

# CAMBIO CLIMÁTICO

## ¿Preocupación

Las evidencias científicas son claras, se está produciendo un calentamiento del planeta como consecuencia de la acción humana. En Chile, un grupo de científicos del Departamento de Geofísica proyectó los posibles efectos de esta tendencia, con los que se podrán elaborar estrategias gubernamentales e individuales que apunten a mitigar las secuelas del aumento de las emisiones de gases invernadero.



# GLOBAL: local?

Si bien durante el último tiempo los temas de calentamiento global y cambio climático se han instalado en la agenda medioambiental internacional, esta preocupación está presente en el mundo científico especializado en climatología desde la década del '70.

Inquietud que en esos años también llegó a Chile y al Departamento de Geofísica (DGF) de nuestra Facultad. Por años han realizado investigaciones en el área de las ciencias atmosféricas, específicamente en los temas de predicción climática por métodos estadísticos, modelación numérica de fenómenos atmosféricos e interacciones océano - atmósfera. Actualmente nuestros investigadores son parte del selecto grupo de científicos que a nivel mundial estudian y proyectan los posibles escenarios del calentamiento global para fines de este siglo. ¿Qué han hecho? Recientemente dieron a conocer sus resultados sobre el "Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI" encargado por la CONAMA en el 2005, el que se vincula estrechamente con el proyecto Anillo ACT-19 "Variabilidad climática en Chile: evaluación, interpretación y proyecciones", actualmente en desarrollo.

## CALENTAMIENTO GLOBAL, EN LA MIRA

A pesar de que se trata de un tema complejo y de vital trascendencia para el planeta, el calentamiento global era hasta hace poco preocupación casi exclusivamente del mundo científico. El interés masivo llegó de la mano de un político que lo adoptó como bandera de lucha: el ex vicepresidente norteamericano Al Gore.

"Esto no es un asunto político, es un asunto moral", ha sostenido en numerosas ocasiones- incluso en su reciente visita a Chile- el otrora aspirante a la Casa Blanca. Con una marcada visión alarmista ha centrado su discurso en torno a los cambios registrados en los glaciares, la Antártica, el Polo Sur, como consecuencia del aumento de la temperatura, y la exhibición de catástrofes recientes como tornados y huracanes, entre ellos, el huracán Katrina en el 2005.

Para Humberto Fuenzalida, Ph.D en Ciencias Atmosféricas y académico del DGF de nuestra Facultad, el protagonismo adquirido por Al Gore y su documental "Una verdad inconveniente" han logrado captar la atención del mundo por su catastrófica visión. "Me parece que su labor es importante, porque visualizó el problema, lo hizo suyo y lo transmitió, cosa que en general los científicos no tenemos posibilidad de hacer. Además él ha elegido hacer sus presentaciones de forma impactante, por lo que ha tomado ejemplos extremos. Sin embargo, los científicos siempre hemos sido más cuidadosos, porque estamos conscientes de las debilidades y fortalezas de las investigaciones, y así no generar alarma en la gente".

Pero, ¿en qué consiste el calentamiento global causado por el efecto invernadero?

El clima está condicionado por la presencia de gases naturales de efecto invernadero (GEI), que absorben parcialmente la emisión de radiación infrarroja que emite la superficie, re-emitiendo radiación del mismo tipo (infrarroja), tanto al espacio exterior como hacia la superficie manteniendo al planeta a una cierta temperatura. En el proceso intervienen gases como el CO<sub>2</sub>, el vapor de agua, el ozono, el metano y el óxido nitroso. Este efecto es algo natural y es en gran parte responsable de que exista vida en la Tierra. Pero el problema está en que la concentración de esos gases ha aumentado un tercio desde la Revolución Industrial, lo que contribuyó por ejemplo, a que en el último siglo la temperatura media global haya aumentado en 0,6° C.

Según el IV informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC)- instancia científica que se estableció en 1988- existe un 90% de probabilidad de que el calentamiento global se esté produciendo por la emisión humana de gases invernadero y no por un proceso natural del planeta.

Planteamiento con el que concuerda Fuenzalida al señalar que "las pruebas del último IPCC, son contundentes. Claramente el hombre está involucrado en el cambio climático", enfatizó el académico.

## ¿PREOCUPACIÓN EN CHILE?

Nuestro país a través de la CONAMA ha desarrollado una serie de iniciativas tendientes a enfrentar esta problemática. Entre las acciones se encuentran, por ejemplo, la creación del Comité Nacional Asesor en Cambio Climático (CCC), la elaboración de una Estrategia Nacional para el Cambio Climático publicada en el 2006 y el impulso otorgado a la participa-

### EL ESTUDIO DEL CLIMA DE MANO DE LA TECNOLOGÍA

Los posibles impactos del calentamiento global de origen antropogénico en el clima de nuestro país también son parte del Proyecto "Variabilidad climática en Chile: evaluación, interpretación y proyecciones" del Programa Bicentenario en Ciencia y Tecnología de Conicyt, que desarrolla desde fines de 2005 un grupo de 13 científicos especialistas en ciencias atmosféricas y oceanográficas del Departamento de Geofísica de nuestra Facultad, de la Universidad de Concepción, y de la Dirección Meteorológica de Chile.

La iniciativa única a nivel regional plantea el desarrollo de una nueva capacidad para analizar la variabilidad climática y su proyección en el futuro mediante la aplicación de modelos climáticos regionales, tanto atmosféricos como oceánicos, que requieren de gran capacidad computacional.

Para el director del proyecto y académico del DGF de nuestra Facultad, René Garreaud, este innovador estudio se caracteriza por el uso de herramientas de modelación, "para las proyecciones estamos utilizando modelos regionales como PRECIS, MMS y WRF, los que permiten focalizarse en una zona específica con una alta resolución espacial", señaló.



El académico René Garreaud.

Con una inversión cercana a los 100 mil dólares el proyecto cuenta con la infraestructura computacional necesaria para realizar los cálculos. Para Garreaud, estos desarrollos tecnológicos que están al servicio de la ciencia permiten la obtención de grandes bancos de información, por lo que el uso de clusters y memorias de almacenamiento es imprescindible.

El académico aseguró que el uso de estas simulaciones numéricas y los resultados obtenidos en ellas serán de gran utilidad para el país, y las medidas posteriores que se puedan adoptar en torno a la problemática del cambio climático. "El proyecto hará un aporte inédito para Chile ya que está realizando proyecciones no sólo meteorológicas y oceanográficas, sino también medioambientales", concluyó.

ción en proyectos MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio). En 1994 Chile ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, que es el primer instrumento internacional legalmente vinculante que trata directamente el tema y cuyo objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. En el 2002, nuestro país ratificó el Protocolo de Kyoto, en el que los países industrializados se comprometen a reducir las emisiones de GEI entre el 2008 y 2012 en, al menos, un 5% comparadas con los niveles de 1990.

El interés por parte del Estado de diseñar y aplicar políticas públicas orientadas a mitigar los impactos y a adaptarse a las realidades que vayan emergiendo en nuestro país, llevó a la CONAMA a solicitar al Departamento de Geofísica la realización del "Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI".

### EL ESTUDIO

Los resultados del último informe del IPCC son categóricos: el planeta está enfermo. El aumento de la temperatura, el incremento en el nivel del mar, la disminución

de las precipitaciones en algunas zonas y su acentuación en otras, serían algunas de las consecuencias palpables del cambio climático. Por lo que si se continúa con las actuales emisiones de gases invernadero, el planeta se agravará. Pero, ¿qué ocurriría en Chile?. Los científicos de nuestra Facultad dieron algunas respuestas.

A través de una rigurosa investigación analizaron el clima observado durante la parte final del siglo XX, y realizaron una estimación de los escenarios climáticos para diferentes regiones del país en el periodo 2071- 2100, a través de la utilización del modelo regional PRECIS, creado por la Oficina Meteorológica del Reino Unido. Se trata de una tecnología de punta a nivel internacional, y que actualmente se utiliza en más de 60 países en forma similar a como fue aplicado en Chile.

¿Por qué estudiar las posibles situaciones hacia fines de este siglo y no para mediados?, según el profesor Fuenzalida, integrante del equipo científico que participó en la elaboración de la investigación, en Chile existen sectores de la sociedad que se orientan por visiones a corto plazo y no valoran los esfuerzos que se realizan por estudiar las posibles consecuencias que pueden generar los actuales comportamientos en el futuro más lejano. "Para una persona que toma decisiones es mucho más pertinente un horizonte de 20 o 30 años, en vez de uno de 80, pero hay determinaciones que sí deben decidirse con una mirada más lejana sobre todo las vinculadas a las políticas públicas", aseguró.

Basándose en dos escenarios de emisiones: uno moderado B2 y otro severo A2- ambos incluidos en el último informe del IPCC- en el estudio se configuraron sus probables impactos de acuerdo a supuestos en el

futuro desarrollo del mundo a nivel económico, demográfico, tecnológico, políticas ambientales y equidad social.

Al respecto, Fuenzalida señaló que "los resultados están basados en escenarios hipotéticos, porque no se puede saber cómo va a estar la situación del mundo de aquí a 80 años, qué población mundial va haber, si habrá control de natalidad, qué tecnología existirá, ni si el mundo va a evolucionar globalizada o regionalmente, o si las decisiones serán tomadas en base a criterios económicos, más que ambientales. Entonces se diseñan posibles escenarios futuros y en base a ellos se calcula la emisión de gases invernadero de aquí a fines de siglo, y con eso se hacen las proyecciones climáticas".

Richard Lindzen, meteorólogo del MIT, es uno de los principales críticos de los modelos predictores del cambio climático a largo plazo, porque sostiene que no son confiables. Al respecto, el profesor Fuenzalida señaló que "la evolución de los modelos climáticos ha sido espectacular, pero no se podría decir que reproducen la realidad. En un modelo climático hay elementos que siguen siendo problemáticos, en particular un modelo climático global en el que se modela todo el sistema climático con una resolución de alrededor de 200 kilómetros, no describe con mayor detalle las zonas que cubren una superficie menor, y en ese sentido Lindzen tiene toda la razón, los modelos tienen deficiencias".

Por esta razón, los científicos de la FCFM trabajaron con el modelo numérico regional PRECIS, el que fue utilizado con una resolución de 25 kilómetros, es decir, los puntos para los cuales se calculan los escenarios climáticos futuros están separados por esa distancia.

## RESULTADOS

De acuerdo al estudio, el clima de Chile continental hacia finales del siglo XXI presentaría cambios significativos en temperatura y precipitación, sobre todo, bajo el escenario más severo. Por ejemplo, el cambio de temperatura media respecto a la situación actual varía entre +2° y +4°C, siendo más acentuado hacia las regiones andinas y disminuyendo de norte a sur.

En cuanto a las precipitaciones, mientras en la zona del Norte Grande las lluvias aumentarían, en la región Central del país habría una pérdida del orden del 30%. En la zona Austral la disminución llegaría al 25%, en tanto, en el extremo sur existiría un leve aumento.

Ante este panorama, ¿qué sería lo más preocupante?, Fuenzalida lo tiene claro: el recurso agua en la zona centro-sur del país. "Con temperaturas más altas disminuye la posibilidad de conservar agua en forma de nieve en la cordillera, y si le sumamos la reducción de precipitaciones, se generan problemas de escasez de agua y eso es para mí, un problema de primera magnitud en Chile", agregó.

Factores que incidirían fuertemente en los sectores de productividad agrícola y forestal, y en la generación hidroeléctrica, ya que en la zona centro sur del país se concentran las represas del sistema interconectado central. A modo de ejemplo, sostiene Fuenzalida, "en el escenario más grave, el río Maule, sector Armerillo, disminuiría su caudal en un 38%".

¿Algo positivo?, el sector pesquero, responde el científico, debido a la surgencia costera que se provocaría por el aumento de los vientos en la zona centro, lo que acrecentaría la presencia de nutrientes.

Los resultados de la investigación serán la base para futuros estudios sectoriales respecto al impacto que el cambio climático podría llegar a tener en el país en el presente siglo. "Una vez que finalicen estos estudios, las autoridades podrán desarrollar

Existe un 90% de probabilidad de que el calentamiento global se esté produciendo por la emisión humana de gases invernadero.



Profesor Humberto Fuenzalida.

las estrategias que aminoren las desventajas y aprovechen los beneficios que puede traer el cambio climático en el territorio nacional", afirmó Fuenzalida.

¿Qué hacer?, "creo que ya estamos con un agravamiento de la situación por unos 20 o 30 años más y la esperanza es que en ese periodo la situación se pueda atenuar, por ejemplo, disminuyendo el consumo de los combustibles derivados del petróleo y el carbón por una fuente de energía más limpia. Otra ayuda sería el uso eficiente de la energía y ojalá ese ahorro de generación vaya por la vía de menor uso de los combustibles fósiles", concluyó el científico de la FCFM. ●

Texto: Ana María Sáez C.