

de esos departamentos. Por ejemplo, en la universidad de Reading, en el Reino Unido, la Meteorological Office y la universidad colaboran estrechamente en el Centro Conjunto de Investigación a Mesoescala, ubicado en el campus universitario. Además de tener personal común, este centro posee un enlace rápido de telecomunicaciones con la sede de Bracknell para transferencia de datos. Sin embargo, en Reading no hay enlaces directos con los países tropicales que envían a sus estudiantes a formarse, ni por contacto entre sus plantillas ni mediante una telecomunicación moderna de datos. Por lo que el autor conoce, éste es también el caso en una o dos universidades de los EE.UU. de Norteamérica. La creación, en los próximos años, de mejores sistemas de comunicaciones puede ser muy útil para sentar las bases de una colaboración mucho más estrecha, en el ámbito de la formación, entre los Servicios Meteorológicos, en especial los de los trópicos, y las universidades.

Evolución futura de la formación de los meteorólogos tropicales

Se ha sugerido que toda la formación de las Clases I y II debería trasladarse, sin participación de los CRFM, a las universidades, en las cuales probablemente son mejores las plantillas y las instalaciones. Mientras que en los países industrialmente desarrollados, situados casi todos en latitudes medias y altas, la formación de los meteorólogos a escala nacional es un problema que se resuelve sobre todo con una participación amplia de las universidades, en la mayoría de los países tropicales está lejos de ser el caso, por razones ya analizadas. Allí, sólo un número pequeño de universidades ofrece cursos de meteorología y tan sólo dos o tres poseen recursos para formar a nivel de grado superior.

Es esta falta de actividades de grado superior en casi todos los CRFM, lo que inclina a muchos países tropicales a seguir prefiriendo enviar a sus alumnos a universidades de fuera de los trópicos con cursos de formación superior. Justificadamente, razonan que aunque ellos sólo requirieran formación hasta el nivel de grado medio, las plantillas docentes deberían, a su vez, dedicarse a la investigación, si tienen que mantener el nivel académico más alto. Lógicamente, necesitan hacer esto si sus estudiantes deben proseguir estudios de grado superior. Así mismo, los estudiantes pueden beneficiarse enormemente del estímulo de un entorno investigador, con sus frecuentes seminarios y oportunidades de relacionarse oficiosamente, tanto con los profesores como con otros estudiantes, incluyendo los de otras disciplinas.

Hay universidades, en los trópicos y fuera de ellos, capaces de impartir el ciclo descrito en la tabla II, en un entorno como el mencionado (pero esto no se aplica a todas las universidades que ofrecen un título en meteorología). Si en países en los que también se diera una estrecha colaboración con el Servicio Meteorológico, existiera un número de esas universidades suficiente como para satisfacer las necesidades previsibles de formación de meteorólogos de las Clases I y II en países tropicales, entonces sería claramente preferible para la OMM examinar la posibilidad de designar a dichas universidades como centros primarios con tal objetivo. Esas designaciones requerirían, según creo, actualizar los programas de estudios según las líneas ya indicadas y revisar la necesidad de definir dos clases distintas de meteorólogos titulados. Al examinar la idoneidad de una universidad para calificar para el título de formación de grado medio se deben considerar cuidadosamente sus vínculos actuales y potenciales con los Servicios Meteorológicos de los trópicos.

ENSEÑANZA CON ORDENADOR EN METEOROLOGIA

Por Ian BELL*

Introducción

Durante décadas se han venido utilizando ampliamente los ordenadores en meteorología. El campo de la formación ha sido de los primeros en la utilización de productos obtenidos mediante ordenador, como los procedentes de los modelos numéricos, o en el uso de equipos operativos, como los sistemas de presentación de

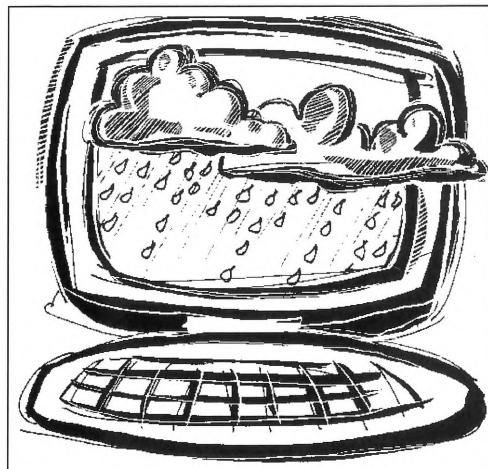
imágenes de radar o de satélite, MCDAS, etc. Sin embargo, sólo recientemente se han utilizado los ordenadores como herramienta de formación por sí misma, en la que a la vez el material pedagógico se genera y se utiliza en un ordenador personal. Las razones de ello residen en el soporte lógico, el soporte físico y en los conocimientos. Los ordenadores personales (compatibles con IBM y Macintoshes) son actualmente rápidos y capaces, con posibilidades de almacenamiento masivo y son además relativamente baratos. Los programas adecuados para

* Centro de Formación del Servicio Meteorológico, Melbourne, Australia

generar material de formación, que inicialmente eran engorrosos y basados en textos, poseen en la actualidad grandes prestaciones, ofreciendo una amplia gama de posibilidades en medios múltiples basados en un entorno tipo Windows, con interfaces gráficas de fácil utilización. Finalmente, los profesores de meteorología y la comunidad relacionada con la formación han comenzado a avanzar en los conocimientos para elaborar programas de alta calidad.

Han surgido algunos centros líderes en enseñanza con ordenador (EO), estando los más activos en los EE.UU. (especialmente en el Programa Cooperativo para la Enseñanza y la Formación Profesional en Meteorología (COMET)), la Ecole Nationale de la Météorologie (ENM), Météo-France, el Reino Unido (Colegio de la Meteorological Office y la Universidad de Edimburgo), el Servicio Canadiense del Medio Ambiente Atmosférico y el Centro de Formación del Servicio Meteorológico de Australia. También están desarrollando EO varias universidades y otros centros.

¿Qué es la EO y por qué usarla?



La EO, lógicamente, es la utilización de los ordenadores como ayuda en la enseñanza. Esta utilización puede ir desde la simple presentación informatizada de una imagen de satélite, o la animación de una serie de imágenes, hasta una presentación multimedia totalmente interactiva, que puede precisar hasta su finalización de muchas horas. A veces se denomina formación basada en el ordenador, pero es preferible el primer término de EO, puesto que abarca un mayor número de enfoques y destaca más la idea de enseñanza en contraposición con la de formación profesional.

Un módulo bien diseñado permite al estudiante controlar los pasos, la cantidad, la profundidad y el ritmo en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes pueden acceder al material mediante diferentes vías, en función de sus formas naturales de aprender, de sus conocimien-

tos previos (no están obligados a tratar los temas que ya conocen) y con unos contenidos y niveles de profundidad flexibles (pueden acceder exactamente a la información que quieran: el principiante puede preferir una visión general, mientras que el experimentado puede requerir un mayor nivel de profundidad).

La EO posee algunas ventajas. Toma el ritmo deseado y está centrada en el estudiante. Al estudiante se le estimula a tomar la iniciativa, puesto que nadie le vigila por encima de su hombro. Puede permitir percepción multisensorial: visual (color y movimiento), auditiva (sonidos, lenguaje hablado y música) y cinética (interactiva) (¡El gusto y el olor todavía no están disponibles!). El sistema puede seguir la pista de los avances del estudiante, para permitir retroceder fácilmente en el punto en el que lo dejó o para proporcionar un registro de sus logros (enseñanza gestionada por el ordenador).

Multimedia

La palabra multimedia se ha convertido en un término de uso común en el decenio de los 1990, pero ¿qué es lo que significa y cuál es el equipo necesario para su ejecución? Básicamente, multimedia consiste en la utilización de más de un tipo de medio de comunicación. Un ordenador personal estándar puede presentar textos, gráficos, imágenes fotográficas y animaciones. Si es suficientemente rápido puede mostrar vídeo digitalizado. Si se precisa el sonido para el lenguaje hablado o para la música, puede añadirse al sistema una tarjeta de sonido. En un CD-ROM (Disco compacto con memoria sólo de lectura) puede almacenarse una gran cantidad de datos. Es como los discos compactos de los equipos de música, pero con una capacidad de hasta 650 Mbytes de datos y se está convirtiendo en el medio preferido.

Como la velocidad de transferencia de información desde los CD-ROM es relativamente lenta, grandes volúmenes de vídeo pueden requerir de un disco de vídeo interactivo. Estos discos son más grandes, analógicos en lugar de digitales, y pueden almacenar hasta 55 000 imágenes cada uno. En Alemania, este soporte se ha utilizado para almacenar muchos miles de imágenes de satélite del METEOSAT y del GMS, a las que se puede acceder casi instantáneamente, pueden animarse hacia adelante o hacia atrás o presentarse imagen tras imagen. Las imágenes o secuencias pueden recuperarse por la fecha o por una característica dada, por ejemplo, todas las invasiones frías, los ciclones tropicales, o los episodios de lluvias intensas correspondientes a un lugar determinado.

Ejemplos de desarrollos de EO

La EO puede presentarse en una amplia variedad de estilos, dependiendo de la materia que se va a

aprender y de cómo se va a hacer. Una vez que se dispone de las técnicas de producción, su alcance está solamente limitado por nuestra imaginación.

La forma tradicional de la EO es guiando al alumno. Se presenta la información, y se plantean preguntas para comprobar si el estudiante ha alcanzado los objetivos fijados y si es capaz de seguir hasta el siguiente capítulo o tema. Constituyen ejemplos de esta forma de EO el programa para el parte METAR aeronáutico de la *Ecole Nationale de la Météorologie* francesa (puesto recientemente a disposición de todos los Miembros de la OMM en español, francés e inglés) y los programas de la *Meteorological Office* del Reino Unido sobre las aplicaciones de la vorticidad y de los vientos ageostróficos (entre las páginas 330 y 331, se dan otros ejemplos parecidos del programa francés BILHY (Ed.)).

El programa guiado se ha llevado hasta sus últimas consecuencias por el COMET en los EE.UU. Se han elaborado siete módulos detallados de formación (con cuatro más en fase de desarrollo) sobre disco de vídeo interactivo, que incorporan presentaciones totalmente interactivas basadas en multimedia con vídeo, sonido, imágenes de radar y de satélite, información en textos, etc. A los estudiantes se les presenta la teoría necesaria y, cuando realizan los ejercicios, puede recabar comentarios y asesoramiento de los expertos en la materia. Los predictores han comparado los módulos con el hecho de "tener a un experto trabajando junto a uno". Estos módulos han recibido una favorable acogida no solamente en la comunidad meteorológica, sino que también uno de ellos ha recibido el prestigioso galardón de la revista *New Media*.

Un "hiperlibro" tiene partes que están unidas a, y a las que se puede acceder desde, otras partes del libro mediante selección de una palabra o botón. De esta forma, el estudiante puede navegar a través del programa sin necesidad de volver al principio o de seguir un itinerario preestablecido. El programa de "identificación de nubes" del Centro de Formación del Servicio Meteorológico de Australia (puesto a disposición de los Miembros de la OMM por el Departamento de Enseñanza y Formación Profesional) es un término medio entre un programa guiado y un hiperlibro (véase el *Boletín de la OMM* 43 (3), pág. 261). Aunque a los estudiantes se les guía a través del módulo, pueden también moverse o acceder a cualquier parte del programa a voluntad. Inicialmente, pueden querer aprender a reconocer visualmente los diez tipos básicos de nubes y autoevaluarse mediante un test aleatorio. Pueden a continuación volver a estudiar (quizá en un estadio posterior) las condiciones de vuelo para cada tipo de nube o utilizar el módulo como una referencia para comprobar, por ejemplo, cómo se diferencian los nimboestratos de los altoestratos.

Otro enfoque es el programa de simulación. Charles Duncan, de la Universidad de Edimburgo ha

elaborado un modelo unidimensional de predicción numérica, diseñado para dar una visión de los procesos numéricos relacionados con la predicción numérica del tiempo. El estudiante puede seleccionar diferentes ondas unidimensionales (sinusoidal, cuadrada o aleatoria) sobre la que puede realizar un experimento de advección simple. La potencia de este enfoque surge de la posibilidad de alterar diferentes parámetros y ver su efecto inmediatamente. El estudiante puede variar el número de puntos de rejilla, las condiciones de contorno, los esquemas de advección y los pasos de tiempo y comparar las soluciones generadas en cada combinación. La inestabilidad del cálculo, por ejemplo, se muestra como una dramática ampliación de la onda.

Un ejemplo más complejo de simulación es el Modelo Regional de Predicción de Área del Centro de Formación del Servicio Meteorológico de Australia. Se trata de un modelo numérico de predicción del tiempo completo basado en ecuaciones primitivas ($54 \times 54 \times 15$ niveles) diseñado para ejecutarse en un ordenador personal. Utiliza el análisis operativo y está anidado a la salida del modelo operativo o dentro de él mismo. Tiene una rejilla que se puede colocar en cualquier posición geográfica, resolución elegible, niveles sigma, condiciones de contorno y topografía, así como una física seleccionable (convección, precipitación a gran escala, capa límite planetaria, flujos superficiales y difusiones). Precisa para su ejecución de una o dos horas, dependiendo de su resolución.

La finalidad de este módulo de formación no es la de descubrir cuál es la mejor predicción (más próxima a la atmósfera), sino la de explorar el efecto de variar las condiciones del modelo para comprender cómo se comporta el modelo numérico. De esta forma, por ejemplo, una ejecución del modelo sin procesos de condensación y evaporación o sin topografía puede compararse con una simulación completa para comprender el papel del calor latente o el de la topografía.

También en el Centro de Formación del Servicio Meteorológico de Australia, hemos estado explorando un prototipo de libro de texto electrónico del futuro con un capítulo sobre la vorticidad potencial (véase la figura de la página 329). La pantalla principal muestra y explica la ecuación, que puede presentarse rápidamente en cualquier sistema de coordenadas, conjuntamente con sus aplicaciones. Señalando con el ratón cualquier término de la ecuación, presenta el nombre de dicho término, y sin más que presionar se obtiene una pantalla con una explicación del término. Los botones de esta nueva pantalla presentarán diagramas o animaciones, ejemplos sinópticos, campos de diagnóstico, etc. En cualquier nivel, los estudiantes pueden dirigirse a una colección de ejercicios con ayudas incorporadas. Al igual que con el problema formulado, se puede invocar un diagrama o una animación del problema. Si los estudiantes no saben cómo empezar, pueden presionar

$$\frac{D(\zeta + f)}{Dt} = \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla (\zeta + f) + w \frac{\partial \zeta}{\partial z} = -(\zeta + f)(\nabla \cdot \mathbf{V}) + k_z \left(\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial z} \times \nabla w \right) + k_z (\nabla p \times \nabla \alpha) + k_z \nabla \times F$$

horizontal advection of absolute vorticity

Choose and click one of the above terms



* Description

* Animation

* Idealised example

* Synoptic example

* Diagnostic chart

* Exercises

Click on a topic

Horizontal advection of vorticity

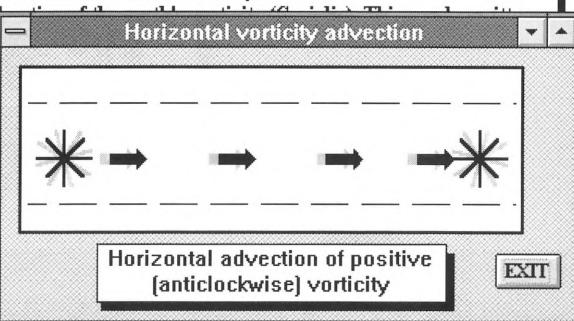
This term is the advection of absolute vorticity by the horizontal wind. It does not change the vorticity - it only moves it about.

There are two components:

(i) advection of the relative vorticity, and

(ii) advection of the absolute vorticity (as $-v\beta$)

and eq



Horizontal advection of positive
(anticlockwise) vorticity

EXIT

START

(c) Bureau of Meteorology, Australia

EXIT

Capítulo sobre la ecuación de la vorticidad en el prototipo de libro de texto electrónico que se está preparando en el Centro de Formación del Servicio Meteorológico de Australia

los botones que les informan de los principios relacionados, que les muestran las ecuaciones o datos a utilizar, que les explican los errores habituales o las suposiciones consideradas. En consecuencia, en cualquier nivel, pueden obtener ayuda inmediata correspondiente al nivel requerido y continuar con otros ejercicios hasta que ya no necesiten más ayuda. Aunque está todavía a nivel de prototipo, no sería difícil, con las plantillas adecuadas, convertirlo en libro de texto de una comunidad en el que cualquiera pudiera añadir o utilizar.

Cooperación internacional

La Conferencia Permanente de Directores de Instituciones de Enseñanza de los Servicios Meteorológicos Nacionales (SCHOTI) ha creado un grupo de trabajo sobre EO (véase el recuadro de la página 332). Se ha reunido físicamente dos veces, si bien mantiene contacto electrónico. Sus principales actividades se resumen más abajo.

Ha habido también algunas iniciativas regionales y bilaterales. En Europa, existe una propuesta de Proyecto Europeo de EO, así como un grupo escandinavo. La mayoría de los actuales centros de desarrollo de EO tienen, o están desarrollando, relaciones con los CRFM o con diversos países de sus regiones.

Conferencias CALMet

La primera conferencia internacional sobre enseñanza con ordenador y enseñanza a distancia en meteorología, hidrología y oceanografía, copatrocinada por la American Meteorological Society y la OMM, se celebró en Boulder, Colorado, EE.UU., entre el 5 y 9 de junio de 1993*. Bajo el título de "Haciéndolo correctamente", se reunieron aproximadamente 90 participantes de 26 países. Además de casi 40 presentaciones, hubo cuatro cursillos prácticos de divulgación para los nuevos en este campo, sobre: "Los fundamentos de la enseñanza a distancia, incluyendo los multimedia, la EO, las teleconferencias y otros medios de comunicación", "El proceso de diseño pedagógico", "El diseño de una enseñanza eficaz" y "Desvelando el misterio de los sistemas de creación mediante multimedia".

Las contribuciones no solamente cubrieron un amplio espectro de temas, que iban desde la teoría del diseño pedagógico, pasando por numerosos ejemplos de aplicaciones EO, hasta la evaluación de su eficacia, sino que además mu-

* Véase el Boletín de la OMM 43 (1), págs. 42 a 44 (Ed.)

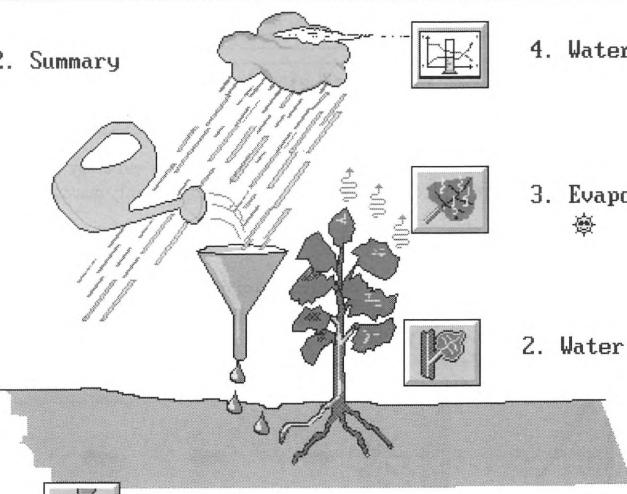
The course is divided into several parts:



F2. Summary



4. Water budget



3. Evapotranspiration
☀



2. Water in plants



1. Water in the soil

Click on each part of the course to access its contents.



WATER BUDGET

Case study - Unrestrained irrigation

Required data	Week N° (15) (16) (P-1) (P)
PET	27.0
Kc	0.8
MET	21.6
Rain	5.0
R1	50.0 33.4
R2	69.9 69.9
Runoff (P)	0.0
Irrigation(P)	0.0
R1(P) after Irrigation	33.4
R2(P) after Irrigation	69.9

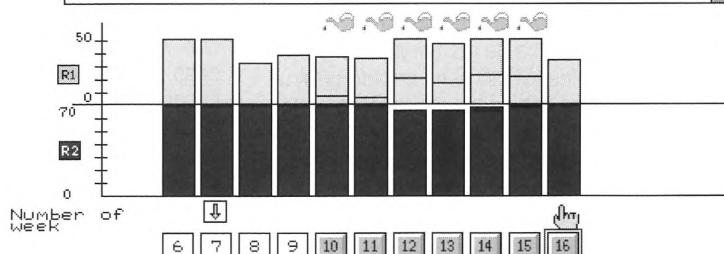
DEVELOPMENT STAGE: formation of grains
Period from 15th to 21st august

COMMENTS

In this case, irrigation would
?? cause runoff.
We must not irrigate therefore.

Click on the screen to continue.

Intermediate calculations



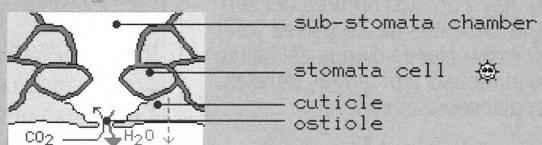
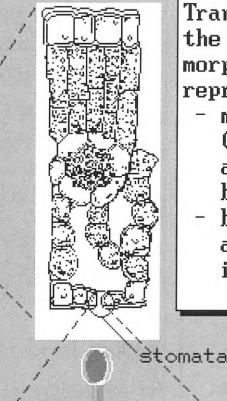
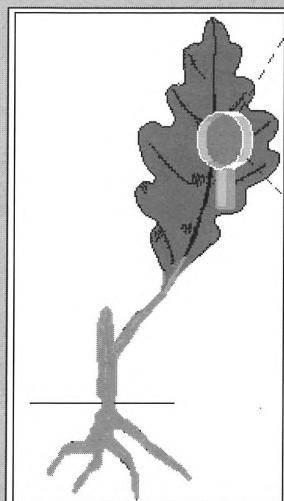
Las figuras de esta página y de la siguiente son ejemplos del programa francés de enseñanza con ordenador BILHY. Su finalidad es la de formar a los asesores agrícolas y a los meteorólogos en el tema de la humedad del suelo. El usuario debe ser capaz de decidir, según los parámetros pedológicos, agrícolas y meteorológicos, si se debe regar o no. Arriba: página introductoria del curso; abajo: un ejercicio



WATER IN PLANTS

TRANSPIRATION PROCESS

ABCD



Transpiration occurs chiefly through the leaves, in view of their morphology and the surface area they represent:

- mainly through the stomata (stomata transpiration), with the advantage that this mode can be controlled by the plant.
- but also through the cuticle, to a limited extent, if it is not too impervious (cuticle transpiration).



WATER IN PLANTS

APPLICATION EXERCISES

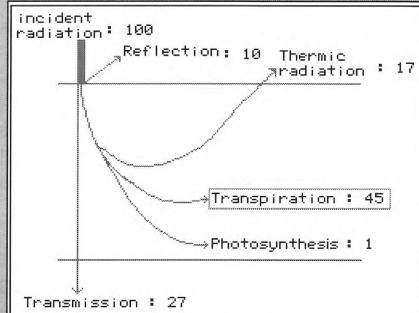
ABCD

Exercise 2 / 6

A leaf receives a quantity of radiant energy.
What percentage of energy is used during transpiration ?

Destination of the energy received by a leaf.

- 1- 10%
- 2- 17%
- 3- 45% ☀
- 4- 1%
- 5- 27%



Correct.



Ejemplos de pantallas del curso BILHY de balance hídrico. BILHY es un producto de METEO-FRANCE y la Ecole régionale de l'eau, en Lavaur, y la Ecole nationale de formation agronomique, en Toulouse. Está patrocinado por la Région Midi-Pyrénées, METEO-FRANCE, y la Ecole nationale de formation agronomique, de Toulouse. Ha sido producido por la compañía Eclairs-Services, de Toulouse

chos participantes dijeron que ésta había sido la mejor conferencia a la que habían asistido.

La segunda conferencia, "CALMet95", se celebrará en Toulouse, Francia, por invitación de la ENM, Météo-France, entre el 17 y el 21 de julio de 1995 (véase el recuadro de esta página).

Banco de datos electrónico CALMET

El grupo de trabajo de enseñanza con ordenador dispone de un servicio de correo electrónico organizado por Charles Duncan, de la Universidad de Edimburgo. Los mensajes enviados a CALMET son reenviados a todos los suscriptores vía correo electrónico. El ordenador servidor también contiene un directorio de programas y otra información, como las actas del CALMet93. Puede accederse a ellos mediante Internet vía "ftp" con usuario "anonymous".

Actualmente hay 206 suscriptores del servicio de correo procedentes de 26 países y se realizan unas 20 extracciones diarias del banco de datos. Véase el recuadro para más detalles relativos a suscripciones o acceso.

Imágenes meteorológicas en CD-ROM

Cuando se prepara una clase convencional con fines de formación, es útil tener acceso a textos y diagramas para fotocopiar o para realizar transparencias. Para los desarrollos de EO, sería de gran ayuda tener acceso a fotografías, imágenes, diagramas y animaciones en forma digital. Para satisfacer esta necesidad, el grupo de trabajo de enseñanza con ordenador está preparando un CD-ROM que contendrá las imágenes proporcionadas por los miembros de la comunidad meteorológica. Estas imágenes se pondrán a disposición de todos con fines educativos.

Temas para la comunidad relacionada con la formación meteorológica

La EO es un trabajo arduo de producir, por lo que es preciso que los esfuerzos de los implicados obtengan los máximos beneficios. Se anima a todos al libre intercambio y al acceso a los programas de EO. Para facilitar esto, la mayor parte del material de EO se desarrolla en ordenadores personales compatibles con IBM y se pone libremente a disposición de todos o al precio de coste.

El Departamento de Enseñanza y Formación Profesional de la OMM ya ha distribuido módulos de EO sobre la nueva clave **METAR**, suministrados por Francia (en español, francés e inglés), y sobre identificación de nubes, suministrados por Australia.

Si los módulos de formación van a compartirse, surge la pregunta de cómo son de apropiados para otro país, región, hemisferio o cultura. Aunque algunos nunca podrán ser aplicables (por ejemplo, los países de altas latitudes nunca se interesarán por las estructuras meteorológicas tropicales y viceversa), otros, con la

Contactos útiles

- **SCHOTI**—John Mottram, Bureau of Meteorology Training Center, GPO Box 1289K, Melbourne 3001, Australia.
e-mail: J.Mottram@bom.gov.au
- **Grupo de trabajo de EO**—Brian Heckman, UCAR/COMET, P.O. Box 3000, Boulder, CO 80307, EE.UU.
e-mail: Heckman@COMET.ucar.edu
- **CALMet95**—Joel Hoffman, Météo-France, Ecole Nationale de la Météorologie, 42 avenue Coriolis, 31057 Toulouse Cedex, France.
e-mail: Joel.HOFFMAN@meteo.fr
- **Suscripción a CALMET**
e-mail: calmet-request@castle.edinburg.ac.uk
files: ftp.met.ed.ac.uk o bien 129.215.168.19
- **Ian Bell**—Bureau of Meteorology Training Centre, GPO Box 1289K, Melbourne 3001, Australia.
e-mail: I.Bell@bom.gov.au

adecuada preparación, pueden escribirse para permitir una adecuación local, compartiendo la estructura y la información genérica, y permitiendo la inserción de ejemplos locales, etc.

Otro problema es la multiplicidad de lenguas de los países Miembros. Se trata de un problema difícil que puede ser paliado por los productores de EO escribiendo los programas de tal forma que el contenido y el programa estén separados. Ambos se combinan al final para crear un módulo de formación. El contenido puede, en consecuencia, traducirse independientemente del programa de EO. Estamos en las fases iniciales y esta idea todavía no se ha probado, si bien está en fase de desarrollo.

Algunos proyectos pueden ser demasiado grandes para ser desarrollado por una persona o un grupo, pero pueden ser adecuados para proyectos bilaterales o incluso de cooperación internacional. El Centro de Formación del Servicio Meteorológico de Australia está explorando la posibilidad de crear una plantilla "inteligente" para desarrollar una guía de interpretación de imágenes de nubes procedentes de satélite. Con unos requerimientos mínimos de programación, uno podría ser dirigido en los pasos necesarios para producir un nuevo elemento. Sería parte del proyecto global y estaría disponible para su uso por parte de todos.

La transferencia de los conocimientos y experiencia de EO a los CRFM y a los distintos países constituye un problema importante. La OMM ha tomado la iniciativa en este punto y ha introducido tanto el diseño de la instrucción como la enseñanza con ordenador en sus semi-

narios regionales de formación para instructores. El primero de estos seminarios se celebró en Seúl, República de Corea, en diciembre de 1993 y se consideró un éxito por parte de todos. También se han establecido acuerdos de cooperación bilateral entre algunos CRFM y centros de desarrollo de EO.

El futuro

El futuro se presenta a la vez como un desafío y tremadamente emocionante. No cabe duda de que la EO se utilizará cada vez más a medida que los sistemas informáticos sean cada vez más potentes y asequibles, los programas sean más flexibles y sea mayor la cantidad de material disponible para formación meteorológica. ¿Quiere esto decir que los profesores de meteorología van a quedar sin trabajo? Quizá la mejor

respuesta es la cita anónima: "Los ordenadores no sustituirán a los profesores, pero los profesores que enseñan con ordenadores sustituirán a los profesores que no los utilizan (o no pueden utilizarlos)". Esto quizás no suceda en algunos años, pero la tendencia es inevitable. Depende de nosotros el asegurar que controlamos la dirección y continuamos con los enfoques ya puestos en marcha para estar seguros de que los beneficios se comparten por parte de todos.

Referencias

- DUNCAN, Charles, 1993: Enseñanza con ordenador en meteorología: situación actual. *Boletín de la OMM* **42** (2), 137-141.
CALMet93, Actas de la conferencia. Disponible electrónicamente en CALMET (véase el recuadro de la pág. 332).

LOS EFECTOS HUMANOS Y ECONOMICOS DE LOS FENOMENOS METEOROLOGICOS EN 1993

Por D. W. S. LIMBERT*

El siguiente estudio se ha recopilado a partir de los informes de 75 países y se ha complementado con noticias de prensa del período correspondiente.

AFRICA

Nueve países de dos grandes zonas del continente africano reseñaron fenómenos significativos. **Camerún** informó de la ausencia de fenómenos significativos.

Africa occidental (temporales locales, lluvias e inundaciones)

Senegal, Guinea y Benín sufrieron varias veces entre mayo y septiembre vientos fuertes superiores a 25 m s^{-1} y granizo y lluvias intensas en el transcurso de tormentas violentas, que mataron a cuatro personas, destruyeron parte de la cosecha de algodón, mataron a reses y produjeron cortes en el abastecimiento eléctrico. Las lluvias intensas produjeron algunas inundaciones, en particular durante julio en Benín (en Ouake y Cotonou) y en Guinea (los ríos Makona y Boyan), que causaron daños en carreteras, puentes y viviendas, originando el desplazamiento de más de 500 familias. En Guinea, en el macizo de Fouta Djallon, algunos graves incendios de monte bajo de origen desconocido fueron la causa de que mucha gente huyera de sus viviendas.

El Nilo y África oriental (lluvias e inundaciones, sequías)

Los fenómenos tuvieron lugar en una banda de países que se extiende desde **Egipto** en el norte, hasta **Kenia** y **Ruanda** pasando por **Etiopía**.

El 9 de enero en Egipto, la niebla, las lluvias intensas y el viento originaron graves accidentes de tráfico en El Cairo y Alejandría y sus alrededores, en esta última se cerró el puerto, hubo cortes eléctricos y se destruyeron algunas viviendas. Murieron veinte personas. Desgracias parecidas acontecieron en febrero a causa de cinco episodios de lluvias intensas, algunas de ellas acompañadas de vientos fuertes y de granizo. Después, a partir de mayo, otros siete temporales de lluvia dejaron un rastro de daños y pérdidas de vidas. Una tormenta de arena cerró el aeródromo de Aswan. El número anual de muertes atribuido al tiempo es de 55, de las cuales 32 corresponden a accidente de carretera.

En el mes de agosto las lluvias intensas causaron en Etiopía el desbordamiento de los ríos Awash y Nilo Azul sobre tierras de cultivo. En las proximidades de Addis Abeba, 4 800 personas abandonaron sus viviendas y perecieron muchos animales domésticos. Las peores inundaciones en 30 años destruyeron una central eléctrica en el Nilo Azul, cortando el suministro eléctrico a las regiones de Gollam y Gonder durante varios días. La presa de Koka se desbor-

* Antiguo Meteorólogo Jefe de los Estudios Antárticos Británicos