

El deshielo del techo de México

EK DEL VAL DE GORTARI, DIEGO KIN SIGAL
DEL VAL Y WESLEY DÁTTILO

México es un país de montañas y volcanes. Está atravesado por dos sierras majestuosas que corren de norte a sur, paralelas a los océanos, y se juntan en la Faja Volcánica Transmexicana. Esa orografía tan particular ocasiona que, para ir de un lugar a otro, casi siempre haya que subir y bajar montañas o cruzar algún cerro de tamaño considerable: se calcula que el 70% del territorio es montañoso. Por lo tanto, las montañas también forman parte de nuestro imaginario colectivo y de nuestra identidad. Son referentes geográficos importantes y, para las distintas culturas que han habitado estas tierras, representan símbolos de arraigo, e incluso se usan para la predicción del clima y los ciclos agrícolas.

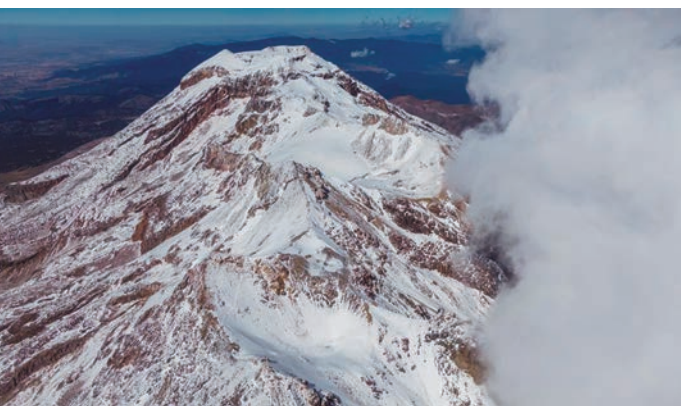
Este entorno tan intrincado ha hecho posible que la vida evolucione de manera sobresaliente. Tenemos una diversidad de ecosistemas bien amplia, así como una variedad de especies muy característica en cada uno de ellos, gracias a las diferentes elevaciones del territorio. Comúnmente, asociamos la biodiversidad mexicana con las selvas, los manglares y los bosques de pino, y nos identificamos menos con los ecosistemas de alta montaña.

También conocidos como páramos de altura o zacatonales, los pastizales de alta montaña se caracterizan por desarrollarse por encima del límite arbóreo, a aproximadamente 3900 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.). Más allá de esta elevación, debido a la posición geográfica del país y a las condiciones climáticas limitantes, los árboles no pueden existir. En estos lugares se presentan temperaturas extremas, con una

media de entre 3 y 5 °C, vientos muy fuertes y la posibilidad de experimentar heladas durante todo el año. Alrededor del mundo, los pastizales de alta montaña cubren un área muy restringida (menos del 3% de la superficie), pero en México es aún menor. El botánico Victor Steinmann y sus colaboradores calcularon que su distribución representa menos del 0.0001% del país:¹ por ello, esta vegetación está reducida a relictos en las cimas de nuestras montañas más altas, donde abarcan desde el límite arbóreo hasta donde comienzan las cumbres más elevadas. Podemos encontrar zacatonales de alta montaña en el volcán Tacaná, en Chiapas, y en algunos picos de la Sierra Madre Oriental, entre Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León. La mayor parte de su distribución está en los volcanes de la Faja Transmexicana, o eje de los gigantes mexicanos, que se extiende desde el océano Pacífico hasta el golfo de México, cubriendo más de novecientos kilómetros. Ahí se localizan las siete montañas más altas del territorio nacional: el Pico de Orizaba (Cintaltepétl): 5636 m s.n.m., el Popocatepetl: 5500, el Iztaccíhuatl: 5220, el Nevado de Toluca (Xinantécatl): 4680, la Sierra Negra (Tliltepétl): 4580, la Malinche (Matlalcuéyatl): 4461 y el Cofre de Perote (Nauhcampatépetl): 4282.

En comparación con los pastizales de otras latitudes, las fluctuaciones de temperatura que se experimentan a diario en los de nuestro país tropical son muy radicales, por lo que pueden tener condiciones de verano durante el día y de invierno durante la noche, con diferencias extremas, hasta de 70 °C.²

- 1 Victor W. Steinmann, L. Arredondo-Amezcuea *et al.*, "Diversity and Origin of the Central Mexican Alpine Flora", *Diversity*, vol. 13, núm. 1, 15-01-2021.
- 2 Documentado en el Pico de Orizaba por Wilhelm Lauer y D. Klaus, "Geoeological Investigations on the Timberline of Pico de Orizaba, Mexico", *Arctic and Alpine Research*, vol. 7, núm. 4, 1975, pp. 315-330.



Vistas aéreas de la ubicación del glaciar Ayoloco del Iztaccíhuatl y placa donde se declara su desaparición, 2018. Fotografías de María Paula Martínez. Cortesía de la DGCS, UNAM.

ECOSISTEMAS DE MONTAÑA EN MÉXICO

Debido a lo anterior, las plantas en estos pastizales suelen ser pequeñas, crecer muy pegadas al suelo y estar agrupadas en manchones de varios individuos. Además, muestran adaptaciones al frío, como la capacidad de realizar su metabolismo a temperaturas muy bajas, dormancia durante el invierno, crecimiento vegetativo clonal, un sistema de raíces robusto —donde almacenan carbohidratos durante el invierno— y yemas de crecimiento perennes que están sobre el suelo o debajo de éste.

La diversidad vegetal de estos ecosistemas es relativamente baja, 225 especies de las 25 000 plantas reportadas en México; curiosamente, todos los volcanes comparten sólo

nueve especies, mientras que el 32% es exclusivo de cada volcán, por ello podemos decir que cada uno tiene una flora muy especial. La fauna de los pastizales de alta montaña también es poco diversa y varias especies tienen una distribución muy restringida. Algunos animales emblemáticos son el zacatuche (*Romerolagus diazi*), la aguililla roja (*Buteo jamaicensis*) y la serpiente de cascabel (*Crotalus transversus*). Los invertebrados de los zacatonales han sido poco estudiados, pero claramente son importantes polinizadores, puesto que muchas especies vegetales necesitan de ellos para reproducirse.

GLACIARES EN DISMINUCIÓN

Desde la época del último máximo glacial, hace alrededor de veinte mil años, hasta gran parte del siglo XX, las cumbres más altas de México estuvieron coronadas por glaciares que, además de su belleza imponente, constituían reservas estratégicas de agua y archivos naturales del clima del pasado. Montañas emblemáticas como el Citlaltépetl, el Iztaccíhuatl y el Popocatepetl, albergaron cuerpos de hielo permanentes que, durante décadas, definieron su identidad visual. Estos glaciares han entrado en un veloz proceso de retroceso, convirtiéndose en uno de los indicadores más visibles del cambio climático en el país.

Para que un glaciar sobreviva, necesita que la nieve acumulada compense el hielo que pierde cuando éste se derrite o se evapora; cuando este balance se rompe, el glaciar comienza a desaparecer. En las regiones tropicales de alta montaña, como las mexicanas, este equilibrio es particularmente frágil. A diferencia de los que se encuentran en latitudes altas, los glaciares tropicales existen cerca de su umbral térmico, lo que significa que pequeños aumentos en la temperatura promedio pueden desencadenar pérdidas desproporcionadas de su masa. El cambio climático ha alterado profundamente este balance, favoreciendo la supresión progresiva de estos sistemas.

Tal vez por eso volvemos: porque en la montaña surgen preguntas que no brotan en ningún otro lugar y nos invade una conexión directa con los procesos naturales que buscamos entender. La vulnerabilidad te hace sentir vivo.

Uno de los casos más documentados es el del glaciar ubicado en la cara norte del Pico de Orizaba, considerado el más extenso en México. A lo largo del siglo pasado, se han reducido significativamente su superficie y espesor. Estudios recientes indican que su tasa de retroceso se ha acelerado desde finales del siglo XX, en concordancia con el aumento de las temperaturas regionales y la disminución de la precipitación sólida (la nieve y el gránizo). Lo que antes era una masa continua de hielo ahora presenta fragmentación, grietas y zonas de roca expuesta: señales inequívocas de su deterioro.

La situación es aún más dramática en otras montañas. El Ayoloco, en el Iztaccíhuatl, fue declarado extinto en 2018: fue el primer glaciar mexicano en desaparecer completamente en tiempos modernos. Este evento no sólo tiene implicaciones simbólicas, sino que representa la pérdida irreversible de un componente ecológico y climático de gran valor. Otros glaciares en el país han seguido trayectorias similares y algunos sobreviven únicamente como pequeños parches de hielo residual que difícilmente podrán persistir en las próximas décadas.

Aunque el Popocatepetl también tuvo glaciares en el pasado, su actividad volcánica contribuyó a su desaparición temprana. No obstante, el factor dominante en la merma generalizada de glaciares en México es el aumento de la temperatura. La combinación de temperaturas más altas, de cambios en los patrones de precipitación y el oscurecimiento de la superficie del hielo debido a la deposición de partículas (como la ceniza o los contaminantes) acelera la absorción de la radiación solar y, por ende, el derretimiento. Las consecuencias de este retroceso van más allá de la pérdida estética del paisaje. Los glacia-

res funcionan como reguladores hidrológicos, pues liberan agua de manera gradual durante las estaciones secas. Su extinción puede alterar la disponibilidad de agua en regiones que dependen indirectamente de ellos y afectar tanto ecosistemas como comunidades humanas. Además, los glaciares son hábitats únicos para ciertos microorganismos y ayudan a mantener condiciones microclimáticas específicas en las cumbres, lo que influye en la distribución de especies de alta montaña.

Desde una perspectiva ecológica, la desaparición de los glaciares implica la transformación de los ecosistemas que los albergan. A medida que el hielo se retira, quedan expuestas superficies nuevas que pueden ser colonizadas por organismos pioneros que habitan en estos pastizales, iniciando procesos de sucesión ecológica. Sin embargo, este proceso ocurre en un contexto de cambio climático acelerado, lo que puede limitar la capacidad de las especies para adaptarse o migrar. En consecuencia, podríamos estar presenciando no sólo la pérdida de glaciares, sino también la reorganización completa de los ecosistemas que hemos descrito.

Tristemente, México podría perder todos sus glaciares en las próximas décadas, posiblemente antes de mediados del siglo XXI. Este escenario convertiría al país en uno de los primeros en el mundo en quedarse sin glaciares modernos, una situación muy alarmante tomando en cuenta su ubicación geográfica y la importancia simbólica y ecológica de las montañas donde se encuentran.

Frente a este panorama, los glaciares mexicanos son centinelas del cambio climático: su retroceso no sólo documenta el calentamiento global, también anticipa transformaciones radicales en los ecosistemas de montaña. Observar su extinción es, en mu-



chos sentidos, atestiguar en tiempo real los efectos de una crisis ambiental mundial que, si bien a menudo es percibida como abstracta, se manifiesta de forma tangible en las cumbres más altas del país.

Así, el deshielo del “techo de México” no es únicamente una pérdida de hielo, sino también una señal de alerta sobre el futuro de nuestros ecosistemas de montaña y de los servicios que proporcionan. Entender y comunicar este proceso es fundamental para dimensionar la magnitud del cambio que enfrentamos y para reconocer la urgencia de actuar ante una realidad que ya está modificando nuestras montañas.

GRANDIOSA NATURALEZA DE MONTAÑA

Caminar y ascender por una montaña, atestiguando la transición de la vegetación y el rigor del clima, es una de las experiencias más enriquecedoras que ponen a prueba los límites humanos. No se trata nada más de alcanzar una cima, sino de enfrentarse a uno mismo en un entorno en el que todo se vuelve esencial. Nos mueve una fascinación por estos paisajes extremos: el crujir del hielo bajo los pies, el silencio interrumpido sólo por el viento y por el latido de nuestros corazones, la sensa-

ción de estar por encima de las nubes. En México, además, estas montañas son volcánicas: gigantes que nos recuerdan constantemente su origen violento, su poder latente y la fuerza con la que han moldeado el paisaje. Ante ellos, somos inevitablemente pequeños, casi insignificantes; sin embargo, somos capaces de ascenderlos, explorarlos e intentar comprenderlos. Cada ascenso es una mezcla de esfuerzo físico, incertidumbre y asombro, en la que el cuerpo se agota pero la mente se expande. En esos momentos, los glaciares dejan de ser sólo objetos de estudio y se revelan como presencias vivas, frágiles y en retirada. Tal vez por eso volvemos: porque en la montaña surgen preguntas que no brotan en ningún otro lugar y nos invade una conexión directa con los procesos naturales que buscamos entender. La vulnerabilidad te hace sentir vivo. Es el único sitio donde realmente puedes sentir las nubes y el viento sobre ti. Como montañistas, nos preocupa el futuro de los glaciares y los ecosistemas de montaña. Tenemos la certeza de que más personas deberían acercarse a estos gigantes. Comprender de primera mano las fronteras grandiosas de la vida crea un vínculo profundo entre nosotros, la naturaleza y el planeta y nos hace más sensibles ante los cambios inminentes del Antropoceno que hemos propiciado. *AM*