

estudio sobre la tendencia de las emisiones de dióxido de carbono procedentes del consumo de energía de combustibles fósiles y de la producción de cemento. Se muestra un aumento sostenido en las emisiones asociadas con la demanda creciente de energía en la industria, el transporte y los sectores domésticos y un aumento en la producción de cemento. También muestra el estudio la dificultad que puede existir en la recopilación de información exacta y completa para inventarios totales.

Un estudio nacional en marcha, financiado por los EE. UU., se inició con la tarea de examinar los temas relativos a los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad y la adaptación.

El proyecto regional titulado "Creación de capacidades en el África subsahariana para responder al Convenio Marco sobre el Cambio Climático", tiene ya un componente que identificará los inventarios de gases invernadero. Dado que el proyecto estará dedicado a la creación de capacidades en casi todos los campos asociados con el CMCC, se identificarán los inventarios sólo de una forma preliminar en tanto se encuentre involucrada la formación profesional. Esta limitación fue puesta de relieve, en primer lugar, por el Comité Coordinador Nacional de las Actividades

relativas al Cambio Climático (CCNACC), al analizar los distintos aspectos del proyecto.

Todo el trabajo sobre el cambio climático en Kenia estará siendo dirigido bajo los auspicios del CCNACC que fue establecido en Kenia como un subcomité del Comité Interministerial de Medio Ambiente perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El CCNACC está compuesto por expertos en todas las disciplinas relacionadas con el cambio climático que están representadas en los ministerios gubernamentales, instituciones, ONG y universidades. El Comité tiene un mandato para coordinar todas las actividades del país relacionadas con el cambio climático y para promover la investigación sobre dicho tema.

El proyecto de creación de capacidades, anteriormente mencionado, se encuentra bajo la dirección del Comité. Existe ya un proyecto coordinador y hasta el momento se han celebrado dos cursillos prácticos nacionales sobre inventarios de gases invernadero e, impactos y vulnerabilidad. El día 26 de febrero de 1997 se celebrará un cursillo práctico nacional sobre temas del cambio climático para ejecutivos políticos y otros órganos de decisión. □

## AUMENTO DE LOS RECURSOS HUMANOS EN METEOROLOGÍA

Por Daniel ROUSSEAU\*

### Tendencias actuales

En todo el mundo, cerca de 200 000 científicos trabajan actualmente en servicios meteorológicos o hidrometeorológicos. Otro número, más difícil de calcular, se dedica a la investigación del tiempo en diversas instituciones, sobre todo en universidades y en centros de investigación. Las necesidades de formación profesional de ese personal han variado, hasta ahora, ampliamente de un país a otro.

En la mayoría de los países desarrollados, por ejemplo, la profesión es ejercida por personal de edades muy diversas, en Servicios Meteorológicos que existen desde hace mucho tiempo. La pirámide de edad del personal en dichos Servicios es, a menu-

do, bastante irregular, dependiendo de la historia pasada del país y de sus políticas de servicio público. La demanda de formación inicial del nuevo personal depende en general del número de empleados que abandonen el servicio debido principalmente a las jubilaciones. La situación económica actual ha obligado a amplios recortes en los presupuestos de los servicios públicos, lo que en algunos países ha conducido a una reducción del personal. Debido a esto, la tendencia actual en los países desarrollados es que la formación inicial que reciben los empleados disminuya o permanezca sin cambios; en casos extremos, la formación inicial del nuevo personal ha sido incluso cancelada. Esto viene provocando una considerable preocupación por el futuro de algunos Servicios Meteorológicos y, por lo tanto, por la comunidad meteorológica mundial.

En el caso de los países en vías de desarrollo,

\* Presidente de la Conferencia Permanente de Jefes de Instituciones de Formación Profesional de los Servicios Meteorológicos Nacionales (SCHOTI)

se han hecho grandes esfuerzos durante los últimos 30 años, bajo los auspicios de la OMM, para crear Centros Regionales de Formación Meteorológica (CRFM) en los que impartir las técnicas profesionales necesarias para mantener el funcionamiento de la red meteorológica mundial y satisfacer las necesidades meteorológicas de sus países. Aunque no es en general el caso, la demanda de nuevo personal es sabido que está en declive, como en los países desarrollados, mientras que la necesidad de formar al personal para enfrentarse a funciones diferentes, está aumentando.

Así, la tendencia actual más extendida es una demanda creciente de que continúe la formación profesional del personal. Esta fue la razón de que el asunto fuera propuesto por el grupo de expertos en enseñanza y formación profesional del Consejo Ejecutivo de la OMM y seleccionado en la última reunión del Consejo Ejecutivo como el tema principal del próximo simposio de la OMM sobre formación profesional, que se celebrará en 1999.

Al mismo tiempo, los avances tecnológicos durante los últimos cincuenta años, especialmente en lo que se refiere a satélites, informática y telecomunicaciones, han afectado gradualmente a todas las facetas del trabajo meteorológico, sea a las observaciones, a las predicciones, a la climatología o, incluso, al suministro de servicios. Se han creado nuevas ocupaciones, como el proceso de datos por ordenador y la modelización. La cantidad de tiempo necesaria para llevar a cabo cada tarea, ha cambiado. Algunas actividades, como las observaciones, están siendo realizadas, cada vez más, de forma automática. Esto ha conducido al cambio de los puestos dedicados a una sola actividad por puestos que cubren una multiplicidad de tareas. Por otra parte, un técnico en meteorología trabajando en un observatorio dentro de una red terrestre de observación, que tiene acceso a estaciones automáticas y a documentación de predicciones distribuida por el Servicio Nacional, puede actuar como observador, predictor y difusor de información. Este cambio en las tareas es tan trascendental que la clasificación del personal meteorológico, redactada 30 años atrás por la OMM, necesita revisarse, lo que se está realizando actualmente.

Además, han aparecido nuevas áreas de trabajo a raíz de los avances en meteorología o de la preocupación sobre el cambio del clima debido a la actividad del hombre. El personal meteorológico debe recibir, en adelante, formación en áreas tales como:

- el uso del radar, de los satélites y de las redes de mesoescala en la predicción inmediata;

- la comercialización de la información meteorológica: área de importancia económica creciente debido a las mejoras en la precisión y en la escala cronológica de los pronósticos;
- las interacciones entre los océanos, los continentes y la atmósfera;
- el cambio climático y la difusión de los datos científicos oportunos al público en general.

Lo que estamos presenciando, por tanto, es un cambio radical en la demanda de formación profesional, principalmente en respuesta a:

- la importancia creciente de una formación profesional continua para el personal ya en servicio;
- la necesidad de adaptarse a los rápidos cambios en el ambiente de trabajo;
- la necesidad de proporcionar formación en las nuevas actividades.

En otras palabras, los Servicios Meteorológicos e Hidrometeorológicos tienen necesidad urgente de mejorar sus recursos humanos; son esenciales nuevos planes y métodos para afrontar este reto.

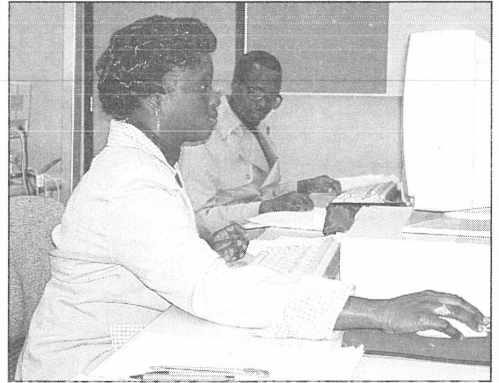
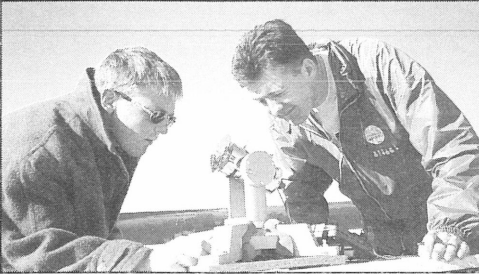
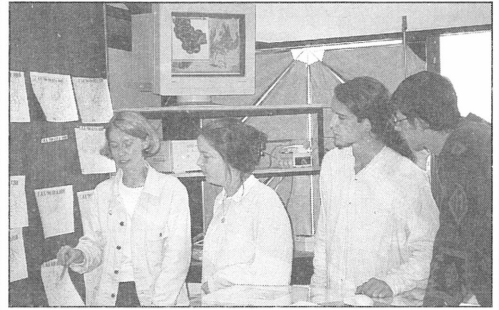
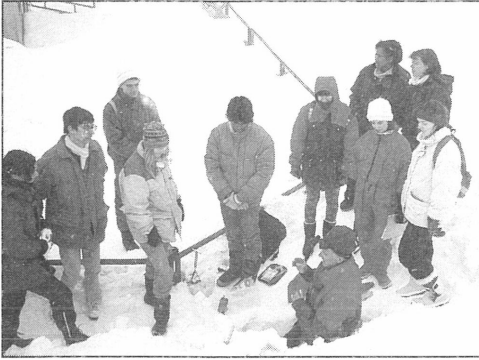
## Métodos

La formación profesional continua, ahora necesaria en la mayoría de las ocupaciones, tiene que ser aceptada con entusiasmo y tenida en cuenta como parte del programa ordinario de trabajo del Servicio. Debe habilitarse tiempo disponible para la formación, especialmente en servicios operativos. En el Servicio Meteorológico de Francia (*Météo-France*), por ejemplo, se asigna una semana al año para la formación del personal. El tiempo dedicado a la formación durante toda una carrera en cualquier campo puede ser comparado, aproximadamente, con el tiempo necesario para la formación inicial en el trabajo de que se trate; debe concederse tiempo adicional para otras actividades de formación profesional durante el servicio, en preparación de tareas diferentes.

Hay diversos métodos para proporcionar formación profesional continua, siendo crucial, a menudo, la elección de uno en concreto para que la formación sea efectiva y mejore el rendimiento del servicio.

Donde se espere que un proyecto de desarrollo introduzca nuevos métodos o condiciones de trabajo, lo que ocurrirá muy a menudo, éste no deberá ajustarse en ninguna manera sólo a los detalles tecnológicos, sino incluir la provisión de formación profesional en nuevas técnicas o herramientas para dotar al personal de las nuevas habilidades que necesitará. Por ejemplo, la introducción de una red de radares

## Reforzamiento de las capacidades en meteorología



(Izquierda): estudios interdisciplinarios para los meteorólogos de entrada (arriba); formación práctica en la calibración de piranómetros (centro); y los estudiantes aprenden el mantenimiento de las estaciones meteorológicas automáticas (abajo). (Derecha): formación en la predicción (el tablero tradicional para los boletines y la pantalla de la estación de trabajo del predictor) (arriba); e ingenieros estudiantes de la Escuela Africana de Meteorología y Aviación Civil (con sede en Niamey, Níger) realizando un curso de formación profesional en la Escuela Nacional de Meteorología, en Toulouse, Francia (abajo)

Fotografía: Jean-Michel Jonquères, Jean-Christophe Canonici y Alain Roux

Doppler en los EE. UU. y la de estaciones de trabajo para predictores en Francia, fueron ambas acompañadas de un gran esfuerzo en formación profesional. La valoración precisa de los medios y del tiempo necesarios para dicha formación, a menudo infraestimados, así como una atención adecuada a la calidad de la formación, pueden contribuir de manera significativa al éxito del proyecto. La falta de consideración de estas condiciones puede conducir frecuentemente a resultados pobres en proyectos técnicamente avanzados o a que el potencial que la nueva tecnología ofrece no se explote con eficacia durante un tiempo considerable.

Se dispone de gran variedad de métodos de formación profesional. Los métodos seleccionados deben ser adecuados al tipo de proyecto de que se trate y a la forma en que se organice el trabajo. En

proyectos en que el resultado final, al menos en parte, sea tener muchas personas manejando aplicaciones informáticas en las estaciones de trabajo, la formación puede suministrarse adecuadamente, de forma completa mediante cursos o a través de módulos de aprendizaje con ordenador (EAO). Aunque esos métodos son costosos de desarrollar, tienen la ventaja de un acceso rápido en el puesto de trabajo y de ser fácilmente actualizables en una red de ordenadores. En cambio, en proyectos donde necesita formación un número restringido de personal, la solución mejor podría ser impartir cursos específicos. En caso de gran número de alumnos, o donde estén geográficamente dispersos, puede ser útil el tener instructores formados que vayan a enseñar al personal en su propia localidad.

Las necesidades de formación profesional no se

limitan a las relativas a la introducción de métodos o herramientas nuevos. Es necesaria una formación básica sólida para ejercer la profesión. Desde el trabajo pionero del Prof. J. Van Mieghem en los años 60, la OMM ha puesto al día sus recomendaciones sobre programas de formación (OMM-Nº 258), sirviendo dichos programas como guías para los CRFM, entre otros. El simposio de la OMM sobre las necesidades de los planes de estudio más allá del año 2000, celebrado en 1995, dio la oportunidad de una revisión general del cambiante escenario. Un estudio general de todos los Servicios Meteorológicos, organizado por la Secretaría de la OMM, debería conducir, no sólo a una nueva clasificación del personal, sino a efectuar recomendaciones sobre los programas de formación. Los países con un enfoque mayor en la comercialización confían actualmente en la formación basada en la competencia, más que en la formación que pretenda la adquisición de conocimientos. Este enfoque, que puede ser ya utilizado aunque no de forma exclusiva, en formación de vocaciones iniciales, es de completa aplicación en la formación subsiguiente. Las tareas que lleva a cabo un Servicio Meteorológico o Hidrometeorológico son hoy en día tan variadas que cada puesto conlleva responsabilidades en varias funciones; así, puede ser necesario un análisis detallado de los conocimientos precisos para cubrir un puesto determinado. Este enfoque ha sido utilizado por la Escuela de la *Met. Office* del Reino Unido, que examinó los conocimientos necesarios para un predictor de la *Meteorological Office*, a fin de determinar la forma y contenido de la formación inicial, la formación para un primer puesto de trabajo y la formación profesional continua.

Puede hacerse, desde el punto de vista general, un análisis de las capacidades necesarias para el desarrollo de una función. Sin embargo, cualquier persona que cubra el puesto de trabajo será única, poseyendo unos conocimientos, habilidades y experiencias en educación y profesionales que sólo ella tendrá; aún más, el puesto cubrirá, generalmente, diversas funciones. En otras palabras, para proporcionar una formación profesional continua, se necesita un análisis de los conocimientos y habilidades precisos para cubrir cada puesto, además de saber hasta cierto punto cómo van a cambiar las responsabilidades del puesto de trabajo en respuesta a las necesidades del servicio. Aunando estos componentes con los conocimientos y capacidades que la persona ya posea y a sus deseos de futuros traslados en su carrera, permitirá preparar un programa de formación profesional particular. Esta es ahora la senda seguida por *Météo-France* en la formación continua,

mientras que antes la formación dependió principalmente de apuntarse a los cursos de formación que aparecían en un catálogo. Otro acontecimiento notable ha sido la iniciación de un examen general de los puestos y programas de formación en los 15 países de África pertenecientes a la Agencia para la Seguridad Aérea en África y Madagascar; bajo este proyecto, la responsabilidad de organizar la formación en cada país será de los expertos en "formación continua" formados para esta misión. La preparación de un programa de formación profesional para un Servicio completo demanda una gran inversión de todos los involucrados. El éxito de dicho programa depende también de que la calidad de cualquier formación profesional, haya sido considerada necesaria y cuantificada. Debería obtenerse una mejora de los recursos humanos de acuerdo con las intenciones del Servicio.

Hay muchos métodos de proporcionar la formación profesional enfocada a programas específicos. En el contexto de enseñar cómo utilizar las nuevas técnicas y herramientas, se mencionaron las ventajas respectivas de cursos de formación y enseñanza a distancia mediante módulos de EAO. Cuando se proporciona formación para un primer puesto u otro nuevo, puede merecer la pena la instrucción individualizada en el puesto de trabajo con un colega actuando de tutor, siempre que éste haya recibido formación previa para este cometido, el objeto de la formación haya sido determinado con claridad y el tutor tenga las ayudas necesarias para su enseñanza. El Servicio Meteorológico de Holanda ha empleado extensamente este método con buenos resultados.

En el contexto del desarrollo sostenible, es importante que la formación profesional y la información sobre el impacto que las actividades humanas puedan tener en el clima y el medio ambiente se extiendan al público en general, más allá de los que trabajan en el campo de la meteorología. Sobre este asunto, es especialmente importante la enseñanza dada a los jóvenes en las escuelas primarias y secundarias; la meteorología elemental es además una herramienta útil para impartir conceptos básicos de física y servir como introducción a las ciencias experimentales. Los rápidos avances hechos por los sistemas multimedia, que utilizan fotografías y animación para ayudar a comprender los fenómenos del tiempo y el acceso a través de Internet a datos en tiempo real, proporcionan un estímulo poderoso a la cooperación entre los Servicios Meteorológicos y el mundo de la docencia. Acontecimientos tales como la Cuarta Conferencia Internacional sobre la Enseñanza Escolar y Popular de la Meteorología y la Oceanografía

(Edimburgo, Reino Unido, del 22 al 26 de julio de 1996), el sexto simposio de enseñanza de la *American Meteorological Society* (Long Beach, EE. UU., del 2 al 7 de febrero de 1997) o reuniones como el simposio sobre meteorología y aprendizaje (*Météorologie et Savoir*, Arc et Senans, Francia, del 15 al 17 de octubre de 1997) son buenos ejemplos de cómo promocionar la enseñanza en estas líneas.

## Peligros

Esas tendencias generales en la formación profesional meteorológica se dan en todo el mundo. Se están desarrollando nuevos métodos para enfrentarse al problema de la creciente demanda de más formación profesional para el personal actualmente en servicio, como parte de la actual revolución en la educación, que tiene ahora la gran ventaja de la aparición de nuevas tecnologías en la información y la comunicación (NTIC). Aunque en los países desarrollados el coste de los nuevos métodos multimedia puede llegar a ser comparable a los más convencionales, esto puede no ser verdad en los países en desarrollo, donde la relación entre los costes del trabajo y del equipamiento es mucho más baja. Hay por tanto un serio riesgo de una diferencia, cada vez más amplia, entre los países tecnológicamente avanzados y aquellos que no pueden instalar las nuevas tecnologías docentes. Si la cooperación internacional en meteorología ha de funcionar correctamente, se deberá conseguir que los métodos de formación derivados de los nuevos desarrollos estén disponibles para todos los centros de formación, y en particular en los CRFM. En vista de la expansión actual de la enseñanza a distancia y del EAO, deberían concentrarse los esfuerzos en asegurar que dichos centros tengan buen acceso a las autopistas de la información y en que los equipos multimedia se utilicen para forjar nuevas herramientas de formación. Además, los centros de formación de los países desarrollados, que tienen la capacidad financiera de desarrollar las nuevas herramientas para la formación profesional, deberían ser animados a cooperar con los CRFM, esto permitiría tener en cuenta las necesidades de todos y asegurarse de que la formación pudiera alcanzar los mismos niveles en cualquier parte del mundo.

Otro peligro radica en la complejidad y variedad de los nuevos temas en los que el personal debe adquirir conocimientos y habilidades. El campo de trabajo de muchos Servicios Meteorológicos es a menudo bastante especializado, concentrándose en las actividades convencionales de la observación, la predicción y la climatología. El problema derivado del cambio climático y el impacto de las actividades

humanas abren una variedad de disciplinas y pueden caer bajo el alcance de numerosas instituciones, sin que ninguna de ellas sea capaz de cubrir sola todo el campo. Esto acarrea un problema organizativo para las instituciones: en lo que respecta a la formación profesional, debería evitarse un grado de especialización demasiado elevado; y se deberían hacer esfuerzos para asegurar que los meteorólogos tengan una formación básica suficiente y estén enterados en forma adecuada de los problemas sobre el medio ambiente, si se quiere que desempeñen un papel importante en los equipos multidisciplinarios que se necesiten.

La difusión de la economía de mercado en el campo de la meteorología demanda de las instituciones habilidades comerciales y, por tanto, una formación profesional apropiada de sus directivos y su personal. Los Servicios Meteorológicos deben importar nuevos conocimientos y capacidades y se pide a los centros de formación que ayuden a lograr sus objetivos comerciales. Hay, de este modo, el peligro de que la formación técnica y científica necesaria para el desarrollo a largo plazo pueda ser sacrificada en algunos casos a una rentabilidad a corto plazo. El debilitamiento de la formación básica meteorológica ofrecida por los Servicios Meteorológicos es causa de preocupación debido a que dicha formación no puede ser impartida por otras instituciones. Además, la adaptación de la formación profesional interna para servir a los logros comerciales de los Servicios puede frenar el intercambio de información, ya que dichos Servicios, en competencia por los mercados, no desearán por más tiempo compartir la formación en las capacidades en que resida su competitividad.

Los peligros principales a evitar pueden resumirse como sigue:

- ampliar las diferencias entre países ricos y pobres como resultado de la expansión de las NTIC;
- especialización excesiva de los meteorólogos como consecuencia de la necesidad de habilidades multidisciplinarias; y
- deterioro de la calidad técnica y científica de los servicios como resultado de condicionantes comerciales.

## Expectativas

A pesar de las disparidades regionales en la expansión de las NTIC, la contribución que esas tecnologías pueden hacer en el campo de la formación es potencialmente tan grande que tendrán que ser usadas, además de los métodos más convencionales, si



se desea dar una respuesta eficaz a las nuevas demandas de formación, especialmente a la formación continua. Están en ejecución varios programas de amplia escala para fomentar la formación profesional de amplia escala de la meteorología (COMET, EuroMET, ASMET). Uno de los programas importantes emprendido por la SCHOTI ha sido promocionar actuaciones en este campo y mediante las conferencias bianuales CALMet (Boulder, EE. UU., en 1993; Toulouse, Francia, en 1995 y Melbourne, Australia, en julio de 1997) promover intercambios entre los especialistas involucrados. Es notable que los módulos de EAO, aunque todavía en pequeño número, están ya disponibles en todos los centros de formación, frecuentemente tan sólo por el coste de instalación. El grupo de trabajo SCHOTI mantiene una carátula de Web: (<http://www.met.ed.ac.uk./calmet/>), que proporciona información puesta al día sobre todos los módulos de EAO disponibles. Los CRFM están empezando a adquirir NTIC. Si todos logran hacer esto, lo que es una prioridad clara si se han de evitar niveles diferentes en la formación meteorológica, puede muy bien considerarse una universidad meteorológica mundial en la cual los recursos de enseñanza de los centros de formación puedan compartirse una vez que hayan sido preparados con el uso de las capacidades disponibles en la "aldea global". El proyecto EuroMET que se está llevando a cabo en la actualidad y que involucra a 15 países europeos, puede ser considerado como una prueba de ese concepto a escala europea. Esta prueba de demostración sobre aprendizaje a distancia de satélites meteorológicos y predicción numérica del tiempo se suministró a unos 1 000 estudiantes de toda Europa a través de Internet mediante módulos disponibles en cuatro idiomas (alemán, español, francés e inglés) y proporcionará información valiosa sobre las oportunidades

ofrecidas por las NTIC para contribuir a la formación en el puesto de trabajo de los meteorólogos.

Las NTIC proporcionan también una herramienta excelente en cuanto a la alerta del público en general sobre los efectos de la actividad humana en el cambio climático y dicha herramienta está siendo empleada cada vez más. La información sobre tales cuestiones, en particular, y sobre los problemas ambientales, está disponible en las escuelas con acceso a Internet. El coste decreciente de los ordenadores personales y de los equipos multimedia, conduce a confiar en la rápida disponibilidad de nuevos paquetes documentarios que los harán atractivos a una proporción creciente de población como un suplemento a la información distribuida necesariamente por métodos más convencionales, como libros y medios informativos.

Debido a los muchos cambios que los Servicios Meteorológicos están afrontando es de la mayor importancia reforzar sus capacidades. Afortunadamente, están disponibles nuevos medios para este objetivo. Sin exagerar las oportunidades proporcionadas por las NTIC y sabedor de que la carrera hacia los nuevos métodos de formación será sin duda más lenta de lo que esperan sus entusiastas promotores, el autor cree sin embargo que, en la misma forma en que los satélites han transformado las observaciones meteorológicas y que los modelos de predicción numérica del tiempo, que se han desarrollado a partir de la tecnología informática avanzada, han revolucionado la predicción, así el campo de la formación profesional experimentará, a su vez, un cambio decisivo e irreversible. □

- Ver también el tema sobre el SCHOTI en "Enseñanza y formación profesional" (Noticias de los programas, pág. 000 (Ed.)).

## FACTORES QUE IMPIDEN QUE SE ELABORE Y SE UTILICE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

Por Richard CROUTHAMEL<sup>1</sup> y Richard SCOTT<sup>2</sup>

### Introducción

El tiempo afecta a todos, causando desde pequeñas molestias a daños graves o muertes. Cuatro de los

<sup>1</sup> Del *National Weather Service*, de la NOAA  
<sup>2</sup> De la Universidad George Washington