

SOBRE EL CAMBIO GLOBAL

Francisco García Novo (U. Sevilla, RAC) y **Antonio Cendrero** (U. Cantabria, RAC)

A lo largo del S XX se ha producido un cambio ingente en la biosfera, en los continentes y océanos y se ha desarrollado un cambio químico en la atmósfera. El proceso ha sido paralelo al incremento en la población humana, que se ha quintuplicado y a los incrementos, aun mayores, del consumo *per capita* de energía o materiales, la expansión urbana e industrial y la de infraestructuras.

La comunidad científica ha documentado varios de los procesos, como el incremento del CO₂ atmosférico, la regresión de las pesquerías oceánicas la expansión de la agricultura, la disminución regional de la cubierta forestal, la expansión del territorio intensamente intervenido, el incremento de las extinciones, la introducción de especies silvestres en nuevas áreas.

Los registros meteorológicos han permitido documentar cambios significativos de temperaturas a nivel global, que se han incrementado durante el último cuarto del siglo XX en una tendencia que continúa y sitúa al 2006 como el 2º año más caluroso registrado tras el pico de 1998.

Muchos otros fenómenos de cambio han podido evidenciarse durante el siglo XX: regresión de los glaciares continentales, de las banquisas, elevaciones (o descensos) del nivel del mar, retroceso erosivo de playas y deltas, acumulación de gases en la atmósfera, cambios en la composición del agua de precipitación, de las aguas de escorrentía, profundos cambios en el caudal, carga sedimentaria y composición química en ríos, lagos y humedales. Y el corolario del incremento en la frecuencia de las catástrofes naturales y los daños debidos a las mismas. Y muchos más.

De acuerdo con el IPCC cerca de un 50% de la población mundial vive en la zona costera y, por tanto, amenazados por la inundación y la erosión costera. Por ello la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMCC) ha requerido a los estados miembros la implementación de medidas concretas para adaptarse al ascenso del nivel y demás efectos del cambio climático en la costa (Artículo 4, b).

Paralelamente, el mejor conocimiento de la atmósfera ha permitido entender los balances de masa y energía en la troposfera e iniciar el conocimiento de capas altas, construyendo modelos numéricos de su funcionamiento. La mayor potencia de cálculo y densidad de datos ha permitido avanzar los modelos hasta ofrecer predicciones meteorológicas precisas sobre precipitaciones, temperaturas, vientos, oleaje y otros fenómenos asociados, como transporte de partículas, riesgo de tornados y de temporales o secas marinas.

En otra dirección, el estudio de los gases y la concentración de isótopos en las burbujas de columnas de hielo en localizaciones favorables (Groenlandia, Antártida, Escudo canadiense), ha ofrecido perfiles de la composición química de la atmósfera durante al menos 650.000 años. La dendrocronología ha ofrecido series muy precisas de la respuesta de los árboles en los últimos siglos, y en casos privilegiados, del último milenio.

Emerge la imagen de una atmósfera cambiante en su climatología con dos estados que se alternan Niño-Niña (ENSO) y fluctuaciones de ámbito mayor PDO, AMO, que inducen ciclos de sequía-aguas altas, o de incendios, a escala de

décadas o superiores y ciclos temporales de ámbito mayor como los periodos cálidos y fríos (el más reciente la Pequeña Edad de Hielo). Los mecanismos son oscuros: parecen existir relaciones con la concentración atmosférica de gases con efecto invernadero, con los ciclos de manchas solares y la rotación del sol, la carga de cenizas volcánicas y polvo levantado por erosión, movilizadо por la agricultura, reaportado por los incendios y la combustión doméstica e industrial.

La Sociedad se ha sentido siempre alarmada por los componentes catastróficos (temporales, inundaciones, sequías) y a lo largo del siglo XX por otras evidencias que vinculan los cambios a riesgos de salud. El descubrimiento de la regresión de la ozonosfera y la identificación de los halocarbonados como sus agentes causales dieron lugar a la preocupación por la exposición solar y permitieron cambiar la composición de los frígenos en circuitos de refrigeración, propelentes, etc. La evidencia de los riesgos de contaminantes atmosféricos para la salud (especialmente por su incidencia en las lesiones de piel y ojos causadas por UV o las enfermedades respiratorias), ha impulsado el control de las emisiones.

La pérdida de biodiversidad en general y de los bosques en particular, ha estimulado la actividad conservacionista y el interés por la protección en nuestra sociedad.

Como parte del evidente Cambio Global se ha potenciado el estudio del clima, centrado sobre el cambio climático y tratando de crear herramientas para su predicción. El esfuerzo ha movilizadо un excepcional número de científicos en una tarea coordinada por el IPCC, que progresivamente ha presentado la evidencia del cambio y posteriormente los escenarios futuros del clima. Las proyecciones han atraído el interés de los medios de comunicación, por el calado de las hipótesis ofrecidas por el IPCC, que suponen modificaciones sustanciales en los recursos naturales dependientes del clima y por tanto en la sociedad en un abanico que afecta desde las comunicaciones a las patologías, del turismo a la producción de alimentos. Los gobiernos han impulsado la tarea asumiéndola, colaborando y empleándola como arma política para sus objetivos. La dinámica de movilización alcanza su máxima expresión al concederle al IPCC el premio Nóbel de la Paz en 2007. También a un profeta mediático, Al Gore, que había mostrado durante su larga actividad política una proximidad a la tecnología y ofrece una visión del cambio climático, tan intensa y personal como limitada, en su documental "Una verdad incómoda".

Utilizando el título en otro contexto, resulta una *verdad incómoda* para la comunidad científica no disponer de una suficiente teoría atmosférica para explicar las fluctuaciones en su funcionamiento, ni para predecir los cambios en el espacio y en el tiempo. También resulta incómodo no disponer de una adecuada información para predecir los cambios oceánicos, los de biodiversidad, los de expansión social y utilización de los recursos naturales, los de producción de residuos y contaminantes atmosféricos en los suelos y de las aguas, o bien de los riesgos naturales ligados a los diversos cambios que está experimentado el planeta.

Desentrañar el Cambio Global es un empeño científico de una escala inédita. Un buen punto de partida es reconocer la evidencia disponible en el cambio de todos los órdenes que está teniendo lugar, valorarla con su estudio estadístico, la construcción de modelos y los mecanismos teóricos que la explican. Y avanzar en la construcción de un marco teórico suficiente para incorporar los nuevos hallazgos. En ese sentido, el reto científico es también generar información útil

para los gestores que, con el adecuado rigor científico, sean conscientes que las políticas y estrategias de adaptación tienen también sus escalas de tiempo y que, por tanto, utilicen los datos y los modelos apropiados para cada escala de actuación y proporcionen una visión honesta de las incertidumbres existentes en las predicciones realizadas.

Esperamos que el Simposio *Evaluación crítica de las previsiones sobre cambio climático: una perspectiva científica*, suponga un paso en esta dirección.