudian los mecanismos y procesos físicos básicos y se ocupan menos del control y el manejo de los peligros relacionado. Esto da origen a ciertas diferencias fundamentales de enfoque, ejemplificadas por los intentos para crear escalas de medición de los peligros naturales. Se necesitan diferentes tipos de mediciones para propósitos distintos.

Existen dos enfoques principales en cuanto a la medición. El primero se orienta al proceso geofísico y procura medir sus dimensiones por volumen o energía. El segundo examina los efectos e intenta medirlos. La diferencia entre estos enfoques se aprecia con claridad en las dos escalas que se han ideado para medir los terremotos. La escala de Richter mide los terremotos en términos de la energía liberada, en ergs. Un erg, es la unidad de trabajo en el sistema centímetro-gramo-segundo, es el trabajo que efectúa una fuerza de 1 dina que actúa en la dirección de la fuerza a lo largo de una distancia durante un segundo. Una dina es la fuerza que, al actuar durante un segundo sobre una masa de 1 gramo, le proporciona una aceleración de 1 centímetro por segundo cuadrado. Se mide con un sismógrafo, que es un instrumento muy delicado calibrado de modo que la magnitud del desplazamiento de una plumilla refleja la cantidad de energía liberada como la transmiten las ondas sísmicas (Miller, 2007). La gama de magnitudes de los terremotos es muy grande, desde la vibración más tenue que solo detecta un instrumento y no es percibida de manera directa por los seres humanos, hasta movimientos masivos que derriban edificios enteros. Para dar cabida a esta gama, se usa la escala de Richter. Esta escala transmite muy poca información, excepto para los expertos, puesto que por ejemplo, probablemente el publico suponga que un terremoto de 6 grados en la escala de Richter es solo dos veces mas fuerte que uno de 3. Por tanto, se puede crear una impresión engañosa. Por otra parte, la escala de Mercalli Modificada intenta medir no el terremoto mismo, sino su efecto en las personas. Un terremoto se designa como número 5 si tiene la intensidad suficiente para ser percibido por la mayoría de las personas y causa daños a vidrios y revoques. En el nivel 10, un terremoto causa daños a muchas estructuras y ocasiona la destrucción de algunas de ellas.

La diferencia fundamental entre los dos enfoques proviene de los diferentes objetivos del científico geofísico (escala de Richter) y del encargado de manejar los peligros (escala de Mercalli Modificada). Cuando y donde quiera que se produzca, un terremoto de 6.5 en la escala de Richter siempre implica la misma liberación de energía. La medición es estandarizada y universal; existe independientemente de la presencia de asentamientos humanos en la zona del terremoto. El efecto de los terremotos puede no guardar relación con su nivel respectivo en la escala de Richter. Un terremoto muy fuerte (7 en la escala de Richter) puede causar menos daños en un área escasamente poblada que un terremoto mucho más débil en un área de asentamiento humano concentrado. La ventaja de la escala de Richter, por tanto, es su utilidad universal sobre una base constante en cualquier lugar del mundo. Su gran desventaja es que no trasmite información alguna acerca de la magnitud real de los daños producidos. El efecto de un sismo medido por la escala de Mercalli Modificada refleja a la vez el carácter del asentamiento humano en la zona del terremoto y la intensidad del mismo. Los edificios mal construidos o los ubicados en pendientes o suelos inestables tienen posibilidad de sufrir mayores daños que aquellos con construcción y cimentación adecuada. Medido en estos términos, el terremoto registra un nivel más alto o más bajo en la escala de Mercalli Modificada de acuerdo con la calidad de la construcción. Consecuentemente, esta escala proporciona una medida del efecto a expensa de la pérdida de la universalidad de la escala de Richter. Ambas escalas son útiles, pero no hay manera de convertir una en otra de forma confiable. La escala de Richter es una escala para geofísicos; la de Mercalli Modificada esta destinada al encargado de manejar los peligros.

Existen problemas similares de medición para los demás peligros naturales. En casi todos los casos se dispone de un equivalente de la escala de Richter. Así, los ciclones tropicales se miden en términos de su presión central, del gradiente de presión del centro a la periferia de la tormenta, de la velocidad del viento y la rapidez de movimiento del sistema meteorológico entero. Las inundaciones se miden, por lo general, en términos de la descarga de agua en un punto determinado del río y del aumento y descenso de los niveles de agua reflejados en un gráfico pluviométrico de crecida. Las ventiscas se miden de acuerdo con la profundidad de la acumulación de nieve y la velocidades del viento asociado. Existen pocos equivalentes de la escala de Mercalli Modificada para otros peligros, y habitualmente se emplean estimados monetarios de los daños. Esto refleja, en parte, el énfasis del interés científico en los procesos geofísicos mismos. Es más importante la dificultad para elaborar escalas de efecto para ciertos peligros naturales. Por ejemplo, el efecto de una fuerte tormenta de nieve en una ciudad grande, medida en profundidad de acumulación de nieve y en velocidad del viento, tendrá un nivel de efecto diferente de acuerdo con una serie de factores. Esta variabilidad se aplica a otros peligros naturales. Por ejemplo. El volumen de descarga de un río puede tener poca o ninguna relación con la cantidad de daños por inundación; el déficit de humedad medido por el método de balance de agua de Thornthwaite (Thornthwaite & Mather, 1995) o el índice de sequía de Palmer (Palmer, 1965) no miden los daños reales sufridos por la agricultura (Cunningham et al., 2003, Miller, 2007). Esta dos medidas de deficiencia de humedad son escalas climáticas que no toman en cuenta la resistencia a la sequía de diversos cultivos o los métodos de cultivo utilizados.

## **Amenaza natural versus la inducida por el hombre**

Basado en la información acerca de la medición, se recitan la naturaleza y los seres humanos para tener amenazas o peligros. Cuando se trata de entender el componente humano de las amenazas naturales, se debe considerar la contribución de la investigación antropológica. Un examen detallado de la relación de diferentes grupos culturales con sus entornos puede iluminar nuestra comprensión de cómo los seres humanos han respondido con éxito a los peligros ambientales (Sutlive et al., 1986). En ausencia de seres humanos y de sus obras no puede haber amenazas naturales. Esto no significa que en un continente deshabitado (Norteamérica antes de la inmigración de colonos a través del Estrecho de Bering) no se producían inundaciones o terremotos, sino que, cuando esa clase de incidentes ocurrían no eran un peligro para las personas.

La palabra inundación tiene ahora dos connotación: en un sentido más común significa un peligro natural, pero en otro, más estricto, es tan solo un acontecimiento geofísico extremo. Por tanto, para entender los peligros naturales debemos comprender los acontecimientos geofísicos extremos. Una característica importante de estos es su probabilidad. En el caso de las inundaciones, por ejemplo, es común describirlas de una magnitud determinada, en términos de su periodo de retorno o su intervalo de repetición. Una crecida de 100 años en cualquier punto de un río es la descarga de agua que se puede esperar que suceda en promedio una vez cada 100 años. Un lecho de crecida se puede definir en términos de una frecuencia de inundación específica. Se determina una línea en el mapa del río para mostrar las áreas que se espera inunde la crecida de 100 años. Más allá de ella puede haber inundaciones, pero con una frecuencia menor. De forma similar, dentro de esta línea, las crecidas se producen con más frecuencia, hasta que se alcanza el canal del río mismo. En casi todas las regiones húmedas y templadas los ríos alcanzan la parte superior de sus riberas prácticamente una vez al año. Esto introduce un elemento adicional en la definición de un peligro natural. Cuando un acontecimiento se hace tan frecuente que es parte de la condición normal ya no constituye un peligro. De manera similar, en el otro extremo, cuando se espera que un acontecimiento se produzca muy rara vez en escala de tiempo humana, deja de ser un peligro natural para toda consideración práctica. Por tanto, un peligro natural es un acontecimiento extremo en la naturaleza, potencialmente dañino para los seres humanos y que se produce con una frecuencia suficientemente reducida para no ser considerado como parte de la condición o estado normal del medio, pero sin dejar de ser motivo de preocupación en una escala de tiempo humana.

La distinción entre peligros y condiciones normales es importante para entender el manejo de los peligros o la adaptación a los mismos. El ártico es sin duda un lugar difícil de vivir, como también lo son los tórridos desiertos del planeta. Estos son ejemplos de ambientes rigurosos. Sin embargo, para grupos culturales como los inuit en Canadá y los nómadas pastorales del África, su rigor no constituye una amenaza. Es solo cuando se producen acontecimientos fuera de lo ordinario que existe una amenaza para la sociedad bien adaptada a su entorno. Tomando en cuenta que las amenazas ambientales son fenómenos interactivos más que acontecimientos independientes, Mitchell (1990) considera que el grado de una amenaza es una función del riesgo, la exposición, la vulnerabilidad y la respuesta. Se considera que el riesgo es la frecuencia de los incidentes que causan pérdidas. La exposición es la magnitud de la población y las estructuras de riesgo. La vulnerabilidad se puede medir en términos de preparación, donde un grado alto de preparación, en muchos casos con base en experiencias previas,

da por resultado una vulnerabilidad baja. Cuando sucede en el caso de los grupos culturales antes mencionados, las acciones de preparación pueden ser parte de la vida diaria y convertir en normales los acontecimientos que de otro modo serían peligrosos. La respuesta incluye las acciones adoptadas por los directamente afectados y por las dependencias gubernamentales externas para mitigar las pérdidas que podrían causar la amenaza ambiental. En otras palabras, según Mitchell (1990) las amenazas son fenómenos relativos, no absolutos.

### **Sucesos extremos**

Los sucesos extremos en la naturaleza tienen un efecto directo en los seres humanos porque causan muertes o lesiones y daños en las propiedades. Estos incidentes tienen también un efecto indirecto porque cambian el carácter del ambiente. Por largo tiempo ha existido una controversia entre los estudios de la historia de la Tierra acerca de la importancia relativa de los acontecimientos extremos contra el cambio gradual. Los proponentes de la importancia de los acontecimientos extremos (catastrofistas) pueden señalar el papel de las inundaciones en la erosión y la deposición, el de los sismos en la formación de las montañas y el de una glaciación repentina en el modelo del paisaje de las montañas y lagos. Por otra parte, los facultativos destacan la lenta evolución del planeta bajo la larga continuidad de procesos que son observables todos los días. Las fuerzas de la naturaleza, que incluyen tanto sucesos extremos como procesos graduales, han excedido con mucho en importancia el efecto de los impactos humanos en el ambiente, excepto en una escala local. La modificación del clima por las erupciones volcánicas es un fenómeno muy conocido. Las partículas de polvo en la atmósfera aumentan el albedo, lo cual da por resultado temperaturas más bajas en grandes regiones de la superficie de la Tierra por periodos de hasta dos años después de la erupción. Por ejemplo, la gran erupción volcánica del monte Tomboro de Indonesia, en 1883, causó dos años sucesivos de estaciones húmedas y frías crecientes en todo el mundo a partir de 1885 llamados los años sin verano. Los efectos se agravaron en Gran Bretaña, Francia, Alemania y los Países Bajos por las consecuencias económicas de las guerras napoleónicas, y fueron causa de mucho sufrimiento (Post, 1977). Las erupciones volcánicas también pueden desprender gases venenosos, como sucedió en Camerún en 1986, cuando murieron, 1,700 personas y 10,000 más fueron afectadas de diversas maneras por las emisiones tóxicas.

La contaminación del aire causada por actos humanos se ha concentrado en alto grado en las áreas urbanas. Aproximadamente 4,000 muertes en exceso se han atribuido al gran episodio de smog en Londres, Inglaterra, en 1952 (Larsen, 1970, Auliciems & Burton, 1973). No es fácil hacer comparaciones válidas de estas diversas clases de incidentes en términos de consecuencias humanas. Los cambios que se han producido en el ciclo hidrológico por la extracción de aguas del subsuelo, la deforestación y urbanización de cuencas colectoras, el sembrado de nubes y la construcción de depósitos todos ellos parecen muy pequeños en comparación con la escala de los incidentes naturales. Desde luego, estos cambios pueden tener un efecto importante en pequeña escala, pero parecen insignificantes desde una perspectiva planetaria cuando se comparan con las inmensas fuerzas de la naturaleza. Este punto de vista convencional que asume que los efectos ambientales más grandes provienen de los peligros naturales ha sido cuestionado en los últimos años. En la actualidad se acepta que la quema de combustible fósiles ha incrementado de manera sustancial el contenido de dióxido de carbono de la atmósfera, y que esto ha dado origen a un cambio climático significativo,

específicamente, a un calentamiento global. El reconocimiento de la posibilidad de que los seres humanos cambien el medio en una escala global, ya sea de forma deliberada o involuntaria, ha ocasionado una importante reorientación del esfuerzo científico hacia el estudio de los ciclos biogeoquímicos (White & Tolba, 1979). En término general, los acontecimientos geofísicos extremos no causan un cambio permanente en el ambiente. Se les puede considerar como fluctuaciones o desequilibrios temporales, de los cuales los sistemas ambientales regresan a un estado de equilibrio. Desde luego, estos cambios ambientales temporales tienen efectos graves en la sociedad, en gran medida, porque son extremos y de corta duración. Ellos representan una desviación respecto a las condiciones normales a las cuales los humanos se han adaptado. En cambio, la mayoría de los cambios debido a actividades humanas se verifican con lentitud y, por tanto, dan oportunidad para la adaptación. Cuando las sociedades se están adaptando a condiciones ambientales en proceso de deterioro, es más difícil medir los efectos porque son demasiadas las variables que están cambiando al mismo tiempo. Por tanto, el estudio de los efectos de los peligros naturales es doblemente importante. En otras palabras, este estudio tiene valor por derecho propio y por lo que podemos aprender y que es aplicable a las perturbaciones ambientales de origen humano.

### **Daños directos**

Las amenazas naturales directamente afectan la sustentabilidad ya que alteran de forma negativa la complejidad y la estabilidad del ambiente (Badii & Ruvalcaba, 2009b). Hay que destacar que las amenazas naturales afectan a todo el mundo, no solo a las víctimas obvias. Tendemos a pensar en el término víctimas porque se informa del efecto de los peligros de manera dramática cuando se produce un desastre. Cuando estos desastres son graves constituyen el extremo de un espectro que se extiende hasta perturbaciones de menor importancia debidas a fluctuaciones en el medio y que causan pérdidas pequeñas. Sin embargo, los daños causados por muchos incidentes de menor magnitud pueden, en conjunto, ser superiores a las pérdidas que se registran en los desastres graves. La simulación científica (Algermissen, 1972) y los escenarios sociales (Cochrane, 1974) permiten estimar los efectos de una repetición. Así, se calcula que un sismo de la magnitud del de 1906 produciría en el área de la bahía un número de muertos del orden de 2,000 a 10,000 (versus 450 en 1906) y que podría haber hasta 40,000 lesionados, según la hora en que se produjera el terremoto. Otras 20,000 personas podrían quedar desplazadas, sin lesiones pero sin hogar. La escala de las pérdidas de construcciones residenciales estaría afectada en gran medida por la incidencia subsecuente de incendios y la capacidad para controlarlos pronto, así como por los cambios en los códigos y prácticas de construcción que han tenido lugar desde 1906. Otras personas más sufrirían pérdidas financieras. En ciertos casos esto provendría de daños a construcciones y otras propiedades o por perjuicios indirectos, como la pérdida de ganancias. Las pérdidas de per cápita podrían ser del orden de millones de dólares. Además de los afectados en el área del impacto físico, muchos otros sufrirían pérdidas ocasionadas por la desorganización. Se trastornaría el funcionamiento normal de la economía en un área amplia. Muchas personas más harían aportaciones voluntarias a un fondo de ayuda para los damnificados del terremoto. Estos donadores son gente que, de manera voluntaria acepta compartir la pérdida haciendo un sacrificio económico a través de la Cruz Roja o de diversas organizaciones filantrópicas. El gobierno, sin duda proporcionaría ayuda para remediar el desastre, la cual, de acuerdo con la escala de desastre, podría ascender a varios miles de millones de dólares. La población entera, como contribuyentes, participaría de los costos de ayuda y

rehabilitación, y el efecto económico de onda expansiva sin duda se extendería a otros países vecinos.

En estos sucesos, el número de muertes puede ser mayor que en cualquier perturbación ambiental humana, a excepción de la guerra. Se cree que perecieron casi cuatro millones de personas en las grandes inundaciones de Hwang Ho (Río Amarillo) en China en 1931, y que murieron más de 800,000 en el terremoto que azotó a la provincia de Shenshi, China, en 1956. Estas estimaciones son notoriamente poco confiables. Inicialmente se informó que el ciclón tropical que llevo una marea temporal siete metros arriba de la normal a las islas exteriores del delta del Ganges en Bangladesh en 1970, causó la muerte de más de un millón de personas. Estimaciones más realistas indicaron posteriormente que el número de muertos ascendió un poco más de 200,000 pero no se dispone de cifras exactas.

Las fuertes pérdidas de vidas humanas a consecuencia de inundaciones, terremotos y sequías se producen ahora de manera casi exclusiva en los países de desarrollo. En las sociedades industriales desarrolladas la pérdida de vidas suele ser muy pequeña en comparación, pero los daños a las propiedades pueden ser muy grandes. La tormenta tropical Agnes, que trajo crecidas a la parte oriental de USA en 1972, fue un fenómeno meteorológico muy parecido al ciclón de Bangladesh en 1970. Los daños causados se estimaron en 3,500 millones de dólares, pero murieron cerca de 120 personas. Las pérdidas económicas fueron tan grandes porque se habían realizado muchos desarrollos urbanos en los angostos lechos de crecida sobre los cuales se ubicaban muchas poblaciones del Este. En comparación, el número de muertos fue pequeño porque se aplicaron planes eficaces de advertencia y evacuación para desalojar a un curato de millón de personas de sus hogares. No existió un programa con estas características que pudiera haber desalojado a casi la misma cantidad de gentes que murieron en Bangladesh. El patrón resulta conocido. En los países más pobres, los desastres naturales tienden a causar grandes pérdidas de vidas y relativamente pocas de carácter económico. En las sociedades industriales más desarrolladas, la pérdida de vidas es por lo general, pequeña, pero los daños económicos pueden ser muy grandes. Cuando el huracán Hazel en Canadá en 1954 ocasiono inundaciones, el número de muertos fue menor de un centenar de personas y los daños se estimaron en 3.5 millones de dólares solo en el Valle del Don (Burton, 1965). La gran crecida del Río Mississippi y sus tributarios en 1993 fue uno de los desastres naturales más generalizados que se han producido en USA; sumergió 5.5 millones de hectáreas y causo más de \$10 millones de dólares en daños. No obstante, fueron pocas las muertes atribuidas a la inundación (EOM, 1993). El terremoto que azotó Los Ángeles en 1994 alcanzó un grado relativamente bajo de 6.6 en la escala de Richter, pero las estimaciones de los daños derivados del desastre natural más costoso en la historia de USA fueron de \$30 a \$40 mil millones de dólares con una pérdida de 55 vidas (Maclean's, 1994).

### **Daños indirectos**

Las amenazas causan pérdidas indirectas al ambiente natural afectando la estructura, composición (Badii et al., 2009b), la dinámica (Badii & Landeros, 2009a) y el elemento fundamental o el espacio de las comunidades bióticas (Badii & Foroughbakhch, 2009). Los costos de trastorno que causan los peligros naturales y otras perturbaciones del sistema en las sociedades industriales muy organizadas, pueden ser mayores que los daños directos. Se han hecho pocas estimaciones detalladas, pero un estudio al efecto

del descarrilamiento del tren y la evacuación del Mississauga, Canadá, de 1979 mostró que, si bien los daños físicos fueron muy pocos, el costo del trastorno para las 225,000 personas evacuadas fue de \$69 millones, según un cálculo conservador (Burton et al., 1981). Generalmente, los efectos de los peligros naturales de tipo geofísico en la salud son ahora pequeños en los países desarrollados, pero aun permanecen como una preocupación importante para los socorristas y los equipos de asistencia en desastres de los países desarrollados, porque es probable que se produzcan epidemias de fiebre tifoidea y de cólera, a causa de las deficientes condiciones de sanidad que son comunes entre los sobrevivientes. Los impactos socio-psicológicos de los sucesos graves son mucho más difíciles de evaluar. En el manejo de las emergencias suele expresarse la preocupación de que el riesgo de los peligros naturales y el trastorno social asociado a los mismos, cuando se produce un incidente, sean causa de pánico, desordenes sociales como pillaje y mayor número de crímenes con violencia, así como angustia psicológica.

Si bien todo esto se produce en ocasiones, los estudios recientes sugieren que las bien establecidas y normalmente saludables no son víctimas del pánico de inmediato, no recurren al pillaje o al crimen con violencia, son resistentes al daño psicológico. De hecho, una sociedad saludable responde con un arranque de energía constructiva y espíritu comunitario. Los voluntarios se hacen cargo de los diques, llenan sacos de arena, ayudan a buscar a los desaparecidos, cuidan a los lesionados y proporcionan albergue a los que han perdido su vivienda. En muchos casos los servicios oficiales de emergencia del gobierno no podrían hacer frente al desastre sin una ayuda considerable de parte de organizaciones de voluntarios, la cual suele brindarse en abundancia. En las sociedades donde ya existen problemas serios de hostilidad inter-racial o de clases, falta de confianza en un gobierno responsable, e inquietudes sociales o políticas latentes, un acontecimiento peligroso puede ser tomado como una oportunidad para manifestar estos males sociales.

Los peligros naturales probablemente facilitan, no causan, este tipo de acontecimientos políticos y sociales. No obstante, estos peligros parecen tener mucho que ver con el momento en que se producen los disturbios sociales o políticos, porque proporcionan un pretexto para la expresión de inconformidades ya existentes. Los efectos de los acontecimientos peligrosos importantes son muy conocidos y están bien documentados (Nash, 1976, Gibney, 1978). Aunque se llevan a cabo mediciones, existen dificultades para que estas sean precisas. Sin embargo, con unas pocas excepciones, no existe un registro sistemático de las pérdidas originadas por los peligros que permita extraer conclusiones firmes acerca de las tendencias. Hay razones válidas para que esto sea así.

En muchos países en desarrollo el aparato gubernamental no tiene las dimensiones ni las fuerzas suficientes para dedicar tiempo a reunir esta clase de datos. En la mayor parte de los países industrializados y desarrollados más pequeños, la incidencia de sucesos naturales extremos es relativamente baja a causa de la limitada extensión del territorio nacional. En los casos en que se reúnen estadísticas, las mismas tienden a ser referentes a un peligro específico y no a todos. Algunos países como por ejemplo, USA dispone de estos datos. Ejemplo de ello es la información acerca de la frecuencia de los tornados junto con la información relativa a sus muertes y pérdidas de propiedades; esto se encuentra disponible en la National Oceanographic and Atmospheric Administration de USA. El número de tornados de los que se ha informado en décadas recientes es considerablemente mayor al de las primeras décadas del siglo XX (siete veces más en la década de los sesenta en comparación con los de la década de los veinte), debido sin



duda a informes más completos y no a un incremento real en la frecuencia de los tornados. Se debe tener cuidado al buscar tendencias en las estadísticas sobre muertes y pérdidas de propiedades, pues el número de tornados registrados pone en duda la comparación de las cifras más recientes con las de años anteriores. Las pérdidas humanas causadas por cuatro peligros naturales: rayos (7,124), tornados (4,892), inundaciones (3,277) y huracanes (1,879), en USA de 1940 a 1975, según lo han documentado Mogil & Groper (1977), muestran tendencias leves a lo largo de un marco temporal de 36 años. La tendencia de largo plazo parece ser descendente para las muertes debidas a huracanes y rayos, ascendente, o en el mejor de los casos poco claras, para tornados e inundaciones. Las tendencias están ocultas debido a las variaciones anuales.

Existe poco esfuerzo para estimar las pérdidas debidas a desastres naturales en una escala mundial. Un resumen estadístico para el periodo de 1947 a 1981, (Thompson, 1982), indico una pérdida total de vidas en el mundo de 1,208,000 personas, que da un promedio de 34,514 muertes anuales. El número de desastres naturales por año registrado en el New York Times Index en términos generales muestra una tendencia descendente de 1955 a 1975, y una fuerte tendencia descendente a partir de 1975 (Mogil & Groper, 1977). No se dispone de estimados mundiales de las pérdidas debidas a peligros o desastres naturales en términos monetarios. Las pérdidas por inundaciones en USA se han citado a menudo como ejemplo de daños en aumento (White 1964, White & Hass, 1975). Incluso en este caso la falta de confiabilidad de los datos arroja dudas acerca de tales conclusiones.

## **Conclusiones**

Los peligros de los sucesos naturales han acompañado al hombre desde su origen. El ser humano ha sufrido pérdidas inmensas a causa de los tornados, tormentas, inundaciones, sequias, contaminaciones (aire, agua, y el suelo), las enfermedades (Badii & Landeros, 2009b), accidentes nucleares, etc. El ambiente puede cambiar no solo a causa de acontecimientos naturales; sino también los actos humanos pueden dar por resultado un cambio ambiental drástico. Por consiguiente, una consideración de los peligros naturales implica una apreciación de cómo se comparan los cambios en el ambiente causados por acontecimientos naturales, con los cambios que originan los actos humanos. En términos generales, se carecen de buenas escalas de medición para el efecto de los peligros naturales. El mejor criterio disponible es la pérdida económica o los daños. La dificultad con tales medidas es que la unidad de medición misma no deja de cambiar. Las estadísticas recientes indican que los daños acumulados (no per cápita) debidos a peligros naturales van en aumento en casi todos los casos. En ocasiones hay indicios de que el número de muertes esta descendido o permanece más o menos igual. Aunque no es posible ser muy preciso acerca de las tendencias de los daños, parece probable que en muchas sociedades industriales desarrolladas las pérdidas causadas por peligros naturales continúan en aumento. Sin embargo, existe una gran variación anual, la cual tiende a enmascarar las tendencias de largo plazo.

## **Referencias**

- Algermissen, S.T. 1972. A Study of Earthquake Losses in the Francisco Bay Area: Data and Analysis. Washington, D.C: National Oceanic and Atmospheric administration, U.S. Department of Commerce.

- Auliciems, A. & I. Burton. 1973. Trends in smoke concentrations before and after the Clean Air Act of 1956. *Atmospheric Environment* 7: 1063-1070.
- Badii, M.H. & J.L. Abreu. 2009. ¿Por qué ocurre la extinción de las especies? Pp. 121-134. In: *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H. & R. Foroughbakhch. 2009. Papel del gradiente del “espacio” en las comunidades vegetales. Pp. 329-345. In: *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H. & J. Landeros. 2009a. Dinámica y desarrollo de las comunidades. Pp. 315-328. In: *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H. & J. Landeros. 2009b. Plaguicidas afectan la salud humana y la sustentabilidad. Pp. 273-306. In: *Desarrollo Sustentable: Métodos, Aplicaciones y Perspectivas*. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H. & I. Ruvalcaba. 2009a. Fragmentación del hábitat: El primer jinete de Apocalipsis. Pp. 81-96. In: *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H. & I. Ruvalcaba. 2009b. Sustentabilidad en función de estabilidad y complejidad. Pp. 329-345. In: *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H., A. Guillén, K. Cortez, M. Blanco & A. Wong. 2009a. Desarrollo sustentable: Aspectos ambientales y socioeconómicos. Pp. 35-57. In: *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H., H. Quiróz, A. Flores, G. Ponce & J. Landeros. 2009b. La estructura y la composición de las comunidades. Pp. 301-314. In: *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey.
- Burton, I. 1965. A Preliminary Report on Flood Damage Reduction. *Geographic Bulletin* 7(3). Ottawa Department of Mines and Technical Surveys.
- Burton, I. & R.W. Kates. 1964. The Perception of natural hazard. *Resources Management Journal* 3: 412-441.
- Burton, I., R.W. Kates & G.F. White. 1978. *The Environment as Hazard*. N.Y. Oxford University Press.
- Burton, I., P. Victor & A.V. White. 1981. Final Report on the Mississauga Evacuation: A Report to the Solicitor-General of Ontario Ministry of the Solicitor-General.
- Cochrane, H.C. 1974. Social Perspectives on the Coming San Francisco Earthquake: Economic Impact, Prediction and Reconstruction. *Natural Research Working Paper* 21. Boulder, Colorado. Institute of Behavioral Science.
- Cunningham, W.P., M.A. Cunningham & B.W. Saigo. 2003. *Environmental Sciences*. McGrawHill, Boston.
- EOM. 1993. The Flood of ‘93” *Earth Observation Magazine*, September: 23-27.
- Gibney, F. (ed). 1878. *Disaster When Nature Strikes Back*. N.Y. Bantham, Britannica Books.
- Hewitt, D (ed). 1983. *Interpretations of Calamity from the Viewpoint of Human Ecology*. Boston. Allen & Unwind.
- Larsen, R.I. 1970. Relating air pollutant effects to concentration and control. *Journal of the Air Pollution Control Association*. 20: 214-225.
- Macleans. 1994. A powerful earthquake paralyses Los Angeles. 107 (5):31.
- Miller, G.T. 2007. *Ciencia Ambiental*. Thomson, Sydney.
- Mitchel, J.K. 1990. Human dimensions of environmental hazards. Pp. 131.175. In: A. Kirby (ed). *Nothing to Fear*, Tucson, Ariz. University of Arizona Press.
- Mogil, M. & H.S. Groper. 1977. NWS Serve Local Storm Warning and Disaster Preparedness Programs. *Bulletin of the American Meteorological Society* 58(4).
- Nash, J.R. 1976. *Darkest Hours: A Narrative Encyclopedia of Worldwide Disasters from Ancient Times to the Present*. Chicago. Nelson-Hall.
- Palmer, W.C. 1965. *Meteorological Drought*. U.S. Weather Bureau, Office of Climatology Research Paper 45. Washington, D.C. U.S. Weather Bureau.
- Post, J.D. 1977. *The Last Great Subsistence Crisis in the Western World*. Baltimore. Johns Hopkins University Press.
- Sutlive, E.F. (eds). 1986. *Natural Disasters and Cultural Responses*. no. 36, Williamsburg, VA. Department of Anthropology, College of William and Mary.
- Thompson, S.A. 1982. Trends and Development in Global Natural Disasters, 1947-1981. *Natural Hazard Research Working Paper* 45. Boulder, Colo., Institute for Behavioral Science.
- Thornthwaite, C.W. & H.R. Mather. 1955. *The Water Balance*, Publications in Climatology, vol. 8. Centerton, N.J.: Laboratory of Climatology.
- White, G.F. 1964. Choice of adjustment to floods. *Research Paper* 93. Chicago. University of Chicago Press.
- White, G.F. & G. Hass. 1975. *Assessment of Research on Natural Hazards*. Cambridge, Mass. MIT Press.

White, G.F. & M. Tolba. 1979. Global Life Support Systems, United Nations Environment Programme Information 47. Nairobi, Kenia. United Nations Environment Programme.

---

**\*Acerca de los autores**

El Dr. Mohammad Badii es Profesor e Investigador de la Facultad de Administración y Contaduría Pública de la U. A. N. L. San Nicolás, N. L., México, 66450. [mhbadii@yahoo.com.mx](mailto:mhbadii@yahoo.com.mx)

El Dr. Jorge Castillo es Profesor e Investigador de la Facultad de Administración y Contaduría Pública de la U. A. N. L. San Nicolás, N. L., México, 66450. [daena@spentamexico.org](mailto:daena@spentamexico.org)