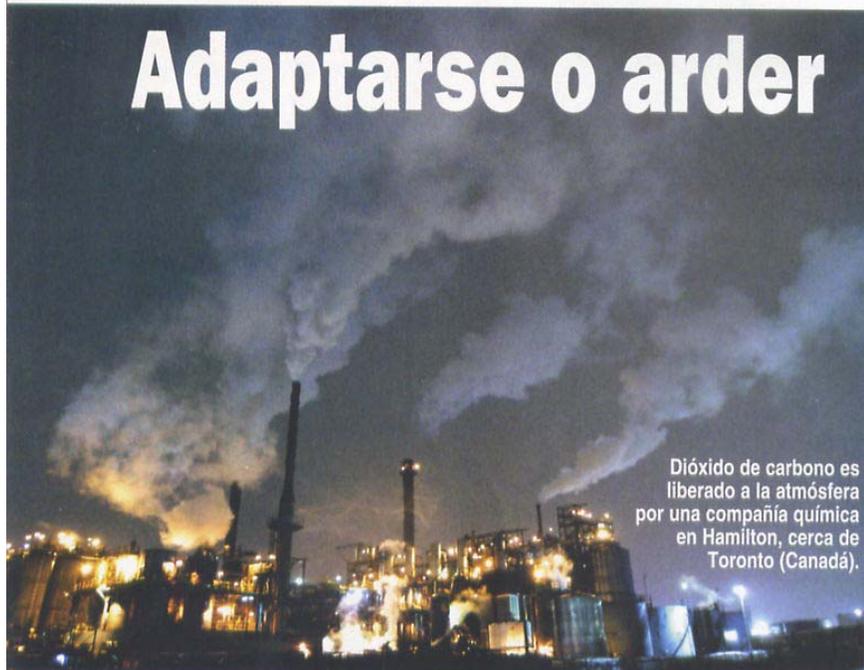


Adaptarse o arder



Dióxido de carbono es liberado a la atmósfera por una compañía química en Hamilton, cerca de Toronto (Canadá).

Aún hay quienes ponen en duda el informe presentado el 2 de febrero por el IPCC, Comité Intergubernamental de Cambio Climático, organizado por la ONU y la Organización Meteorológica, en el que participaron en forma directa unos 180 científicos y que fue revisado por más de 2 mil pares. Entre sus detractores, está el presidente de Estados Unidos. Pero, a estas alturas las críticas responden más a posiciones políticas que a dudas científicas. Basta revisar la metodología utilizada para considerar que las conclusiones del informe, que culpa al hombre del calentamiento global, deben estar al menos cerca de la verdad. Jorge Carrasco, meteorólogo de la Dirección Meteorológica de Chile, es uno de los autores de este estudio que tardó tres años y medio en ser confeccionado. Carrasco, que participó en el grupo 4 de trabajo (sobre glaciares y zonas polares), nos cuenta detalle.

Lo primero que debían hacer era recopilar todos los *papers* publicados sobre cambio climático a partir del 2001, año del último reporte del IPCC. Esa amplia información sirvió de base para las tres partes del informe. En la primera, el objetivo era establecer si el calentamiento era real. La respuesta fue positiva, dada la vasta evidencia recogida en la literatura: incrementos de las temperaturas promedio globales del aire y los océanos, disminución de las capas de nieve y hielo, cambios en la cantidad de precipitaciones, mayor cantidad de vapor atmosférico, el aumento de los fenómenos extremos

—como huracanes, sequías y olas de calor—. Incluso donde uno esperaría que la temperatura fuera más estable, en el fondo del océano, se han registrado aumentos a partir de 1961. Además, quedó claro que éste es un proceso que se ha ido acelerando. De hecho, 11 de los últimos 12 años están entre los más cálidos desde que se lleva registro instrumental (1850). En total, de 1906 al 2005 el incremento ha sido de 0,74° C.

En la segunda parte, la misión era determinar si el calentamiento era un proceso normal. Para ello, analizaron lo que había sucedido con el clima en los últimos 650 mil años, período durante el cual el planeta experimentó cuatro fases interglaciares, como la actual. Esto es posible gracias a que los cambios atmosféricos dejan huellas: en los anillos de los árboles, en las concentraciones de gases atrapados en los hielos, en los restos de vegetación aprisionados entre capas tierra, etc. Las conclusiones también fueron claras: el calentamiento del último medio siglo no es algo usual, al menos en los últimos 1.300 años.

Más anormal aún resultó ser la concentración de gases invernadero en la atmósfera. “Es la más alta en los últimos 650 mil años”, dice Carrasco. En la era preindustrial (1750), las concentraciones de dió-

Autores del impactante estudio del IPCC cuentan detalles de su elaboración, mientras expertos chilenos vaticinan los posibles efectos que el alza de la temperatura global tendrá en Chile durante el siglo XXI.

xido de carbono eran de 280 ppm, mientras que el 2005 fueron de 379 ppm, lo que excede el margen natural de los últimos 650 mil años (entre 180 a 300 ppm). El incremento se le atribuye sobre todo a la quema de combustibles fósiles y al cambio del uso del suelo.

Para la tercera parte del informe, los científicos se valieron de modelos computacionales que simulan el comportamiento del clima bajo distintas condiciones. “No son más que un conjunto de ecuaciones —comenta Carrasco—, del mismo tipo que las utilizadas día a día para pronosticar el tiempo, pero que se echan a correr para simular períodos mucho más largos”.

El primer objetivo era determinar la responsabilidad del hombre. Para ello, hicieron que el modelo simulara el clima de los últimos 100 años, pero sólo bajo condiciones naturales; es decir, con concentraciones preindustriales de gases invernadero. “Las fuerzas naturales (variaciones en la radiación y en la actividad volcánica, entre otras) explicaron el alzamiento de la temperatura hasta mediados de los 80, pero de ahí en adelante el modelo no fue capaz de simular el comportamiento de la temperatura”, comenta Carrasco. Luego, repitieron el experimento la concentración anormal de gases industriales. Y ahí el modelo sí fue capaz de reproducir la temperatura de los últimos 25 años. “Como

Un árbol muerto aún se sostiene de pie en una propiedad en New South Wales (Australia) arrasada por la sequía.



Expertos y científicos del IPCC presentaron su informe en París, ante la UNESCO, el 2 de febrero.

conclusión, la evolución observada a partir de los 80 sólo se explica por la alta concentración de gases, la que responde a la actividad humana”, concluye el meteorólogo. La sentencia del panel fue enfática: hay un 90% de probabilidad de que el hombre sea responsable del calentamiento global. En el informe anterior, este porcentaje era del 66%.

Para terminar, los expertos idearon distintos escenarios futuros, cada uno con diversas concentraciones de gases –en el escenario más optimista, las emisiones se mantienen como en el año 2000; en el más pesimista, se duplican–, y valiéndose de los modelos, simularon qué pasaría con el clima en cada uno de ellos, de aquí al 2100. Como resultado, se espera que en el más optimista la temperatura promedio global aumente en 1,8°C y, en el más pesimista, que lo haga en 4,5°C. El rango resultó ser más acotado que el que arrojaron los modelos del 2001 (1,4°-5,8°). Para todos los casos, se espera que el calentamiento sea mayor al interior de los continentes y en las latitudes altas del norte.

EL FUTURO DE CHILE

El informe del IPCC es un estudio global, pero también arrojó algunas predicciones regionales, hasta para Chile. En un escenario medio, las precipitaciones en la zona centro-sur deberían disminuir en entre un 10% y 20%, mientras que aumentarían en la zona austral en igual proporción. Los frentes que traen las lluvias son zonas de intercambio de energía entre masas de aire que se desplazan por la troposfera como respuesta al contraste de las temperaturas existentes en el Ecuador y en los polos. En la medida en que el sistema global se calienta, el contraste se altera y los movimientos de aire modifican sus cursos. En nuestro caso, es probable que los frentes comiencen a pasar unos cientos de kilómetros más al sur.

Este proceso ya está en curso, cuenta Jorge Ca-



rreño, jefe del Departamento de Meteorología Aplicada de la Dirección Meteorológica. “Hemos visto una disminución de las precipitaciones bastante clara, especialmente en la zona central –señala–. Al comienzo del siglo XX, en Santiago llovían casi 350 mm. Esa cantidad disminuyó a 330 a mediados de siglo. Y actualmente tenemos 312 no más”.

Francisco Squeo, biólogo del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (Ceaza), quien estudia los efectos del cambio climático en la biodiversidad, también menciona evidencias de esta disminución. “Datos de La Serena muestran que en los últimos 100 años las precipitaciones han caído en un 50% –dice–. Aunque son de una sola estación”. Ana María Córdova, bioquímica del Ceaza, especializada en agrometeorología, es más cauta. “Todo depende de cuándo empieces a comparar –explica–. Si incluyes los primeros 30 años del siglo pasado, en los que se manifestó muy fuertemente el Niño, ha habido una disminución importante, incluso del 90%. Pero si no los incluyes, no hay una reducción significativa”.

Como sea, otro cambio probable que la temperatura promedio del país subirá en 2° C. Tende-

rán a aumentar las más bajas; esto es, habrá inviernos menos fríos y noches más cálidas.

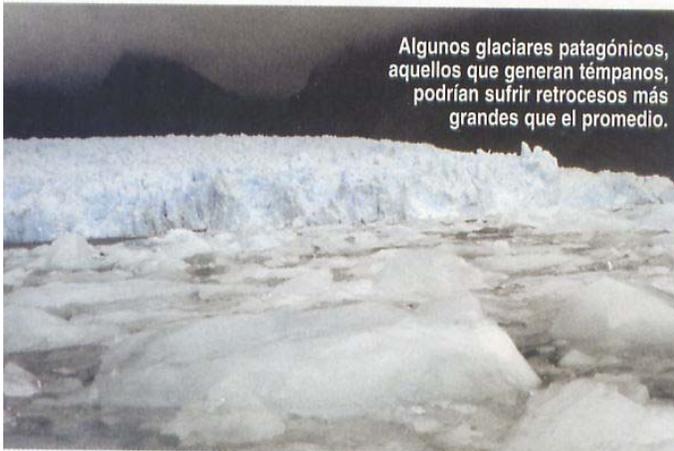
La temperatura de nuestro mar también debería ascender, debido a la tendencia mundial y a fenómenos que están ocurriendo en la Antártica, como explica Andrés Rivera, glaciólogo del Centro de Estudios Científicos de Valdivia. Las inmensas plataformas flotantes de hielo están colapsando y diluyéndose en el mar. Eso, lejos de enfriarlo, lo calienta. “Las plataformas servían para generar agua antártica profunda, que es bastante helada y es, por ejemplo, la que aflora en las surgencias de la corriente de Humboldt”, comenta Rivera.

El 90% de nuestros glaciares y la nieve eterna de nuestra cordillera se verá reducido, prosigue el informe, lo que concuerda con las mediciones de Rivera. “En general, de continuar esta tendencia, es probable que se sigan produciendo retrocesos fuertes en los glaciares –añade Rivera–, y en el caso de algunos especiales de la Patagonia, aquellos que producen témpanos, en la medida en que el clima los empuje fuera de su equilibrio, pueden sufrir retrocesos muy por encima del promedio”.

Eso, a rasgos generales. Ahora, la gran tarea es hacer proyecciones más detalladas para el país, lo que requiere de modelos con una resolución local, que incorporen las peculiaridades de nuestro territorio. Ya hay varios grupos trabajando en esto. Por ejemplo, la Universidad de Chile, de Concepción y la Dirección Meteorológica llevan un año diseñando en conjunto escenarios locales y esperan tener resultados durante los próximos meses. Asimismo, en el Ceaza trabajan en adaptar los resultados del IPCC a la “escala local” del norte de Chile. “Eso significa recopilar información local, introducirla en el modelo, validarlo y después hacer la predicción –explica Ana María Córdova–. Lo

DE DONDE SALIO ESTE CALOR

Las causas del calentamiento son actividades locales o regionales, pero que tienen un impacto global y variado. Por ejemplo, el cambio de uso de los suelos. Cuando instalamos una gran ciudad sobre humedales y terrenos agrícolas, modificamos la manera en que la tierra y la atmósfera intercambian energía. Eso altera las condiciones atmosféricas, la temperatura, las precipitaciones, etc. Además, estamos emitiendo gran cantidad de sustancias que perturban la composición de la atmósfera, gases que absorben radiación infrarroja. En la atmósfera siempre han existido –agua y dióxido de carbono–, y son útiles porque le confieren al planeta una temperatura razonable al absorber la radiación solar que de otra manera volvería a salir. Sin embargo, la quema de combustibles fósiles ha producido un exceso de dióxido atmosférico, que está reteniendo más energía que lo recomendable. También están los aerosoles, partículas que alteran la cantidad de radiación que entra y sale del sistema y el tipo de nubes que se forman.



Algunos glaciares patagónicos, aquellos que generan témpanos, podrían sufrir retrocesos más grandes que el promedio.

que demora un poco es la recolección de datos. Para ello, estamos instalando torres de medición en montaña y valles y boyas oceanográficas en la costa. La idea es que el modelo reproduzca la realidad”.

Otra dificultad es que nuestro clima experimenta en forma natural una serie de cambios cíclicos producidos por un sinfín de factores, como la topografía, los fenómenos de El Niño y La Niña y las llamadas “oscilaciones interdecadales”, que acentúan o atenúan los efectos de los “Niños”.

Una vez que se sepan los cambios específicos para el país, será posible determinar sus efectos concretos y diseñar planes para adaptarnos. Quién sabe cuánto tardemos, porque ni siquiera a nivel global se tiene muy claro eso. Recién en mayo será dado a conocer un segundo informe del IPCC, centrado en la vulnerabilidad del planeta a los cambios y, en octubre, otro sobre adaptación.

Pero, por lo pronto, ya se puede hablar de algunos efectos locales. Por ejemplo, Francisco Squeo posee pruebas –datos de Farellones y de la IV Región– de que el calentamiento está dificultando la polinización de varias especies nativas. Esto ocurre porque las plantas y los insectos polinizadores responden de manera distinta al alza de temperatura. Las primeras están floreciendo antes; en cambio, los insectos salen a polinizar en los mismos períodos que en el pasado y se encuentran con que las flores ya se marchitaron. “El desacople tiene un impacto muy negativo en la producción de semillas”, comenta Squeo. Ahora, también están disminuyendo las precipitaciones, así que las escasas semillas que se producen se encuentran con que hay poca agua para germinar. Con el tiempo, la supervivencia de más de alguna especie puede verse en peligro.

En el caso de las especies agrícolas, la polinización se manipula, pero eso no quiere decir que el cambio no las afecte. “Se prevé que algunas especies

frutícolas que necesitan frío para brotar ya no puedan seguir cultivándose en la zona central y haya que desplazarlas a la VII Región”, comenta Ana María Córdova.

Eduardo Sanhueza, químico que se ha dedicado desde los 90 a estudiar el cambio climático y a participar como asesor en las negociaciones internacionales sobre el tema, estima que la uva es especialmente

sensible. “Necesita un invierno frío, porque eso la ayuda a mantener ciertas plagas naturales latentes –explica Sanhueza–. Cuando la temperatura aumenta y estas plagas se pueden desarrollar, los brotes de la parra ya están fortalecidos y la uva no se ve afectada. Pero si cambia la temperatura, los patóge-

nos van a despertar cuando los brotes todavía no sean suficientemente resistentes”. En todo caso, Sanhueza afirma que esto no es una tragedia. “A lo mejor vamos a tener que empezar a plantar cítricos en zonas donde antes no se daban, o quizás vamos a poder cultivar más maíz”, especula.

Algo parecido podría ocurrir con la industria pesquera: al cambiar la temperatura del mar, algunas especies pueden trasladarse a otras latitudes; pero, por otro lado, tal vez lleguen nuevas.

Lo que no tiene ningún lado positivo es la desertificación. Todo indica que continúa avanzando hacia el sur, de la mano de la disminución de las lluvias y del aumento de la temperatura, si bien la doctora Córdova subraya que el papel directo de los chilenos es más importante que el calentamiento global, “porque somos nosotros los que sacamos árboles”.

Por último, Rivera se refiere a los efectos del derretimiento de nuestros glaciares. Es probable que los más pequeños de la zona central sean los más afectados y, al derretirse, contribuyan con más agua al escurrimiento de los ríos. “Pero éste es un efecto de mediano plazo –dice–. Una vez que desaparezcan, los caudales van a disminuir”. En la Patagonia, el retroceso de los hielos hará que se expandan los lagos y fiordos, pero también generará corredores o “ecotonos”, franjas de tierra carentes de vegetación, por donde será posible que se derramen lagunas interiores y se produzcan aluviones.

Los expertos concuerdan en que lo mejor que puede hacer Chile es empezar desde ya a tomar medidas adaptativas. “Todo eso requiere tiempo y planificación –opina Sanhueza– y tiene que ser incorporado en la agenda del desarrollo. No podemos seguir planificando como si el clima de Chile no fuera a cambiar”.

Por lo pronto, Francisco Squeo y sus colegas del Ceaza buscaron en los últimos 10 mil años un período en el que el norte hubiera experimentado condiciones tan secas como las que se avecinan y, valiéndose de la presencia o ausencia de rastros de vegas, lo encontraron: desde el año 3000 a. C. al 700 d. C.. Ahora quieren determinar qué especies lograron sobrevivir a esos años secos y, sobre todo, dónde, para que luego los parques nacionales sean definidos en esas áreas.

FALTA VOLUNTAD

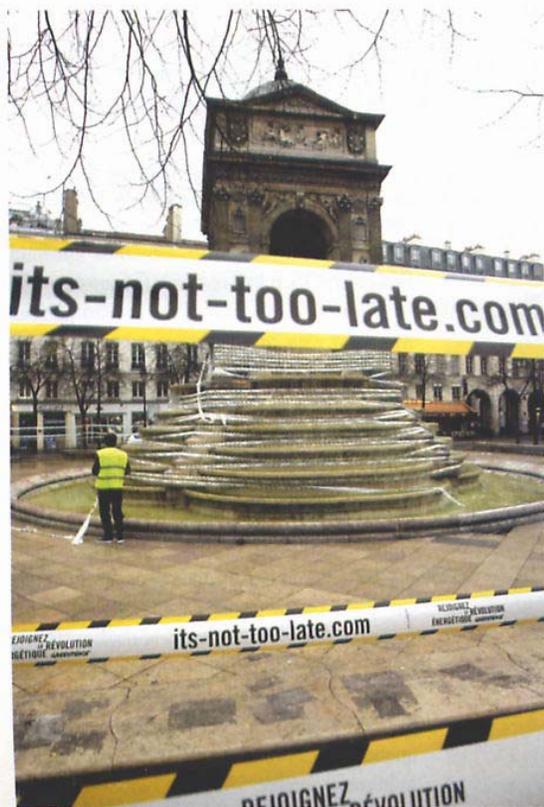
Aparte de las medidas adaptativas, ¿puede Chile hacer algo para aminorar los cambios? Lamentablemente, no. El aporte de nuestro país al calentamiento global es casi nulo. Por lo tanto, podemos reducir nuestras emisiones al mínimo y ello no tendrá ningún efecto en él. Sin embargo, eso no quie-

EL MAR QUE INTRANQUILO NOS BAÑA

De acuerdo con el informe del IPCC, las capas de hielo del Ártico disminuirán drásticamente, tanto que ya no habrá ni una pizca de hielo durante los veranos a partir de la segunda mitad del siglo XXI.

El caso de la Antártica es distinto: se predice que aumentará su masa de hielo. ¿Cómo así? El glaciólogo Andrés Rivera explica que el continente blanco presenta fuertes variaciones regionales. La Antártica interior u oriental se considera más estable. Allí, dado que viviremos en un planeta más húmedo, ocurrirán más precipitaciones, que se convertirán en hielo. Pero también está la zona occidental, más inestable, donde se han observado importantes adelgazamientos en las capas de hielo, y la Península Antártica, en la que se están produciendo los mayores cambios, particularmente por el colapso de gigantescas plataformas de hielo flotantes.

Con todo, se espera que el nivel del mar siga subiendo –ya lo hizo en 3,1 mm al año entre 1993 y 2003–. Además, los océanos absorben el 80% del calor añadido al sistema climático y a medida que se calientan, se expanden. En síntesis, el 2099 el nivel del mar debería haber subido entre 28 y 43 centímetros. No parece mucho, pero para las ciudades ubicadas bajo la cota de los ocho metros, puede ser significativo.



“No es demasiado tarde”, dice el cartel. Un activista de Greenpeace protesta en la Fuente de los Inocentes de París.

menta Magaña—. Sin embargo, hay incertidumbre sobre la magnitud de tal retroalimentación”.

No obstante, esto, que ya es inevitable, puede ser mucho peor sin las medidas adecuadas. El problema es que, más allá del acuerdo de Kyoto, no parece haber voluntad real de tomar el toro por las astas. Cosa sospechosa, en el mejor de los escenarios presentados en el informe del IPCC, las emisiones se mantienen como en el 2000, pero no se presentó ninguno en el que las se redujeran más. ¿Acaso es imposible hacerlo? Magaña creo que no. “No es ingenuo pensarlo, si consideramos el rápido avance de la tecnología, que se vuelve más eficiente cada día, y de la concientización de la gente, que puede jugar un papel importante, exigiendo acciones”.

re decir que no valga la pena. “Los países están aceleradamente produciendo transformaciones tecnológicas para contar con fuentes renovables sin emisiones, —dice Eduardo Sanhueza—. Si no somos capaces de seguir ese cambio, vamos a perder competitividad y les van a poner condiciones para-arancelearias a nuestras exportaciones”.

Más allá de eso, la posibilidad real de detener el calentamiento está en manos de los países industrializados. Es cierto que, como indica el informe del IPCC, parte de los cambios ya son irreversibles. Incluso si las concentraciones de todos los gases invernadero se mantuvieran en los niveles del 2000, se esperaría un calentamiento global de 0,1° C por década. Esto, porque las actuales concentraciones atmosféricas de gases tardan en desaparecer, especialmente debido a una especie de “círculo vicioso”. Como nos explica Víctor Magaña, experto del Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM de México y otros de los autores del informe IPCC, el alza de temperatura afecta a dos de los grandes sumideros de carbono: el océano y la biomasa. Por un lado, las aguas más frías captan más CO₂ y las más cálidas, menos. Y, al parecer, en condiciones más cálidas, los propios bosques empiezan a emitir más gases. “Se estima que, con más dióxido de carbono en la atmósfera y con una mayor temperatura, la actividad en la biosfera podría aumentar —co-

Aunque el informe no publicó las proyecciones en un escenario con reducciones superiores al nivel del 2000, Magaña asegura que esos datos existen. “Los modelos indican claramente que con menores emisiones, las concentraciones de gases de efecto invernadero crecerán menos rápidamente y todo esto se traduce en una menor tasa de calentamiento —dice—. Incluso se sugiere que los cambios proyectados en el ciclo hidrológico (lluvias), serían menos drásticos”.

Entonces, cabe preguntarse por qué las potencias no apuestan con mayor fuerza por emitir menos. Eduardo Sanhueza ha participado como consultor del Gobierno y como experto internacional en las negociaciones en torno al protocolo de Kyoto, y cree tener una respuesta. “Las reducciones implican restringir las economías —dice—. Y lo que se discute actualmente no es cuánto es recomendable dejar de emitir para solucionar el problema, sino cuánto es posible reducir de manera que ninguna de las grandes economías pierda su lugar en el ranking. Nadie

quiere que otros empiecen a ser más competitivos”. De ahí que Estados Unidos se oponga a ratificar el protocolo de Kyoto, ya que el acuerdo lo haría perder competitividad, sobre todo frente a China, país al que no se le exigen reducciones, a pesar de ser la tercera economía más contaminante.

“De acuerdo con las conversaciones que he presenciado tras bambalinas, lo máximo que uno podría esperar es que los países industrializados hagan un balance entre la carga económica que deberían asumir para disminuir las emisiones y los costos que están dispuestos a pagar para adaptarse a que suba la temperatura global —dice Sanhueza—. Y creo que el balance estará en un comportamiento futuro tal que permita que la temperatura sea 2°C más alta en 100 años”. Eso justamente coincide con el escenario más “optimista” del informe, que en realidad no es par nada positivo. “¿Dos grados es una tremenda cantidad!”, añade el consultor.

Claro, los países que deciden esto son ricos y pueden pagar la adaptación. Sin embargo, a países como el nuestro, eso no les conviene. “Pero no hay nadie que levante el dedo y se oponga —denuncia Sanhueza—. Falta liderazgo en Latinoamérica, que los gobiernos asuman que éste es un tema crucial”.

Christian Stüdemann H.

