

## **CICLO DE CONFERENCIAS ITINERANTES AÑO INTERNACIONAL DEL PLANETA TIERRA**

### **PELIGROS GEOLÓGICOS. MAXIMIZAR EL CONOCIMIENTO PARA MINIMIZAR LOS DAÑOS.**

**ANTONIO CENDRERO UCEDA**

***Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid  
Universidad de Cantabria, Santander***

El término “peligros o riesgos geológicos” (“geopeligros o georiesgos”, si utilizamos una traducción no demasiado correcta del vocablo inglés “geohazards”) se refiere a un amplio abanico de procesos que afectan a la seguridad y al bienestar de los seres humanos y que se deben a la actividad interna o externa del planeta. La primera está causada por la dinámica de la Tierra sólida y se manifiesta en forma de erupciones volcánicas, terremotos o tsunamis, la mayoría de los cuales son consecuencia de los anteriores. La segunda se desencadena esencialmente por procesos de origen atmosférico, afecta a las capas fluidas del planeta y también a la parte más superficial de la corteza. Sus manifestaciones más frecuentes incluyen distintos fenómenos climáticos y otros de tipo “hidrogeomorfológico”, en los que grandes aportes de agua (generalmente por precipitaciones intensas) dan lugar a episodios geomorfológicos peligrosos, tales como inundaciones, deslizamientos de tierras o desprendimientos de rocas. También existen otros peligros, afortunadamente menos frecuentes, que afectan al conjunto de los sistemas terrestres y que tienen un origen externo al propio planeta, como los producidos por impactos de meteoritos.

Los peligros citados abarcan desde acontecimientos locales que producen daños limitados (por ejemplo, pequeños deslizamientos de tierras) a catástrofes de gran envergadura, con decenas o cientos de miles de muertos y muy cuantiosos daños materiales (grandes terremotos o tsunamis). Algunos de esos peligros tienen importancia planetaria (macro-erupciones volcánicas, como, por ejemplo, las del Tambora y el Krakatoa, a finales del siglo XIX) e incluso pueden afectar a la supervivencia de nuestra y muchas otras especies (impactos de grandes meteoritos, como el que causó la gran extinción del tránsito Cretácico - Paleógeno).

En tiempos recientes, las pérdidas anuales producidas por estos procesos naturales en el conjunto del planeta, han sido equivalentes aproximadamente al 1% del producto bruto mundial, una cifra de enorme magnitud. Pero, además, es importante poner de manifiesto el rapidísimo aumento del monto de los daños causados por los “georiesgos”.

Durante la segunda mitad del siglo XX (cifras aproximadas) la población humana se multiplicó por 2,3, el consumo de energía por 4 y el producto bruto mundial por 7. Esto pone claramente de manifiesto que los sistemas productivos se han tecnificado y que han mejorado su eficiencia, aumentando de manera significativa la productividad por persona o por unidad de energía consumida. Por otro lado, el número de catástrofes naturales se multiplicó aproximadamente por 9 y las pérdidas debidas a las mismas por 25. Estas últimas cifras muestran un notable empeoramiento en la prevención y mitigación de los citados peligros.

Los procesos que actúan sobre el planeta han actuado siempre y continuarán haciéndolo. Los peligros derivados de los mismos son consecuencia de episodios especialmente intensos, con gran liberación de energía, que son una parte consustancial del funcionamiento de la dinámica terrestre. Sin embargo, la acción humana tiene una influencia significativa sobre estos acontecimientos y sus consecuencias.

¿Cuáles son los factores que determinan la frecuencia y la magnitud de los daños y en qué medida pueden verse influidos o controlados por la acción humana? Dichos factores son tres: a) *peligrosidad o amenaza*, o probabilidad de que un episodio de una magnitud determinada afecte a una zona dada en un lapso de tiempo; b) *exposición*, o número, naturaleza y valor de los elementos humanos (vidas y bienes) que se encuentran en el área afectada por el proceso y pueden verse dañados por el mismo; c) *vulnerabilidad*, o grado de destrucción que los elementos

expuestos pueden sufrir si tiene lugar el tipo de evento descrito. Sobre todos ellos, si bien en distinto grado, dependiendo del tipo de peligro que se considere, influye la acción humana. La figura adjunta nos permite intuir los mecanismos a través de los cuales se ejerce esa influencia. Según se aprecia, desde mediados del siglo XX ha habido un fuerte aumento en el número de catástrofes debidas a peligros naturales en el mundo. Ese aumento podría ser en parte aparente, reflejando una mejor recopilación de la información en tiempos más recientes. Hay, sin embargo, otras explicaciones. Por un lado, hay que tener en cuenta que las cifras se refieren a “catástrofes”; esto es, episodios que producen daños. Naturalmente, con el paso del tiempo ha ido aumentando el número de personas y de elementos materiales vulnerables, por lo que ha aumentado la *exposición* y, presumiblemente, la *vulnerabilidad*; así, episodios que hace 30 años no producían daños y no eran “catástrofes” ahora sí lo hacen.

Es interesante señalar que el aumento de las catástrofes “geológicas” (terremotos y volcanes fundamentalmente, cuyo desarrollo no está sujeto a influencia humana) coincide con el aumento del PIB mundial en el mismo periodo, lo que sugiere fuertemente que este refleja el incremento de la exposición. Las catástrofes estrictamente climáticas aumentan en mayor medida. La explicación más plausible de esto es, además de la posible mejora en la obtención de datos y del aumento de la exposición (como en el caso anterior), el incremento de la *peligrosidad* como consecuencia de la mayor frecuencia de episodios extremos achacable al cambio climático. Pero el incremento claramente mayor es el experimentado por las catástrofes de tipo “hidrogeomorfológico” (inundaciones y deslizamientos). En estos procesos de la dinámica superficial de la Tierra, la respuesta de los sistemas naturales a los factores desencadenantes (en general lluvias intensas) está fuertemente influida por lo que podemos llamar el “cambio geomorfológico global”; esto es, las múltiples modificaciones que producimos en la capa más superficial del terreno (urbanización, infraestructuras, actividades agrícolas y forestales, etc.) que dan lugar a que dicha capa sea menos estable y a que aumente la proporción del agua de lluvia que discurre sobre la superficie.

En resumen, nuestra influencia afecta, lógicamente, a la exposición y vulnerabilidad, pero también a la peligrosidad para la mayoría de los procesos. Ahora bien, en el estado actual del conocimiento científico en general y de las Ciencias de la Tierra en particular, hay un amplio campo de actuación para reducir esos daños. Para ello, es preciso tratar de dar respuesta a cuatro preguntas fundamentales:

*¿donde?*

(zonas que pueden verse afectadas por cada tipo de proceso, con distintos niveles de magnitud);

*¿cuando?* (frecuencia o periodicidad esperable de los episodios peligrosos y predicción del próximo evento);

*¿cuanto?* (daños que cabe esperar como consecuencia del proceso);

*¿cómo?* (estrategias a adoptar para prevenir o reducir las pérdidas, ya sea actuando sobre el proceso en sí ya sobre los elementos humanos vulnerables).

Aunque, por supuesto, es imposible llegar a una situación de riesgo cero, la ciencia y la tecnología actuales permiten una mejora importante en relación con esas cuatro cuestiones.

En las presentaciones a hacer sobre este tema dentro de los actos de conmemoración del Año Internacional del Planeta Tierra, se tratará de dar algunas respuestas en relación con las cuatro preguntas formuladas más arriba, así como con otras que con carácter general se plantean como parte del programa del AIPT:

*¿Como y en qué medida los seres humanos hemos alterado la geosfera, la biosfera y el paisaje, contribuyendo por tanto al desencadenamiento de ciertos peligros y aumentando la vulnerabilidad social ante los mismos?*

*¿Qué metodologías y tecnologías son necesarias para evaluar la vulnerabilidad ante los diferentes “geopeligros” y como pueden aplicarse a distintas escalas de análisis?*

*¿Cuál es nuestra capacidad actual para la observación, predicción y mitigación en relación con los distintos peligros y en qué medida pueden aplicarse nuevas tecnologías y metodologías para mejorar esa capacidad y, por tanto, ayudar a una mejor protección civil, a niveles local y global?*

*¿Cuales son las barreras que dificultan la aplicación, por parte de las administraciones (y otras entidades), de la información, conocimientos y tecnologías existentes sobre los distintos “geopeligros”, para establecer políticas y planes de prevención y mitigación?*

Las Ciencias de la Tierra no pueden, por desgracia, resolver todos los problemas, pero sí están en condiciones de aportar soluciones que permitirían reducir de manera muy significativa su magnitud.