

NÚMERO 4

GEO

CURIOSOS POR LAS CIENCIAS

MAX



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

En promedio cada cuatro años, se produce un desequilibrio importante en los patrones climáticos de numerosas regiones del planeta: en el este de Australia, las cosechas se marchitan en los campos debido a una inusual ola de calor. En Indonesia, los árboles y los arbustos se secan tanto que dan lugar a devastadores incendios que arrasaron los bosques. En Perú, en cambio, diluvia de tal manera que impresionantes aludes de lodo

Con una periodicidad que fluctúa entre los dos y los siete años, la temperatura de la superficie del océano en esta zona sube hasta 8° C. Cuando esto ocurre, los peces ya no encuentran alimento y abandonan la región. El calentamiento se mantiene aproximadamente durante un año, y destruye una y otra vez el sustento económico de numerosos pescadores. Como el fenómeno se inicia para la época de Navidad, los afectados lo bautiza-

El Niño y La Niña

Investigar en los vaivenes del clima

arrastran lo que encuentran a su paso. Hasta bien avanzado el siglo XX, los expertos estaban desconcertados con estos fenómenos. "El clima se había vuelto loco en todo el mundo y nadie sabía por qué", dice Mojib Latif del Instituto Max-Planck de Meteorología de Hamburgo. Recién a mediados de la década de 1980, los científicos pudieron descifrar el enigma.

UN REGALO DE NAVIDAD QUE NADIE QUIERE

Tanto las sequías catastróficas en Australia y el Sudeste de Asia, como las inundaciones en Sudamérica, son parte de una misma anomalía climática que ya tenía nombre mucho antes de ser investigada por la ciencia: El Niño (por "el niño Jesús"). Fueron los pescadores, quienes apodaron así a este fenómeno que durante décadas habían observado en la costa de Perú.

ron "El Niño", no sin un dejo de sarcasmo. Hoy, los investigadores del clima saben que el fenómeno de El Niño calienta la capa superior de todo el Pacífico tropical. Hasta la fecha, en ningún otro lugar pudieron comprobarse oscilaciones tan amplias de temperatura en el mar como aquí, en el transcurso de apenas unos pocos meses. Dado que entre los océanos y la atmósfera existen fuertes interacciones, El Niño no sólo afecta la vida de los pescadores peruanos, sino el clima de todo el planeta. Mojib Latif y sus colegas del Instituto Max-Planck de Meteorología de



A Los terribles efectos de "El Niño" son catástrofes como sequías e inundaciones



B

© IMP para Meteorología

▲ **Comparación entre la situación climática normal y la situación de El Niño**

→ Hamburgo también investigan detalladamente la dinámica de estas interacciones.

Normalmente, la temperatura de la superficie en el océano Pacífico Oriental, cerca del Ecuador ronda los 20° C, mientras que en el Pacífico Occidental es de 30° C. La diferencia entre estos valores también se refleja en el clima de ambas regiones. Porque en el oeste, el aire húmedo asciende para quedar suspendido sobre el agua cálida, formando un sistema de baja presión con fuerte nubosidad que genera abundantes precipitaciones. Por eso, en extensas zonas del Sudeste de Asia la selva tropical se expande. En cambio en el Pacífico Oriental, comparativamente fresco, las masas de aire seco bajan y se produce un sistema de alta presión. La consecuencia es la desertificación de las zonas costeras de Sudamérica. Debido a las dife-

rencias en la presión atmosférica a ambos lados del Pacífico, a lo largo del Ecuador y de este a oeste soplan los **vientos alisios**. En su recorrido “empujan” el mar, hasta que su nivel delante de Indonesia llega casi a los 60 centímetros por encima del nivel que tiene frente a las costas de Perú.

EL CLIMA ESTÁ DE CABEZA

Cuando el agua del Pacífico Oriental se recalienta durante una fase de El Niño, el gradiente de temperatura entre el Pacífico Oriental y el Occidental es menor. Este fenómeno también reduce la diferencia de presión en la atmósfera. Así, el motor de los vientos alisios reduce su potencia y, en parte, el viento incluso cambia de dirección, por lo que baja el nivel del mar en las costas de Indonesia; extensas olas oceánicas trasladan agua cálida desde el oeste al este (**Fig. B**). Consecuentemente, las capas superiores del Pacífico Oriental se calientan aún más y se forma un circuito que ase-

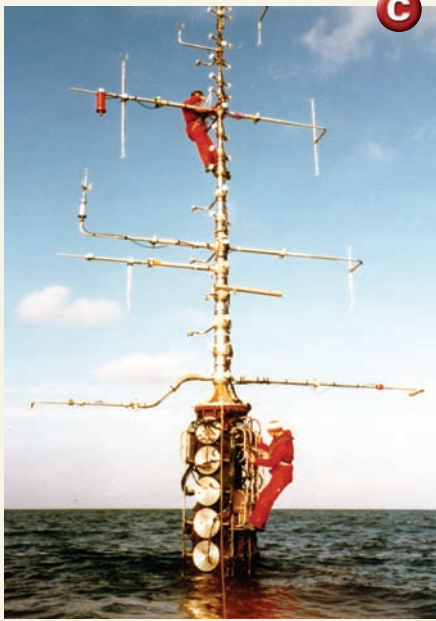
gura que la zona de baja presión que normalmente genera lluvias en el sudeste de Asia y Australia, migre al este. Las condiciones climáticas normales a ambos lados del Pacífico ahora han quedado “de cabeza”. Mientras comarcas enteras se secan en el oeste, en el este las precipitaciones y las inundaciones siembran calamidades. Pero el impacto de El Niño es todavía más amplio ya que excede la región del Pacífico. Por ejemplo, produce tormentas y fuertes lluvias en la costa oeste de Norteamérica o inviernos que, en Canadá, superan las temperaturas medias.

“Mientras los pobladores todavía están sufriendo las consecuencias del fenómeno climático, El Niño comienza a debilitarse paulatinamente”, afirma el experto en clima, Latif. Una masa de agua fría se abre paso lentamente y en forma casi imperceptible a unos 100 – 200 metros por debajo de la superficie oceánica desde el Pacífico Occidental en dirección este. En cuanto llegue a la superficie frente a la costa de Sudamérica, comenzará un nuevo ciclo parecido a El Niño, pero ahora a la inversa: esta vez se enfriará el Pacífico Oriental y, definitivamente, contribuirá a que las condiciones climáticas originales sean más pronunciadas. El sistema de alta presión sobre la costa de Sudamérica y el de baja presión sobre el Sudeste de Asia serán más pronunciados. Por eso, en vastas regiones de Sudamérica el clima será más seco que en años “normales” y en el sudeste de Asia y en Australia lloverá de manera torrencial. Los investigadores del clima llaman a este fenómeno **La Niña**, es decir algo así como la hermanita de El Niño.

Por cierto, el “sube y baja de presión atmosférica” que se forma sobre el Pacífico cuando el clima “oscila” entre El Niño y La Niña fue descubierto en la década de 1920, mucho antes de que los científicos supieran cuál es su relevancia para el clima global. En su momento se la llamó *Southern Oscillation* (Oscilación del Sur u **Oscilación Sur**). Como se la considera una característica esencial de El Niño, hoy los científicos en general suelen hablar de El Niño/Fenómeno de Oscilación del Sur, o en forma abreviada **Fenómeno ENSO** (por sus siglas en inglés).

CIENCIA ANCLADA EN EL MAR

Para investigar este fenómeno, en 1985, a poco de concluir una fase de El Niño entre 1982/83, científicos, en su mayoría estadou-

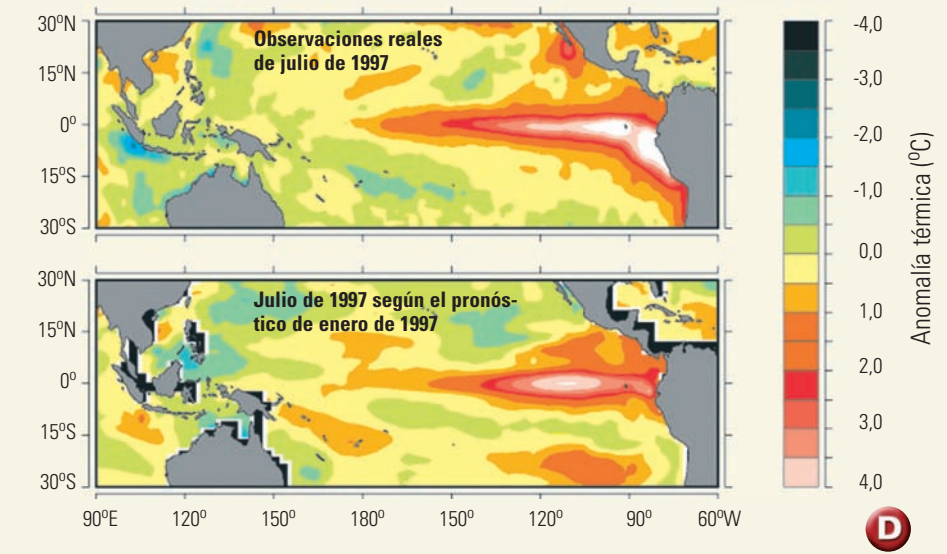
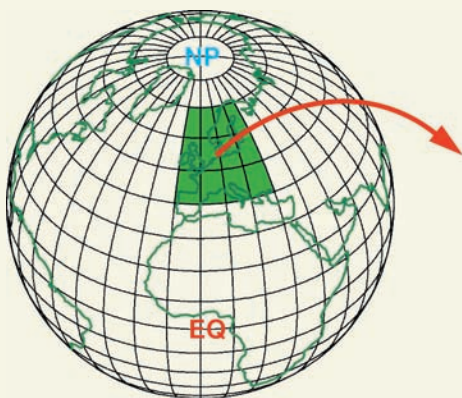


▲ Dos mecánicos realizan trabajos de mantenimiento en una boya meteorológica del Pacífico

nidenses, instalaron una red con gran cantidad de boyas meteorológicas para realizar mediciones dentro de una franja de aproximadamente 10.000 kilómetros de ancho que sigue el recorrido del Ecuador desde Indonesia hasta Sudamérica. Las boyas son similares a grandes salvavidas (Fig. C), amarradas a unos 4.000 metros de profundidad.

Las cadenas de anclaje poseen sensores que miden la temperatura y la corriente a diferentes profundidades oceánicas. Sobre la superficie del mar se registran la temperatura y los movimientos de las masas de aire. Los datos se reúnen en forma continua, se transmiten a satélites y luego están disponibles para los científicos del mundo entero. "Aproximadamente cada cinco días descargamos un registro de datos de Internet", explica Mojib Latif, quien hace unos 20 años investiga el fenómeno ENSO. Latif y sus colegas de Hamburgo

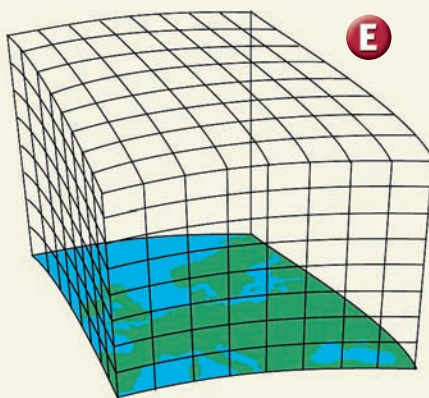
▼ Confección de modelos climáticos (el largo del lado del cubo equivale a la resolución espacial)



se especializaron en desarrollar sofisticados modelos informáticos, que les permiten simular el clima global, incluidos El Niño y La Niña. El equipo logró mejorar en forma decisiva los pronósticos sobre El Niño: los investigadores del clima de Hamburgo fueron los únicos en el mundo que pudieron predecir con seis meses de anticipación, los primeros cambios climáticos del fenómeno de mayor intensidad hasta el momento: el llamado "Niño Grande" que ocurrió entre 1997 y 1998 (Fig. D). El modelo climático que utilizaron para ello fue desarrollado en conjunto con colegas del Centro Europeo para Pronóstico Climático a Mediano Plazo de Reading, Inglaterra.

COMPUTADORA JUEGA A LOS DADOS

Como si fueran el servicio meteorológico, los investigadores "alimentan" su modelo electrónico con los datos de sus observaciones, con las temperaturas del agua y del aire o las velocidades del viento de los últimos dos años, y con estos datos calculan, lo que podría llamarse el "clima del futuro". Para lograr en lo posible una resolución espacial alta, primero dividen el modelo de la Tierra en cubos (Fig. E). Para cada uno de ellos, el ordenador o computadora calcula un clima "local" según las leyes clásicas de la física.



▲ Comparación entre los valores pronosticados y los realmente medidos durante la fase de El Niño de 1997

"Detrás de esto no hay tanta inteligencia, sino primordialmente alta capacidad de las computadoras", dice Mojib Latif. En este sentido, la computadora u ordenador determina, en definitiva, la exactitud del análisis climático. Para reproducir exactamente la naturaleza, los investigadores deberían dividir el modelo en infinita cantidad de pequeños cubos. En tal caso, la computadora necesitaría, a su vez, un tiempo infinito para calcular el clima. Por eso, los investigadores deben darse por satisfechos con una resolución espacial de 250 kilómetros; aún así la computadora sigue necesitando 100 días para simular el clima de los próximos 100 años.

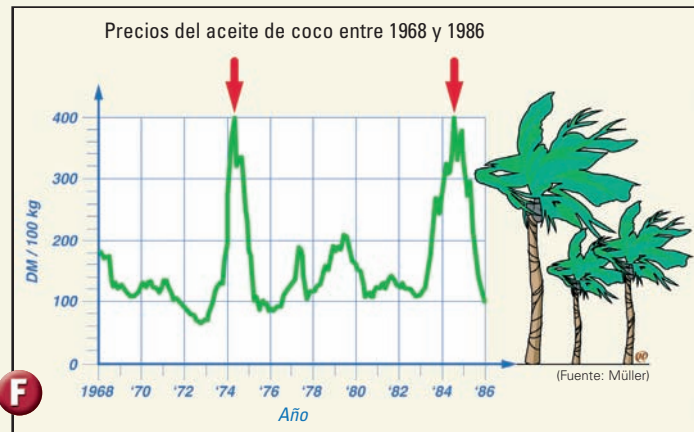
Con cálculos matemáticos aproximados, en lugar de soluciones exactas, los científicos también deben trabajar en otros aspectos. Dado que un número de factores casi infinito determinan el clima, desde la temperatura o el crecimiento de las plantas, hasta la formación de nubes o los contenidos de dióxido de carbono en el aire, en sus cálculos, los investigadores sólo pueden tener en cuenta los más importantes. Para evaluar la calidad de los diferentes modelos climáticos, calculan los escenarios climáticos del pasado y comparan los resultados con los datos de observación reales. Únicamente cuando las coincidencias son suficientes pueden estar seguros de que su modelo informático es lo bastante bueno como para pronosticar los futuros escenarios del clima. De este modo, Mojib Latif y sus colegas también obtuvieron un modelo climático detallado para Europa. Como se restringieron a un continente pudieron escoger

→ una mayor resolución espacial que la de su modelo global. Los investigadores demostraron el alto grado de calidad de sus simulaciones, calculando el clima europeo de los últimos 100 años. "Podimos reproducir correctamente observaciones climáticas clave del siglo pasado, incluyendo pasados eventos de El Niño", señala Latif. Los científicos de Hamburgo también pudieron comprobar cómo El Niño influye en el clima de diferentes zonas de Europa. El resultado: El Niño provoca un leve cambio de los fenómenos climáticos característicos. Por eso, la mayoría de los sistemas de baja presión normalmente se mueven sobre la parte norte de nuestro continente. En cambio, cuando aparece El Niño, esta ruta se desplaza hacia el sur. Por lo tanto, mientras que en Escandinavia y en Inglaterra llueve menos, en la región del Mediterráneo llueve más que en otros años. Pero en comparación con los cambios climáticos que tienen lugar en ambas costas del Pacífico, este impacto es ínfimo.

¿SE HACE REGLA LA EXCEPCIÓN?

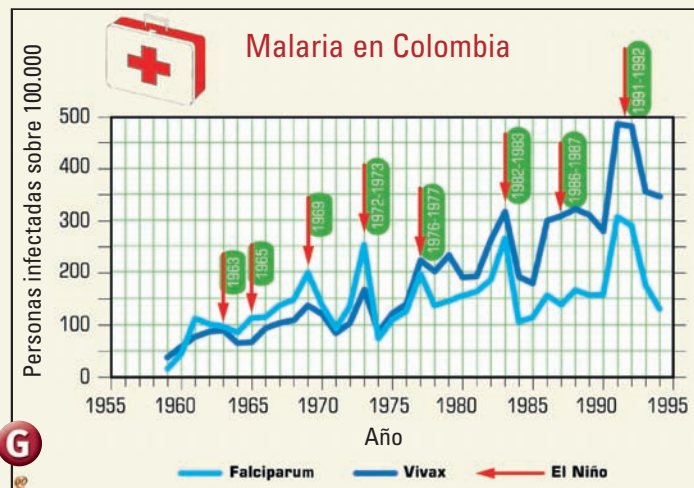
En el caso de El Niño, básicamente se trata de un fenómeno muy antiguo y natural. Así lo demuestran, entre otros, los estudios practicados en núcleos de hielo. Los típicos sucesos de El Niño que datan desde hace más de 500 años ya forman parte de la tradición escrita desde la Conquista de América. En la actualidad, los investigadores del clima observan que las oscilaciones medidas de la temperatura del agua del Pacífico, se han incrementado permanentemente durante los últimos 100 años. Por eso, la incógnita que interesa especialmente a los científicos del Instituto Max-Planck de Meteorología es la siguiente: ¿en qué medida influye el **efecto antropogénico** de los **gases invernadero**, que se observa en todo el mundo, en la intensidad o la frecuencia de las fases de El Niño?

Para demostrar una posible relación entre El Niño y el impacto antropogénico de los gases de efecto invernadero, los investigadores de Hamburgo simulan este efecto con el



F

▲ Aproximadamente un año después de los fenómenos de El Niño, sube el precio del aceite de coco. La responsable es la sequía extrema en el Sudeste de Asia, ya que ocasiona varios años de malas cosechas.



G

▲ El Niño ocasiona una acumulación de casos de malaria. Vivax y Falciparum son los dos agentes patógenos más importantes de esta enfermedad.

modelo climático con que ya habían pronosticado correctamente El Niño Grande. El período elegido abarcó los años que van desde 1860 a 2100. Hasta 1990 pudieron aplicar las concentraciones de gases de efecto invernadero realmente medidas; para el lapso posterior optaron por los valores pronosticados por un conjunto de expertos internacionales. El resultado de los cálculos fue que el efecto invernadero ocasiona cambios en las temperaturas del Pacífico, similares a los de El Niño, es decir un incremento de la temperatura del Pacífico Oriental y un enfriamiento del Pacífico Occidental. Si se suman ambos efectos, reconoceremos muy rápidamente que el fenómeno de El Niño se refuerza por el impacto antropogénico de los gases de efecto invernadero, mientras que el fenómeno de la Niña se debilita. "Si las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera continúan incrementándose desenfrenadamente, es probable que las condiciones como las de El Niño pasen a ser la regla, más que la excepción", teme Mojib Latif.

EL NIÑO SALE CARO

Los peces cerca de las costas sudamericanas se desplazarán mucho más a menudo a regiones más frescas y ricas en nutrientes, y a los pescadores peruanos se les hará aún más difícil ganarse el sustento diario. Pero no sólo la industria pesquera sudamericana sufrirá por la acumulación de fenómenos de El Niño. Hoy, muchos otros sectores económicos ya comienzan a resentirse por las consecuencias negativas de esta anomalía climática (Fig. F). Así, por ejemplo, el precio del aceite de coco estuvo atado en los últimos años a El Niño. Incluso en países, en los cuales la población no tiene que sufrir directamente por la extrema sequía o las inundaciones masivas, El Niño afecta las condiciones de vida y la salud: en Colombia, el anormal tórrido clima causa que muchos tipos de mosquito, entre ellos el transmisor de la **malaria**, se reproduzcan más. En consecuencia aumenta la cantidad de personas infectadas (Fig. G). Tampoco los pronósticos más exactos pueden evitar que esto suceda. Pero se están

llevando a cabo los primeros intentos de materializar las advertencias sobre el fenómeno en medidas preventivas concretas: en los años en que ocurre El Niño el gobierno peruano, por ejemplo, sugiere a los productores agropecuarios que utilicen preferentemente cierto tipo de semillas de especies de plantas que posibilitan cosechas relativamente buenas a pesar de las lluvias que se esperan.

PIE DE IMPRENTA

Sociedad Max-Planck, departamento de información y relaciones públicas, Hofgartenstraße 8, 80539 München / e-mail: presse@gv.mpg.de

Redacción: Dra. Christina Beck

Traducción: Astrid Wenzel

Diseño: www.haak-nakat.de

La versión en español se hizo con el apoyo del DAAD y con fondos del Ministerio de Relaciones Exteriores de Alemania.

DAAD Deutscher Akademischer Austausch Dienst Servicio Alemán de Intercambio Académico



SIEMENS

BASF The Chemical Company

200 AÑOS BICENTENARIO ARGENTINO

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva **Presidencia de la Nación**