

Los climas del pasado

Rosalía Guerrero Arenas y
Eduardo Jiménez Hidalgo

En los últimos años los estudios paleoclimáticos han estado en la mira de la comunidad científica, ya que la información que se obtiene con ellos permitirá elaborar mejores modelos para predecir que ocurriría si se eleva la temperatura media del planeta.



El reporte meteorológico que uno consulta cotidianamente nos informa sobre el estado del tiempo: hace sol o llueve, hay nubes o está despejado, hace calor o hace frío. El estado del tiempo está determinado por las condiciones atmosféricas medidas en el instante que se considera, por lo que cambia de una localidad a otra, de un día a otro, e incluso de la mañana a la noche. El clima de un lugar, en cambio, es el conjunto de los valores a largo plazo de variables como la temperatura, la humedad, la precipitación anual, la velocidad y dirección de los vientos y la presión atmosférica. El estado del tiempo es efímero; el clima es duradero.

Con todo, los registros históricos indican que el clima también cambia, aunque en una escala temporal diferente. Las alteraciones climáticas se aprecian en

décadas, siglos, e incluso miles y millones de años. La *paleoclimatología* es una ciencia interdisciplinaria que estudia los climas del pasado. Para eso se vale de la

paleontología, la geología, la geoquímica y otras ciencias.

Adaptación y clima

La forma de un organismo responde a adaptaciones al entorno en que vive. Por ejemplo, las plantas de las zonas áridas necesitan retener la mayor cantidad de agua posible; así, estas plantas no tienen, por lo general, las hojas tan anchas como las plantas de climas más húmedos e incluso muchas tienen espinas para no perder agua por transpiración. Los animales de las regiones polares presentan adaptaciones al frío extremo: piensa, por ejemplo, en el pelaje de los osos polares o en las plumas de los pingüinos. Cada organismo está adaptado a condiciones climáticas particulares. Así, las adaptaciones que se ven en los fósiles que se encuentran



Las hojas de las plantas conocidas como *angiospermas* guardan relación con el tipo de clima en el que medraron.

en un lugar son una clave del entorno en el que vivieron esos organismos, y en particular de las condiciones del clima de la época.

Uno de los grupos de organismos más utilizados para revelar el pasado del clima son las plantas. El tipo de vegetación de un lugar está fuertemente relacionado con la temperatura. Ésta, a su vez, está relacionada con la altitud y la latitud. En sitios con temperaturas elevadas y latitudes bajas observaremos una mayor distribución de selvas, en tanto que en lugares de temperaturas bajas y latitudes altas hay más estepa, taiga y tundra.

Lo que dicen las plantas

Existen varios métodos para determinar el clima del pasado utilizando plantas fósiles. Uno de los más socorridos atiende al tamaño y la forma de las hojas. Jack A. Wolfe, uno de los paleobotánicos más influyentes del siglo pasado, observó que las hojas de las plantas conocidas como *angiospermas* tienen una relación con el tipo de clima en que medraron: si las hojas tienen márgenes lisos, vivieron en climas

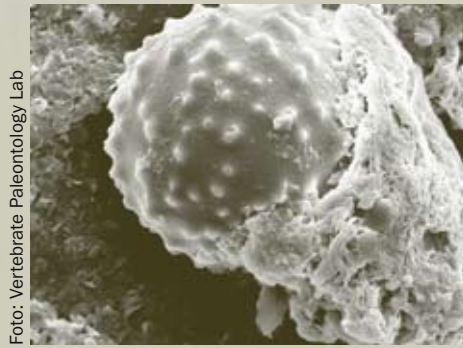


Foto: Vertebrate Paleontology Lab
Los granos de polen nos permiten saber de qué planta proviene y hacer inferencias sobre el ambiente en el cual se desarrollaba.

cálidos; en cambio, si tienen bordes dentados o aserrados, eran de climas fríos. De igual manera, las hojas grandes provenían de entornos de alta humedad, mientras que las más pequeñas habían vivido en sitios con menos precipitación. Aunque este método fue muy discutido al principio, con el tiempo otros investigadores lo refinaron por medio de cálculos estadísticos.

Otros estudios se basan en el polen. Los granos de polen de cada especie tienen formas, tamaños y números de aberturas determinados, entre otras características distintivas. Éstas nos permiten saber de qué planta proviene un grano y así hacer inferencias sobre el ambiente en el cual se desarrollaba. El material de la pared de los granos de polen es sumamente resistente y puede preservarse por miles o millones de años.

Por último, hay investigaciones basadas en los anillos de crecimiento de los árboles. La disciplina encargada del análisis de estos anillos —también conocidos como bandas— se conoce como *dendrocronología*. Los anillos que se pueden ver en cortes transversales del tronco de muchas especies de árbol se forman anualmente con el crecimiento. El tamaño y la densidad de las células de los anillos dependen de condiciones como la precipitación, la temperatura y la humedad. Los anillos anchos corresponden a años de mucha lluvia y abundantes nutrientes; los anillos delgados revelan años de sequía. Los incendios, las avalanchas y las plagas también pueden quedar registrados como marcas y cicatrices en los anillos.

Los mares de antaño

La cantidad de oxígeno disuelto y la salinidad son los principales determinantes de la distribución de los seres vivos en el

medio marino. Para los organismos del mar como para los de la tierra, el oxígeno es esencial, pero hay especies que toleran vivir en un medio con baja concentración de oxígeno, como los anélidos marinos.

Entre los fósiles marinos más utilizados para inferir condiciones paleoclimáticas se encuentran los corales. Los corales viven en simbiosis con las zooxantelas, algas que tienen la capacidad de hacer la fotosíntesis. Por eso habitan en aguas cálidas, a profundidades donde la luz del Sol llega en abundancia. Los corales tienen un exoesqueleto compuesto de carbonato de calcio en forma de aragonita, el cual va creciendo con el tiempo. Así, aunque los corales son animales y no plantas, también tienen anillos de crecimiento anual que contienen información acerca de la temperatura y la composición del agua donde vivieron, e incluso de la nubosidad de su época y otras variables ambientales. Como los anillos también sirven para deducir la antigüedad de los corales, éstos son un excelente registro del clima del pasado.

Modelos bioclimáticos

Entre los métodos más recientes de la paleoclimatología están los llamados *modelos bioclimáticos*, los cuales se basan en la relación que existe entre el clima y la distribución geográfica de los mamíferos de hoy. En 2001, el paleontólogo español

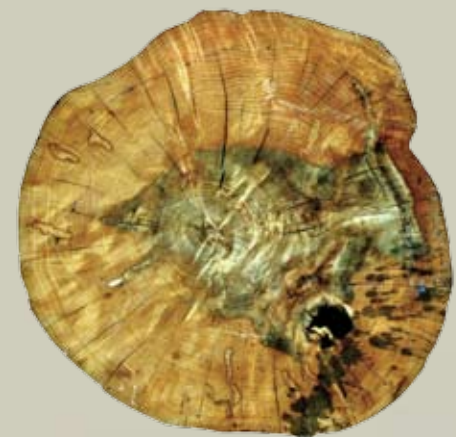


Foto: Alan Holiday
La dendrocronología estudia los anillos de crecimiento de los árboles.

LA TIERRA COMO UN ROMPECABEZAS

La distribución de los continentes y los océanos influye en las condiciones climáticas. Los continentes se han unido y separado muchas veces en la historia de la Tierra, formando a veces grandes extensiones, e incluso un supercontinente único.

Hasta el momento tenemos evidencia de seis supercontinentes, a los que los expertos llaman Ur, Kenorlandia, Nuna/Columbia, Rodinia, Pannotia y Pangea. Estos supercontinentes tenían un clima menos variado de lo que tenemos hoy en día. En Pangea, el último de estos gigantes, hace entre 250 y 300 millones de años aproximadamente, las costas eran más húmedas que el centro del territorio, más árido y con temperaturas de entre 45 y 50°C. Cuando estos supercontinentes se fragmentaban, se desprendía dióxido de carbono, con lo cual el clima global se volvía más cálido. Cuando se juntaban, en cambio, el nivel de dióxido de carbono descendía, originando un clima más frío, lo cual, evidentemente, influía en la distribución de los seres vivos.



Manuel Hernández Fernández

planteó que si en la actualidad las especies de mamíferos habitan sólo en ciertas zonas climáticas, en el pasado ocurrió lo mismo. Así, tomando en cuenta el conjunto de especies de mamíferos fósiles de un lugar y empleando métodos estadísticos se puede saber, por ejemplo, si el clima era ecuatorial, con lluvias en invierno y veranos secos, o árido subtropical. En 2005 Hernández y sus colaboradores afinaron este modelo para poder inferir la temperatura promedio, la precipitación, la duración del invierno y los periodos de sequía, entre otros factores.

LO QUE REVELAN LOS ISÓTOPOS

Los isótopos son diferentes tipos de átomos de un mismo elemento que difieren en el número de neutrones del núcleo. Hay dos tipos de isótopos en la naturaleza: los inestables y los estables. Los inestables se caracterizan por transformarse en otros elementos por desintegración radiactiva. Un ejemplo de isótopo inestable es el uranio, el cual se transforma en plomo (U²³⁸/Pb²⁰⁶). Los isótopos radiactivos sirven como pautas para determinar la antigüedad de muchos materiales, como las rocas.

Los isótopos estables no se transforman y sirven para determinar otras cosas. El agua marina contiene dos isótopos del oxígeno: O¹⁶ y O¹⁸, donde el primero es más abundante. En climas cálidos, el isótopo más ligero (O¹⁶) se evapora más rápidamente del agua marina, mientras que en aguas con una temperatura más fría no. Las proporciones de estos isótopos en un material son una especie de "firma" que se utiliza para trazar su origen y con ello, saber las condiciones climáticas que imperaban en el momento de su formación, por ejemplo, la temperatura.

Otras investigaciones se han enfocado en el análisis de las madrigueras de las ratas monteras (*Neotoma spp.*), donde se han encontrado restos de plantas, invertebrados y vertebrados que permiten reconstruir el ambiente en el que vivía el animal.

Memoria del hielo

Uno de los periodos mejor estudiados por la cantidad de vestigios existentes y por su influencia en nuestra vida son las glaciaciones del Pleistoceno (la época



Fototeca DGDC

Los bivalvos sirven como "paleotermómetros" pues la proporción de isótopos de oxígeno en su concha nos dice si el agua en la que vivieron era cálida o no.

que va de hace 1.8 millones de años hasta hace 10 000 años). Mucha información procede del análisis de muestras cilíndricas de hielo extraídas de los glaciares de Groenlandia y la Antártida. Los glaciares se forman por acumulación de las nieves anuales durante miles de años. Las capas más profundas corresponden a nieves que cayeron hace más tiempo. El hielo que forman esas nieves contiene información en su estructura y también en forma de partículas de polvo y burbujas de aire, que son muestras de la atmósfera del pasado. La edad de los depósitos más antiguos de Groenlandia es de 100 000 años, mientras que los de la Antártida se remontan a 400 000 años.

Otros estudios que revelan las condiciones paleoclimáticas proceden del análisis de organismos marinos con exoesqueletos compuestos por calcita (CaCO₃), los cuales toman el carbonato de calcio directamente del agua marina. Estos organismos, como los bivalvos y los foraminíferos, sirven como *paleotermómetros*: la proporción de isótopos de oxígeno en su concha nos dice si el agua en la que vivieron era cálida o no.

MÁS INFORMACIÓN

- http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/climate/cli_paleo.sp.html
- *El clima: cambios, peligros y perspectivas*, de Jean-Pascal Van Ypersele, Ed. Popular, España 2007, .

¿Para qué?

El clima está ligado íntimamente con el desarrollo de la vida. Entender su historia puede darnos información sobre la de los organismos de la Tierra. Por si fuera poco, en los últimos años los estudios paleoclimáticos han estado en la mira de la comunidad científica debido al cambio climático. La información de estas investigaciones nos permitirá elaborar mejores modelos para predecir qué ocurriría si, por ejemplo, se eleva la temperatura media global. En el Plioceno temprano —hace entre tres y cinco millones de años— la temperatura global era al menos un grado más alta que la de hoy, aunque en algunas zonas, como la parte norte del Océano Atlántico, alcanzaba los ocho grados por encima de la actual. La Antártida estaba parcialmente descongelada y en los periodos de mayor temperatura, el nivel promedio del océano estaba por arriba de los 30 metros del nivel actual. Muchas especies se extinguieron, pero otras lograron sobrevivir en estas condiciones. Si el calentamiento global actual continúa, es probable que se repitan estas circunstancias.

La paleoclimatología es un campo de investigación y trabajo sumamente promisorio, que nos proporcionará información útil para valorar nuestro presente y calcular nuestro futuro. Pero hoy son pocos los especialistas que se dedican a su estudio en nuestro país. Hay lugar para muchos más. ¿Quién se apunta? 🗨️

Rosalía Guerrero Arenas es bióloga y maestra en ciencias biológicas. Trabaja como profesora-investigadora en el campus de Puerto Escondido, Universidad del Mar.

Eduardo Jiménez Hidalgo es profesor investigador de la Carrera de Biología del campus Puerto Escondido de la Universidad del Mar; estudia los vertebrados fósiles de Oaxaca y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores.