

Análisis del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas: definición del programa de investigación climática del siglo XXI

por **Dame Julia Slingo**, exdirectora científica del Servicio Meteorológico del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

Desde 1990, cuando se publicó el Primer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), decenas de miles de científicos se han reunido para proporcionar la última evidencia científica de que el clima de la Tierra está cambiando y de que la mayor parte de ese cambio se debe a la actividad humana. Nunca antes tantos científicos habían estado dispuestos a coordinarse y dedicar sus recursos a abordar un asunto de una relevancia social y económica tan grande. Las estadísticas son abrumadoras. Para el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, la comunidad generó 2 petabytes de datos de simulación del clima, y más de 850 científicos de 55 países revisaron más de 9 200 publicaciones sobre la ciencia del clima físico. En base a este Informe, más de 190 países firmaron en París, en 2015, un acuerdo para limitar el calentamiento global a 2 °C y, si es posible, a 1,5 °C.

Lo que es mucho menos sabido es que nada de eso hubiera sido posible sin el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC). Ese programa fue el que guio el diseño, la coordinación y la difusión de los escenarios de cambio climático que sustentan las evaluaciones del IPCC. Sus actividades han tenido un enorme impacto en la ciencia sobre el cambio climático, y han permitido a una ingente comunidad científica participar en el proceso del IPCC.

El PMIC se creó en 1980 bajo el patrocinio conjunto de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Consejo Internacional para la Ciencia (CIUC). En 1993 se unió al patrocinio la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Desde el primer momento, el PMIC se ha

centrado en la ciencia del clima físico de vanguardia. Su misión es determinar en qué medida se puede predecir el clima, así como el alcance de la influencia humana sobre él.

El PMIC no financia la investigación directamente, pero juega un papel fundamental facilitando e integrando la investigación climática en áreas donde la coordinación internacional permite avances científicos que no se darían de otro modo. Logra que la comunidad científica internacional se sume a su programa de trabajo y contribuya al mismo y, a su vez, vela por que los participantes saquen beneficio de su colaboración en las actividades del PMIC. El compromiso de la comunidad científica con el PMIC es fuerte y amplio, y este es valorado y reconocido por proveer oportunidades de trabajo colaborativo para mayor beneficio de la ciencia. Al aunar esfuerzos internacionales, el PMIC ejerce un enorme efecto multiplicador de los fondos nacionales para investigación. Por ejemplo, el Sexto Informe de Evaluación del IPCC, que debe publicarse en 2020, se basará en investigación financiada a nivel nacional valorada en más de 4 000 millones de dólares de los Estados Unidos de América.

Los patrocinadores del PMIC encargaron una gran revisión del programa, al acercarse este a su 40º aniversario, para verificar su eficacia a la hora de abordar las demandas del siglo XXI en materia de información climática en todas las escalas temporales y espaciales. Este análisis, publicado en septiembre de 2018, hace una serie de recomendaciones sobre cómo el PMIC y sus patrocinadores deberían planificar su futuro y asegurar que la investigación esencial sobre el clima continúe progresando y atienda las necesidades de la sociedad.

El PMIC, más necesario que nunca

Con el Acuerdo de París, podría ser tentador concluir que la investigación sobre el clima ha proporcionado las respuestas –el mundo se está calentando y eso se debe a nosotros– y que todo lo que se necesita ahora son los avances tecnológicos para gestionar las fuentes y los efectos de ese calentamiento. Por el contrario, el análisis argumenta que el núcleo que sustenta la investigación climática (que el PMIC ayuda a proporcionar) es necesario ahora más que nunca. Las apremiantes necesidades de la sociedad de solucionar los impactos del cambio climático (Acuerdo de París), de mitigar los riesgos de desastres y mejorar la resiliencia a estos (Acuerdo de Sendái) y de un desarrollo sostenible del planeta (Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas), aumentan la importancia de la investigación sobre el clima que coordina el PMIC.

Hoy vivimos en una economía global, que se apoya en el comercio internacional, en los sistemas de transporte eficaces y en un suministro fiable y resiliente de alimentos, energía y agua. Todos esos sistemas son vulnerables en condiciones adversas del tiempo y del clima. La presión añadida del cambio climático crea un nuevo conjunto de circunstancias y genera nuevos retos. Durante el próximo siglo, la exposición a los riesgos causados por un clima variable y cambiante se verá agravada por el crecimiento demográfico y el de la urbanización, y el requisito de proporcionar alimentos, agua y energía a la población mundial. Tenemos que forjar naciones más resilientes, mejor preparadas para los riesgos del tiempo y del clima. Tenemos que ayudar a los gobiernos y al mundo empresarial a tomar decisiones inteligentes para futuras inversiones en adaptación. Tenemos que guiar la implementación de políticas de atenuación para evitar que el cambio climático sea peligroso. Sin una base fuerte en la ciencia del clima, no se puede abordar ninguno de esos retos de manera sólida, rentable y duradera.

Necesidad de un enfoque sin discontinuidad entre tiempo y clima

La ciencia del clima ha evolucionado sustancialmente desde la creación del PMIC. Los avances en ciencia fundamental, en el sistema de observación del clima y en simulaciones complejas, combinados con la explotación de tecnologías punteras, como satélites y superordenadores, han revolucionado nuestra forma de entender el tiempo y el clima que experimentamos.

Gracias a esos avances, podemos predecir el comportamiento del tiempo y del clima con un grado de acierto cada vez mayor. Hoy en día, la ciencia del clima involucra numerosas disciplinas diferentes además de la meteorología: oceanografía, química, biología y muchas más. Los modelos climáticos ya no consideran únicamente el sistema climático físico, sino que cada vez más incluyen procesos del sistema Tierra, tales como el ciclo del carbono.

Al mismo tiempo, la necesidad de información climática en todas las escalas temporales y espaciales ha llevado al reconocimiento de que la ciencia del tiempo es fundamental para la del clima, y que ambas se sustentan en la misma meteorología básica. Va a ser cada vez más importante un pensamiento continuo y transversal entre la predicción meteorológica y la predicción climatológica. Después de todo, sabemos que los mayores efectos del cambio climático se harán sentir a través de situaciones meteorológicas de gran impacto como crecidas, mareas de tempestad y olas de calor. Por consiguiente, se necesita una cooperación mucho más estrecha entre las dos comunidades, con una mayor armonización de sus investigaciones básicas, desarrollo de modelos y actividades de predicción.

Tradicionalmente, el PMIC ha estructurado sus actividades en torno a cuatro proyectos centrales, cada uno enfocado en un elemento fundamental del sistema Tierra: atmósfera, tierra, océano y hielo (criosfera). Ello ha funcionado bien, conduciendo a la comunidad a varios avances innovadores como la comprensión de la química y la dinámica del agujero de la capa de ozono, la capacidad de observar, entender y predecir El Niño, y la valoración de la contribución de la fusión de los glaciares y la capa de hielo a la subida del nivel del mar. Sin embargo, la revisión concluyó que tanto la estructura como el área que abarcan esos proyectos pueden no ser ya los apropiados en una era en la que se necesitan enfoques más globales del sistema Tierra y más continuos de la ciencia meteorológico-climática. La sociedad de hoy requiere ciencia y servicios desde la escala mundial a la local.

Mantenimiento del objetivo principal

Los objetivos iniciales del PMIC –determinar hasta qué punto se puede predecir el clima, y el alcance de la influencia humana en él– deberían permanecer como pilares centrales del PMIC del futuro. Esos pilares necesitarán tener una visión global del sistema climático, juntando sus componentes y considerando la



*Parque Nacional de Los Glaciares
Fotógrafa: Clare/Melanie Kapp*

relación sinérgica entre el tiempo, la variabilidad climática y el cambio climático.

En respuesta a la primera pregunta –¿hasta qué punto se puede predecir el clima?– ahora sabemos que hay muchos factores que impulsan la variabilidad climática en escalas de tiempo que van desde meses hasta décadas, más allá de los océanos, como por ejemplo el sol y otros componentes del sistema climático. Para encontrar señales predecibles, necesitamos incluirlos a todos en nuestros sistemas de predicción y descubrir cómo interactúa cada uno con el conjunto del sistema fortaleciendo o debilitando la predictibilidad. Tanto la atmósfera como los océanos son fluidos dinámicos que pueden transmitir señales desde una parte del sistema hasta muchos otros puntos remotos del mundo. Se denominan teleconexiones y formas de variabilidad, y desenmarañar las sutiles dinámicas climáticas asociadas a ellas sigue siendo un reto, pero será necesario progresar para llegar a entender la volatilidad cambiante tanto del tiempo como del clima a medida que nuestro planeta se calienta.

El segundo objetivo central aborda el alcance de la influencia humana en el clima y formula varias cuestiones fundamentales acerca de la sensibilidad del clima y sobre cómo evolucionarán nuestros conocimientos sobre ella a medida que introducimos nuevas retroalimentaciones del sistema Tierra, tales como los ciclos del carbono y el nitrógeno y el permafrost en fusión. A

medida que la frecuencia de los eventos extremos, tanto climáticos como meteorológicos, parece aumentar cada año, surgen preguntas inevitables sobre la influencia del cambio climático. La atribución de eventos específicos con un grado de fiabilidad notable todavía es incipiente. La ciencia en ese ámbito supone todo un desafío, y el progreso será esencial para guiar las inversiones en adaptación y construcción de sociedades más resilientes. Y desde luego, el PMIC debe continuar jugando un papel crucial en el IPCC coordinando el diseño, suministro y evaluación de escenarios climáticos. Se basará en las capacidades científicas y de modelización más vanguardistas para orientar las políticas de adaptación y mitigación y para sustentar los acuerdos internacionales en materia de reducción de emisiones.

Para alcanzar su principal objetivo, el PMIC deberá basarse en un tercer pilar, el de la investigación fundamental sobre los procesos del sistema Tierra en diferentes escalas temporales. Por ejemplo, debería englobar desde las rápidas escalas de la convección organizada de los cúmulos, hasta las lentas escalas temporales de la vegetación dinámica y la fusión de las capas de hielo. En el meollo de esta actividad está el reconocimiento de que comprender los procesos a escalas finas mediante observaciones, experimentos de campo y simulaciones es esencial para el desarrollo de parametrizaciones a gran escala, lo que asegurará que los modelos de los sistemas climáticos y terrestres proporcionen simulaciones, predicciones y escenarios fiables y robustos. Es

aquí cuando los vínculos con la ciencia del tiempo y con la comunidad de predictores serán inmensamente valiosos, pues estas se enfrentan a muchos de los mismos problemas científicos y de modelización, pero con la ventaja de poder probar modelos en un entorno de predicción.

Estos tres pilares centrales y duraderos están diseñados para fomentar las habilidades y las capacidades a largo plazo. Al mismo tiempo, será esencial que, mediante la cooperación internacional, el PMIC aborde con urgencia problemas científicos fundamentales con una relevancia social explícita, bien por sus impactos específicos, bien por su condición de impulsores de políticas. Para ello, el PMIC apoyará un conjunto de proyectos de investigación transversales de perfil alto, pero limitados en el tiempo. Entre los posibles ejemplos se incluyen los siguientes:

- aumento regional del nivel del mar, impactos costeros y ciudades;
- tiempo y clima extremos, ahora y en el futuro;
- ciclo del agua y grandes zonas productoras de alimentos del mundo;
- futuro de las capas de hielo de la Antártida y Groenlandia.

Esto permitirá al PMIC mantener una cartera dinámica de investigación, colaborar con una mayor cohorte de científicos e inspirar y estimular a la próxima generación de líderes de la ciencia.

Impulso a la ciencia

El análisis deja muy claro que la fortaleza del PMIC debe continuar residiendo en su enfoque en la ciencia fundamental que lo sustenta. Su papel no es proporcionar productos elaborados y servicios. Así se arriesgaría a perder el foco. Sin embargo, debería seguir manteniendo un diálogo activo con los usuarios e interesados en su ciencia, lo que redundará en múltiples beneficios. El PMIC podrá articular el valor de su ciencia central para abordar las necesidades de la sociedad, dando acceso a los usuarios a los últimos avances científicos para que puedan amoldar sus servicios en consecuencia.

La escala de la empresa que se le requiere ahora puede suponer el mayor riesgo para el futuro PMIC, y para la comunidad científica en general. La modelización es una herramienta esencial para la ciencia del clima, y el desarrollo de los modelos todavía supone un trabajo difícil de priorizar y de dinamizar con fondos de investigación. Los modelos climáticos siempre han necesitado de muchos recursos informáticos. A lo largo de las décadas, la potencia de computación disponible ha dictado el nivel de sofisticación de los modelos y el tipo de simulaciones que, consecuentemente, se pueden realizar. Hay muy pocas ciencias donde el progreso esté tan estrechamente unido al crecimiento del poder de supercomputación.

Con los nuevos enfoques sin discontinuidad para el tiempo, el clima y la ciencia del sistema Tierra, y la llegada de la computación a gran escala, se requiere un gran esfuerzo en el desarrollo de modelos de alta resolución, completamente acoplados, con parametrización del sistema Tierra. Ello implica el desarrollo de una nueva generación de códigos. El PMIC puede ejercer un papel vital apoyando a la comunidad, mediante el impulso de la ciencia para la siguiente generación de modelos del sistema Tierra, y proporcionando un foro para involucrar a los proveedores en el diseño de máquinas a gran escala para el beneficio de todos.

En resumen, el análisis elogió al PMIC por su larga y vital contribución a la investigación internacional sobre el clima. Sin embargo, y de acuerdo con sus patrocinadores, ahora debe planificar su futuro para garantizar que la investigación fundamental sobre el clima continúe progresando y sirviendo a las necesidades de la sociedad a medida que encara los desafíos del siglo XXI. Al actuar como la voz colectiva, reconocida internacionalmente, sobre la ciencia del clima, el PMIC juega un papel de apoyo crítico, interactuando estratégicamente con los proveedores de fondos para la investigación y los gobiernos para asegurar que la sociedad tenga acceso a la mejor evidencia científica posible. Con la aparición de la modelización global del sistema Tierra, de la ciencia sin discontinuidad del tiempo y el clima, de la creciente competencia y fiabilidad de la predicción climática, y el requerimiento cada vez mayor de un rango creciente de proyecciones climáticas desde lo mundial hasta lo local para guiar las acciones de resiliencia, adaptación y mitigación, el PMIC es ahora más necesario que nunca.