



El proyecto COMET

por Timothy C. Spangler*

Introducción

El Programa de Cooperación para la Enseñanza y la Formación en Meteorología Operativa (COMET) se puso en marcha en 1989 con el fin de enseñar y formar a los predictores meteorológicos estadounidenses durante el período de modernización de su Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Este programa es el resultado de una empresa conjunta formada por la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) y el mundo universitario, representado por la Corporación Universitaria para la Investigación Atmosférica (UCAR) con sede en Boulder, Colorado (EEUU). Son 70 las universidades propietarias y gestoras de la UCAR y todas ellas imparten titulaciones de doctorado relacionadas con las ciencias atmosféricas u otras ciencias afines. La financiación de COMET corre casi en exclusiva por cuenta de seis agencias gubernamentales de los Estados Unidos y el Servicio Meteorológico de Canadá.

Hoy en día, el programa COMET sigue proporcionando materiales educativos que permiten que los meteorólogos de sus patrocinadores continúen su desarrollo profesional. Sin embargo, su misión es también la de contribuir a mejorar las predicciones meteorológicas en todo el mundo. Con este fin, todo el material educativo de formación a distancia que se utiliza en COMET

es gratuito tanto para alumnos como para profesores de todo el mundo, así como para los servicios meteorológicos nacionales y demás instituciones que se ocupen de la enseñanza a meteorólogos.

Reseña histórica

En la década de 1990, el SMN de los EEUU puso en marcha un programa de modernización de diez años de duración, que contaba con un presupuesto de 4 500 millones de \$ EEUU, con el que se pretendía aprovechar los avances científicos y tecnológicos en el campo, sobre todo, de las tecnologías basadas en el uso del satélite y del radar. Al poco de iniciar este proceso el SMN se dio cuenta de que se necesitaba un programa de formación completo que ayudara a que sus predictores utilizaran eficazmente los nuevos datos y herramientas. A la NOAA la UCAR le pareció el aliado perfecto en esta empresa debido al gran número de investigadores atmosféricos con los que cuenta entre sus filas y a su formidable historial en el campo de la investigación meteorológica. Se consideró la creación del programa COMET al amparo de la UCAR como un medio de acceso a los conocimientos especializados tanto de los científicos de la UCAR como de los investigadores y docentes universitarios. Comenzó así una alianza a tres bandas que aglutina a los investigadores y meteorólogos gubernamentales, a la UCAR y al estamento universitario (pertenezcan o no a la UCAR).

La misión inicial de COMET era la de enseñar y formar a más de 7 000 predictores meteorológicos federales de los EEUU. Dada la magnitud de la tarea,

la NOAA se dio cuenta de que un sistema de clases presenciales no bastaría por sí solo para conseguirlo. Así que, si bien se han llevado a cabo y se siguen impartiendo clases presenciales, el programa COMET estableció rápidamente un sistema de enseñanza a distancia que ha ido consolidándose con el paso del tiempo gracias a cuatro puntos fuertes:

- El número de alumnos a los que se puede impartir enseñanza simultáneamente es muy elevado; mediante clases presenciales se tardaría años en igualar esa cifra.
- Si hay un alto número de alumnos, los costes por alumno de un sistema de enseñanza a distancia es bastante menor que si se trata de un sistema presencial.
- Las nuevas ideas se difunden rápidamente.
- El mensaje que se transmite a un número elevado de trabajadores es coherente por lo que se refiere a su formación profesional.

Desde 1991, se han impartido más de 450 horas de formación multimedia interactiva a través de COMET, la mayor parte de ella disponible en la web educativa MetEd (www.meted.ucar.edu) (en la página siguiente aparecen las áreas temáticas para las que MetEd proporciona material de formación). Además, algunos de los módulos de COMET están traducidos al francés, al ruso y al español (el

* Corporación Universitaria para la Investigación Atmosférica. Boulder, Colorado (EEUU)

Áreas de estudio (16)

Meteorología aeronáutica
Clima
Meteorología costera
Administración de emergencias
Meteorología de incendios
Niebla y estratos bajos
Huracanes/Clima tropical
Hidrología/Avenidas
Meteorología marina/Océanos
Meteorología de mesoescala
Predicción numérica del tiempo
(PNT), modelado)
Predicciones cuantitativas de la
precipitación
Meteorología por radar
Meteorología satelital
Meteorología espacial
Meteorología invernal

enlace www.met.ed.ucar.edu/resource-modlist.php permite consultar la lista de los módulos en otros idiomas distintos del inglés).

El programa comenzó difundiendo la información en soportes físicos como discos láser y discos compactos, y en 1998 pasó a difundir la información mayoritariamente a través de la página web MetEd. A lo largo de los años COMET ha multiplicado su oferta haciéndola muy amplia (véase la Figura 1).

En todos los módulos de COMET abundan los contenidos multimedia. La duración de las clases, en función del tema, oscila entre una y varias horas y son muy interactivas. En la actualidad, los módulos disponibles a través de internet están compuestos por:

- Emisiones (radio o vídeo) a través de internet: se trata de presentaciones que carecen de las características interactivas típicas de los módulos de COMET. Muchos de los contenidos son clases de profesores que imparten cursos de COMET.
- Cursos a distancia: se trata de un conjunto de módulos que versan sobre un tema en concreto. Los alumnos deben completar todos

los módulos para obtener un certificado acreditativo. Algunos de los cursos se han concebido específicamente para la página mientras que otros son el resultado de re-fundir material ya existente.

- Cursos mixtos: resultan de combinar módulos en línea, que el alumno completa a su ritmo, con videoconferencias sincrónicas. Por ejemplo, en uno de los cursos COMET sobre meteorología aeronáutica, los alumnos se inscribieron en tres lecciones que constaban (cada una de ellas) de un grupo de módulos de autoestudio seguidos de una teleconferencia sincrónica durante la cual se debatió un caso práctico.
- Recursos multimedia y recursos para el aprendizaje: se trata de pequeños elementos autoexplicativos que sirven para que los profesores mejoren sus propias actividades educativas. Puede tratarse de una animación que represente la evolución de la brisa marina o de una lección de corta duración sobre la utilización de imágenes multiespectrales de satélite para detectar ventiscas de nieve.

Habría resultado más fácil adoptar un sistema más sencillo, como por ejemplo publicar libros a través de internet, llenos de texto y con pocos gráficos y animaciones, dejando de lado los recursos multimedia y la interactividad. Sin embargo, si se desea captar el interés de los predictores y conseguir que completen su formación de manera regular, es muy importante que el material de estudio sea atractivo, estimulante y relevante para sus ocupaciones. El éxito obtenido por COMET se debe en gran medida a que se han aplicado los principios del diseño educativo de forma rigurosa para crear un material de formación atractivo y cuidado. Veamos cuáles son estos principios que rigen el aprendizaje a distancia con COMET.

Principios rectores del programa

Se ha intentado que los distintos módulos de COMET transmitan infor-

mación sobre los procesos científicos y sobre la utilización real de las herramientas y datos de los que se dispone hoy en día, y también que fomenten que los predictores meteorológicos recurran a ellos en la elaboración de las predicciones. Se van a describir a continuación las estrategias de diseño educativo que se utilizan para conseguirlo.

Aprendizaje en contexto

Cualquier tipo de aprendizaje debe realizarse en un contexto real. Es importante que los alumnos sepan por qué hay que aprender las cosas y cuál es su ámbito de aplicación. Las situaciones en las que se desarrollan los módulos del proyecto COMET son realistas y los escenarios de predicción en los que se pide a los alumnos que tomen decisiones que afectarán a su pronóstico son iguales a los que encuentran en su trabajo cotidiano. Para reforzar el aprendizaje, se les envían correcciones y comentarios a su trabajo realizados por expertos. Muchos módulos de COMET contienen ejemplos de lo anterior; es el caso de la sección "Case challenge" del módulo "Polar Lows Ungava Bay 01 December 2000" ["Bajas polares, Bahía de Ungava, 1 de diciembre de 2000"]. (Consúltase el enlace (http://www.met.ed.ucar.edu/norlat/snow/polarlow_case/) al respecto).

Teoría y práctica

Los niños suelen aprender los conceptos científicos por medio de los experimentos que llevan a cabo sus profesores. De igual manera, el material educativo que se utilice en la enseñanza a distancia puede explicar el mecanismo de algunos fenómenos recurriendo a vídeos de corta duración que muestren las consecuencias de los vientos intensos. Para poder mostrar conceptos más complejos a los predictores es necesario dedicar mucho tiempo a la creación de gráficos y animaciones que los ilustren.

COMET tiene la reputación de utilizar ilustraciones y animaciones de calidad que se emplean en otros centros de investigación y de enseñanza e, incluso, en museos para explicar conceptos meteorológicos.

Los modelos conceptuales

Los predictores del tiempo suelen crearse una imagen tridimensional mental de los sistemas y procesos meteorológicos. La enseñanza a distancia debe fomentar y reforzar la capacidad de concebir modelos conceptuales acertados y precisos. Los módulos de aprendizaje a distancia de COMET contienen muchas de estas ilustraciones (véase la Figura 2).

Investigación

La investigación de los datos disponibles y de las relaciones entre ellos facilita el proceso de concepción de los modelos mentales. Por ejemplo, en el apartado "Interacciones" de la sección "Conceptos" del módulo "Ondas de montaña y vientos descendentes" (www.met.ed.ucar.edu/mesoprim/mtnwave) los alumnos pueden seleccionar distintas velocidades para el viento, alturas del terreno y condiciones de estabilidad y calcular el número de Froude con una calculadora disponible para tal fin. Este proceso de investigación permite que los predictores conciben su propio modelo mental de las relaciones que se establecen entre los parámetros de entrada y el número de Froude previsto para la corriente de aire.

Las etapas del proyecto COMET

Entre meteorólogos, diseñadores de contenidos, ingenieros informáticos, artistas gráficos y expertos en calidad, son unos cuarenta los profesionales que trabajan en COMET. Dependemos en gran medida, además, de colaboradores externos especializados quienes nos ayudan a definir las líneas generales de cada módulo, sus contenidos (incluyendo el material gráfico) y a revisar el producto final.

Nos hemos esforzado en contar entre nuestras filas con los mejores científicos y predictores meteorológicos en servicio para poder difundir su pensamiento a través de nuestro sistema de aprendizaje a distancia. Todos ellos nos brindan generosamente su tiempo y sus conocimientos para garantizar que la calidad de los productos de COMET sea la más alta posible.

A la hora de crear el material didáctico, el equipo de COMET recurre a un proceso basado en los modelos tradicionales de diseño de sistemas educativos. Este proceso, en el caso del proyecto COMET, consta de siete etapas:

Definición de los requisitos iniciales

En esta etapa nos centramos en los conocimientos que se supone que deberían tener nuestros futuros alumnos para realizar su trabajo y cuáles son sus carencias actuales para evaluar lo que necesitan aprender. Además, tenemos en cuenta las características de los alumnos y de las organizaciones para definir la tecnología y el enfoque para la enseñanza eficaz que resulten más adecuados en cada caso. Se obtiene así un proyecto inicial en el que se definen los requisitos y limitaciones del proyecto.

Análisis y planificación

Concluida la primera etapa, estudiamos cuáles son los conocimientos teóricos y prácticos indispensables para realizar la tarea en cuestión. Estos datos nos permiten definir con mayor detalle los objetivos formativos. Reunimos a continuación el material de partida, los contenidos básicos y los conjuntos de datos u otros componentes que serán la materia prima a partir de la cual crearemos nuestro material formativo. En esta etapa resulta crucial reunir bastantes datos prácticos a fin de poder contar con suficientes ejemplos y ejercicios. El material de partida está compuesto

por artículos de investigación y recursos del estilo, además del que nos proporcionan nuestros colaboradores externos especializados. Se obtiene así un proyecto final que incluye una descripción general de los contenidos y una relación de los posibles enfoques formativos.

Diseño

Es en esta etapa cuando el material formativo comienza a cobrar forma, al menos por lo que se refiere a los prototipos de las interfaces, los elementos de interacción con el alumno y la línea secuencial general del curso. Se define en detalle el diseño del material formativo: su organización y presentación, la forma de realizar las prácticas, el método de evaluación y los contenidos multimedia que se van a utilizar. Todas estas decisiones se reflejan en un documento de diseño.

Elaboración de los contenidos

El cometido fundamental de esta etapa es la elaboración en sí del contenido educativo, incluyendo la redacción de los archivos de texto y audio que se van a utilizar, los ejercicios, las pruebas de evaluación y los requisitos que deben cumplir los gráficos, las animaciones y los archivos de vídeo. Es posible que los colaboradores externos participen en la elaboración de contenidos. Antes de comenzar la etapa de producción propiamente dicha, los revisores y los colaboradores externos revisan los contenidos.

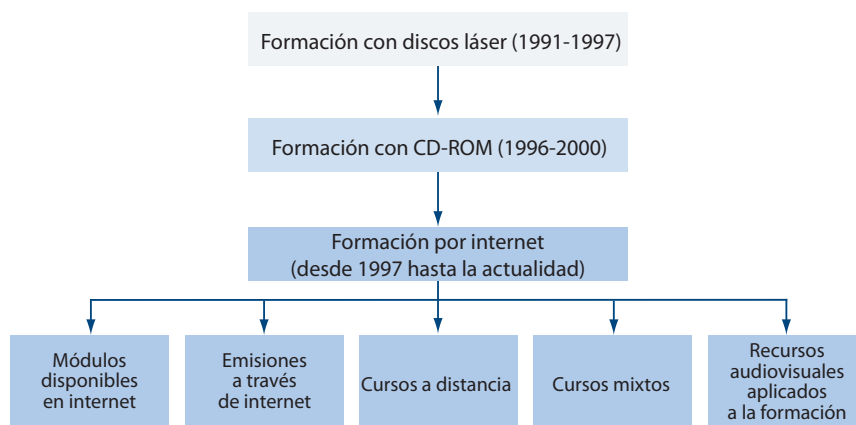


Figura 1 – Soportes y material de enseñanza a distancia utilizados en el proyecto COMET

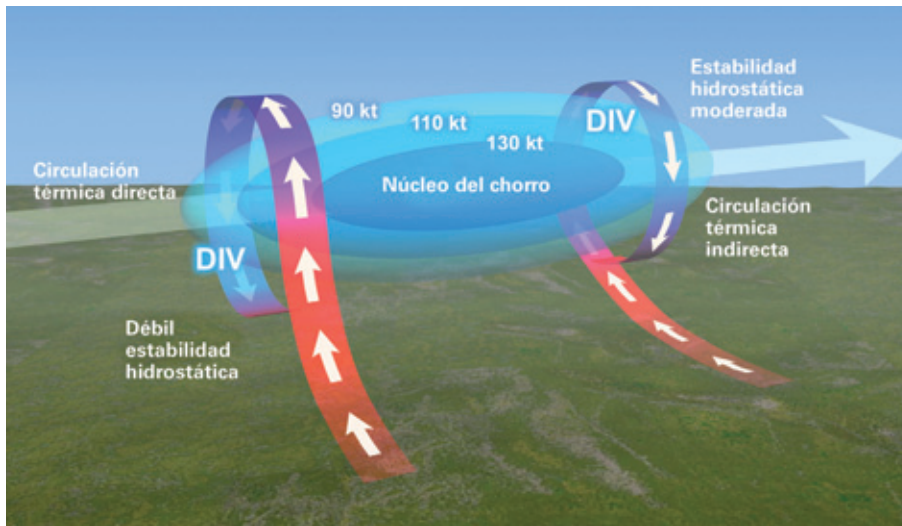


Figura 2 – Circulación en las zonas de entrada y salida de un máximo de viento en niveles altos: ejemplo de ilustración de un modelo conceptual de la emisión “Circulaciones de máximos de las corrientes en chorro”, en la página dos de la Sección 3 de la web <http://www.meted.ucar.edu/norlat/jetstreaks>. Por cortesía de Moore, 2004.

Creación de los contenidos multimedia

Es necesario crear muchos de los contenidos multimedia (gráficos, animaciones, locuciones, etc.) de manera independiente e incorporarlos posteriormente al producto final. Durante la etapa de producción, el personal de COMET revisa regularmente estos contenidos para garantizar su exactitud científica y su adecuación pedagógica.

Fabricación del producto

Esta es la etapa en la que se unen por fin todas las piezas. Puede consistir en la programación final de los contenidos multimedia o en un simulacro de una sesión de teleformación. Como es posible que la falta de coherencia, de claridad en la exposición o, simplemente, los enfoques más pedagógicos únicamente resulten evidentes cuando el producto ha comenzado a cobrar forma, son varios los ciclos de revisiones y correcciones que se producen en esta etapa. Se realizan revisiones de tipo interno, por parte de colegas y de calidad, así como revisiones por parte de los colaboradores externos. Esta etapa permite, asimismo, realizar un ensayo del producto con representantes de los alumnos a los que va dirigido para mejorarlo aún más.

Publicación

La publicación es un proceso controlado durante el que se producen varias revisiones internas y controles de calidad para garantizar una depuración total del producto. Tras la publicación se realizan dos etapas más:

Puesta en servicio

En esta etapa se identifica cuál es la mejor forma de hacer llegar a los alumnos los contenidos que se quieren enseñar, de qué manera operar la tecnología necesaria y cómo llevar a cabo su mantenimiento. Nos aseguramos también de que tanto los alumnos como la dirección del profesorado son conscientes de la importancia educativa de los contenidos, que los valoran y que se prevé la oportuna programación de tutorías. Es también importante que exista la motivación y la oportunidad de aplicar los nuevos conocimientos (teóricos y prácticos) en la vida laboral. Para la organización es tan importante que la entrada en servicio del nuevo producto formativo salga bien como los contenidos en sí mismos y eso es algo que suele escapar del control de la organización responsable de la elaboración del material formativo.

Evaluación

Existen varios métodos de evaluar el éxito de un proyecto. En cualquier caso,

no es tarea fácil valorar de manera eficaz si un proyecto educativo ha cumplido los objetivos, en parte por el gran número de factores que influyen en su éxito o su fracaso. Algunos de estos factores tienen poco o nada que ver con la formación en sí misma: las condiciones de trabajo en el puesto laboral, si se cuenta con el apoyo de los superiores, si existe la oportunidad de poner en práctica lo aprendido, etc. Es importante saber si un proyecto ha tenido éxito o no y por eso vamos a ocuparnos de este tema con más detalle en el siguiente apartado.

Indicadores del éxito

Es importante valorar si el material formativo que se ha creado satisface las necesidades de la organización y de los alumnos. A lo largo de los años, COMET ha solicitado varios informes de evaluación, encargados a evaluadores externos a fin de obtener resultados imparciales. Este tipo de estudios requieren un gran esfuerzo y una alta inversión económica, por lo que solo se ha recurrido a ellos en ocasiones en que se necesitaba adoptar una decisión importante respecto a los programas.

En relación con los proyectos web, el personal realiza un análisis de los mismos una vez han concluido, a fin de identificar las mejoras que se pueden introducir en el proceso de creación. Además, los alumnos pueden participar en encuestas en línea en las que se les pide su opinión acerca de los contenidos y la presentación de cada módulo, una vez que los han finalizado. Los alumnos disponen de una dirección de correo electrónico para formular preguntas, comunicar los problemas técnicos que tengan o advertir de las erratas que encuentren; estos correos llegan al personal más directamente implicado en la creación de cada módulo.

Un programa eficaz de enseñanza a distancia es aquel que consigue motivar a los alumnos a través de una buena experiencia que les impulsa a aprender más. Para ello, el contenido de los módulos tiene que ser relevante e interesante, fácilmente navegable y la experiencia tiene que merecer la pena. En este sentido, el trabajo de COMET ha sido magnífico y el número de alumnos ha aumentado a gran velocidad. Por ejemplo, el número de sesiones de usuario de la página MetEd ha pasado

de las 17 000 del año 2000 a las más de 60 000 en 2005.

La empresa de poner los conocimientos al alcance de un público muy numeroso ha sido todo un éxito y el proyecto COMET ha recibido por ello un gran número de galardones, incluyendo, recientemente, el Premio a la Excelencia en la Enseñanza de la Geofísica de la Unión Geofísica Estadounidense.

Costes

Son muchos los factores que hay que tener en cuenta a la hora de evaluar los costes de un programa de enseñanza a distancia. El coste aproximado de un curso presencial de una semana de duración para 20 alumnos es de unos 20 000 \$ EEUU más unos 1 000 \$ EEUU por alumno en concepto de gastos de viaje. Si el curso dura 40 horas esto se traduce en unos 50 \$ EEUU por alumno y hora de clase.

Los niveles de gasto que pueden considerarse en un sistema de enseñanza a distancia son numerosos. Un módulo COMET típico sale por unos 50 000 \$ EEUU por hora de clase, lo que parece ser menos rentable que el sistema convencional de clases presenciales. Sin embargo, como el número de predictores meteorológicos que trabajan para nuestras agencias patrocinadoras asciende a unos 7 000 profesionales, el coste por alumno y hora de clase es inferior a unos 8 \$ EEUU, menos de un 20% de lo que costaría con un sistema de clases presenciales. Si consideramos que son alrededor de 50 000 los usuarios que recorren habitualmente a los módulos, el coste por alumno y hora cae hasta 1 \$ EEUU.

Si se emplea un sistema de aprendizaje mixto, la parte a distancia contribuye a recortar los gastos de la enseñanza presencial tradicional o la teleformación. Por ejemplo, se pueden utilizar los módulos para garantizar que todos los alumnos poseen los conocimientos mínimos necesarios antes de dar paso a una clase presencial.

La enseñanza mixta permite intensificar la formación ofrecida a un grupo de trabajadores, recurriendo al formato a distancia puro únicamente para el resto de empleados. Por ejemplo, durante la formación centrada en la predicción de

nieblas en las operaciones aeronáuticas impartida a los responsables de meteorología aeronáutica de los SMN se recurrió a una combinación de módulos a través de internet con sesiones de teleformación sincrónica. Al finalizar el período de formación de este grupo, convertimos las sesiones de teleformación en módulos de aprendizaje a distancia accesibles para cualquier predictor. Se pretendía que los responsables de la meteorología aeronáutica prestasen apoyo a los predictores de sus centros.

El futuro

En el plazo relativamente corto de tiempo que lleva en marcha COMET los avances en la tecnología educativa han sido espectaculares. Hace menos de una década que aparecieron los discos láser y de ser considerados entonces dispositivos revolucionarios han pasado a ser hoy en día reliquias pintorescas. Predecir lo que nos deparará en este sentido el futuro es tan difícil como predecir el tiempo, pero se presentan a continuación algunos aspectos en los que COMET y otras agencias pueden mejorar:

Simulaciones en línea más realistas

Como ya se ha dicho, la formación será más útil en el trabajo cotidiano cuanto más se acerque a la situación real. A medida que las posibilidades de internet se amplían, aumenta la capacidad para ofrecer casos prácticos interactivos. El disponer de casos prácticos en los que se hayan alterado los datos en tiempo real será útil para los estudiantes universitarios y para los predictores de muchos Servicios Meteorológicos Nacionales.

Datos al alcance de la mano

En ocasiones los predictores necesitan consultar datos concretos o modelos conceptuales para realizar bien su trabajo. En las oficinas de predicción empiezan a instalarse sistemas de apoyo entre los que se encuentran aquellos cuyo contenido es obra de los propios predictores y que se han elaborado recurriendo a herramientas en línea como las *wikis*.

El fin del aislamiento de los alumnos

Los alumnos de la enseñanza a distancia suelen sentirse solos. Es necesario estudiar si las tecnologías de internet pueden contribuir a reforzar la colaboración entre los alumnos durante la realización de un curso y a mejorar su rendimiento después.

Aprendizaje itinerante

Muchas universidades y empresas empiezan a utilizar tecnologías de emisión en formato audio digital a dispositivos podcast, teléfonos móviles inteligentes y otros aparatos móviles similares para difundir su labor docente. El proyecto COMET está empezando a investigar nuevos usos posibles de estos sistemas, lo que implica que será necesario dividir el material existente en secciones más pequeñas o reconvertirlo en herramientas interactivas.

Oferta de titulaciones a través de internet

Muchas universidades ofertan titulaciones que pueden cursarse, al menos parcialmente, a través de internet. Esto es muy beneficioso para aquellos alumnos que tienen responsabilidades laborales o familiares que les impiden asistir a clases presenciales. Estos programas pueden resultar ventajosos también para aquellos alumnos (incluidos los extranjeros) que no vivan cerca de la institución en la que deseen estudiar. Las universidades están empezando a ofertar las primeras titulaciones en meteorología en línea, pero confiamos en que esta oferta mejore en los próximos años.

Si bien es cierto que no sabemos cómo va a influir la tecnología sobre la enseñanza y la formación en el futuro, parece cierto que el aprendizaje a distancia seguirá siendo una forma importante de ampliar los conocimientos y la capacidad de los predictores meteorológicos de todo el mundo.