

llevó a incendios generalizados en la zona oriental de la Federación Rusa.

Episodios de precipitaciones extremas

A primeros de año, se produjeron inundaciones generalizadas en el norte de Argentina, Perú y la zona costera de Ecuador después de las lluvias torrenciales intensificadas por El Niño, dejando a 50 000 personas sin hogar. Hubo también importantes inundaciones en Filipinas, la República de Corea, la Federación Rusa, Vietnam y Sudán.

La estación de los monzones en la India trajo consigo grandes crecidas a lo largo del valle del Ganges en julio y agosto. Las inundaciones causaron más de 2 800 muertes en China, India y Nepal. En Bangladesh unos dos tercios del país quedaron anegados por el agua, durante prolongados períodos de tiempo, con profundidades de hasta tres metros.

La estación de lluvias en el Sahel africano comenzó tardíamente, pero finalizó con precipitaciones superiores a las normales en la mayor parte de la región. En el África oriental tropical, tuvieron lugar las peores inundaciones de los últimos cuarenta años en enero y febrero.

Después de sequías prolongadas a comienzos de año, el inicio de una temprana y activa estación húmeda conducida por La Niña, originó deslizamientos de tierra e inundaciones en muchas zonas de Indonesia, incluyendo Borneo. Malasia y Papúa Nueva Guinea también sufrieron inundaciones. Grandes áreas del centro y del interior de Australia oriental sufrieron meses de lluvias intensas, quedando aisladas varias zonas durante semanas.

Quizá el acontecimiento más devastador de 1998 fue el huracán *Mitch*, que desencadenó enormes inundaciones y deslizamientos de tierra en Centroamérica a finales de octubre;

Honduras y Nicaragua fueron las más gravemente afectadas. Se estima que el huracán *Mitch* dejó tras de sí unas 18 000 personas desaparecidas, causando más de 11 000 muertes y desplazando a tres millones de personas. *Mitch* será recordado como uno de los huracanes más mortíferos que han azotado el hemisferio occidental en los dos últimos siglos, desde el gran huracán de octubre de 1780 que mató aproximadamente a 22 000 personas en el Caribe oriental. *Mitch* se mantuvo en la escala 5 de huracanes durante 33 horas consecutivas, con vientos que superaron los 285 km/h durante 15 horas, y fue uno de los huracanes más fuertes registrados en la cuenca atlántica. Se estima que los daños causados superan los cinco mil millones de dólares.

De junio a agosto, China sufrió graves inundaciones producidas por las intensas lluvias en el nordeste y a lo largo del río Yangtse. Las inundaciones en el valle del río Yangtse fueron las más graves desde 1954. La zona del desastre alcanzaba los 25 millones de hectáreas, el balance de muertos fue de 3 500 personas y más de 21 millones de hogares fueron destruidos o dañados, las pérdidas económicas directas han sido calculadas en casi 32 000 millones de dólares.

En enero, Canadá sufrió una tormenta de nieve que duró de 80 a 100 horas, un número de horas cercano al doble del normal de horas anuales de tormenta. El grosor de la nieve estaba en torno a 100 mm, unas dos veces el grosor de las peores tormentas de hielo precedentes. El pago total de los seguros se aproximaba a los mil quinientos millones de dólares—tres veces más que ninguna cantidad pagada anteriormente en Canadá como consecuencia de un desastre natural. □

EL EPISODIO DE EL NIÑO DE 1997/1998: INICIATIVAS CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

Por William R. KININMONTH*

Introducción

El episodio de El Niño de 1997/1998 tuvo una amplia repercusión científica y en los medios de comunicación por dos razones importantes. En primer lugar, fue muy fuerte en comparación con los registrados anteriormente; en muchos sentidos fue comparable en intensidad al de 1982/1983, considerado hasta entonces como el más intenso del siglo. En segundo lugar, la investigación para identificar las características del fenómeno de El Niño y las posibilidades perfeccionadas para la observación del sistema climático global,

implicaron que la detección anticipada del sistema y su evolución fueran ampliamente comentadas en los medios de comunicación. Las lluvias que provocan inundaciones, las sequías, los episodios de tormentas inusuales y otras manifestaciones locales y regionales del clima fueron plasmadas dentro de un patrón global de causas.

Aunque cada vez son mayores los conocimientos sobre el fenómeno y su esquema probable de impactos regionales, el episodio se tradujo en pérdidas de vidas, destrucción de infraestructuras privadas y públicas, pérdida de sistemas de producción y de reserva de alimentos, y brotes de epidemias. La acumulación de impactos se convirtió en una creciente preocupación para la comunidad mundial.

* Director de Gestión, Investigación del Clima de Australasia, Melbourne, Australia

A pesar de los esfuerzos de los gobiernos y de las agencias de las Naciones Unidas, tanto en la ejecución de servicios como en el fortalecimiento de las labores de socorro, resultó claro que la aplicación de los resultados de las investigaciones climáticas a la mejora de las medidas para el salvamento de vidas y protección de la propiedad no ha alcanzado aún un nivel satisfactorio. La Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU), a través de la Resolución 52/200, solicitó que se llevaran a cabo acciones, dentro del marco del Grupo de Trabajo de las NU sobre El Niño, encaminadas a mitigar sus efectos.

La Primera Reunión Intergubernamental de Expertos para analizar El Niño de 1997/1998, requerida en la Resolución 52/200 de la AGNU, se celebró en Guayaquil, Ecuador, del 9 al 13 de noviembre de 1998. La reunión fue acogida por el Gobierno de Ecuador, siendo copatrocinada por miembros del Grupo de Trabajo de las NU sobre El Niño y de la Comisión Permanente para el Pacífico Sur. A la reunión asistieron más de 450 delegados de todo el mundo.

La Declaración de Guayaquil, adoptada en la clausura de la reunión, concluyó manifestando que el patrón global de extremos climáticos asociados a El Niño de 1997/1998 "supuso un aumento de la pobreza y un retraso del desarrollo en muchas partes del mundo". Se reconoció que los desastres naturales relacionados con El Niño afectaron a todo el mundo, tuvieron sus impactos más severos sobre las comunidades vulnerables y pueden contribuir al aumento de la pobreza si no se toman acciones concretas encaminadas a elaborar estrategias integradas preventivas. La cooperación internacional, incluyendo los proyectos multilaterales de cooperación científica y la transferencia de tecnología, resulta necesaria para fortalecer la adaptabilidad de las infraestructuras urbanas y de los sistemas agrícolas, para atenuar los impactos negativos de El Niño.

La OMM está adquiriendo un papel preponderante, con el apoyo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO y del PNUMA, en la evaluación científica y técnica requerida para la ejecución de la Resolución 52/200 de la AGNU. La primera evaluación global realizada en la reunión de Guayaquil, Ecuador, supuso un significativo paso hacia adelante. Las contribuciones a la reunión, avaladas por valoraciones científicas e informes regionales y nacionales, constituirán la base de una retrospectiva científica y técnica del episodio de El Niño de 1997/1998. La publicación de esta retrospectiva servirá de soporte a futuras acciones intergubernamentales para mitigar los impactos de El Niño.

Este estudio subraya algunos de los temas científicos y tecnológicos que deberán tratarse

para lograr alcanzar los objetivos sobre la mitigación que aparecen en la Resolución 52/200 de la AGNU.

El episodio de El Niño

El episodio de 1997/1998 tuvo sus orígenes en la formación, a finales de 1996, de una gran bolsa de agua caliente en las capas superficiales del Pacífico occidental. Simultáneamente, el nivel del mar en la región estaba más de 20 cm por encima de lo normal, y la termoclina estaba significativamente por debajo de lo normal. A una profundidad de 150 m, las temperaturas eran casi 2°C superiores a lo normal. Sin embargo, los procesos que realmente iniciaron el suceso y permitieron que se desarrollase hasta la intensidad que posteriormente alcanzó no están claros. Trenberth (1998) ha resaltado la inconsistencia de la teoría que mantiene que El Niño actúa como un oscilador retardado en el que las ondas oceánicas de Rossby que se desplazan desde el ecuador hacia el oeste se reflejan y se manifiestan como ondas de Kelvin que se propagan hacia el este a lo largo del ecuador. En lugar de esto, en las anomalías de los oestes del Pacífico occidental lejano fueron prominentes las oscilaciones intraestacionales, con irrupciones de oestes desde diciembre de 1996 hasta noviembre de 1997. Cada irrupción pudo identificarse como una onda de Kelvin propagándose con rapidez hacia el este siguiendo la termoclina.

A pesar de la incertidumbre sobre las causas desencadenantes del suceso, su evolución fue bien observada. Esta capacidad de seguimiento se debió en gran parte a los nuevos sistemas establecidos para la observación del clima y a los sistemas operativos ya existentes de la Vigilancia Meteorológica Mundial. El dispositivo de boyas fijas del proyecto Océano-Atmósfera Tropical (TAO) a lo largo del océano Pacífico ecuatorial proporcionó observaciones prácticamente continuas de las condiciones de la subsuperficie del océano, especialmente de la evolución de la temperatura y de los patrones de las anomalías de la temperatura. La evolución del patrón de las anomalías del nivel del mar, incluyendo el descenso del nivel del mar en el oeste y su elevación en el este a medida que el agua cálida se desplazaba hacia las Américas, fue captada por las observaciones procedentes del sistema de altímetro del satélite TOPEX/Poseidón. Otros sensores espaciales suministraron datos sobre la temperatura de la superficie del mar, viento en superficie, color del océano y precipitación.

El primer calentamiento del océano Pacífico tropical oriental, indicador del inicio de un episodio de El Niño, fue observado en marzo de 1997, y coincidió con la llegada de una onda de Kelvin generada por la irrupción de vientos del oeste sobre el Pacífico occidental en diciembre de 1996.

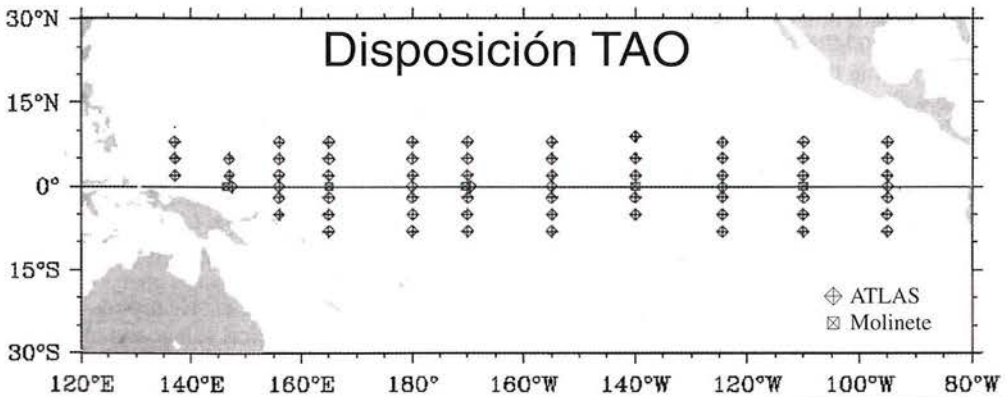


Figura 1 — Distribución de las boyas oceánicas fijas del TAO para la obtención de datos oceanográficos y meteorológicos a lo largo del océano Pacífico con objeto de mejorar la vigilancia y la predicción del fenómeno de El Niño. (Fuente: Oficina del Proyecto TAO/NOAA/PMEL)

A finales de abril de 1997, la subida de la temperatura de la superficie del mar en el océano Pacífico tropical oriental resultaba evidente y, en mayo, varios Servicios Meteorológicos Nacionales emitieron informes indicando el probable desencadenamiento de un episodio de El Niño.

Hacia septiembre de 1997, ya estaba definido un fuerte episodio de El Niño. El agua cálida se había extendido en dirección este a través del Pacífico ecuatorial y el gradiente de temperatura de la superficie del mar normal del océano Pacífico ya no resultaba evidente. El gradiente de presión a través del Pacífico (medido por el Índice de la Oscilación Austral*) también quedaba reducido y había desaparecido parte del impulso de los alisios. Además, el foco de convección y la región propicia para la formación de sistemas de tormentas tropicales había seguido el desplazamiento del agua cálida desde el oeste hacia el océano Pacífico central y oriental. En conjunto, los vientos y los sistemas atmosféricos del Pacífico tropical fueron severamente desorganizados a consecuencia del episodio de El Niño que se estaba desarrollando en las capas superficiales del océano.

Anomalías climáticas

En la actualidad, está ampliamente reconocido que el fenómeno de El Niño, a través de interacciones entre el océano y la atmósfera, es la causa recurrente de importantes perturbaciones naturales en el sistema climático. No todas las anomalías climáticas regionales se deben a El Niño, pero los estudios de episodios anteriores han establecido un patrón de riesgo (Ropelewski, 1984; Ropelewski y Halpert, 1987) que puede utilizarse para mejorar la gestión de los sectores

climáticamente sensibles.

El desplazamiento hacia el este del foco de convección y de la región favorable para el desarrollo de tormentas tropicales, generalmente trae como consecuencia unas condiciones más secas de lo normal sobre las islas y países que bordean el Pacífico occidental. Sin embargo, la evolución de El Niño durante mayo, coincide con el inicio estacional de un período seco en los trópicos del hemisferio sur y el impacto puede que no sea evidente inmediatamente, ni siquiera significativo hasta más avanzado el año. Por contra, en el hemisferio norte, mayo señala el inicio de la estación tropical húmeda, incluyendo la formación de tifones en el Pacífico occidental.

El patrón de las anomalías del clima de 1997/1998 en el Pacífico tropical fue en general consistente con el de los episodios anteriores, aunque algunos detalles cronológicos y de intensidad fueron diferentes. Una actualización global de los impactos de El Niño en noviembre de 1997 (WMO, 1997), describía cambios dramáticos en la precipitación que resultaban evidentes sobre gran parte de los trópicos globales, con significativos incrementos sobre el Pacífico oriental y lluvias muy por debajo de lo normal sobre Indonesia y el Pacífico tropical occidental. En Indonesia, muchas áreas sufrieron déficits superiores a los 400 mm, y algunas incluso superiores a los 500 mm, durante varios meses antes (es decir, durante la evolución del episodio de El Niño), y este prolongado período seco contribuyó a que se produjesen incendios incontrolados de gran escala, especialmente en Sumatra y Borneo. Otras partes del este de Asia, incluyendo Tailandia y Filipinas, también experimentaron déficits de lluvia y en el nordeste del Pacífico hubo una zona más amplia con condiciones favorables para la actividad de los huracanes.

El esquema característico de la temperatura de la superficie del mar en el océano Pacífico,

* El Índice de la Oscilación Austral (IOA) es la media normalizada Tahiti-Darwin de la diferencia media de la presión al nivel del mar, generalmente calculada para intervalos mensuales.

que favorece el aumento de la convección y el desarrollo de tormentas tropicales en el Pacífico oriental y suprime esta actividad en el oeste, persistió desde finales de 1997 hasta 1998. Una actualización en enero de 1998 (WMO, 1998 (a)) señalaba un aumento de la actividad tormentosa a lo largo de las regiones costeras de Ecuador y Perú durante un período de seis semanas que trajo como consecuencia importantes inundaciones. Los déficits de lluvia que continuaron sobre el Pacífico occidental, fueron significativos en Indonesia, Filipinas y Tailandia. Se suministró ayuda alimenticia a Papúa Nueva Guinea con el fin de evitar que se agravara el problema de la falta de alimentos; la pérdida de cosechas a consecuencia de las sequías y del impacto severo de las heladas anormales en las tierras altas fue una constante amenaza.

Los impactos sobre el clima de El Niño no se limitan a la región del océano Pacífico tropical y a sus tierras ribereñas. Los estudios de anteriores sucesos han identificado importantes anomalías en otras regiones tropicales, incluyendo pequeños huracanes en el mar del Caribe, escasez de lluvias sobre los países que bordean el océano Atlántico occidental y períodos de lluvias importantes sobre zonas de África oriental. También, a través de las teleconexiones debidas a los cambios de la corriente en chorro de la alta troposfera, se sabe que la influencia de El Niño se extiende hacia algunas regiones de las latitudes medias en diversas épocas del año. Por ejemplo, en el patrón de la teleconexión del Pacífico de América del Norte (PAN) (Wallace y Gutzler, 1981; Shukla y Wallace, 1983) generalmente se intensifica la lluvia durante el invierno en la costa del Pacífico de América del Norte y las temperaturas invernales se suavizan en el interior. Perturbaciones similares en las corrientes en chorro del hemisferio sur dan lugar a una intensificación de las lluvias sobre las latitudes medias de América del Sur.

Durante el episodio de El Niño de 1997/1998, hubo anomalías climáticas con significativos impactos socioeconómicos fuera de la región del Pacífico tropical. África oriental fue una región con marcados contrastes. Kenia, Uganda, Somalia, las tierras altas de Etiopía y zonas de África central recibieron fuertes lluvias entre octubre y diciembre de 1997 (en algunas zonas, entre cinco y diez veces por encima de lo normal), con graves inundaciones, corrimientos de tierras y otros daños en las infraestructuras. Tras estas lluvias aumentaron las epidemias. Más hacia el sur, el valor medio de la lluvia fue en general inferior a la media normal, con un período muy seco durante febrero de 1998.

La región costera del Atlántico tropical de América del Sur fue extremadamente seca durante el episodio con déficits de agua, pérdidas de cosechas e incendios incontrolados desde el

nordeste de Brasil hasta Guayana y partes de Venezuela. Por contra, el sur de Brasil, Paraguay, el norte de Uruguay y el norte de Argentina recibieron intensas lluvias durante el verano, lloviendo en algunas zonas entre 350 y 450 mm por encima de lo normal.

En el hemisferio norte, durante el invierno de 1997/1998, la corriente en chorro permaneció fuerte a lo largo de todo el Pacífico norte. Como consecuencia, las tormentas en el nordeste del Pacífico fueron más frecuentes e intensas que las normales sobre la costa occidental de los EE.UU. Los totales de lluvia en zonas de California estuvieron en el percentil más húmedo. Otra consecuencia del cambio de circulación asociada a las teleconexiones PAN fueron unas temperaturas invernales cálidas: áreas del norte de los EE.UU. tuvieron durante este período unas temperaturas de 5°C por encima de lo normal.

En este breve análisis sólo se pueden poner de relieve la extensión geográfica y las características de las anomalías climáticas regionales más significativas. En muchos países, las inadecuadas redes actuales de observación y/o los inadecuados registros climáticos, así como el difícil acceso a los mismos, da lugar a que el alcance total de las anomalías no pueda estar bien documentado. Sin registros climáticos apropiados, no será posible evaluar el riesgo climático al que se enfrentan las comunidades y las economías nacionales directamente afectadas.

Predicción y prevención

Un importante objetivo de la Resolución 52/200 de la AGNU es mitigar los impactos perjudiciales de El Niño. La naturaleza de los desastres naturales asociados a El Niño se está conociendo a través de los estudios del suceso de 1997/1998 y de los episodios anteriores; el reto consiste en gestionar mejor el riesgo climático local. La predicción y la prevención son las bases para una estrategia de mitigación científicamente sólida y eficaz.

El conocimiento de la naturaleza del riesgo climático local requiere cooperación a escalas global y regional, así como la dedicación de esfuerzos a escalas nacional y local. Ejemplos de los riesgos identificados de la experiencia de 1997/1998 son:

- persistente pluviometría con valores inferiores a los normales (p. ej. ausencia de tormentas estacionales), lo que origina pérdidas de cosechas, déficits de agua, epidemias provocadas por suministro de aguas estancadas y un aumento de la incidencia de fuegos incontrolados;
- períodos prolongados de lluvias superiores a lo normal (p. ej. tormentas estacionales más frecuentes e intensas de lo normal), que

ocasionan inundaciones, campos anegados por el agua, perturbaciones en los transportes e incremento de las epidemias, debido a la contaminación del agua de suministro, o a un aumento de su transmisión a causa del crecimiento de las poblaciones de mosquitos;

- pérdida de vidas y destrucción de infraestructuras (edificaciones, reservas de alimentos, transportes y comunicaciones, etc.) a causa de la extremada fuerza del viento, de las inundaciones o invasiones marítimas transitorias de zonas costeras durante tormentas excepcionalmente intensas.

La prevención mediante unas normas de edificación adecuadas siempre será la protección más efectiva en los casos en los que la amenaza provenga de tempestades poco frecuentes, pero intensas. Estas tempestades (incluyendo los tifones, huracanes y los ciclones de latitudes medias) con frecuencia son de corta duración y de un impacto espacial limitado, pero sus consecuencias devastadoras pueden necesitar meses o años de reconstrucción y recuperación.

Como una componente de la estrategia de prevención, es importante que las infraestructuras económicas y comunitarias sean suficientemente resistentes como para poder proporcionar resguardo seguro y proteger las reservas de alimentos y los suministros de agua de pérdidas o contaminación. Para la recuperación de la comunidad, los requerimientos mínimos son unos refugios seguros y accesibles y unos robustos sistemas de transportes y comunicaciones que permitan el despliegue de los socorros esenciales de alimentos, agua, ropa y, cuando resulte necesario, alojamiento temporal. Tiene que existir un plan de gestión de desastres capaz de proporcionar las acciones de respuesta apropiadas en el caso de emisión de avisos.

Un impacto más solapado del fenómeno de El Niño es el resultante de los cambios regionales del patrón de la actividad ciclónica estacional, que conduce a un cambio prolongado de las características climáticas locales hacia condiciones más húmedas o más secas de lo normal. En estas situaciones, el impacto climático no se traduce en períodos cortos de extremos y daños, como tormentas, sino que produce una acumulación de impactos tales que, especialmente algunos sistemas biológicos, ya no pueden soportar. Las sequías y la degradación del suelo son manifestaciones de un extremo, mientras que los terrenos anegados y las inundaciones son manifestaciones del otro. Cada uno de estos prolongados extremos climáticos ejercen un impacto sobre la producción de alimentos y sobre la disponibilidad del suministro del agua que resultan esenciales para la vida.

Tal como ocurre con las tormentas, los avisos y las estrategias de respuesta bien concebidas

resultan esenciales para mitigar las pérdidas y los daños causados por las anomalías climáticas prolongadas. La base de la estrategia debe de enfocarse hacia el mantenimiento de los sistemas de la comunidad durante la duración del extremo climático, garantizando que los sistemas biológicos y económicos afectados, tales como la agricultura, las reservas y las industrias sensibles puedan recuperarse rápidamente. El acceso a las reservas financieras para la obtención de alimentos y bienes de primera necesidad es, con frecuencia, un factor clave para que los individuos y las comunidades puedan soportar los impactos de largas anomalías climáticas, tales como las derivadas de El Niño.

La predicción estacional, y a escalas temporales más amplias, como base para la elaboración de avisos, es en la actualidad un producto que se está desarrollando para el servicio a la comunidad, aunque hay que reconocer que su precisión es todavía limitada. Un número cada vez mayor de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) proporciona predicciones estacionales basadas en métodos estadísticos. El conocimiento de los impactos de El Niño sobre el clima local, así como la naturaleza estacional del impacto, es un requisito importante para la aplicación de estos métodos. Sin embargo, debido a la complejidad del sistema climático, estos métodos adolecen de una falta de precisión superior a la que normalmente tienen las predicciones y los avisos a corto plazo.

Un obstáculo para la utilización más amplia de las predicciones estacionales estadísticas en muchas partes del globo es la falta de registros climáticos lo suficientemente extensos en soporte informático. Éstos resultan esenciales para la elaboración de modelos de predicción estadística adecuados para cada localidad. La OMM, mediante el proyecto REDA (Recuperación de Datos), está coordinando la asistencia a numerosos países donde los registros climáticos están en forma manuscrita. Como primer paso, los manuscritos son microfilmados para su conservación y posterior tratamiento digital. Además, la OMM, a través del proyecto CLICOM (Aplicación de las computadoras a la climatología), está dando primacía al desarrollo de capacidades de los SMHN para la gestión de datos. Tanto el REDA como el CLICOM están financiados con cargo al Programa de Cooperación Voluntaria de la OMM. El progreso es lento, pero puede acelerarse con la aportación de fondos adicionales.

El suceso de El Niño de 1997/1998 es un buen ejemplo para demostrar el cuidado que hay que tener a la hora de interpretar y utilizar las predicciones estadísticas. Ya se ha dicho que en el Pacífico occidental, en general, desapareció la convección y se redujo la actividad de las tormentas tropicales. La sequía afectó a numerosas zonas, incluyendo gran parte de Indonesia, Papúa

Nueva Guinea y a gran número de islas del sudoeste del Pacífico. Muchas partes del sur y del este de Australia también sufrieron períodos secos prolongados con déficits acumulados de lluvia. Sin embargo, el impacto en su conjunto fue inferior a lo que sugerirían los registros históricos, lo que fue debido a la ocurrencia oportuna de lluvias de primavera, que generalmente no se producen durante los episodios de El Niño. Además, dos ciclones tropicales a principios de la temporada, cosa también poco frecuente en esas longitudes durante un suceso de El Niño, provocaron lluvias tempranas al comienzo de la estación húmeda con inundaciones locales en zonas del norte de Australia y precipitaciones próximas a las medias, pese a las condiciones de sequía que persistían en los países más al norte. Igualmente, en numerosas zonas del sur de África, las condiciones secas no fueron tan severas como durante los anteriores episodios importantes de El Niño.

La variabilidad de los patrones de la anomalía climática de un episodio de El Niño a otro refleja el acoplamiento no lineal entre el océano y la atmósfera. Cuando se integra sobre meses o estaciones y se promedia sobre numerosos episodios, resulta un patrón característico de anomalía. Sin embargo, localmente, y durante cualquier episodio en concreto, puede existir una desviación significativa respecto al patrón esperado. Por ello, numerosos SMHN están elaborando predicciones en términos de salidas probabilísticas y este formato está siendo cada vez mejor aceptado por los usuarios de estos servicios.

Los modelos numéricos del sistema climático para predecir las condiciones de una estación, o de períodos de tiempo más largos, se encuentran, en su mayoría, en fase experimental. No obstante, entre los que desarrollan este tipo de modelos, son muchos los que hacen que sus salidas estén disponibles en Internet con recomendaciones

respecto a su utilización. Durante una serie de años han estado funcionando unos modelos más limitados para la predicción de El Niño (en concreto, la temperatura de la superficie del mar del océano Pacífico central-Niño3). La evaluación de su validez resulta compleja dada la amplia gama de criterios potenciales frente a los que se pueden juzgar. No obstante, basándose en las salidas de quince modelos dinámicos y estadísticos, Barnston, Glantz y He (1999) concluyeron que la mayor parte de los modelos predecían un grado de calentamiento en el océano Pacífico central una o dos estaciones antes del inicio del episodio, pero ninguno predecía su intensidad hasta que el suceso ya comenzaba a manifestarse con mucha fuerza a mediados de 1997.

Infraestructura científica

La Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM), con su Sistema Mundial de Observación (SMO), Sistema Mundial de Telecomunicación (SMT) y Sistema Mundial de Proceso de Datos (SMPD), está organizada y coordinada por la OMM con el fin de facilitar el marco esencial para la recopilación, análisis y distribución de información meteorológica y otras informaciones medioambientales. El SMO lo forman una serie de medios e instalaciones de observación en tierra, mar, aire y espaciales, que pertenecen y son operados por Miembros de la OMM y todos los países se benefician de sus esfuerzos consolidados. La VMM proporciona la infraestructura operativa esencial para el seguimiento del sistema climático global.

Durante más de dos décadas, el fenómeno de El Niño ha sido un foco de cooperación internacional dentro del marco del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC). En particular, el proyecto sobre el Océano Tropical y la Atmósfera Mundial (TOGA) logró que actualmente exista una red de boyas fijas (el

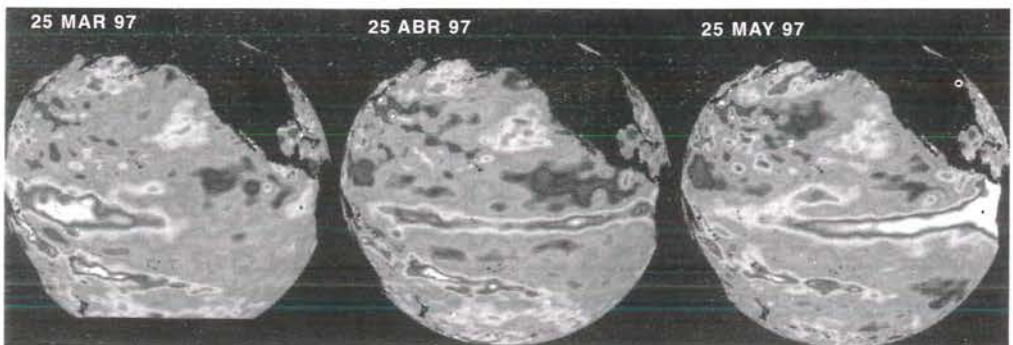


Figura 2. — Anomalía del nivel del mar según las mediciones del TOPEX/Poseidón (las áreas con más de 10 cm por encima de lo normal aparecen en blanco). La secuencia muestra el desplazamiento de las ondas de Kelvin hacia el este a lo largo del océano Pacífico ecuatorial durante el inicio del episodio de El Niño de 1997/1998 y muestra el valor de este nuevo instrumento para la pronta detección de un episodio de El Niño en desarrollo. (Fuente: NASA/JPL)

dispositivo TAO) con objeto de vigilar los cambios en las capas superficiales oceánicas y en la capa límite de la atmósfera a lo largo del océano Pacífico ecuatorial. Así, gracias al despliegue de los sistemas de investigación, el desarrollo de El Niño de 1997/1998 fue seguido con una precisión y puntualidad sin precedentes. Asimismo, los nuevos sensores de los satélites, tales como el altímetro TOPEX/Poseidón, proporcionaron una nueva dimensión espacial para la vigilancia del episodio.

Con vistas al futuro, un primer requerimiento es garantizar que el sistema oceanográfico y meteorológico establecido para la investigación de El Niño se mantenga como sistema operativo. Será necesario asegurar que, mediante la gestión y financiación adecuadas, el SMO se vea aumentado mediante sistemas tales como el dispositivo TAO y el TOPEX/Poseidón, cuya utilidad ha sido demostrada por la investigación. Implícitamente, esto también supone que se invierta el sentido de la degradación sufrida por el SMO durante los últimos años, mejorando las redes convencionales, fundamentales para la vigilancia del clima, hasta lograr alcanzar la calidad adecuada.

Un segundo requerimiento es el despliegue de redes de sensores oceanográficos y meteorológicos a lo largo de los océanos Índico y Atlántico, similares a los que funcionan en el dispositivo TAO en el océano Pacífico. Hasta que no se obtengan datos adecuados de estas cuencas, no será posible investigar importantes procesos climáticos regionales asociados a El Niño en el Pacífico, que son importantes para el conocimiento de la variabilidad climática y sus impactos en los países que bordean los océanos Índico y Atlántico. La experiencia del suceso de 1997/1998 es que la influencia abarcó a todos los trópicos globales con impactos severos que se extendieron a lo largo del centro de América del Sur hasta la costa atlántica y a lo largo de África oriental.

La planificación de un Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) que haga frente a los requerimientos actuales y futuros de datos meteorológicos y medioambientales para los servicios operativos y de investigación del clima está siendo apoyada conjuntamente por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), la OMM, la COI y por el PNUMA. Un sistema global integrado de observación para afrontar las necesidades impuestas por la variabilidad y el cambio climáticos constituye un componente esencial para la mitigación de los impactos de El Niño.

Aplicaciones del conocimiento del clima

A lo largo de las últimas décadas, los científicos han avanzado espectacularmente en el conocimiento del sistema climático y en la comprensión de las causas de la variabilidad climática, incluyendo el papel que juega El Niño.

Sin embargo, estos avances en el conocimiento y en la capacidad de predicción, no se han traducido en beneficios comparables para la comunidad, incluyendo la protección de la vida y la mitigación de pérdidas. Una de las razones de esto es que muchas comunidades no tienen acceso a la información de las condiciones climáticas actualizadas que predominan sobre su región. Con frecuencia, la única información disponible, irregular y en ocasiones alarmista, es la procedente de artículos de los medios de comunicación que citan a expertos extranjeros. Además, existen relativamente pocos estudios que cuantifiquen la sensibilidad que ante el clima tienen las comunidades locales en los países en vías de desarrollo, incluyendo los riesgos que afectan al suministro de alimentos y agua, y los brotes de epidemias durante los períodos de extremos climáticos.

Una iniciativa de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera de los EE.UU. ha sido crear un Instituto Internacional de Investigación (IRI) para la predicción del clima, enfocado hacia la cooperación en la predicción climática estacional e interanual. La misión del IRI es "desarrollar y evaluar de forma continua predicciones desde plazo estacional a interanual, con el fin de producir una información mejor y más útil sobre la predicción climática de una forma rutinaria, y aplicar dicha información en beneficio de las sociedades afectadas". El IRI trabajará estrechamente con la red de centros climáticos mundiales, con los SMHN y con los programas y actividades ya existentes del PMIC.

Una iniciativa complementaria ha sido la puesta en marcha, por parte de la OMM, del proyecto del Servicio de Predicción e Información del Clima (CLIPS). Se espera que el CLIPS proporcione nuevas oportunidades y ayude a los SMHN a suministrar una gama más amplia de servicios climáticos operativos, incluyendo predicciones desde escalas estacionales a interanuales. El CLIPS se pretende construir sobre la base de los numerosos y satisfactorios programas que la OMM tiene sobre investigación y recopilación de datos, siendo sus objetivos:

- demostrar el valor y los eventuales beneficios socioeconómicos de los servicios de información y predicción climática;
- proporcionar un marco internacional para ampliar y promocionar la información y predicción climáticas;
- promover el desarrollo de la predicción climática operativa; y
- facilitar el desarrollo y fortalecimiento de una red global de centros climáticos regionales/nacionales.

Uno de los resultados que se esperan del CLIPS es el fortalecimiento de las relaciones entre los proveedores y los usuarios de los servicios climáticos. Su valor y beneficios alcanzarán valores máximos mediante estudios multidisciplinarios que establezcan los riesgos y la sensibilidad de los sectores locales, sociales y económicos, y desarrollen servicios de distribución y sistemas de apoyo a las decisiones basados en modelos de respuesta convenientemente investigados. Para mejorar los resultados resulta esencial que los nuevos servicios cambien las vías y métodos tradicionales de respuesta, con unas infraestructuras más sólidas, unos sistemas de suministro de agua y de alimentos más eficaces, unos servicios de prevención mejores y una respuesta más rápida ante los brotes de epidemias.

La iniciativa de la creación de capacidades para los SMHN a través del proyecto CLIPS se verá ampliada mediante el desarrollo de un sistema de redes para la cooperación regional. Las redes ya existentes, tales como las asociadas al Centro Africano de Aplicaciones de la Meteorología al Desarrollo, a los Centros de Gestión de Sequías del sur y del este de África y al Consejo Meteorológico del Caribe, apuntan claramente en esta dirección. Sin embargo, sus respectivos éxitos se ven restringidos por una importante falta de recursos. El IRI y unos pocos centros nacionales elaboran productos globales de vigilancia y de predicción, pero también existe la necesidad de productos relevantes para las diferentes regiones geográficas. La identificación de centros regionales del clima y su apoyo mediante recursos de infraestructura, de formación del personal y de otras formas de creación de capacidades garantizará la disponibilidad de los productos de vigilancia y de predicción que resultan necesarios para unos servicios climáticos de alta calidad.

Mitigación de los impactos de El Niño

Unos mejores servicios de información y de predicción del clima a nivel local son un importante requerimiento para mejorar la prevención y las respuestas de la comunidad a los extremos climáticos, así como para mitigar los impactos asociados al fenómeno de El Niño. Sin embargo, para conseguir estos objetivos será necesario un esfuerzo internacional concertado a diferentes niveles.

La Agenda para el Clima, apoyada conjuntamente por la OMM y por las agencias asociadas dentro del sistema de las NU, así como por el CIUC y otras organizaciones no gubernamentales, constituye un marco completo e integrador de todos los aspectos de los programas internacionales relacionados con el clima. La Agenda para el Clima cubre la recopilación de datos y las aplicaciones, la investigación del sistema climático y los estudios de los impactos socioeconómicos de la variabilidad climática, incluyendo sus efectos

sobre los ecosistemas. El fortalecimiento de la Agenda para el Clima llevará a la construcción de la infraestructura científica necesaria para la vigilancia operativa del clima y el desarrollo de las capacidades para su predicción desde la escala global hasta las escalas regionales y locales.

El éxito de la Agenda para el Clima depende del apoyo activo por parte de los gobiernos a través de sus instituciones nacionales. La Agenda podrá ser cumplimentada en su totalidad dentro de los programas climáticos internacionales existentes, si los gobiernos:

- incrementan su apoyo a las actividades nacionales, como parte de los programas internacionales que han ayudado a diseñar;
- fortalecen, o establecen, programas o actividades nacionales sobre el clima;
- construyen capacidades científicas y técnicas a niveles nacional, regional e internacional;
- financian mecanismos de coordinación internacional.

Sin embargo, en muchas partes del mundo la ayuda internacional será esencial para la construcción de capacidades y para acrecentar la efectividad de la infraestructura científica local.

Resumen

El fuerte episodio de El Niño de 1997/1998 llamó la atención sobre el grado del riesgo climático que amenaza a muchas partes del mundo. La pérdida de vidas, la destrucción de infraestructuras, el agotamiento de las reservas de agua y de alimentos, la emigración de comunidades y el brote de epidemias, contribuyeron a la convicción (tal como queda reflejado en la Resolución 52/200 de la AGNU) de que deben darse los pasos necesarios para mitigar los impactos de los extremos climáticos.

Está claro que se dispone de un amplio volumen de conocimientos sobre el sistema climático y que se dispone de capacidad para vigilar numerosos aspectos de su variabilidad. En algunas partes del globo y para algunas épocas del año también existe una capacidad limitada, pero en expansión, para su predicción. Éstas son las herramientas científicas y técnicas que contribuirán a la preparación para, y a la predicción de, los extremos climáticos y a disponer de programas de apoyo para mitigar sus impactos sobre la comunidad.

Además, mediante la Agenda para el Clima, existe un marco organizativo para la coordinación de los programas internacionales y para el desarrollo de las infraestructuras climáticas regionales y globales. Las cuatro ideas fundamentales de la Agenda constituyen los pilares del tema del clima:

- Observaciones adaptadas al sistema climático.
- Nuevas fronteras para la ciencia del clima y su predicción.
- Estudio de las evaluaciones de los impactos del clima y de las estrategias de respuesta para reducir la vulnerabilidad a estos impactos.
- Servicios climáticos para el desarrollo sostenido.

Un punto débil de la Agenda para el Clima es que su realización y los beneficios derivados de la misma están sesgados debido a las diferentes capacidades económicas nacionales. Los países desarrollados han establecido redes climáticas y modernos sistemas de gestión de datos, lo que les permite integrar de manera efectiva las informaciones y los conocimientos más actuales en sus servicios de predicción e información reforzando así la prevención ante los extremos climáticos. Estos países se benefician de la infraestructura climática existente, a pesar de las limitaciones que aún presenta ésta.

En los países menos desarrollados el soporte que reciben las redes climáticas es deficiente y en muchos casos las redes existentes se están degradando; la base de conocimientos resulta inadecuada para la planificación, y la información actualizada no se puede integrar de manera efectiva para facilitar el nivel de servicios necesarios para la prevención frente a los extremos climáticos. Además, en estos países numerosas infraestructuras de las comunidades se han construido sin tener en cuenta los extremos climáticos.

La mitigación de los impactos de El Niño y de otros extremos de la variabilidad climática requerirá un apoyo creciente a la Agenda para el Clima con especial énfasis en la necesidad de afrontar los requerimientos de los países en vías de desarrollo. En especial, el desarrollo con cargo al proyecto CLIPS de redes climáticas y centros climáticos

regionales constituirá un foco para la cooperación en la gestión de datos, en la vigilancia y en la predicción. Éstos son pasos esenciales para la evaluación de los riesgos, la reducción de la vulnerabilidad y el establecimiento de estrategias para el desarrollo sostenido.

El fuerte apoyo internacional a la Agenda para el Clima es una respuesta esencial a la Resolución 52/200 de la AGNU. El panorama de los impactos del suceso de El Niño de 1997/1998 ha resaltado aún más el hecho de que, si no se realizan esfuerzos concertados, los extremos de la variabilidad climática continuarán asociados a desastres naturales, gravando principalmente a los países en desarrollo.

Referencias

- BARNSTON, A. G., M. H. GLANTZ and Y. HE, 1999: Predictive skill of statistical and dynamical climate models in SST forecasts during the 1997-98 El Niño episode and the 1998 La Niña onset. *Bull. Amer. Met. Soc.*, **80**, 2, 217-242.
- ROPELEWSKI, C. F., 1984: The climate of summer 1983—A season of contrasts and extremes. *Mon. Wea. Rev.*, **112**, 591-609.
- ROPELEWSKI, C. F. and M. S. HALPERT, 1987: Global and regional scale precipitation patterns associated with El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **115**: 1606-1626.
- SHUKLA, J. and J. M. WALLACE, 1983: Numerical simulation of the atmospheric response to equatorial Pacific sea surface temperature anomalies. *Jour. Atmos. Sci.*, **40**: 1613-1630.
- TRENBERTH, K. E., 1998: Development and Forecasts of the 1997/98 El Niño: CLIVAR Scientific Issues. CLIVAR-Exchanges, Vol. 3, No. 2/3, 4-14.
- WALLACE, J. M. and D. S. GUTZLER, 1981: Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, **109**: 784-812.
- WMO, 1997: *El Niño Update*. No. 1 (November 1997).
- WMO, 1998(a): *El Niño Update*. No. 3 (January 1998).
- WMO, 1998(b): *The Global Observing System of the World Weather Watch*. WMO-No. 872, Geneva.

□

REACCIÓN DEL SISTEMA DE LAS NACIONES UNIDAS AL EPISODIO DE EL NIÑO DE 1997/1998

Por Michael J. COUGHLAN*

Como consecuencia de la devastación causada por el episodio de El Niño, que tuvo lugar durante 1997, varias naciones de la zona del Pacífico se reunieron para redactar y presentar una resolución en la LII Reunión de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Esta resolución (52/200) se denominó "Cooperación Internacional para reducir el impacto

del fenómeno de El Niño", y se aprobó el 18 de diciembre de 1997. Pedia a los estados Miembros que incorporasen en los programas de desarrollo sostenible en el ámbito nacional, regional e internacional, estrategias para prevenir, mitigar y reparar los daños causados por los desastres naturales, en particular los derivados de los episodios de El Niño. La resolución alabó también el esfuerzo realizado por los países afectados a nivel nacional,

* Director del Departamento del Programa Mundial sobre el Clima de la OMM