

Derretimiento de los polos, retroceso de glaciares en la alta montaña tropical, sequías extremas en África oriental, incendios en California, inundaciones en México, huracanes potentes en el Mar Caribe, medusas gigantes en el Mar de Japón, declive mundial de anfibios... son, entre otras, posibles huellas de un cambio climático global que concierne a toda la humanidad

Recientemente se ha incrementado la noción y nuestra preocupación sobre un fenómeno que ha cobrado auge en la última centuria en el planeta Tierra. Las temperaturas se han incrementado en una escala sin precedentes en la historia de la humanidad y, con ellas, se ha disparado toda una serie de eventos de naturaleza extrema que involucran cambios en la dinámica natural del clima terrestre. Es sumamente probable que tales cambios estén asociados con el desarrollo de actividades de la especie humana que están repercutiendo directamente sobre su entorno natural.

Cambio climático global: un problema de todos

Enrique La Marca*



El registro climático histórico en los hielos

Mediciones en núcleos de hielo antártico revelan que los niveles de dióxido de carbono que prevalecieron en el planeta durante los últimos 450 mil años fueron, cuando mucho, de 280 partes por millón (ppm), en contraposición con los valores actuales de casi 370 ppm. Esto revela una tasa de cambio reciente que excede aquella acumulada en los registros del hielo austral. Los registros de temperaturas del pasado son igualmente inquietantes: las del siglo XX y comienzos del XXI fueron las más elevadas del último milenio. Los cambios recientes más importantes parecen estar en las temperaturas mínimas, que se han incrementado en casi 1,9°C en los últimos 100 años, en comparación con las temperaturas máximas, que se han incrementado en apenas 0,9°C. Estos cambios en las temperaturas mínimas favorecen el establecimiento y dispersión de insectos, especies generalistas, agentes patógenos tales como el hongo quítrido y ranavirus que están afectando a las poblaciones de anfibios, así como enfermedades virales, entre otras, que afectan a los seres humanos.

El aumento de temperaturas está ocasionando, también, el derretimiento de grandes masas polares en los hemisferios Norte y Sur. Sus espesores se están reduciendo a una tasa alarmante, con una disminución de volumen de hielo igual o mayor a 40%. El aporte extra de agua dulce hacia el mar, producto de este derretimiento, puede



calentamiento global

alterar las corrientes de circulación marina al cambiar su temperatura y el nivel de concentración de sus sales, lo cual a su vez afecta la distribución horizontal y vertical de toda la vida marina. La misma reducción en la cobertura de los hielos tiene un efecto directo sobre el albedo (la reflectancia de la energía solar), que repercute en un mayor calentamiento de la atmósfera circundante, que a su vez derrite más los hielos. A nivel continental, el hielo del subsuelo (permafrost) de algunos biomas está liberando metano, uno de los gases acusados de contribuir con el efecto invernadero, es decir, con el calentamiento de la atmósfera y, por ende, de toda la biósfera.

El derretimiento de los glaciares en las altas montañas, sobre todo tropicales, está trayendo consigo un mayor aporte hídrico hacia cursos fluviales, la colonización de

nuevos ambientes por animales y plantas de elevaciones menores, así como cambios en los patrones geográficos de distribución de especies endémicas y especialistas, llevando a algunas al borde de la extinción.

Biodiversidad en crisis

La noción del cambio climático global ha sido potenciada, en parte, en la mentalidad del ciudadano común a través del ejemplo clásico de las ranas que están desapareciendo de la faz del planeta. Frecuentemente se menciona que uno de los primeros indicadores de tal cambio fue una especie de rana arlequín (género *Atelopus*) de Costa Rica que desapareció entre mediados y finales del siglo pasado. Investigaciones originadas en el Laboratorio de Biogeografía de la Universidad de Los Andes pusieron sobre el tapete la gravedad de la situación para todo el género al cual pertenece esta rana “tica” (*Herpetological Review*, Vol. 22, 1991), revelando por vez primera que las desapariciones involucraban no sólo a una especie en un lugar restringido, sino a todo un grupo de especies en regiones geográficas de dimensiones considerables. El Laboratorio de Biogeografía de la ULA también fue pionero al liderar un estudio internacional (*Biotropica*, Vol. 37, 2005) que destacó el declive de las ranas arlequines en todo su rango de distribución. Dicho estudio le sirvió de base para participar en una investigación multidisciplinaria que ligó definitivamente el cambio climático global con el declive de los anfibios (*Nature*, Vol. 439, 2006). Nuestras investigaciones actuales en la ULA con ranas arlequines se siguen centrando en el estudio de casos de la relación clima-especie (*Herpetotropicos*, Vol. 3, 2007), así como en la implementación de políticas de acción en conservación de anfibios (*Conservation Biology*, Vol. 15, 2001; *Science*, Vol. 313, 2006).

El problema del declive de las ranas arlequines no es un hecho aislado: forma parte de un fenómeno mundial de desapariciones de poblaciones y especies de anfibios que abarca Suramérica, Centroamérica, Norteamérica, Europa, Australia, Asia y África. Nuestras propias investigaciones en Los Andes venezolanos están revelando



calentamiento global



que otros géneros y familias de anfibios que allí habitan han corrido la misma suerte que muchas otras especies en el mundo, y que factores sinérgicos (es decir, que interactúan simultáneamente) pueden sumarse a la acción del cambio climático.

Otras especies de animales y plantas están experimentando declives poblacionales debido a la acción humana directa o indirecta. El cambio climático está provocando desplazamientos en las distribuciones biológicas desde regiones templadas hacia los polos o desde media montaña hacia ambientes más elevados. Se están sucediendo, también, cambios poblacionales locales derivados de eventos climáticos extremos tales como sequías o precipitaciones extremas. En otras regiones se ha documentado el declive de polinizadores, la proliferación de algas a lo largo de costas, y la proliferación y diseminación de insectos y aves vectores de enfermedades patógenas.

Una nueva cartografía terrestre

El calentamiento global es responsable de cambios perceptibles sobre la superficie terrestre. Ya hemos mencionado cómo se está acelerando el proceso de derretimiento de los casquetes polares. Con ellos disminuye una superficie importante de agua en estado sólido y la comunicación efectiva entre masas terrestres emergidas. Al ocurrir el proceso, se abren nuevas vías de navegación, así como se redefinen las líneas de costa a nivel mundial. Sin duda, una nueva cartografía está emergiendo. Parangonando el derretimiento de los casquetes polares, en las masas continentales se está derritiendo el permafrost, dando origen a zonas pantanosas extensas y en las altas montañas se derriten las masas y lenguas glaciares, formando lagos o dejando al descubierto nuevas superficies que serán colonizadas por vegetación circundante. El incremento del nivel de los ríos traerá consigo cambios en las riberas de los cursos de agua glaciares abajo.

La reubicación de comunidades humanas costeras, como fue el caso de Lateu, en el Archipiélago Vanuatu, en el océano Pacífico, o de aquellas ubicadas en zonas con potencial desborde de ríos, significará un cambio en la cartografía de asentamientos humanos. Asimismo, los traslados de población podrán traer, a su vez, cambios en las actividades económicas. Los cambios en los patrones de temperatura y precipitación, así como una resultante aparición de extremos en el ciclo hidrológico (tormentas severas, inundaciones y sequías, entre otros), provocarán otros cambios en la distribución de las especies terrestres. Paralelamente, en los mares cambiará la distribución de especies con requerimientos de temperatura y salinidad específicos. Especies generalistas ampliarán su rango de distribución, mientras que algunas especialistas de distribución restringida pueden extinguirse. Estamos hablando de toda una serie de cambios en la cartografía de especies biológicas. Cambios en la temperatura pueden resultar en mayor precipitación en algunos lugares, ocasionando cambios en comunidades vegetales enteras; paradójicamente, esos mismos cambios en temperatura pueden reducir el nivel de humedad del suelo y

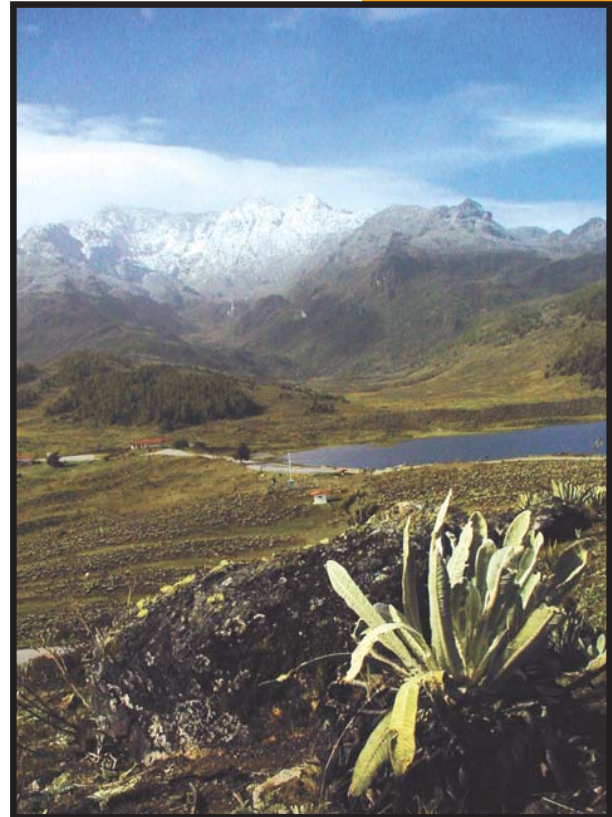


Foto: Bernardo Fontal

calentamiento global



provocar sequías debido a un aumento en la evaporación. La desertización estará a la orden del día y, con ella, la ampliación de uno de los biomas terrestres con menor diversidad biológica.

La especie humana afectada

Cambia la faz del planeta, cambia el clima, cambia la distribución de especies, pero ¿cómo todo esto nos afecta más directamente? Sin contar con las innegables pérdidas tanto a nivel económico como en el de diversidad biológica, hay cambios que poco a poco nos afectarán a nosotros como especie. La pérdida de biodiversidad acoplada con el cambio climático puede afectar el grado de aparición y dispersión de agentes patógenos tales como el síndrome pulmonar por hantavirus o el virus de la encefalitis del Nilo occidental, que están afectando lugares del mundo lejos de sus sitios de origen. En conjunción con el desplazamiento de los cultivos agrícolas se han desplazado, también, altitudinal y latitudinalmente, diversos tipos de malezas y especies generalistas (principalmente insectos) que son portadores de enfermedades patógenas, como las garrapatas que llevan la enfermedad de Lyme, o los mosquitos transmisores de malaria, dengue y encefalitis. A esta situación no escapan aves y mamíferos, que han sido asociados por igual con la dispersión de agentes patógenos para los humanos.

Es insoslayable el efecto directo del cambio climático en la propagación de algunas enfermedades infecciosas y no sabemos si en la misma ruta se encuentran otras tales como el SIDA, el Ebola, la enfermedad de los legionarios y variedades potentes de cólera, *Escherichia coli* y hantavirus. El estudio reciente de estos casos en el ámbito de la problemática del cambio climático global ha requerido de una aproximación multidisciplinaria que algunos han denominado “Medicina de la Conservación”. Esta ciencia, así como otras catalogadas como “disciplinas de crisis”, están surgiendo a pesar de la carencia de conocimientos más profundos, porque se ha entendido que es urgente tomar acciones antes que esperar por la recolección de datos faltantes, lo cual podría retardar o impedir el avance de estos esfuerzos incipientes.

Por último, aunque la lista se queda corta ante el cada vez mayor cúmulo de evidencias, el cambio climático está afectando el tiempo de aparición de las estaciones climáticas, lo cual puede afectar la dinámica ecológica que había surgido en el transcurso de largos períodos de coevolución entre las especies. La llegada temprana del verano y la llegada tardía del otoño en algunas latitudes, por ejemplo, traen consigo cambios en la aparición de herbívoros que pueden quedar desfasados con sus depredadores, o plantas fuera de sincronía con sus polinizadores. La resultante de estas nuevas interacciones puede ser el aumento de plagas o disminuciones en la producción de alimentos, entre otros problemas.

En conclusión, el cambio climático no es sólo un problema del planeta que nos alberga, es un problema que nos atañe porque, tarde o temprano, nos afectará directamente a todos. Somos nosotros, al igual que las personas claves en los puestos importantes de toma de decisiones, quienes debemos estar atentos sobre todas las consecuencias de este cambio global.

** Profesor Titular, Doctor en Ecología Tropical
Coordinador del Laboratorio de Biogeografía, Escuela de Geografía,
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes
E-mail: enrique.lamarca@gmail.com*

*Fotos del autor
Investigaciones financiadas por el CDCHT-ULA*

calentamiento global

