

# Los desafíos a los que se enfrenta la meteorología en el siglo XXI



*Los beneficios actuales de los servicios meteorológicos representan solo una pequeña fracción de lo que es potencialmente alcanzable.*

**Por John W. Zillman\***

## Introducción

Cuando empecé mi carrera en meteorología, hace poco menos de 50 años, me dijeron que la predicción meteorológica era uno de los desafíos más grandes de la ciencia y que se resolvería durante mi vida profesional. Tuve el privilegio de formar parte de la

generación que vio por primera vez a los satélites meteorológicos observar la atmósfera desde el espacio y a los ordenadores simular su comportamiento con una habilidad siempre en crecimiento; que vio a las naciones, instituciones y disciplinas unirse en unos niveles de cooperación internacional sin precedentes hasta entonces para ayudar a desvelar los secretos de la predictibilidad atmosférica; y que vio el progreso de la predicción meteorológica y climatológica desde una concepción experimental hasta un campo científico avanzado y muy respetado. Pero, a lo largo de mi carrera, descubrí que dentro de cada desafío científico satisfecho y de cada problema resuelto yace la semilla de un nuevo desafío, generalmente mayor.

Ahora, cuando miro al futuro al final de medio siglo de un profundo progreso en prácticamente todos los aspectos de la ciencia y de la práctica de la meteorología, veo un colectivo internacional de investigadores muy comprometidos y con una base general, centrada en una formidable serie de problemas científicos que, por su gran complejidad, empujeñecen a los que, en la década de 1950, me parecían lo bastante sencillos de comprender. También veo un impresionante conjunto de desafíos políticos institucionales y operativos para el colectivo meteorológico, que serán tan importantes y tan difíciles de resolver como los de las apasionantes fronteras de la investigación atmosférica.

Durante mis años en la OMM, yo mismo me encontré con el reto de inventariar en numerosas ocasiones la situación del momento de la meteorología internacional, de sondear las oportunidades y los desafíos que se presentaban y de sugerir los elementos fundamentales de una estrategia

para el futuro (Zillman, 1984; 1998, 1999, 2000, 2003). Aunque, de una parte, no hay mucho que pueda añadir a las evaluaciones más exhaustivas y actualizadas de los desafíos a los que se enfrenta la meteorología del siglo XXI ya publicadas por la OMM (p. ej., OMM, 2004), y ahora veo el futuro con menor claridad que hace 20 años, estoy agradecido por la oportunidad de intentar fijar mis puntos de vista de una manera más sucinta y directa de lo que parecía posible o adecuado en el pasado.

Aunque no hay, por supuesto, un único modo óptimo de presentar los desafíos a los que se enfrentan la meteorología y sus ciencias hermanas en las primeras décadas del siglo XXI, los veo más claramente en términos de los dominios diferentes, pero que se solapan y son interdependientes, de la política pública, los sistemas, la ciencia, los servicios y la cooperación internacional de la meteorología.

## La política pública

El marco de la política pública para la meteorología ha recorrido un largo camino desde que el Profesor Cleveland Abbe creara sus redes de observación en los EE.UU. para emitir predicciones meteorológicas diarias para Nueva York y afirmase en 1869 (Cox, 2002) que "he empezado lo que el país no dejará morir"; y desde que el Teniente Matthew Fontaine Maury convocara la Conferencia de Bruselas de 1853 para crear la Organización Meteorológica Internacional (OMI) y sentase las bases de la cooperación internacional en meteorología (Davies, 1990).

Pero dos cosas han permanecido invariables como centro de la política meteorológica pública durante más de un siglo. Para que los gobiernos cumplan con sus obligaciones más

\* Presidente de la OMM (1995-2003) y Director de la Oficina de Meteorología de Australia (1978-2003)



*Vista aérea del tsunami que azotó Meulaboh, en Sumatra (Indonesia), el 6 de enero de 2005*

fundamentales de proteger la seguridad de sus ciudadanos mediante alertas de episodios meteorológicos amenazantes, cada país debe tener funcionando una infraestructura meteorológica nacional básica de un tipo que ni el esfuerzo voluntario ni las fuerzas de mercado podrán suministrar; y para que todos los países hagan el mejor uso de su infraestructura y de sus datos meteorológicos para satisfacer las necesidades de sus propios ciudadanos, deben tener acceso también a datos comparables de otros países.

Por lo tanto, no fue por casualidad que, a finales del siglo XX, prácticamente todos los países del mundo hubieran creado un Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para hacer funcionar sus redes nacionales de observación meteorológica y para suministrar predicciones imprescindibles y servicios de alerta; y que el concepto y el papel del SMN se considerasen igualmente válidos y fundamentales tanto en las economías mixtas y de libre mercado occidentales como en las economías planificadas centralmente de los antiguos estados socialistas.

Y no fue por casualidad que, poco después de concluir la Segunda Guerra Mundial, la meteorología se convirtiera en el único campo individual de la ciencia responsable de su propia Agencia Especializada de las Naciones Unidas.

Sin embargo, a pesar de su historia y de su sólida base en la economía del sector público, la política meteorológica pública experimentó una convulsión en los últimos años del siglo XX por la imposición generalizada a los servicios públicos, tanto de los países desarrollados como de los países en vías de desarrollo, de las ideologías políticas y de mercado de la competencia que habían florecido en las instituciones financieras internacionales y que se habían extendido por el mundo con la actualidad de la globalización de las décadas de 1980 y de 1990 (Stiglitz, 2002).

Los efectos sobre la meteorología se exacerbaban, desde mi punto de vista, porque muchos de los que participaban en la carrera del sector público hacia el mercado no acertaron a comprender las características únicas del suministro

de servicios meteorológicos nacionales y de la cooperación meteorológica internacional, o a ver el potencial para una cooperación genuina entre lo público y lo privado en aras de maximizar los beneficios y el valor de la ciencia y de los servicios meteorológicos para los países individuales y para el colectivo mundial en su conjunto.

Creo que el mayor desafío para el colectivo meteorológico internacional a lo largo de las próximas décadas será el de restablecer un marco de política pública fuerte y ampliamente aceptado para el suministro de observación, investigación y servicios meteorológicos en un mundo globalizado, mercantilizado y cada vez más inseguro. Harán falta respuestas satisfactorias a los siguientes retos específicos:

- La creación de un marco económico riguroso y global para la meteorología en los ámbitos nacional e internacional.
- El logro de un reconocimiento universal de los datos básicos meteorológicos y medioambientales afines como un bien público mundial.
- La consolidación del concepto y del papel del SMN como componente esencial de la infraestructura nacional básica de todos los países.
- La creación de asociaciones fuertes y de apoyo mutuo entre los sectores público, privado y académico de la meteorología en los ámbitos nacional e internacional.
- La finalización de la integración de los sistemas, la ciencia y los servicios de la meteorología con los de la oceanografía y la hidrología, ciencias hermanas de la meteorología.
- La dirección de la contribución de la ciencia del sistema terrestre para

acordar estrategias mundiales para la sostenibilidad de la energía, el agua, los alimentos y la calidad medioambiental, a lo largo del siglo XXI.

## Los sistemas

Aunque su sofisticación, arquitectura, integración y niveles de interoperabilidad han cambiado hasta hacerse casi irreconocibles durante el siglo pasado y seguirán haciéndolo durante el próximo, parece prácticamente cierto que las necesidades de la sociedad en cuanto a información meteorológica, climatológica e hidrológica (pasada, presente y futura) seguirá dependiendo en gran medida de la existencia de una infraestructura nacional e internacional coordinada de sistemas de observación, comunicaciones y proceso de datos dentro de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM. Entonces, el mayor desafío para la meteorología será lograr un reconocimiento generalizado dentro de los gobiernos nacionales y de las organizaciones internacionales afines de lo absolutamente fundamental que resulta una inversión continuada en los sistemas nacionales básicos de observación, comunicación y proceso de datos meteorológicos y en los mecanismos para garantizar su coordinación e interoperabilidad internacionales. Esto implicará los retos específicos de:

- Mantener un algo grado de concienciación dentro de los gobiernos nacionales de las características de bien público de su infraestructura meteorológica nacional y de los beneficios públicos que se obtienen de su funcionamiento eficaz.
- Crear sistemas mundiales de observación de la superficie de la tierra de homogeneidad y eficacia comparables a los que funcionan y están previstos para la atmósfera y los océanos.

- Lograr la integración eficaz de los sistemas mundiales de observación meteorológica con los de otros dominios medioambientales a través de la emergente Red Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS) o del marco que lo suceda.
- Crear mecanismos eficaces de gestión y de financiación para integrar los sistemas de investigación con los operativos y lograr la transición entre los mismos.
- Encontrar la combinación correcta entre el compromiso humano y la automatización en el funcionamiento de los sistemas de observación, predicción y proceso de datos meteorológicos del futuro.
- Determinar qué partes de la infraestructura meteorológica pública se financian y funcionan mejor en los ámbitos mundial, regional, nacional y local.
- Garantizar una financiación estable y a largo plazo de las componentes

de bien público de la infraestructura meteorológica nacional, regional y mundial.

## La ciencia

El principal desafío de la ciencia atmosférica en el siglo XXI será mantener el importante ritmo de progreso que hicieron posible las muy exitosas iniciativas de “gran ciencia” del siglo XX: el Programa de Investigación de la Atmósfera Global (GARP) y las iniciativas que le sucedieron, como el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas. Los retos futuros de las ciencias atmosféricas se han establecido con detalle en muchos sitios (p. ej., en el Consejo Nacional de Investigación, 1998) pero yo destacaría como de especial importancia los siguientes:

- Un mejor conocimiento de la predictibilidad, y de los límites de la misma, de los fenómenos atmosféricos en todas las escalas temporales y espaciales.
- Un mejor conocimiento de los mecanismos de la variabilidad natural del



*Conocer mejor los mecanismos de la variabilidad natural del clima supone uno de los desafíos futuros de la investigación de la ciencia atmosférica. (Fotografía: Departamento de Asuntos Exteriores y de Comercio del Gobierno de Australia)*



*Zonas inundadas de Nueva Orleans (en azul oscuro) el 6 de septiembre de 2005, una semana después del paso del huracán Katrina. El suministro de servicios meteorológicos debe centrarse aún más en la reducción del número de muertes por huracanes, crecidas, sequías y otros desastres naturales. (Imagen por cortesía de Lawrence Ong, Oficina Científica de la Misión EO-1, GSFC/NASA)*

clima en escalas temporales que vayan de los meses a los milenios.

- El conocimiento de la naturaleza y del alcance del acoplamiento entre la atmósfera inferior y superior y el entorno espacial cercano a la Tierra.
- La incorporación de modelos de predicción atmosférica en modelos del sistema terrestre completamente integrados.
- El desarrollo de una capacidad para proyectar con fiabilidad el cambio climático inducido por el hombre en el ámbito regional.
- La creación de asociaciones más eficaces entre los sectores gubernamentales y los no gubernamentales en la investigación meteorológica.

- Atraer a los mejores científicos jóvenes a la especialidad mediante el fortalecimiento de las instituciones de enseñanza y formación profesional de la meteorología en todo el mundo.
- Encontrar mejores mecanismos de evaluación del estado del conocimiento de problemas científicos controvertidos como el cambio climático inducido por el hombre.

### Los servicios

Una de las mayores atracciones de la meteorología como especialidad científica, pero también una de las cruces más pesadas que debe soportar, ha sido lo apremiante y el alcance de su aplicación práctica para proteger a la sociedad de las fuerzas de la naturaleza y para beneficio social y económico de la población en casi

todas las clases sociales. Aunque ya sean enormes, los beneficios sociales de los servicios meteorológicos representan solo una pequeña fracción de lo que se puede lograr potencialmente y el desafío para el suministro de servicios meteorológicos en el siglo XXI será aprovechar la ciencia y los sistemas y crear los acuerdos institucionales necesarios para facilitar ese potencial al conjunto de los ciudadanos de cada país del mundo (Consejo Nacional de Investigación, 2003).

Por supuesto que los desafíos individuales para los distintos campos del suministro de servicios meteorológicos son demasiado numerosos para citarlos aquí, pero considero que los más importantes son:

- Centrar todavía más el suministro de servicios meteorológicos en la reducción del número de muertes por huracanes, crecidas, sequías y otros desastres naturales.
- Desarrollar modelos nacionales e internacionales potentes de suministro de servicios que exploten el potencial de asociación y de apoyo mutuo entre los SMN (bien público) y los proveedores comerciales (bien privado) de servicios meteorológicos.
- Explotar al completo el papel de los medios de comunicación de masas y el potencial de las nuevas tecnologías para aumentar la disponibilidad y el beneficio públicos de los servicios meteorológicos públicos.
- Ampliar el papel de los SMN como centro para el suministro nacional de un conjunto mucho mayor de servicios medioambientales que serán posibles a través de la implantación satisfactoria de la Red Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS).

- Encontrar formas de gestionar las expectativas poco realistas de los colectivos de usuarios y de los gobiernos de las habilidades de predicción que van más allá de lo que puede ofrecer la ciencia.
- Crear un sector privado internacional fuerte y competente profesionalmente capaz de aportar todos los beneficios de los servicios meteorológicos especializados y específicos para cada usuario y de los servicios afines en todos los países.
- Convertir de manera más eficaz la meteorología en política pública utilizando y perfeccionando la información meteorológica en la adopción de decisiones en todos los ámbitos sociales.

### La cooperación internacional

No existe otro campo de la ciencia —ni de otra rama del esfuerzo humano— con un registro tan glorioso de logros en la cooperación internacional como la meteorología en el siglo XX. Ha sido producto de la interdependencia mundial de los procesos atmosféricos y se ha alcanzado a partir del compromiso mundial del colectivo meteorológico de trabajar juntos para obtener los beneficios de su ciencia para el bien de toda la humanidad. Pero las tradiciones profundamente arraigadas de la cooperación internacional estuvieron sujetas a fuertes presiones en las últimas décadas del siglo XX, por las fuerzas económicas y políticas y los desarrollos institucionales ajenos al dominio de la meteorología y alejados de la influencia de la OMM.

El gran desafío del siglo XXI será mantener y fortalecer las tradiciones mundiales de cooperación de la meteorología y garantizar que la OMM sea capaz de seguir como el modelo de cooperación internacional en que se ha convertido, según se reconoce

de forma generalizada, a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Esto implicará una gran cantidad de retos individuales, entre los que se incluyen:

- Garantizar que las fuerzas de la competencia en un mundo económicamente globalizado no acaben con las tradiciones de la cooperación del mundo meteorológicamente globalizado.
- Mantener el viejo espíritu de confianza y facilidad de cooperación entre el colectivo meteorológico mundial en una era de creciente desconfianza, temor al terror y preocupación por la seguridad nacional e internacional.
- Restablecer la confianza en los mecanismos universales del Sistema de Naciones Unidas y en el uso de la OMM y de sus agencias hermanas (gubernamentales y no gubernamentales) para la implantación de los acuerdos fundamentales de coordinación mundial para la meteorología y las especialidades afines.
- Definir más claramente los papeles respectivos de la OMM y de sus agencias y programas hermanos a la hora de ofrecer el marco de cooperación internacional en las ciencias del sistema terrestre.
- Revalidar y fortalecer los estatutos de la OMM para reflejar el papel en evolución de la meteorología en la escena mundial y para consagrar los principios básicos de la cooperación internacional y del libre intercambio, que aportan el *sine qua non* de su existencia.

### Esperanzas y sueños

Los fenómenos de la meteorología y del clima han inspirado al arte y a la literatura de todas las generaciones y han dado forma a la historia de las

civilizaciones desde que los hombres pisaron la Tierra. Conocer el funcionamiento de la atmósfera ha sido un desafío para los intelectos de muchas de las grandes figuras de la ciencia moderna. Aquellos que observan y estudian la atmósfera conforman un colectivo mundial muy especial cuyos valores, lealtades y habilidades traspasan las barreras del lenguaje, la cultura, la ideología y el estado de desarrollo económico.

Nosotros, la familia meteorológica, recorrimos un largo camino en el siglo XX. Mi esperanza para el futuro de la meteorología en el siglo XXI es que la atmósfera y sus formas nunca pierdan su capacidad de maravillar a los que la estudian; que el colectivo meteorológico nunca pierda su sentido de confianza, cooperación y compromiso mutuos para el bien público que inspiró la creación de la OMM, que mantuvo a la OMM unida a lo largo de la segunda mitad del siglo XX y que es tan necesario en la actualidad como modelo para el resto de la humanidad en el agitado mundo exterior; que la ciencia de la meteorología no pierda nunca su capacidad para desafiar al intelecto humano; y que el problema de la predicción meteorológica no se resuelva nunca del todo.

También espero que, igual que la meteorología del siglo XX aportó niveles de conocimiento científico, capacidades operativas y beneficios sociales muy superiores a las expectativas y aspiraciones de aquellos que sentaron sus bases en los primeros años de la OMI, igualmente, dentro de 50 años, el espíritu de la OMM de cooperación internacional y los beneficios mundiales del progreso meteorológico hayan florecido más allá de los sueños más salvajes de los que la dirigimos a través de los actuales tiempos exigentes.

## Referencias

- COX, J. D., 2002: *Storm Watchers: The Turbulent History of Weather Prediction from Franklin's Kite to El Niño*. John Wiley, Hoboken, 252 pp.
- DAVIES, D. A. (Ed.), 1990: *Forty Years of Progress and Achievement*. A Historical Review of WMO. OMM, Ginebra, 205 pp.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1998: The Atmospheric Sciences Entering the Twenty First Century. *National Academies Press*, Washington DC, 364 pp.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003: Fair Weather: Effective Partnerships in Weather and Climate Services. *National Academies Press*, Washington DC, 220 pp.
- STIGLITZ, J. E., 2002: *Globalization and its Discontents*. Norton and Company, Nueva York, 282 pp.
- OMM, 2004: *Sexto Plan a Largo Plazo 2004-2011*, OMM-Núm. 962. OMM, Ginebra, 92 pp.
- ZILLMAN, J. W., 1984: La planificación a largo plazo en la OMM. *Boletín de la OMM* 33 (2), 141-145.
- ZILLMAN, J. W., 1998: The WMO Long-term Plan. A focus on regional needs. Actas de la Segunda Conferencia Técnica sobre Gestión de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos en la Región V (Suroeste del Pacífico) Nadi, Fiji, 14-18 de diciembre de 1998. WMO/TD No. 963. OMM, Ginebra, 34-61.
- ZILLMAN, J. W., 1999: Meteorology and oceanography in the twenty first century. *AMOS Bulletin* 12, 28-34.
- ZILLMAN, J. W., 2000: Los retos del futuro. *Boletín de la OMM* 49 (1), 9-14.
- ZILLMAN, J. W., 2003: Mirando hacia el futuro, mirando hacia atrás. *Boletín de la OMM* 52 (2), 123-133.