

Historia del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas

por W. Lawrence Gates¹ y Roger L. Newson²

Introducción

Desde que en la segunda mitad de la década de 1960 comenzaron a desarrollarse modelos numéricos con los principios físicos de la circulación general atmosférica y oceánica, la investigación climática (al igual que la práctica de la predicción meteorológica) ha sufrido una revolución que llega hasta nuestros días. El acercamiento inicial al estudio del clima (o climatología) bajo los auspicios internacionales queda reflejado en el informe de un grupo de trabajo de la OMM sobre el cambio climático (Comisión de Climatología, 1966), cuya misión era la de “identificar los métodos estadísticos más adecuados para estudiar el cambio climático”. Esta preocupación por la interpretación estadística de los datos observacionales continúa siendo importante, pero ahora se complementa notablemente con los datos simulados disponibles gracias a los modelos climáticos. Esta revolución en los estudios climáticos y el nacimiento de la moderna ciencia climática han aumentado la atención que se dedica al tema del cambio climático. Además, la revolución ha seguido en gran medida un desarrollo paralelo a la historia del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC) y de su predecesor, el Programa de Investigación de la Atmósfera Global (GARP).

Los orígenes del PMIC

El éxito temprano —aunque parcial— de la predicción numérica de la circulación atmosférica en zonas limitadas durante la década de 1950 y los primeros años de la década siguiente, puso de manifiesto que había que observar otras regiones de la Tierra si queríamos que estas predicciones resultaran útiles para plazos de tiempo superiores a uno o dos días. La incipiente capacidad observacional de los satélites en órbita terrestre y el desarrollo progresivo de los ordenadores durante los años sesenta convirtieron esta circunstancia en una posibilidad real.

Durante los amplios debates que tuvieron lugar dentro de la comunidad meteorológica acerca de cuál sería la mejor manera de conseguir extender el alcance de la predicción meteorológica numérica, empezó a tomar forma el concepto de un experimento mundial que pudiera medir y predecir la circulación atmosférica a gran escala. A esta nueva visión contribuyeron de manera destacada Jule Charney (EEUU), Joe Smagorinsky (EEUU) y Bert Bolin (Suecia). También se decidió que se necesitaría la ayuda tanto de organizaciones gubernamentales como no gubernamentales, las primeras para coordinar aspectos de la observación y las segundas para representar

a la comunidad investigadora. En consecuencia, la OMM y el Consejo Internacional para la Ciencia (CIUC) acordaron, en 1967, organizar y financiar conjuntamente el GARP.

En una Conferencia de estudios del GARP (Skepparholmen, Suecia, del 28 de junio al 11 de julio de 1967), se acordó que el objetivo central del GARP sería el de estudiar “aquellos procesos físicos de la troposfera y de la estratosfera que son esenciales para comprender el comportamiento transitorio de la atmósfera, tal como se manifiesta en las fluctuaciones a gran escala responsables de la evolución de las condiciones meteorológicas...”.

Sin embargo, el potencial para mejorar el conocimiento del sistema climático se anunciaba claramente en el segundo objetivo principal del GARP: “estudiar los factores que determinan las propiedades estadísticas de la circulación general de la atmósfera, que podrían conducir a comprender mejor las bases físicas del clima”. Estas afirmaciones tan cuidadosamente enunciadas resumen los objetivos del GARP a lo largo de su existencia, y proporcionarían el punto de partida para el desarrollo posterior del PMIC.

La OMM y el CIUC también acordaron en 1967 constituir un Comité mixto de organización (CMO) para desarrollar la estrategia científica del GARP, y establecer un Grupo mixto de planificación (GMP) en Ginebra que se encargase de dirigir la coordinación internacional del programa. La primera reunión del CMO tuvo lugar en Ginebra, en abril de 1968, bajo la presidencia de Bert

1 Director del Instituto Nacional del Cambio Ambiental Mundial, Universidad de California; Presidente del Comité Científico Mixto del PMIC entre 1994 y 2000

2 Grupo Mixto de Planificación del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (Ginebra), entre 1981 y 2002

Bolin, y el GMP se puso en marcha aproximadamente al mismo tiempo bajo la dirección de Rolando García (Argentina).

La planificación posterior del GARP a finales de los años sesenta, y durante la Conferencia de Planificación del GARP de Bruselas celebrada en marzo de 1970, tuvo como resultado la identificación de una serie de experimentos de observación diseñados para perseguir el objetivo principal del GARP, esto es, la mejora de la predicción meteorológica a corto plazo. El primer proyecto fue el Experimento tropical del GARP en el Atlántico (GATE), que se estableció tras tener lugar una conferencia de planificación en Londres, en julio de 1970. Tras su puesta en marcha entre junio y septiembre de 1974, GATE dio como resultado la recopilación de nuevos datos acerca de la estructura y el comportamiento de la atmósfera tropical sobre el Atlántico, entre las latitudes de 20°N y 10°S. El GATE fue un experimento pionero en la observación regional que condujo a nuevos hallazgos acerca de importantes rasgos de la escala sinóptica y sobre los procesos que tienen lugar en la atmósfera tropical.

Dentro del GARP se organizaron diversos subprogramas de observación para estudiar procesos regionales seleccionados. Entre ellos, los más importantes fueron el Experimento sobre los monzones (MONEX) y el Experimento alpino (ALPEX). Algunos otros fueron diseñados para estudiar los procesos relacionados con el balance de la radiación en la atmósfera y las interacciones entre el aire y la superficie, incluyendo el Experimento AMTEX de transformación de masas de aire.

Muchos de estos programas se consideraron componentes del Primer experimento mundial del GARP (FGGE), cuyo año de observación oficial se extendió desde el 1 de noviembre de 1978 hasta el 30 de noviembre de 1979. Conocido también como Experimento meteorológico mundial (EMM), el FGGE utilizó una amplia variedad de plataformas de observación, que incluían satélites de órbita polar (cuyos sensores infrarrojos proporcionaban medidas del perfil vertical

de la temperatura de la atmósfera), satélites geoestacionarios (desde los cuales se ofrecían medidas del viento a la altura de las nubes), y sistemas de globos y boyas. El FGGE fue el programa de observación más completo de los coordinados internacionalmente hasta aquel momento, y demostró de forma concluyente que se necesitaba un sistema de observación global más perfeccionado, para mejorar las predicciones meteorológicas tal y como contemplaba el GARP en su objetivo principal.

Sin embargo, incluso antes de que se completara el programa FGGE, ya se estaba prestando mayor atención al conocimiento del clima, en paralelo al desarrollo continuado de los modelos climáticos y al aumento de la preocupación por los posibles efectos sobre el clima de las crecientes concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera.

En 1974 se dio un paso crítico hacia la creación de un programa internacional de investigación climática cuando la OMM y el CIUC acordaron patrocinar conjuntamente una conferencia de estudios sobre las bases físicas del clima y de la modelización climática. Bert Bolin presidió esta conferencia, que tuvo lugar en Wijk (Suecia), en julio y agosto de 1974.

El informe de la conferencia, que se publicó en 1975, articulaba por primera vez la necesidad de integrar los océanos, el hielo, la superficie terrestre y la biomasa en los modelos climáticos globales, así como la necesidad más específica de realizar experimentos de modelización sobre la sensibilidad del clima a la variación en las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. La conclusión fundamental de la conferencia fue la de que "la OMM y el CIUC deberían organizar un programa internacional de investigación en torno al clima y al cambio climático". Atendiendo a esta recomendación, el CMO del GARP abogó por la creación de un subprograma sobre dinámica del clima. El Grupo de expertos sobre variación climá-



tica del Comité estadounidense del GARP realizó una recomendación similar antes de la conferencia de Estocolmo, en un informe que sirvió como documento de referencia de la conferencia. Este Grupo de expertos recomendaba "organizar un nuevo programa internacional a largo plazo que se dedique específicamente al estudio del clima y de la variación climática... como sucesor lógico del GARP en cuestiones relacionadas con el clima".

El nacimiento del PMIC

La OMM, en colaboración con el CIUC y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), convocó la primera Conferencia mundial sobre el clima en Ginebra, en febrero de 1979, a la que asistieron los más destacados científicos del clima. Presidida por Bob White (EEUU), la Conferencia sirvió para ilustrar la amplitud del problema del clima y la necesidad de incrementar la investigación, los estudios sistemáticos de los datos climáticos, la aplicación del conocimiento climático y la evaluación de las consecuencias del cambio climático. Como respuesta a estas trascendentes conclusiones, en el Octavo Congreso Meteorológico Mundial (1979) se instauró oficialmente el Programa Mundial sobre el Clima, que incluía un componente de investigación climática (gestionado conjuntamente por la OMM y el CIUC), así como actividades con

datos y aplicaciones de carácter climático, y evaluación de los posibles impactos del cambio climático (gestionado por el PNUMA).

Así nació el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas. Desde el principio se centró en el estudio de la predictibilidad del clima y en la influencia humana sobre este. La OMM y el CIUC crearon un Comité científico mixto (CCM) para guiar el PMIC con el apoyo de un Grupo mixto de planificación (GMP) en Ginebra, cuyo primer Director fue el sueco Bo Döös.

La primera reunión del CCM del PMIC, presidida por Joe Smagorinsky, tuvo lugar en Ámsterdam (Países Bajos), del 26 de marzo al 3 de abril de 1980, y en ella se elaboraron los planes preliminares del PMIC.

El Secretario General de la OMM, Aksel Wiin-Nielsen, recordó al CCM la importancia de seguir muy de cerca la investigación climática en todo el mundo. Esto llevó a la creación de una Junta internacional para evaluar la investigación sobre los efectos del CO₂ en el clima. El CCM también se mostró satisfecho con la colaboración del Comité sobre los cambios climáticos y el océano (CCCCO), perteneciente a la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, y con la del Comité científico de investigaciones oceánicas del CIUC (CCIO).

Esta temprana colaboración de la comunidad oceanográfica era el resultado del reconocimiento por parte del CCM de que los océanos tenían un papel crítico en el sistema climático, al igual que los procesos radiativos, hidrológicos y los de la superficie terrestre (la COI luego se uniría a la OMM y al CIUC para financiar el PMIC tras la disolución del CCCC en 1993).

La estrategia científica

Entre 1980 y 1984, los debates y la planificación en torno al PMIC se centraron en proyectos observacionales o experimentos que parecían prácticos teniendo en cuenta los recursos y la tecnología que podía estar disponible y que, al mismo tiempo, abordaban algunas defi-

ciencias detectadas en nuestra capacidad de observar o simular el sistema climático.

Entre los principales temas que se trataron figuraban el papel de la radiación y la nubosidad, el océano y el ciclo hidrológico. El resultado de estos debates, bajo la dirección de los primeros presidentes del CCM (Sir John Houghton y Sir John Mason, ambos del Reino Unido), y del primer Director del GMP, Pierre Morel (Francia), fue la preparación de un plan científico completo para el PMIC que se publicó en 1984. En él se identificaban como principales objetivos del PMIC los de determinar en qué medida se puede predecir el clima y el grado de influencia humana sobre el mismo. Más particularmente, el plan establecía un ambicioso programa de actividades investigadoras necesarias para lograr dichos objetivos.

Los objetivos específicos que planteaba el plan eran los siguientes:

- mejorar nuestro conocimiento sobre el clima a nivel mundial y regional, sus variaciones temporales y los mecanismos responsables de estas;
- evaluar la evidencia de tendencias climáticas significativas, a nivel global y regional;
- desarrollar y mejorar los modelos físico-matemáticos capaces de simular y evaluar la predictibilidad del sistema climático a distintas escalas espaciales y temporales;
- investigar la sensibilidad del clima a posibles estímulos naturales y antropogénicos, y estimar los cambios climáticos que pueden ocurrir a raíz de influencias perturbadoras específicas.

Estos objetivos son lo suficientemente amplios como para no haber necesitado modificaciones significativas desde entonces. En ellos se incluye el actual énfasis sobre el calentamiento global, la detección del cambio climático y la variabilidad del clima interanual a interdecenal. Sin embargo, a pesar del temprano reconocimiento de la necesidad de estudiar el clima regional, no es sino ahora cuando se está haciendo posible prestar a este tema la atención que merece.

Ya antes de publicarse el plan del PMIC existían iniciativas para

estudiar las interacciones entre los océanos tropicales y la atmósfera, y en particular, para examinar la influencia sobre la circulación atmosférica a gran escala de las anomalías persistentes en la temperatura de la superficie del océano Pacífico tropical. Como resultado se creó en 1984 el Programa sobre los océanos tropicales y la atmósfera mundial (TOGA), desarrollado por el PMIC en colaboración con el CCCC. El sistema de observación oceánica que dispuso el TOGA en el Pacífico ecuatorial a mediados de la década de los años ochenta sirvió para comprender la estructura y el comportamiento del fenómeno de El Niño-Oscilación austral (ENOA), y se convirtió en el prototipo del sistema operativo que está en marcha hoy en día.

El TOGA procuró los principios físicos necesarios para entender y predecir anomalías a escala mundial en la circulación atmosférica global, así como las configuraciones de temperatura y precipitación asociadas a El Niño, que han culminado en un gran avance en la predicción estacional operativa (*US Academy of Sciences*, 1996).

Otras iniciativas importantes que se emprendieron poco después de la creación del PMIC incluyen el Proyecto internacional para elaborar una climatología de las nubes mediante datos de satélite (1982), la recopilación de un conjunto de datos sobre el balance de la radiación en la superficie terrestre (1985) y el Proyecto mundial de climatología de las precipitaciones (1985). En estrecha colaboración con agencias espaciales y con su firme apoyo, se desarrollaron nuevas tecnologías interesantes para combinar de manera óptima datos de teledetección con observaciones in situ. Estas técnicas proporcionaron, por primera vez y a nivel global, campos únicos de parámetros cruciales para comprender el papel que desempeñan las nubes en el sistema climático, la interacción entre las nubes y la radiación, y el ciclo hidrológico.

Estas actividades constituyeron el punto de partida del Experimento mundial sobre la energía y el ciclo hídrico (GEWEX), creado en 1988, que se centra en los balances

globales de energía y agua, cuyo comportamiento parece ser el aspecto más importante del clima. Como componentes del GEWEX también se han llevado a cabo (o están actualmente en marcha) varios estudios importantes de observación y modelización, que explotan al máximo los datos de teledetección e in situ disponibles.

Estos han incluido una serie de experimentos destinados a examinar y cuantificar los procesos hidrológicos y de la superficie terrestre, así como las interacciones entre la tierra y la atmósfera en diversas cuencas continentales; y a continuación, en el marco del GEWEX, el período mejorado de observaciones coordinadas, a fin de explorar la influencia de los procesos hidroclimáticos a escala continental sobre el sistema climático global y sus anomalías. También se han organizado amplios estudios, basados en una mejor comprensión de los procesos físicos involucrados, para mejorar la representación de las nubes, la superficie terrestre y la capa límite atmosférica en los modelos.

Desde hacía tiempo en la comunidad oceanográfica se defendía la necesidad de llevar a cabo un experimento global oceánico para poder documentar la estructura y circulación del océano a gran escala y su relación con el clima atmosférico. La colaboración del CCCO del CCIO/COI con el PMIC permitió planificar tal empresa. Tras varios años de intensos estudios y de una cuidadosa planificación, en 1990 se puso en marcha el Experimento mundial sobre la circulación oceánica (WOCE). El WOCE, que durante el período 1990-1997 recogió datos de una calidad y extensión inéditas, es el programa de investigación oceánica más amplio y que ha dado unos mayores frutos hasta el momento.

También se utilizaron medidas de la temperatura, la salinidad y las corrientes en el océano a lo largo de un dispositivo de secciones oceanográficas que abarcaba todo el planeta, una red mundial de flotadores de subsuperficie, boyas, molinetes y satélites altimétricos. Los datos del WOCE han sido fundamentales para desarrollar modelos

oceánicos a nivel de cuenca y para parametrizar importantes procesos de mezcla en el océano. Unos 30 países participaron en el WOCE, ejemplo sobresaliente de cooperación científica internacional cuyos resultados están disponibles en forma de conjuntos de datos de alta calidad, listos para su uso en investigación.

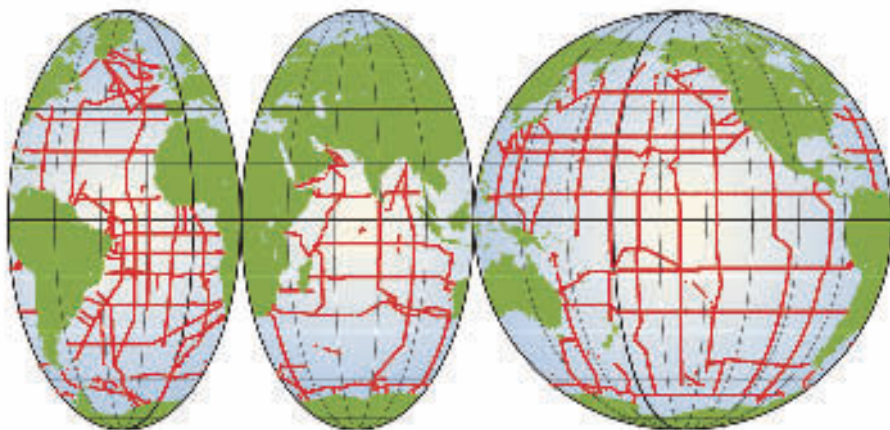
La importancia de los procesos estratosféricos en el clima fue reseñada a finales de la década de 1980 por parte de la comunidad científica dedicada al estudio de la estratosfera. Esto llevó a la creación en 1992 del proyecto de Procesos estratosféricos y su función en el clima (SPARC) del PMIC. El campo de actuación del PMIC se amplió más adelante con la implantación en 1993 de un proyecto para estudiar el sistema climático del Ártico (ACSYS). Los programas SPARC y ACSYS complementaban al GEWEX y al WOCE, ya que se centraban en subdominios del sistema climático de la Tierra donde tienen lugar procesos de una importancia máxima.

La investigación del SPARC se dirige específicamente al acoplamiento entre la estratosfera y la troposfera, y a la predicción de los cambios estratosféricos. En conjunción con el Programa internacional de la química de la atmósfera global, que se enmarca en el Programa internacional geosfera-biosfera (PIGB), el SPARC comienza ahora una evaluación integral de la química estratosférica y su función en el clima. El ACSYS examinó determinados procesos atmosféricos y

oceánicos en el Ártico que juegan un papel destacado en el clima mundial. Al ACSYS le siguió en 2000 el programa sobre el clima y la criosfera (CliC), que trata los procesos físicos y de retroalimentación a través de los cuales la criosfera global (no solo el Ártico) interactúa con el sistema climático.

La preocupación del PMIC por la variabilidad del clima se hizo patente con la creación del proyecto sobre Variabilidad y predictibilidad del clima (CLIVAR) en 1995, tras varios años de planificación. Los principales puntos de atención son la variabilidad del sistema acoplado atmósfera-océano a escalas de tiempo estacionales, interanuales, decenales e, incluso, seculares (incluyendo el ENOA, los monzones y las oscilaciones a escala de cuenca en las latitudes superiores); la optimización de los registros de variabilidad climática mediante el desarrollo de conjuntos de datos instrumentales y paleoclimáticos; y la detección y atribución del cambio climático antropogénico.

Las actividades de modelización numérica siempre han sido el principal factor unificador del PMIC. Las mejoras en las representaciones simuladas del sistema climático, como resultado del trabajo del PMIC, han reforzado la cada vez más precisa modelización y predicción de las variaciones climáticas naturales, así como una creciente confianza en las proyecciones del cambio climático inducido por el ser humano. En particular, el programa de modelización ha proporcionado información esencial para las



Regiones oceánicas abarcadas durante el WOCE

evaluaciones periódicas del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC).

Las actividades de modelización en el PMIC están coordinadas por dos grupos de trabajo: el Grupo de trabajo sobre experimentación numérica (GTEN) y el Grupo de trabajo sobre modelos acoplados (WGCM). El GTEN se creó al principio del GARP y se convirtió en un máximo exponente de la experimentación numérica coordinada como medio de comparar distintas formulaciones y parametrizaciones de modelos. Debido al interés directo que el trabajo del GTEN despierta en el ámbito del estudio del clima y de la predicción meteorológica, este grupo se integró en el PMIC en 1980, y se halla bajo el copatrocinio de la Comisión de Ciencias Atmosféricas de la OMM desde 1985. El Proyecto internacional de intercomparación de modelos atmosféricos es tal vez la actividad del GTEN más conocida en los últimos años en el campo de la modelización climática.

Como su nombre indica, el Grupo de trabajo sobre modelos acoplados, creado en 1997, supervisa la coordinación internacional del desarrollo y evaluación de modelos acoplados (por ejemplo, el Proyecto de intercomparación de los modelos acoplados).

Una importante y reciente iniciativa estratégica del PMIC es el proyecto de Observación y predicción coordinadas del sistema terrestre (COPES), cuyo objetivo es facilitar el análisis y predicción de la variabilidad y evolución del sistema integral de la Tierra para su utilización en una variedad cada vez mayor de aplicaciones prácticas que aportan un interés y unos beneficios directos a la sociedad. La COPES ofrecerá un contexto más amplio para coordinar los variados ámbitos de la ciencia del clima en los que se mueve el PMIC y sus proyectos de colaboración con otros programas de la OMM, el CIUC y la COI, así como el Grupo intergubernamental de observación de la Tierra (que llevará a cabo el Plan de ejecución a 10 años de la Red mundial de sistemas de observación de la Tierra (GEOS)), y los programas de las agencias espaciales y de los centros de predicción numérica del tiempo y del clima.

Cooperación

A lo largo de su historia, el PMIC se ha relacionado extensamente con numerosos grupos que se ocupan del clima y de la investigación climatológica, y ha colaborado ampliamente con otras organizaciones científicas internacionales. La creación del PIGB ha otorgado al PMIC la oportunidad de cooperar en algunos aspectos de investigación climática relacionados tanto con la biogeoquímica como con la física. Esta colaboración ha sido particularmente activa entre el GEWEX y el proyecto sobre Aspectos biosféricos del ciclo hidrológico del PIGB, entre el SPARC y el Programa internacional de la química de la atmósfera global del PIGB, y entre el CLIVAR y el proyecto sobre Cambios anteriores a escala mundial (CAGLOP) del PIGB. Los intentos más recientes de acoplar el ciclo del carbono y la vegetación de superficie como componentes interactivos de los modelos del sistema terrestre han dado un nuevo impulso a la colaboración entre el PMIC y el PIGB.

El PMIC también patrocina, en el ámbito internacional, el Sistema de Análisis, Investigación y Capacitación (START) sobre el cambio global. Este sistema pretende fomentar la creación de capacidad en materia de investigación medioambiental en los países en vías de desarrollo, y en él colaboran también el PIBG y el Programa internacional sobre las dimensiones humanas del cambio ambiental mundial (PIDH) del CIUC.

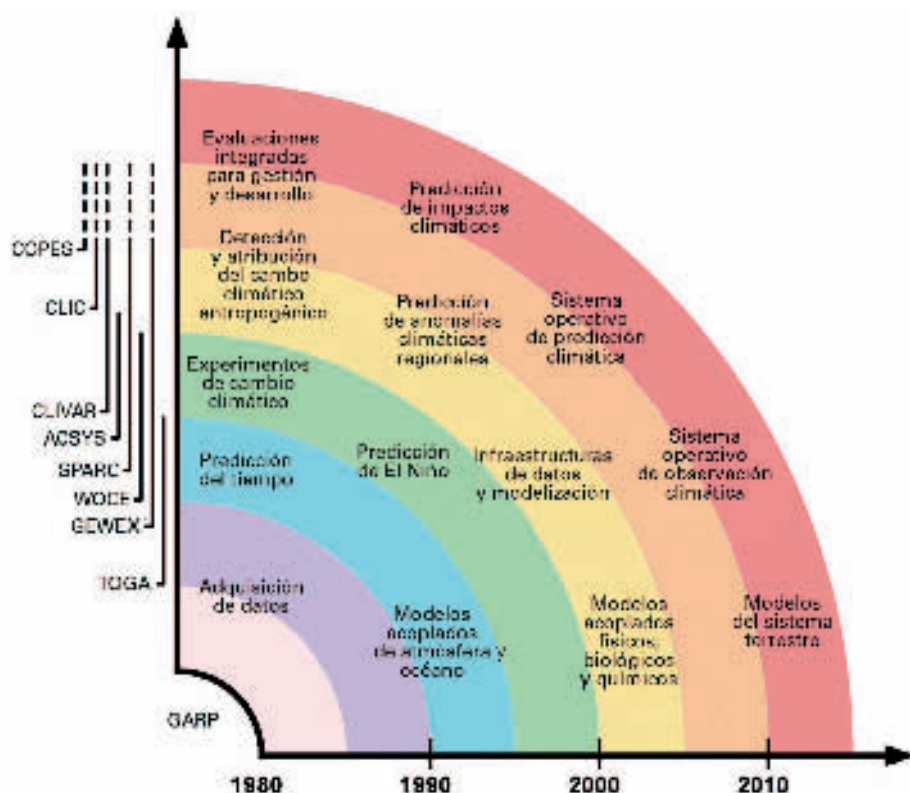
Recientemente el PMIC ha colaborado con algunas iniciativas que abordan el conocimiento de las variaciones en el clima y las proyecciones de posibles cambios climáticos en el futuro. Una de ellas es la Asociación científica del sistema Tierra, creada en 2001 entre el PMIC, el PIGB y el PIDH (CIUC), y el Consejo internacional de ciencias sociales, y también el Programa internacional de la ciencia de la diversidad biológica del CIUC (DIVERSITAS). Esta asociación promueve un enfoque coordinado sobre cuestiones mundiales importantes que atañen a todos, como son el balance de carbono, los sistemas alimentarios, los recursos hídricos y la salud humana.

Como reconocimiento a la importancia de las observaciones en la investigación del clima, el PMIC apoyó sólidamente la creación, por parte de la OMM, del Sistema mundial de observación del clima (SMOC) en 1992, en colaboración con el CIUC, el PNUMA y la COI. Otra iniciativa en la que participa el PMIC es el Experimento de investigación y predictibilidad del sistema de observación llamado THORPEX, que estudia la predictibilidad de fenómenos meteorológicos violentos y sus consecuencias climáticas, con una coordinación internacional facilitada por el Programa Mundial de Investigación Meteorológica de la OMM y el PMIC.

Con su preocupación constante por los posibles efectos climáticos derivados del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y de aerosoles en la atmósfera, el PMIC apoyó decididamente la creación del IPCC por parte de la OMM y el PNUMA en 1988, con el fin de evaluar los progresos alcanzados en esta importante área. La investigación internacional coordinada por el PMIC ha contribuido de manera significativa a llevar a cabo las evaluaciones científicas del IPCC publicadas en 1990, 1995 y 2001 (está en marcha la cuarta evaluación). La constatación actual de la importancia del papel que desempeñan los aerosoles en el clima ya la anticipó el CCM en su reunión de Hangzhou (China), en 1984, aunque lamentablemente el trabajo del PMIC en este ámbito no comenzó hasta pasados algunos años. Sin embargo, el PMIC ha proporcionado una gran parte de la base científica necesaria para estimar las consecuencias climáticas asociadas a los escenarios de emisión de aerosoles y de CO₂ contenidos en el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Conclusión

Gracias al competente apoyo de sus patrocinadores, y tal y como contemplaban sus objetivos originales, el PMIC ha servido durante sus primeros 25 años de existencia como mecanismo principal de coordinación de la investigación internacional sobre observaciones y modelización, que se considera



Descripción esquemática de la expansión a lo largo del tiempo de las actividades científicas del PMIC (según Gates, 1998)

necesaria para aumentar el conocimiento de la predictibilidad de los cambios climáticos naturales y antropogénicos. Además de los logros científicos específicos de sus proyectos individuales, el PMIC en su conjunto ha dirigido la recopilación de grupos de datos observacionales de alta calidad para importantes variables atmosféricas, oceánicas e hidrológicas, y también ha promovido el desarrollo, la aplicación, el diagnóstico y la mejora de los modelos climáticos globales.

Asimismo, el PMIC ha promovido la cooperación entre las diversas disciplinas implicadas en la investigación del clima, ha añadido valor a la investigación climática que llevan a cabo de forma individual los programas nacionales e institucionales, y ha aumentado la visibilidad, la comprensión y la apreciación de cuestiones climáticas importantes entre las comunidades internacionales científicas y gubernamentales, y entre el público en general.

Se prevé que el PMIC coordine de forma satisfactoria los aspectos internacionales de los retos futuros que puedan surgir en torno a

la investigación climática, incluyendo el perfeccionamiento de los modelos del sistema terrestre, el análisis de la predictibilidad de los cambios climáticos regionales y de sus consecuencias, y la puesta en marcha de sistemas mundiales integrales de observación y predicción del clima.

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer los valiosos comentarios de Sir John Houghton y de Gordon McBean (Canadá), ex Presidentes del Comité científico mixto del PMIC. También deseáramos expresar nuestro agradecimiento a Peter Lemke, el anterior Presidente del CCM, por su invitación a preparar esta historia, así como a David Carson, ex Director del PMIC, por sus consejos.

Bibliografía

Puesto que muchos de los documentos consultados en el transcurso de la preparación de este artículo contienen información relevante para numerosos aspectos de la historia del PMIC, no resulta práctico citarlos como referencias específicas. En lugar de ello, las más importantes de estas

fuentes históricas se enumeran como una bibliografía cronológica. Se da información más detallada en el gran número de otros informes y publicaciones publicados por la OMM y patrocinados por el PMIC y su predecesor GARP.

WMO [OMM], 1966: WMO Commission for Climatology, Climatic Change: Report of a Working Group. Technical Note No. 79, WMO-No. 195. TP.100. WMO. Ginebra, 79 pp.

WMO [OMM], 1969: Joint Organizing Committee for the Global Atmospheric Research Programme. An Introduction to GARP. GARP Publications Series No. 1. WMO. Ginebra, 22 pp.

US GARP COMMITTEE, PANEL ON CLIMATIC VARIATION, 1975: *Understanding Climatic Change: A Program for Action*. National Research Council/National Academy of Sciences. Washington, DC, 239 pp.

JOINT ORGANIZING COMMITTEE FOR THE GLOBAL ATMOSPHERIC RESEARCH PROGRAMME, 1975: *The Physical Basis of Climate and Climate Modelling* (Report of the International Study Conference, Stockholm, 29 July-10 August 1974). World Meteorological Organization [OMM]. Ginebra. GARP Publications Series No. 16. 265 pp.

WMO [OMM], 1979: *Proceedings of the World Climate Conference: A Conference of Experts on Climate and Mankind* (12-23 February 1979, Geneva). WMO-No. 537. Ginebra, 791 pp.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1980: Report of the First Session of the Joint Scientific Committee (26 March-3 April 1980, Amsterdam). WMO [OMM]. Ginebra, 43 pp.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1984: *Scientific Plan for the World Climate Research Programme*. WCRP Publications No. 2, WMO/TD-No. 6. WMO [OMM]. Ginebra, 95 pp.

JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1985: *Scientific Plan for the Tropical Ocean and Global Atmosphere Project (TOGA)*. WCRP Publications Series No. 3, WMO-No. 64. WMO [OMM]. Ginebra, 147 pp.

WMO [OMM], 1990: *Forty Years of Progress and Achievement: A Historical Review of WMO* (Sir Arthur Davies, ed.). WMO-No. 721. Ginebra, 205 pp.

- MOREL, P., 1991: Overview of the World Climate Research Programme. En: *Climate Change: Science, Impacts and Policy, Proceedings of the Second World Climate Conference* (29 October-7 November 1990, Geneva). WMO [OMM]. Ginebra, 163-167.
- JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 1995: *Climate Variability and Predictability (CLIVAR) Science Plan*, WCRP-89, WMO/TD-No. 690. WMO [OMM]. Ginebra.
- US NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1996: *Accomplishments and Legacies of the TOGA Program*. National Research Council/National Academy Press. Washington, DC, 171 pp.
- GATES, W.L., 1998: The WCRP Strategy and Future Challenges. En: *Proceedings of the Conference on the World Climate Research Programme: Achievements, Benefits and Challenges* (26-28 August 1997, Geneva). WMO/TD-No. 904. WMO [OMM]. Ginebra, 199-203.
- JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 2000: *Report of the Twenty-first Session of the Joint Scientific Committee and Annual Review of the World Climate Research Programme* (13-17 March 2000, Tokyo). WMO/TD-No. 1049. WMO [OMM]. Ginebra, 77 pp.
- JOINT SCIENTIFIC COMMITTEE FOR THE WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 2004: *Report of the Twenty-fourth Session of the Joint Scientific Committee and Annual Review of the World Climate Research Programme* (17-21 March 2003, Reading). WMO/TD-No. 1200. WMO [OMM]. Ginebra, 81 pp.
- WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME, 2005: *The Strategic Framework 2005-2015, Coordinated Observation and Prediction of the Earth System (COPES)*. WCRP-123, WMO/TD-No. 1291. WMO [OMM]. Ginebra, 60 pp.