

Cómo construir la cooperación en meteorología y oceanografía



Por Albert Fischer, Especialista de Programa del Sistema Mundial de Observación de los Océanos y de la Comisión Técnica Mixta de Oceanografía y Meteorología Marina (CMOMM) de la OMM y de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI de la UNESCO)

Introducción

Los seres humanos viven en el dominio de la atmósfera pero, con una densidad de población en las zonas costeras dos veces superior a la del resto de lugares, y con el efecto del océano sobre la variabilidad del clima y del tiempo, son importantes el conocimiento y la capacidad para observar y

predecir el estado de los océanos y su interacción con la atmósfera.

Numerosos artículos de esta edición del Boletín abordan los problemas científicos para comprender el sistema acoplado entre la atmósfera y el océano y el artículo de Mike Johnson (página 138) trata directamente de los desafíos logísticos y políticos a la hora de crear una red mundial para observar los océanos y su interacción con la atmósfera. El presente artículo se centra en la cooperación entre oceanógrafos y meteorólogos para observar el medio ambiente marino y para transformar esas observaciones en productos útiles.

Desafíos en la observación del medio ambiente marino

La observación en el reino marino conlleva sus propios desafíos especiales. El agua salada y la espuma del mar corroen los metales y, como puede testificar todo aquel que haya visto un bote entrar en dique seco para su mantenimiento periódico, a muchas formas de vida marina les gusta fijarse a objetos fijos. Esta “biocontaminación” supone una fuente importante de preocupación para el diseño y la duración de los instrumentos del océano superior, en el que abunda la vida marina. El agua también es mil veces más densa que el aire y la presión aumenta rápidamente por debajo de los primeros metros del océano.

Los océanos son grandes y abarcan el 70 por ciento de la superficie terrestre —y la mayor parte de esta superficie tiene poco que ver con las rutas y los lugares ocupados regularmente por los hombres—. Esto significa que hay pocos observadores humanos para mantener los instrumentos y las plataformas. Por lo tanto, los instrumentos tienen que sobrevivir durante largos

La Comisión Técnica Mixta de Oceanografía y Meteorología Marina (CMOMM) de la OMM y de la COI

La CMOMM supone un signo concreto de cooperación entre los oceanógrafos y los meteorólogos, pero su cooperación en la toma y transformación de datos brutos en el sistema acoplado de la atmósfera y el océano abarca muchos esfuerzos internacionales, nacionales y regionales.

La Comisión ofrece el mecanismo internacional e intergubernamental de coordinación, regulación y gestión para un sistema operativo de observación, gestión de datos y servicios oceanográficos y de meteorología marina.



períodos de tiempo sin atención y se necesitan calibraciones cuidadosas para garantizar la fiabilidad de los datos.

Para que sean útiles para la predicción meteorológica y oceánica, los datos tienen que ser devueltos a los centros de datos en tierra firme en tiempo real, lo que implica desafíos adicionales para crear las comunicaciones de satélites necesarias. Para muchos sistemas autónomos, esto es lo que más energía consume y lo que más limita la vida del instrumento.

En las últimas décadas, los satélites que observan los océanos han supuesto una revolución en nuestra capacidad de observación —de manera mundial y simultánea— de la temperatura de la superficie del mar, el color del océano, y una estimación de la vida marina en la superficie.

[Este] artículo se centra en la cooperación entre oceanógrafos y meteorólogos para observar el medio ambiente marino y para transformar esas observaciones en productos útiles... con beneficios sociales y económicos tangibles e inmediatos.

Más recientemente, se ha dispuesto de observaciones de satélite de la topografía de la superficie del mar, cartografiando los “sistemas meteorológicos” de alta y baja presión de los océanos, la circulación mesoescalar oceánica, y las tensiones del viento en la superficie del mar, una medida de la transferencia de momento desde la atmósfera al océano. Un inconveniente importante de las observaciones por satélite de los océanos es que la radiación electromagnética penetra en los océanos sólo un poco, lo que hace que el océano subsuperficial sea invisible desde el espacio. Aunque se pueden hacer inferencias sobre el océano superior mirando desde la superficie, en algunas aplicaciones de predicción meteorológica y climatológica los datos de subsuperficie resultan críticos.

Estos desafíos de las observaciones han forzado a los científicos de las observaciones marinas y oceánicas a desarrollar soluciones creativas para observar los océanos. Muchos de los datos in situ de la superficie marina y del océano superior recopilados por todo el mundo son recogidos por barcos de observación voluntaria, con

gran frecuencia barcos mercantes que llevan instrumentos meteorológicos y oceanográficos. Las mediciones meteorológicas de superficie se llevan a cabo con instrumentos montados en lo alto del barco, con objeto de evitar las interferencias de la superestructura del barco, y se transmiten varias veces al día mediante comunicaciones por satélite.

Numerosos barcos mercantes, sobre todo en el Atlántico Norte, están equipados para lanzar radiosondas automáticas en globos. También están equipados para realizar perfiles de la temperatura del océano superior, que describen el contenido de calor de las capas superiores del océano, una magnitud importante de cara a las predicciones de ciclones tropicales y de las variaciones climáticas a corto plazo. Los observadores de estos barcos despliegan batitermógrafos expandibles (XBT). Se trata de aparatos sencillos que llevan un termistor para medir la temperatura, con forma de un cohete del tamaño de un puño. Caen a un ritmo predeterminado, controlado por el equilibrio entre la resistencia y la aceleración gravitatoria, y tienen dos bobinas de hilo de cobre, más finas que el cabello humano. Una se enrolla desde el interior del XBT en caída, la otra desde el barco a medida que avanza, eliminando resistencia en el punto de contacto entre el mar y el aire. Los datos se recogen a bordo del barco y se transmiten por comunicaciones vía satélite.

Otro tipo de tecnología innovadora para observar el océano subsuperficial, desplegada mundialmente en los últimos años, la constituyen los flotadores perfiladores de Argo (argo.jcommops.org). Estos flotadores tienen una altura aproximada de un metro y están cuidadosamente lastrados para tener la misma densidad que el agua en su profundidad de estacionamiento, generalmente 2 000 m o la mitad de

la profundidad media del océano. Se quedan en esta profundidad de estacionamiento durante 10 días, después bombean aceite desde una reserva del interior del flotador a un depósito exterior. Esto cambia la densidad del flotador, lo que le convierte en flotante de manera que sube hacia la superficie. En el camino hacia arriba, mide la temperatura y la salinidad y, una vez en la superficie, transmite los datos vía satélite antes de volver a su profundidad de estacionamiento.

Estos datos están disponibles para todo el mundo en el Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la OMM y a través de un centro de datos dedicado. En la actualidad, más de 1 800 flotadores Argo granan los océanos del mundo y está previsto que la red alcance su resolución diseñada de 3° con 3 000 flotadores antes de 2007. En muchas partes del océano mundial, en muy pocos años, Argo ya ha aportado más información sobre la estructura de la temperatura y la salinidad del océano que la que se encuentra en toda la base de datos histórica.

El hecho de que los océanos sean generalmente territorio internacional, no perteneciente a una sola nación, supone un último desafío para las observaciones. En algunos sentidos esto facilita la construcción de una red mundial de observación, pero hay en marcha un esfuerzo concertado para coordinar las prioridades de financiación nacionales con los intereses mundiales, y dicho esfuerzo continuará.

Cooperación formal en el ámbito internacional

Las sociedades y las agencias meteorológicas de muchos países tienen una larga historia que se remonta al siglo XIX, cuando elementos de la sociedad especialmente susceptibles

El Grupo de Cooperación sobre Boyas de acopio de Datos (GCBD)

El Grupo de Cooperación sobre Boyas de acopio de Datos (GCBD) se creó en 1985 como un órgano conjunto de la OMM y de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO. Su misión es la de coordinar el despliegue de boyas, a la deriva y fijas, por todo el mundo. <http://www.dbcp.noaa.gov/dbcp>



a la variabilidad del tiempo y del clima fomentaron el interés por mejorar la meteorología y las ciencias afines. Las sociedades y las agencias oceanográficas suelen ser más jóvenes, habiendo crecido realmente solo después de la Segunda Guerra Mundial, a menudo por motivos de seguridad nacional. En muchos países, la responsabilidad de las observaciones y de las predicciones del océano recaen ahora en el Servicio Meteorológico Nacional.

La OMM y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las NU para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) unieron sus fuerzas en 1999 creando la Comisión Técnica Mixta de Oceanografía y Meteorología Marina (CMOMM) de la OMM y la COI. El objetivo de la Comisión es coordinar y gestionar un sistema mundial completamente integrado de observación, gestión de datos y servicios marinos, construido a base de esfuerzos nacionales.

La CMOMM tiene una historia breve pero se ha creado a partir de la experiencia satisfactoria de las comisiones técnicas tanto de la OMM como de la COI. La CMOMM se

organiza en cuatro áreas de programa, que abarcan: las observaciones, la gestión de datos, el suministro de servicios y la creación de capacidades. Las áreas de programa tienen numerosos equipos de expertos y grupos de coordinación internacional, con actividades que se refieren a la coordinación de observaciones desde buques, boyas oceánicas autónomas y estaciones costeras de medición de mareas, la coordinación de los sistemas de infraestructura, difusión y telecomunicaciones de datos y la coordinación de servicios en boletines meteorológicos marítimos, hielo marino, estado del mar y otras predicciones.

Cómo transformar las observaciones en productos útiles

La transformación de las observaciones oceánicas y marinas en herramientas de ayuda a la decisión y en información útiles requiere de infraestructura y de modelos que transformen los datos brutos, y de pericia humana que interprete los resultados.

Las ecuaciones básicas que rigen el flujo de fluidos de la atmósfera y de los océanos son idénticas, pero varían muchos detalles entre los dos medios. Mientras que los modelos oceánicos no tienen en cuenta los cambios de fase del agua y de las nubes —una importante dificultad en la modelización atmosférica— sí tienen que tratar la salinidad, que afecta en gran medida a la densidad del agua marina. La alta densidad del agua marina y la velocidad consiguientemente menor de propagación de la información en las olas significa que el tamaño promedio de las características de los océanos es mucho menor que en la atmósfera: un sistema meteorológico atmosférico se extenderá miles de kilómetros, mien-

tras que un remolino de la Corriente del Golfo abarcará decenas de kilómetros. Los modelos oceánicos se ejecutan, por lo tanto, con resoluciones más finas, haciendo uso de más poder de cálculo.

En los últimos años, han empezado a dar frutos los numerosos esfuerzos realizados para crear modelos operativos de predicción oceánica. Muchos están organizados bajo la bandera del Experimento Mundial de Asimilación de Datos Oceánicos (GODAE, www.bom.gov.au/bmrc/ocean/GODAE/), un proyecto piloto que ha ayudado a coordinar una infraestructura común de recogida y difusión de datos a partir de la cual se han emprendido un gran número de esfuerzos nacionales y regionales. Estos productos de predicción oceánica están disponibles de manera gratuita. Se han creado vínculos y realimentaciones con las comunidades de usuarios, y están creciendo. Los productos se están utilizando de manera activa en aplicaciones variadas, que van desde las predicciones y las simulaciones de vertidos de petróleo a la predicción de localizaciones de frentes oceánicos para la industria pesquera, y a la predicción de corrientes oceánicas para la programación de itinerarios de barcos (incluidas las aplicaciones industriales y las carreras de yates) o para la investigación científica.

Los verdaderos sistemas de predicción acoplados de atmósfera y océano están empezando justo ahora a surgir de los centros de investigación para su uso operativo. El conocimiento del contenido térmico del océano superior ha mejorado las predicciones de la intensidad de los ciclones tropicales, por ejemplo. Y, lejos de los trópicos, el conocimiento de la cobertura del hielo marino y del surgimiento de canales de aguas abiertas ha demostrado ser importante en la predicción de temporales de invierno, ya que el flujo de humedad a la



Programa “Adopta una boya a la deriva”

La Oficina de Observación del Clima de la Administración Nacional del Océano y de la Atmosférica (NOAA) creó el Programa “Adopta una Boya a la deriva” (ADP) en diciembre de 2004. El programa ofrece a los profesores la oportunidad de incluir datos de un sistema de observación del océano en su plan de estudios. Está previsto que durante 2005 se complete un despliegue mundial de 1 250 boyas a la deriva con el lanzamiento oficial de la boya núm. 1250, previsto durante una celebración durante la segunda reunión de la Comisión Técnica Mixta de Oceanografía y Meteorología Marina (CMOMM) de la OMM y de la COI que se celebrará en Halifax, Nueva Escocia (Canadá), en septiembre (véase el artículo en la página 138).

El ADP invita a una escuela de los EE.UU. a colaborar con una escuela de otro país en la adopción de una boya a la deriva para desplegarla desde un barco en el mar. Durante el despliegue puede estar a bordo del barco un profesor de cada escuela, aunque esto no es un requisito indispensable. Antes del despliegue se adhiere a la boya una pegatina o un dibujo de cada escuela y se toman fotos para documentar la actividad. Los profesores reciben de la OMM el número de la boya a la deriva que han adoptado para acceder a sus datos en línea y desarrollar planes de lecciones para animar a sus alumnos a aplicar estos datos. Los alumnos reciben un mapa con la trayectoria de la boya para dibujar las coordenadas de la boya a medida que se mueve libremente en las corrientes oceánicas superficiales. Los profesores y también los alumnos pueden hacer conexiones entre los datos a los que acceden en línea y otros mapas que muestran corrientes, vientos, etc.



Una profesora de ciencias de secundaria de Arkansas (a la derecha) desplegó la primera boya a la deriva adoptada en la costa chilena desde el barco de la NOAA Ronald H. Brown en diciembre de 2004. Sus alumnos adoptaron esta boya y la apodaron “Bob” (véase también la fotografía de la página 143) (Fotografía: JCOMMOPS)

Los datos de la boya permiten seguir las corrientes y los remolinos oceánicos por todo el mundo, conectar con tierra datos reales de satélites, crear modelos de configuraciones climatológicas y meteorológicas, predecir el movimiento de contaminantes vertidos o derramados accidentalmente en el mar y apoyar la predicción de trayectorias de huracanes cercanos. Por lo tanto, es importante comprender cómo se miden los datos, con qué frecuencia se descargan y qué datos están disponibles para las escuelas y el público en general. Los alumnos tienen pleno acceso a los datos (p. ej., coordenadas de latitud y longitud, hora, fecha, temperatura de la superficie del mar (TSM)) de la boya que han adoptado en tiempo real o casi real, y también a los de todas las boyas a la deriva desplegadas como parte del Sistema Mundial de Observación de los Océanos. Pueden acceder, recuperar y dibujar, en forma de series temporales, varios subconjuntos de datos para períodos temporales específicos de cualquier boya a la deriva (p. ej., la temperatura de la superficie del mar) y seguir y cartografiar la boya que han adoptado durante períodos cortos o largos de tiempo (p. ej., un día, un mes, un año).

La página Web del programa “Adopta una boya a la deriva” es http://osmc.noaa.gov/OSMC/adopt_a_drifter.html. Los profesores y alumnos que deseen participar deben ponerse en contacto con Diane Stanitski: diane.stanitski@noaa.gov.

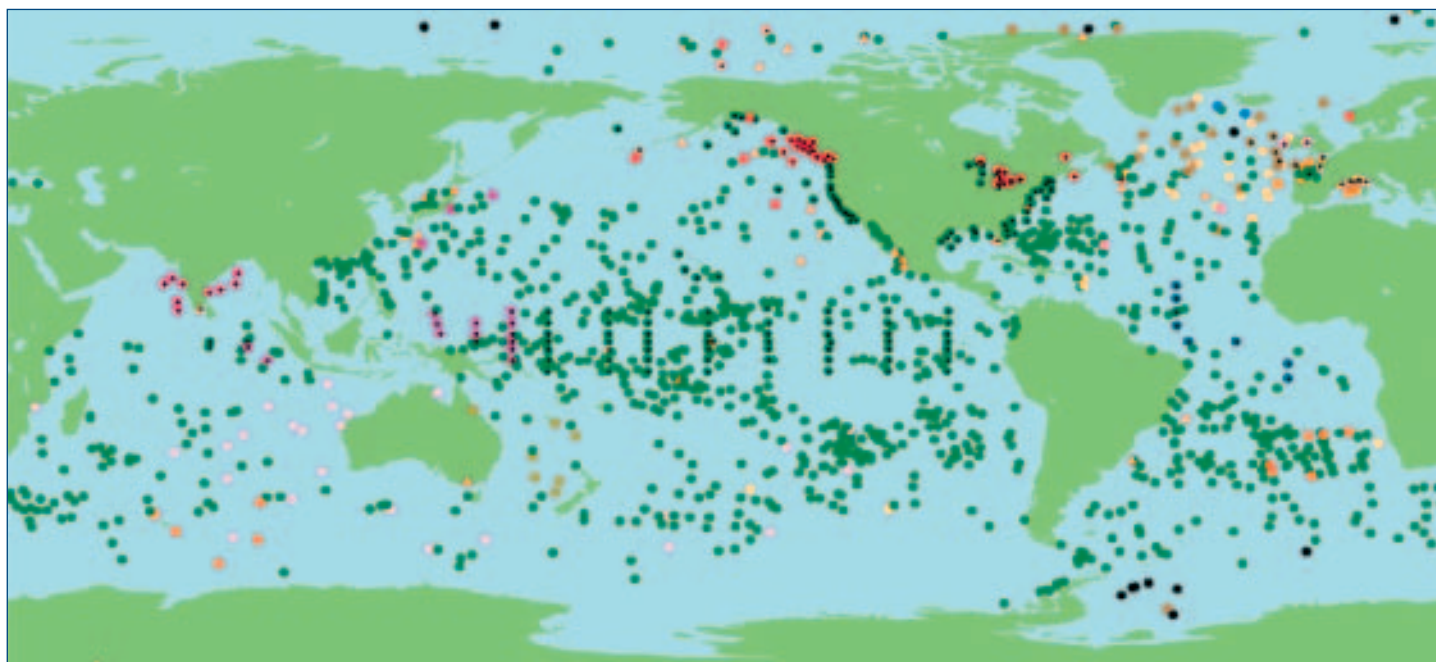
atmósfera desde el océano abierto es mucho más alto.

La OMM ha lanzado un programa internacional de investigación, el THORPEX (www.wmo.int/thorpex/), que se centra en la predicción a largo plazo de situaciones de tiempo

adverso y los beneficios sociales y económicos consiguientes. Se han identificado algunas áreas clave similares a los ejemplos anteriores, en las que los océanos desempeñan un papel fundamental en el tiempo violento. A medida que se desarrolle el programa, los meteorólogos y

los oceanógrafos incrementarán las interacciones de su trabajo.

También se han llevado a cabo esfuerzos concretos para transformar las predicciones climatológicas estacionales de magnitudes físicas en información útil para sectores económicos



Boyas de datos que informaban de datos superficiales a través del Sistema Mundial de Telecomunicaciones en mayo de 2005: 1 081 boyas a la deriva; 198 boyas fijas. Países participantes: Alemania, Australia, Brasil, Canadá, EE.UU., India, Irlanda, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Reino Unido, Sudáfrica y la Unión Europea (Datos recibidos del SMT en el JCOMMOPS a través de Météo-France). Véase <http://www.jcommops.org/>

y sociales particulares. Muchos son esfuerzos nacionales o regionales. Un ejemplo, en el que la OMM y la COI, entre otras agencias, ya están cooperando, es un centro regional dedicado a la aplicación de predicciones de El Niño: el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN, www.ciifen-int.org), con sede en Guayaquil, en Ecuador.

El sustento de las personas que viven en la costa occidental de Sudamérica y las economías de sus países están inextricablemente unidos a los cambios en las condiciones oceánicas y en la precipitación ocasionados por la oscilación acoplada entre el océano y la atmósfera

del Pacífico tropical de El Niño. Los investigadores del Centro están creando modelos y herramientas que tienen aplicación directa en la agricultura y las pesquerías y en la reducción de desastres. Estos esfuerzos se basan en una gran infraestructura existente de observaciones en el Pacífico tropical, y sobre el mismo, y de sistemas de gestión de datos y predicción del acoplamiento océano-atmósfera que se aplican en un ámbito con beneficios sociales y económicos tangibles e inmediatos.

Es la prueba evidente del objetivo final y muy loable de estrechar más la relación entre las comunidades meteorológica y oceanográfica.

Se han llevado a cabo esfuerzos concretos para transformar las predicciones climatológicas estacionales de magnitudes físicas en información útil para sectores económicos y sociales particulares.

