

Cambio global del clima y efecto invernadero en la XI Región

REINALDO BÖRGEL OLIVARES¹

Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

El cambio global y el efecto invernadero son un problema mundial que afecta no sólo la existencia de la vida en el planeta, sino también en profundos cambios en el paisaje natural. El cambio climático se traduce en eventos meteorológicos que se caracterizan por su violencia y repentino cambio.

Los estudios y observaciones realizados en la XI Región de Aysén, Chile, la zona más austral del planeta, llevan a consideraciones sobre futuros riesgos que afectarán este territorio en las próximas décadas, entre otras, la fusión de lenguas de ventisqueros, el aumento de la torrencialidad fluvial, gran actividad de erosión y sedimentación en las cuencas hidrográficas y de alta vulnerabilidad en los sistemas de comunicación y habitabilidad de la Región.

RÉSUMÉ

Le changement globale et le phénomène "invernadero" sont déjà un problème mondiale. C'est la vie même qui est dans le sillon des changement climatiques.

Dans la région australe du Chili, plusieurs observation démontrant que les risques futures sont un problème pour la sécurité des ouvrages, les voies des communications et la vie de la population. Il y a déjà, plusieurs phénomène qui comencent: active "torrencialidades" des rivières, augmentation de l'érosion et la sédimentation dans les bassins hydrographique et active fusion des langues des ventisqueres. Pour tout cela il est nécessaire d'entreprendre des études appliquées sur la zone australe du Chili.

INTRODUCCION

La atmósfera de la Tierra está relacionada con la existencia de la vida a través de dos ciclos: el O₂ y el carbono.

El aire contiene un 21% de O₂ y su origen está en la fotosíntesis de las plantas verdes: a través de millones de años los bosques y el plancton marino producen la mayor parte del contenido de O del planeta. En consecuencia, la deforestación y la contaminación de los océanos tienen efectos peligrosos al provocar la disminución de O₂.

El dióxido de carbono es componente no sólo de la Tierra, también se encuentra en Venus y Marte. En nuestro planeta su contenido es sólo de 0.003% mientras que el oxígeno es 600 veces mayor.

El carbono se fija en el proceso de la fotosíntesis de las plantas verdes y como resultado del proceso de la respiración animal.

Considerando la pequeña cantidad de CO₂ existente en la atmósfera en forma de dióxido de car-

bono, en consecuencia, O₂ y carbono están ligados entre sí.

En la atmósfera exterior los rayos ultravioletas contribuyen a disociar el hidrógeno y oxígeno del agua; en tanto, ciertos minerales al oxidarse fijan O₂. Por otra parte, el carbono se incorpora a la corteza terrestre fijándose como roca calcárea y creta.

CONCEPTO DE CAMBIO GLOBAL

El *cambio global* es la respuesta a una o más causas globales. Se trata de desequilibrios regionales perfectamente identificados en el planeta; hay siete países industrializados que comprenden el 11% de la población mundial y que son responsables del 40% del dióxido de carbono expulsado a la atmósfera. A esto se agregan las actividades del hombre urbano y rural que alteran el albedo, modificando la reflectancia de la radiación e irradiación solar. Al producirse la expansión de la población urbana, ocupando espacios antes vacíos, se modifica el albedo y, con ello, surgen alteraciones sistémicas, las cuales impactan los atributos de otros elementos del sistema ambiental. Así, por ejemplo, la erosión de las tierras

¹ Trabajo presentado por el autor en el seminario internacional "Capa de Ozono y Cambios climáticos en Aysén", el 3 de septiembre de 1996, en la ciudad de Coyhaique - XI Región de Aysén, Chile.

a escala mundial alcanza a 60.000 km² por año; esto afecta al geosistema y al sistema socioeconómico global, porque se alteran el ambiente físico y la organización espacial de las actividades humanas; en este aspecto son afectadas las unidades urbanas, las de uso de suelo rural y las unidades industriales, conectadas por redes de transporte y comunicaciones. Estas unidades afectadas son la respuesta a alteraciones del geosistema. De este modo, el cambio global comprende al total de la sociedad humana y al medio físico que lo rodea.

ALGO DE HISTORIA

La preocupación sobre *cambios climáticos* se inició en 1988, fecha hacia la cual Naciones Unidas creó el Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (PICC), el que se preocupó de coleccionar información sobre los componentes de estos cambios a través de estudiar el clima, gases con efectos calóricos, modificaciones del balance radiactivo del globo terrestre y una evaluación sobre las consecuencias ambientales y socioeconómicas ocasionadas por estos procesos climáticos. A partir de la fecha indicada se desencadena una preocupante observación sobre la frecuencia y magnitud de los tipos de tiempo atmosférico, anomalías estacionales y modificaciones del clima en el corto plazo.

CARACTERISTICAS DEL EFECTO INVERNADERO

El llamado *efecto invernadero* es el almacenamiento de calor encerrado entre la superficie de la Tierra y una capa de aire superior, compuesto por dióxido de carbono (CO₂), metano, ácido nítrico y clorofluorocarbono. Estos gases permiten que la radiación pase a través de ellos para que calienten las aguas, las rocas, la vegetación, etc. Pero impiden que el calor por irradiación de estos cuerpos escape hacia las capas superiores de la troposfera. Todos estos gases, producto del desarrollo industrial del planeta, han sido incontrolables durante largo tiempo, lo cual ha hecho subir las concentraciones de CO₂ en la atmósfera de 280 partes por millón a fines del siglo pasado a 340 partes por millón en los últimos años.

CONSECUENCIAS DEL EFECTO INVERNADERO

Entre las consecuencias que se pronostican para el futuro, como consecuencia del calentamiento

global, está el aumento del nivel de los océanos, lo que afectaría las zonas costeras de todo el planeta en una cifra que varía entre 20 a 60 m s. n. m. actual. En segundo término, el deshielo de la Antártica, Groenlandia y Patagonia provocaría el sollevamiento de dichas masas continentales. No hay que olvidar que Escandinavia se levantó 280 metros en los últimos 10.000 años y que las costas de la Patagonia dejan al descubierto antiguas playas marinas, unos 30 cm sobre el nivel actual de los fiordos australes.

Otras consecuencias relacionadas con la radiación solar establecen que cuando baja la radiación estival y aumenta la invernal, se incrementan las precipitaciones nivales; por el contrario, cuando aumenta la radiación estival y disminuye la invernal, se acelera el factor deshielo. Es así que en el pasado geológico han funcionado los procesos de glaciaciones e interglaciaciones.

Si se ha reconocido que en el pasado geológico la Tierra ha tenido largos períodos de frío, de hasta 190.000 años de duración e intervalos de calor estimados en 65.000 años de óptimo climático, no puede extrañar que la humanidad se encuentre en esta fase de mayor temperatura.

Además de las consecuencias físicas o naturales que provoca el efecto invernadero, hay indicadores respecto de la salud de los ciudadanos, ya sea por acción directa del calor, por torrenciales lluvias o intensas nevazones, con alta proporción de aguanieve. Por estas causas mueren miles de personas por enfermedades vinculadas con estas anomalías meteorológicas. En 1993 aparece el virus hanta en EE.UU. asociado a intensas lluvias que interrumpen el ciclo de seis años aridez; hay abundancia de mosquitos y roedores en América Central, Colombia y Venezuela; epidemia de meningitis en África occidental, con ligera posterioridad a los períodos de calor y sequía. El cólera, a partir de 1991, afectó a países sudamericanos de Pacífico Sur, mientras que en India lluvias monzónicas de altas temperaturas aumentaron la población de ratas y pestes transmitidas por éstas.

Hay que estar atentos a los efectos de los años de sequía en Chile central y especialmente de las intensas lluvias posteriores pues, con ello, aparecen nuevos virus a los ya conocidos y que son inocuos a las vacunas tradicionales.

En este sentido, el efecto invernadero es un desafío a todos los encargados de la salud pública, como así también a los que planifican obras civiles, construcción de viviendas, caminos, programas de colonización en espacios desprovistos de una cartografía de riesgos, etc.

COMO CONTROLAR EL EFECTO INVERNADERO

No obstante los alarmantes y sombríos vaticinios hechos en varias reuniones, como el Panel Intergubernamental auspiciado por N.U., la Cumbre del Medio Ambiente de Río de Janeiro en 1992, la Conferencia de Ginebra en julio de 1996 y otras anteriores en Londres, Bangladesh y a pesar de los esfuerzos realizados, poco se ha progresado sobre esta materia. Los países que emiten millones de toneladas solamente de CO₂ al espacio son varios, encabezados por EE.UU., con 1.371 millones de toneladas acumuladas entre 1990 y 1994; le siguen China, Rusia, Japón, Alemania, Inglaterra, Canadá y Ucrania, totalizando en dicho período la suma global de 6.000 millones de toneladas. De ellos, sólo Alemania e Inglaterra han reducido sus emisiones. La reunión en Kioto, Japón, debió considerar medidas más drásticas, aunque la posibilidad de cambios tecnológicos derivados del uso del carbón y petróleo por combustibles más inocuos, como energía eólica, electricidad y gas natural, tiene fuerte implicancia social y económica. Un cambio en las tecnologías se traduciría en millones de cesantes, comprometidos hoy día con la extracción, refinamiento y comercialización de carbón y petróleo.

La presencia de intereses económicos en el problema invernadero deja pocas esperanzas de que Kioto sea la última reunión sobre este problema. La escasa presencia de investigaciones científicas deja pocos documentos que sirvan de base a una solución del problema. Mientras unos alegan que el efecto invernadero es un cambio natural y que responde a un nuevo ciclo en la climatología del planeta, otros indican que tal efecto tiene su origen en la industrialización, iniciada a fines del siglo pasado, y en una conducta poco ética de grandes corporaciones industriales.

Sea cual sea la propuesta final y ante la falta de estudios sistemáticos, la realidad de los análisis en casos específicos son los que aportan la información adecuada para apoyar algún tipo de decisión política sobre este particular.

EL CASO DE CHILE AUSTRAL

Sobre Chile austral actúan dos procesos, cuya evidencia sólo será reconocida cuando frecuentes acontecimientos inusuales comiencen a dejar huellas en el paisaje, el ozono y su fenómeno de reducción estacional y el efecto invernadero. Para recientes investigaciones, existe una correlación

entre ambos fenómenos; dicho de otro modo, el efecto invernadero apoya la destrucción del ozono a través de la formación de nubes que, en sus cristales de hielo, crean el espacio propicio para que una molécula de CFC descomponga miles de moléculas de ozono en el Artico, y en consecuencia, facilitan la formación de nubes.

Si nos limitamos sólo al efecto invernadero, la zona austral de Chile presenta varios acontecimientos interesantes como rupturas de morrenas con vaciamiento de lagunas proglaciales, erupciones del volcán Hudson (1971-1991), torrencialidad por el aumento de caudal de los ríos regionales, estacionalidad del clima marcada por extremos térmicos, fluctuando entre sequía y lluvias o nevazones intensas.

Si se piensa que la naturaleza es un todo integrado, la búsqueda, para establecer las causas del efecto invernadero, debe orientarse al análisis de correlaciones en el tiempo y en el espacio.

Varios investigadores se han referido a las cenizas lanzadas a la atmósfera por las erupciones volcánicas y que generan reflectividad que origina enfriamiento de los gases atmosféricos. En dicho material particulado podría estar la explicación relacionada con grandes nevazones que parecieran contradecir la hipótesis sobre el efecto invernadero; por el contrario, el movimiento de la isoterma de 0° hacia mayores altitudes, que las históricamente registradas, produce cuantiosas lluvias y elevan la línea de las nieves estacionales, 100 y más metros por encima de los ñirres (*Nothofagus antarctica*), vegetación que sigue de muy cerca el límite habitual de la isoterma de 0°C.

Otras evidencias relacionadas con el avance, según unos, o con el retroceso, según otros, de glaciares y ventisqueros, buscan en el comportamiento de la temperatura una explicación razonada; sin embargo, para el caso de los Campos de Hielo Norte y Sur en Chile austral pareciera que una fuerte contradicción espacial confunde a los glaciólogos, ya que mientras algunas lenguas de hielo avanzan, otras retroceden. Pienso que la explicación no hay que buscarla solamente en el factor térmico puesto que la tectónica puede dar una respuesta a través de la interpretación de bloques cordilleranos que ascienden en la medida que otros bajan. Cuando ocurren estos procesos positivos y negativos de la corteza hay modificaciones de la pendiente que pueden provocar cambios en la velocidad del flujo de hielo e incluso pueden frenar el movimiento del glaciar.

De todas las evidencias que he tenido la suerte de observar en la Patagonia chilena, destaco el

desastre del 15 de marzo de 1989 en el río Soler, en las vecindades del lago General Carrera.

CONCLUSIONES

La ausencia de investigaciones sistemáticas y sólo algunas muy recientes sobre este problema impide establecer conclusiones sobre este respecto de si el cambio climático global que experimenta el planeta obedece al advenimiento de un ciclo natural de recalentamiento o bien hay participación del hombre mediante los procesos de la industrialización por medio de la quema de combustibles fósiles.

El hombre histórico, que sólo tiene poco más de 8.000 años sobre el planeta y que le ha correspondido vivir en la época denominada Post-Glacial, es testigo de cambios climáticos al terminar el siglo XX que lo sorprenden por la falta de información científica, que le permita considerar las posibles alternativas de acciones protectoras de su entorno ambiental.

Las evidencias vigentes juegan a favor de que rápidos cambios se comienzan a producir en varias regiones del planeta.

En los últimos cuarenta años, la deforestación de los valles y montañas de la Patagonia como así también el hundimiento tectónico de los cursos inferiores de los ríos Simpson, Cisnes, Queulat y otros acentúan los efectos de sedimentación y la colmatación de esas desembocaduras por arenas fluviales. Al caso del efecto invernadero por causa naturales se suman las acciones de causas antrópicas.

Observaciones de más de 16 años en la Antártica y registro de imágenes satelitales indican que cada diez años la Antártica pierde el 1,4% de su superficie congelada. El desprendimiento de gigantes masas de hielo desde el borde antártico, con varios cientos de kilómetros cuadrados, en las barreras Laarsen y Ross, indica alzamiento de la temperatura en dicho continente, probable-

mente correlacionado con movimientos glacioeustáticos del basamento antártico. Algunos científicos calculan que la Antártica ha aumentado su temperatura en 2,5°C. en los últimos 50 años.

El problema del efecto invernadero debe incorporarse en los proyectos de inversión pública, ya que al aumento de la torrencialidad fluvial los lechos fluviales aumentarán en altura, todo lo cual será causa directa de próximas inundaciones; los materiales de construcción de las viviendas básicas deben contemplar, a futuro, la presencia de oposiciones térmicas a nivel estacional; el uso del suelo agrícola, así como los recursos de agua dulce requerirán nuevas estrategias para valorizar las siembras y resguardar el recurso agua.

Los planes de inversión tanto pública como privada van a requerir de estudios de línea de base muy completos y detallados, para que la vida útil de las obras estén en una relación costo-beneficio y costo-eficiencia bien relacionada.

BIBLIOGRAFIA

- BÖRGEL, R (1992): "Evidencias del llamado efecto invernadero en las regiones australes de Chile", *Revista de Geografía Norte Grande* N° 19: Santiago de Chile: 97-104.
- CARREÑO, J. (1991): "Balance radiactivo en la atmósfera baja. El efecto invernadero". *Boletín Meteorológico de Chile*; Dirección Meteorológica de Chile. Santiago: 7-9.
- CONSEJO NACIONAL DE UNIONES CIENTIFICAS - CHILE (1989): "El cambio global del clima y sus eventuales efectos en Chile". Comité Nacional del Programa Internacional de la Geosfera - Biosfera (IGBP). ICSU, Santiago, Chile.
- INTENDENCIA MAGALLANES Y ANTARTICA CHILENA (1980): "Análisis del comportamiento climático a través de un período de 92 años (1888 rotamiento 1980) en la región". Oficio N° 244 del 26 de marzo de 1980 enviado al programa Mapa Nacional de Riesgos y Prevención de Catástrofes. ONEMI. Santiago, Chile.
- TORO, R. (1971): "Anormalidades climáticas de Chile durante 429 años y la sequía de los años 1967-68-69-70" Oficina Meteorológica. Santiago, Chile.