

POBLACIÓN HUMANA

**Migraciones  
a causa de la  
subida del mar**

BIOLÓGIA MARINA

**La acidificación  
de los  
océanos**

ECOLOGÍA FORESTAL

**Bosques  
degradados y  
desertificación**

MITIGACIÓN

**Medidas para  
hacer frente  
a la sequía**

6,90 EUROS

# EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA BIOSFERA

Ecosistemas amenazados y posibles soluciones



# TEMAS 82

INVESTIGACIÓN  
**Y CIENCIA**

Edición española de Scientific American

Investigación y Ciencias

LA TIERRA Y EL CLIMA

**Lecciones  
climáticas  
del pasado**

CALENTAMIENTO

**Fenómenos  
meteorológicos  
extremos**

ACCIÓN POLÍTICA

**¿Es útil  
el objetivo  
de los 2°C?**

EL DEBATE CLIMÁTICO

**Escépticos  
frente a  
ortodoxos**

6,90 EUROS



# LA CIENCIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Entender el clima global

4.º TRIMESTRE 2015



**Puedes adquirirlo en nuestra tienda**

[www.investigacionyciencia.es](http://www.investigacionyciencia.es)

Teléfono: 934 143 344 | [administracion@investigacionyciencia.es](mailto:administracion@investigacionyciencia.es)

# Un entorno que cambia con el clima

**E**l cambio climático constituye uno de los principales retos ambientales a los que se enfrenta hoy la humanidad. El reconocimiento de este problema se hizo patente el pasado mes de diciembre en la última cumbre del clima, cuando los representantes de 195 países se reunieron en París y acordaron los próximos pasos para mitigar el cambio climático e impedir que sus consecuencias fueran a más.

Los registros climáticos y numerosos modelos indican que nuestro planeta se está calentando. Se prevé también que el clima del futuro se caracterice por una disminución de las precipitaciones y un incremento de la frecuencia de eventos meteorológicos extremos, con más inundaciones y más sequías [véase «La ciencia ante el cambio climático», colección TEMAS de *IyC*, n.º 82, 2016].

Pero ¿cómo repercute todo ello en la biosfera, el conjunto de los organismos que habitamos la Tierra? ¿Cómo podemos mitigar los efectos negativos del cambio climático en la población humana y en los ecosistemas? Debido a la relevancia de estas cuestiones, no es de extrañar que numerosos investigadores se esfuercen en evaluar las consecuencias ecológicas del cambio climático y en buscar soluciones para combatirlo o atenuar las alteraciones que origina.

En esta nueva entrega de la colección TEMAS, ofrecemos a nuestros lectores una selección de los artículos más destacados y novedosos en los que expertos de distintos ámbitos explican los resultados de sus investigaciones sobre las repercusiones actuales y futuras del cambio climático en la humanidad y en los ecosistemas de nuestro planeta.

El monográfico se divide en tres partes. En la primera, **Regiones polares**, los científicos abordan el modo en que el calentamiento está alterando las zonas del globo donde los cambios se están manifestando de forma más evidente. Describen cómo se está produciendo la fusión del hielo en la Antártida y cómo repercute su deshielo en el ascenso del nivel del mar. También examinan la influencia del cambio en la vegetación y fauna árticas, así como en la propagación de ciertas enfermedades entre los animales y los humanos.

La subida del nivel del mar y los eventos meteorológicos extremos (sequías e inundaciones) ya están planteando serias dificultades a varias poblaciones humanas, en especial a las más pobres, cuya supervivencia depende de los recursos naturales de su entorno, según se plantea en la segunda parte de este número, **Repercusiones en la biosfera**. Se recogen aquí también distintas investigaciones que analizan los efectos del cambio climático en los ecosistemas: desde los forestales, entre ellos los bosques mediterráneos, hasta los marinos, que sufren las consecuencias de la acidificación del agua.

¿Cómo podemos reaccionar ante los efectos del cambio climático? En varios trabajos incluidos en la última parte del



número, **Mitigar el cambio**, los expertos plantean algunas ideas y técnicas novedosas que podrían resultar de utilidad, como extraer dióxido de carbono del aire, promover la lluvia localmente, ayudar a los bosques a adaptarse al cambio o mejorar la gestión de los ecosistemas de zonas áridas, las más vulnerables.

Esperamos que, a lo largo de este monográfico, el lector vaya descubriendo la diversidad y complejidad de las cuestiones ecológicas que suscita el cambio climático, así como las distintas respuestas que estas nos exigen.

—La redacción

## El cambio climático en la biosfera

### 1 **Presentación: Un entorno que cambia con el clima**

*La redacción*

#### REGIONES POLARES

---

### 4 **La fusión de la Antártida en directo**

*Douglas Fox*

### 12 **Calentamiento y vegetación ártica**

*Matthew Sturm*

### 20 **El Ártico enferma**

*Christopher Solomon*

#### REPERCUSIONES EN LA BIOSFERA

---

### 28 **¿Cómo afecta a las islas la subida del mar?**

*Simon D. Donner*

### 36 **Víctimas del cambio climático**

*Alex de Sherbinin, Koko Warner y Charles Ehrhart*

### 44 **Cambio climático, un experimento controlado**

*Stan D. Wullschleger y Maya Strahl*

### 50 **El bosque mediterráneo ante el cambio global**

*Enrique Doblado Miranda*

### 58 **La vida oceánica, amenazada**

*Marah J. Hardt y Carl Safina*

### 66 **El océano Atlántico, sumidero de CO<sub>2</sub>**

*Marcos Vázquez Rodríguez*

### 68 **El cambio climático se sienta a la mesa**

*Mark Payne*

#### MITIGAR EL CAMBIO

---

### 72 **Limpiar de carbono el aire**

*Klaus S. Lackner*

### 78 **Ayudar a los bosques a adaptarse al cambio climático**

*Hillary Rosner*

### 84 **La desertificación en el sudeste ibérico**

*Juan Albaladejo Montoro*

### 88 **Invocar la lluvia**

*Dan Baum*

# REGIONES POLARES





ROMPEHIELOS. A bordo del *Nathaniel B. Palmer*, un equipo de científicos atraviesa el mar de Weddell, cerca de las costas de la península antártica.



# La fusión de la Antártida en directo

REGIONES POLARES

Mientras los glaciares se van hundiendo en el océano, se intenta calcular la velocidad de fusión del continente austral y su efecto en el ascenso del nivel del mar

*Douglas Fox*  
*Fotografías de Maria Stenzel*

# En 1995, diez soldados argentinos asistieron a un cataclismo que nadie antes había presenciado, un evento que modificó nuestro conocimiento sobre el cambio climático.

Los hombres se alojaban en la base Matienzo, una lóbrega agrupación de barracas de acero en lo alto de una cresta volcánica que emerge sobre el mar a 50 kilómetros de la costa antártica. La isla se hallaba rodeada por una extensión de hielo glacial que abarcaba 1500 kilómetros cuadrados, unas 25 veces el área de Manhattan. A pesar de flotar sobre el mar, la plataforma de hielo medía 200 metros de espesor y poseía la solidez de una roca. Sin embargo, el capitán Juan Pedro Brückner presentía que algo iba mal. El agua derretida había formado pequeños lagos diseminados por el hielo. Podía escuchar el gorgoteo del líquido al infiltrarse por un sistema de grietas. El equipo de Brückner escuchaba día y noche convulsiones profundas, como si el metro pasara por debajo de sus camas. Los estruendos se oían cada vez con mayor frecuencia.

Un día, mientras los miembros del equipo comían en una de las barracas, fueron sacudidos por un estallido, «un estruendo ensordecedor, como una erupción volcánica», recuerda Brückner. Salieron corriendo al exterior. La plataforma de hielo que circundaba el islote se estaba rompiendo. Las sacudidas eran tan violentas que temían que los fragmentos de hielo llegaran a socavar la base rocosa de la isla y la hiciera rodar como un tronco a la deriva. Colocaron bajo sus pies instrumentos para detectar una posible inclinación del suelo. Al cabo de unos días de tensión, el equipo fue evacuado en helicóptero a otra estación ubicada 200 kilómetros más al norte. La isla permaneció en su sitio, pero el mapa quedó modificado para siempre.

Brückner y su equipo habían presenciado el colapso de la plataforma de hielo Larsen A, lo que se convertiría en un acontecimiento de referencia. Conforme los veranos cálidos se han ido extendiendo desde el extremo meridional de Sudamérica hasta alcanzar la región más septentrional de la península antártica, un total de cuatro plataformas de hielo ubicadas al este de la península, entre ellas Larsen A, se han ido derrumbando siguiendo una asombrosa pauta, desde el extremo norte hacia el sur en dirección a la Antártida continental.

Cuando una plataforma desaparece, los glaciares que descuellan a sus espaldas, retenidos en los fiordos a lo largo de la costa, se deslizan sin obstáculos hasta el océano. Y al hacerlo, aumentan de modo notable el volumen del mar. Se desconocen todavía las causas que originan la ruptura de una plataforma de hielo o el momento en que tendrá lugar el siguiente colapso. Por tanto, los esfuerzos se concentran en estimar la velocidad a la que los glaciares volcarán su hielo en el océano y en calcular el consiguiente ascenso del nivel del mar. A pesar de que un

informe histórico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) elaborado en 2007 predijo que en 2100 el nivel del mar habrá ascendido tan solo entre 18 y 59 centímetros, los glaciólogos temen que la aceleración del cambio climático podría aumentar diez veces la velocidad de fusión de los glaciares, por lo que el nivel del mar se elevaría más de lo augurado. El colapso de las plataformas de hielo podría hallarse detrás de ese efecto, [véase «Dinámica de los casquetes glaciales», por Robin E. Bell; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 2008.]

La península antártica alberga solo una pequeña fracción del hielo continental, pero constituye «un laboratorio natural», en palabras de Theodore Scambos, glaciólogo del Centro Nacional de Datos sobre Hielo y Nieve en Boulder, Colorado. Representa un avance de lo que sucederá en el resto de la Antártida entre los próximos 50 y 100 años.

Entender este experimento natural se ha convertido en una prioridad. Se necesita conocer la velocidad a la que se desintegran las plataformas de hielo y las causas de su desaparición para poder estimar con mayor precisión los futuros ascensos del nivel del mar. Como en tantas otras ocasiones, los modelos calculan por lo bajo y subestiman la magnitud del cambio, afirma Robert DeConto, diseñador de modelos numéricos de plataformas de hielo en la Universidad de Massachusetts en Amherst. «No podremos continuar investigando hasta que no recibamos nuevos datos.» Los expertos que han realizado campañas recientes al continente helado han instalado instrumentos que suministran información de utilidad. Las últimas predicciones basadas en dichos datos son alarmantes.

## EL DERRUMBE DEL ICEBERG UK211

La primera desaparición documentada de una plataforma de hielo antártica se produjo hace unos 25 años. Una imagen de satélite tomada en 1986 mostraba la plataforma Larsen Inlet, una porción de hielo de 350 kilómetros cuadrados al norte de Larsen A. Sin embargo, en otra fotografía tomada en 1988 faltaba gran parte de la plataforma. Nadie sabía explicar su desaparición.

El verano austral de 1995 comenzó a dar algunas pistas. Del mismo modo en que Larsen A había experimentado su famoso colapso, la plataforma Príncipe Gustavo, situada 60 kilómetros más al norte, también se había derrumbado. Su desintegración supuso una sorpresa absoluta, afirma Scambos, que, junto a otros científicos del Servicio Británico de Investigación Antártica, ha realizado durante muchos años un seguimiento de las plataformas antárticas vía satélite. Los efectos de tales rupturas

## EN SÍNTESIS

**Las enormes plataformas de hielo** unidas a las costas antárticas se están derrumbando. Ello hace que los glaciares situados a sus espaldas se deslicen hasta el océano y, en consecuencia, ascienda el nivel del mar.

**Para estimar** la futura elevación del nivel del mar resulta necesario esclarecer las razones por las que las plataformas se desintegran y la velocidad a la que lo hacen.

**Los datos glaciológicos** obtenidos por satélite no poseen el grado de detalle necesario para elaborar cálculos exactos. En fecha reciente se han realizado expediciones a la Antártida para instalar instrumentos que facilitarán la obtención de información. Douglas Fox les acompañó en un intenso viaje de ocho semanas que relata en el presente artículo.