

Cooperación internacional en enseñanza y formación profesional continuas en meteorología e hidrología operativa



Por John W. ZILLMAN*

No soy un especialista en enseñanza y formación profesional meteorológica o hidrológica. Pero tengo una fe enorme en el potencial de la ciencia y de los servicios meteorológicos e hidrológicos para contribuir al bienestar de la humanidad en el siglo XXI y en el poder de la cooperación internacional para asegurar que sus beneficios se intensifiquen y se compartan de forma más extensa y equitativa. Y en una especialidad de la ciencia que avanza tan rápidamente como la nuestra, en un mundo en el que la importancia del conocimiento se ha hecho primordial y las fuerzas de la globalización ya reinan sobre todo, creo que los inmensos beneficios que los servicios meteorológicos e hidrológicos están en condiciones de ofrecer a las comunidades nacionales en las décadas venideras dependerán, de forma dominante, de la calidad de la enseñanza y de la formación profesional iniciales y continuas que seamos capaces de ofrecer a los que trabajan en primera línea del suministro de servicios en los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), tanto del mundo en vías de desarrollo como del desarrollado.

Preparación para un mundo incierto

No hay duda de que en las décadas pasadas se han conseguido rápidos y profundos cambios en la mayoría de las esferas de la actividad humana—alianzas políticas, políticas económicas, valores sociales y conciencia medioambiental, por citar sólo unas pocas. La revolución de la información, la naturaleza cambiante del

trabajo, el triunfo de las fuerzas de mercado, la intensificación de las desigualdades dentro de las naciones y entre ellas, el descenso de poder y la pérdida de confianza en los gobiernos y en las instituciones, y la dramática erosión del capital social, se han combinado para producir lo que Francis Fukuyama ha llamado la Gran Ruptura (Fukuyama, 1999).

En el ámbito de la meteorología y de la hidrología, los cambios no han sido de ningún modo menos rápidos o traumáticos que en el mundo dentro del cual operan (Organización Meteorológica Mundial, 1999;

Este artículo está basado en el discurso de apertura del Dr. Zillman del Simposio de la OMM sobre Enseñanza y Formación Profesional Continuas en Meteorología e Hidrología Operativa, que se celebró en Teherán, República Islámica de Irán, del 6 al 10 de noviembre de 1999.

Zillman, 1999 (a, b)). Aunque la OMM ha jugado un papel vital para mantener un sentido claro de dirección y una estabilidad durante este período de turbulencia y de incertidumbre, se han producido muchos cambios fundamentales, algunos a mejor y otros a peor, que han alterado de forma sustancial el carácter de muchos SMHN y que han derrumbado los enfoques consolidados del suministro de servicios meteorológicos e hidrológicos en

muchos países. Quizás los mayores cambios han surgido del impacto de la revolución de las comunicaciones sobre el flujo y la recogida de nueva información científica. El conocimiento científico y la práctica operativa ya no se difunden solamente a través de los métodos tradicionales como las conferencias y las revistas—ahora lo hacen casi instantáneamente alrededor del mundo a través del correo electrónico, Internet y las videoconferencias.

Se han producido cambios rápidos también en el propio proceso educativo. Los acuerdos institucionales para impartir enseñanza en los niveles primario, secundario y terciario han evolucionado rápidamente. Muchas universidades y otras instituciones académicas han creado campus en países extranjeros y también

* Presidente de la OMM y Presidente del Grupo de Expertos del Consejo Ejecutivo sobre Enseñanza y Formación Profesional de la OMM.

ofrecen cursos *on-line* a lo largo y ancho del mundo, además de la práctica consolidada de matricular estudiantes extranjeros en instituciones locales.

Los próximos 10 años traerán un mundo que puede ser muy distinto al que prevemos hoy (Mercer, 1998). No sabemos claramente si, como sugiere Fukuyama, los efectos de la Gran Ruptura están empezando a disminuir y el orden social puede estar reformándose, o si las inestabilidades de los mercados mundiales y el resurgimiento de los conflictos regionales que han caracterizado a los años pasados resultará haber sido sólo un pequeño anticipo de un desorden futuro mucho mayor. Pero, si algo hemos aprendido de los años 70 y 80 es que ya no es válido extrapolar linealmente las tendencias de una década a la siguiente. Algunos sugieren que los niveles de incertidumbre de la sociedad son ahora tan altos que hasta puede no ser útil en absoluto intentar extrapolar tales tendencias sociales, económicas y tecnológicas.

En el caso de la meteorología y de la hidrología operativa, creo que este criterio puede ser demasiado pesimista y una reacción exagerada a las incertidumbres muy reales de nuestros tiempos. Los servicios meteorológicos básicos que nuestras comunidades necesitarán cada vez más en las primeras décadas del siglo XXI continuarán predominantemente basados en el conocimiento científico que se ha construido de forma sistemática a lo largo del siglo XX. Y la mayoría de las principales tecnologías que se usarán para la recogida de datos y para el suministro de servicios meteorológicos e hidrológicos en 2010 están casi con toda seguridad desarrollándose ya en los laboratorios de investigación y en las fábricas de equipamiento—o, por lo menos, como nuevas ideas en las mentes de los jóvenes que constituirán la próxima generación de meteorólogos pioneros. El reto al que nos enfrentamos durante el próximo siglo lo superamos nosotros, la comunidad meteorológica, asegurando que los avances que surgen de nuestra inversión estratégica en ciencia y en tecnología de progreso se convierten rápidamente en beneficio para la sociedad en general.

Este es el papel vital de la enseñanza continuada, preparamos para un mundo incierto y, con toda probabilidad, inmerso todavía en un proceso de rápido cambio. Si hemos de triunfar en nuestra tarea de canalizar los beneficios del progreso científico y tecnológico para beneficio de la comunidad, es importante que se ayude y se capacite a los que desempeñan distintos papeles especializados en los SMHN del mundo a actualizar y a aumentar continuamente sus conocimientos y sus habilidades en armonía con el rápido

progreso que, casi con toda seguridad, continuará en ciencia y en tecnología básicas.

Antes de empezar con el papel de la cooperación internacional para facilitar enseñanza y formación profesional continuas al personal meteorológico e hidrológico que dirigirá y hará funcionar los SMHN de las primeras décadas del siglo XXI, me gustaría reflexionar por un momento sobre las distintas fuerzas en interacción en este ambiente y que influirán, e incluso determinarán, la forma en que se desempeñará dicho papel.

Nuevo contrato social de la ciencia

Al final del siglo XX, podemos evocar con gran satisfacción un período de sorprendentes descubrimientos científicos y desarrollo tecnológico, la mayor parte del cual ha aportado grandes beneficios para la humanidad. Y ha habido pocas especialidades donde el progreso haya sido tan destacable y los beneficios para la sociedad más inmediatos que en nuestra capacidad para vigilar, comprender, modelizar y predecir el comportamiento de muchos sistemas naturales del planeta, haciéndonos capaces de avisar a las comunidades amenazadas por peligros naturales y prevenir a menudo, o por lo menos mitigar, los desastres naturales que han ocasionado muerte y destrucción generalizadas a generaciones anteriores. Pero parte de este progreso también ha disparado o exacerbado el azote de la guerra y de los conflictos sociales y ha causado graves daños al medio ambiente natural, lo que ha originado que se cuestionen los beneficios de la investigación y cierto desencanto público con la ciencia.

La última semana de junio de 1999 tuvo lugar en Budapest un suceso importante. Unos dos mil políticos y científicos naturales y sociales de los más eminentes del mundo se reunieron para valorar los logros de la ciencia en el siglo XX y para identificar los elementos esenciales de un nuevo contrato social para la ciencia para el siglo XXI. Pidieron un nuevo compromiso con la ciencia por parte de los gobiernos, de las empresas y de la sociedad civil y un nuevo compromiso por parte de la comunidad científica para servir a la sociedad utilizando la ciencia para construir una cultura de paz y para contribuir al desarrollo social, económico y cultural; y para encontrar soluciones a los acuciantes problemas mundiales de pobreza, conflictos raciales, degradación medioambiental, salud pública deficiente y escasez de agua y alimentos que se presentan como las principales amenazas para la supervivencia global en el siglo XXI. Los participantes

en esta Conferencia Mundial sobre Ciencia, patrocinada por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y por el CIUC (Consejo Internacional para la Ciencia) formularon sus esperanzas y sus aspiraciones en la "Declaración sobre la Ciencia y el uso del Conocimiento Científico" y su compromiso de acción para alcanzar las metas de la Declaración en una "Agenda Científica - Marco de Acción" adjunta.

Creo que estos documentos tienen una importancia fundamental para todos los que pertenecemos a la comunidad científica contemplando nuestro papel en la sociedad en las décadas venideras. Tienen una importancia claramente mayor para los que trabajamos en las ciencias de la tierra, y en especial para todos los que pertenecemos a la comunidad de la OMM, ya que nos esforzamos por enfrentarnos a las enormes oportunidades y obligaciones que nos ofrece la ciencia para proteger a la sociedad de las fuerzas dañinas del medio ambiente y para proteger éste del daño que la sociedad amenaza con causarle a medida que aumenten las presiones de la población en las décadas venideras.

Enseñanza y formación profesional en el siglo XXI

En la Conferencia Mundial sobre Ciencia se acentuó el papel vital de la enseñanza en el cumplimiento del nuevo contrato social de la ciencia y se identificaron algunos criterios importantes para el éxito de ese papel. Se pidió, en particular, lo siguiente:

- La creación de un programa internacional sobre ciencia compatible con Internet y sobre enseñanza y formación profesional vocacionales para remediar las limitaciones de la infraestructura educativa y para facilitar una enseñanza científica de alta calidad en localidades apartadas.
- El funcionamiento de una red de instituciones de enseñanza superior y de postgrado, con especial atención a la cooperación norte-sur y sur-sur.
- El desarrollo de nuevos planes de estudios, que incluyan metodologías y recursos.
- Dar acceso a los profesores de ciencia de todos los niveles a los equipos y herramientas necesarios para que actualicen continuamente su conocimiento ante los rápidos cambios.
- Comprometer a las instituciones educativas para ofrecer enseñanza de ciencias a lo largo de toda la vida.
- Uso de la enseñanza a distancia para complementar la actual enseñanza oficial y no oficial.

- Comprometer a las sociedades científicas de alto nivel a aumentar su colaboración, incluidos el intercambio de conocimiento y de experiencia.

El énfasis sobre la enseñanza continua como parte de la Agenda Científica para el siglo XXI refuerza extraordinariamente la llamada de la Comisión Independiente sobre Población y Calidad de Vida, que consideraba "la enseñanza como un continuo ... (que habría que) ... tratar como un derecho que pertenece no a un grupo de edad específica (infancia o juventud), sino como un derecho a lo largo de toda la vida que puede tomar múltiples formas hasta la edad avanzada" (Comisión Independiente sobre Población y Calidad de Vida, 1996).

El poder de la cooperación internacional

Creo que la segunda mitad del siglo XX ha demostrado convincentemente los enormes beneficios que se pueden obtener de la cooperación internacional en ciencia y en enseñanza dentro del espíritu de la carta de la UNESCO y la manifestación inmensamente práctica de esos beneficios a través de los distintos programas y actividades meteorológicos, hidrológicos y oceanográficos de la OMM.

La interdependencia global de los procesos físicos, químicos y biológicos de la atmósfera, el océano y las aguas interiores hace de la meteorología una de las especialidades más intrínsecamente internacionales de la ciencia y del esfuerzo del hombre y de la OMM, una de las organizaciones internacionales más esenciales del sistema de las Naciones Unidas.

La necesidad de cooperación internacional tiene su origen en la necesidad de cada país de disponer de acceso instantáneo a la información meteorológica de todo el mundo para que pueda predecir y avisar eficazmente del tiempo y de los episodios climáticos amenazadores que puedan ocurrir en su propio territorio. Los beneficios pasan directamente a las comunidades nacionales desde el sorprendentemente eficaz sistema de contribución voluntaria y del intercambio internacional libre y sin restricciones de datos de observación meteorológicos y afines, bajo las disposiciones de la Convención de la Organización Meteorológica Mundial y dentro del marco operativo de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM.

Las perspectivas de la OMM para el siglo XXI

En el Decimotercer Congreso Meteorológico Mundial, que se celebró en Ginebra del 4 al 26 de mayo de 1999, se hizo inventario de los logros de la OMM

a lo largo de los 50 años transcurridos y se aprobaron las perspectivas y los planes para los primeros años del siglo XXI. Las delegaciones de los 171 Estados y Territorios Miembros presentes en el Congreso encargaron a la OMM hacer todo lo posible por construir un mundo en el que (entre otras cosas):

- las naciones sigan reconociendo la naturaleza intrínsecamente cooperativa de la meteorología internacional;
- se mantenga y se consolide el principio de intercambio internacional libre y sin restricciones de datos y productos meteorológicos básicos;
- las naciones y las instituciones y comunidades científicas mantengan e intensifiquen su compromiso de colaborar en el estudio y vigilancia de los sistemas naturales del planeta;
- se reconozca totalmente el potencial de los sistemas meteorológicos e hidrológicos de aviso temprano para reducir la pérdida de vidas y de propiedades en situaciones de tiempo severo, de inundaciones y de sequías;
- la colaboración entre las ciencias de la tierra lleve al desarrollo de sistemas técnicos de pronósticos estacionales y de predicción del clima para todas las escalas temporales;
- una mayor cooperación entre las comunidades e instituciones meteorológicas, hidrológicas y oceanográficas conduzca hacia un sistema integrado de servicio y de vigilancia medioambiental global construido sobre la base de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM y que sirva a las necesidades de todo el abanico de usuarios nacionales e internacionales de los servicios meteorológicos y medioambientales afines;
- la OMM trabaje estrechamente con otras agencias del sistema internacional para ofrecer un foro y una voz cada vez más eficaces para la aplicación del conocimiento y de las ciencias meteorológicas, hidrológicas y afines para servir a las necesidades de los ciudadanos de todos los países.

El futuro de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales

Debido a que hasta ahora la mayor parte de la comunidad meteorológica mundial y una parte importante de la comunidad hidrológica estaba empleada en los SMHN de los 185 Estados y Territorios Miembros de la OMM, el determinante más importante de las nece-

sidades de enseñanza y de formación profesional para el próximo siglo está relacionado con el papel y la organización futuros de los SMHN.

No sería exagerado sugerir que los SMHN están atravesando un período de reevaluación fundamental en un ambiente mundial que ahora es mucho más hostil hacia el trabajo científico y hacia el modelo cooperativo de funcionamiento que a lo largo de la mayor parte del siglo XX. Las influencias más importantes para cambiar son las siguientes:

- El importante progreso que ha tenido lugar en la ciencia a lo largo de la pasada década, incluida, en particular, la mayor capacidad para modelizar y predecir el sistema climático atmósfera-oceano en escalas temporales que van del mes a la década.
- Los recientes y espectaculares desarrollos que se han dado en casi todas las áreas de la tecnología meteorológica, desde los sistemas de observación a la modelización numérica y a las estaciones de trabajo de predicción.
- Las presiones para comercializar y/o recuperar el coste de los servicios meteorológicos, impuestas por muchos gobiernos como parte de las tendencias generalizadas a "que pague el usuario", y la privatización de los servicios.
- El mayor reconocimiento de la importancia de la cooperación interdisciplinar entre las ciencias de la Tierra, en particular, entre meteorología, hidrología y oceanografía.
- Las demandas mucho más fuertes, sobre todo en los países en vías de desarrollo, para que los SMHN aporten asesoramiento científico para el desarrollo de posiciones políticas nacionales en los foros medioambientales intergubernamentales.

Aunque no tengo ninguna duda de que estas presiones continuarán y, probablemente, aumentarán a lo largo de los próximos años, también creo que el concepto de un Servicio Meteorológico Nacional (SMN) financiado fundamentalmente por el Estado, que ofrezca la infraestructura meteorológica nacional básica y los servicios meteorológicos y climatológicos esenciales para el público, sobrevivirá al actual ataque mundial sobre el sector público. Aunque en algunos países, indudablemente, algunas funciones básicas se individualizarán y se realizarán desde fuera, al menos como prueba, la eficacia intrínseca del modelo integrado de funcionamiento del SMN tradicional parece apropiada para asegurar que siga siendo el concepto preferido de funciona-

miento, tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados.

Las disciplinas básicas y la coordinación interdisciplinar

No hay duda de que el gran progreso que se ha alcanzado en el suministro de servicios meteorológicos en la mayoría de los países durante los años 80 y 90 se debe en gran parte a la investigación tan fructífera de los procesos básicos del tiempo y del clima que se llevó a cabo en los años 70 y 80 mediante proyectos científicos internacionales tan importantes como el Programa Mundial de Investigación de la Atmósfera (GARP) y el Programa Mundial de Investigación del Clima (PMIC).

Creo que la integridad del funcionamiento de los SMHN y el suministro complementario de servicios meteorológicos e hidrológicos especializados al sector privado en las próximas décadas dependerá fundamentalmente de la calidad de la enseñanza del personal del SMHN en las disciplinas básicas de la meteorología, la hidrología y la oceanografía.

Igualmente tengo confianza en que, de todas formas, nos encontraremos ante una necesidad cada vez mayor de una agenda muy interdisciplinar tanto para la investigación como para el funcionamiento operativo. Esto no sólo habrá de sustentar la base científica de los papeles más tradicionales de los SMHN en cuanto a tiempo, clima y predicción fluvial, sino que también tendrá que apoyar el proceso de desarrollo de políticas referentes a una gran variedad de iniciativas nacionales de protección medioambiental y de medidas políticas internacionales tales como las que ha puesto en marcha el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El papel de la OMM en la enseñanza y en la formación profesional

Que los fundadores de la OMM incluyeran como uno de los objetivos básicos de la Organización, establecido en el Artículo 2 del Convenio de 1947 "fomentar la investigación y la formación profesional de la meteorología y, en su caso, de las especialidades afines, y ayudar a coordinar los aspectos internacionales de tales investigación y formación", es un testimonio de su previsión.

Sin embargo, es interesante que la formación profesional fuese la única función básica de la lista del Artículo 2 del Convenio de la OMM no situada inmediatamente bajo la coordinación global de una comisión técnica intergubernamental en la que pudieran

estar representados todos los países. Por ello, ha sido necesario desarrollar acuerdos especiales para la planificación y la coordinación del papel de la OMM en la enseñanza y en la formación profesional. Esto motivó la creación de un Grupo de Expertos del Consejo Ejecutivo en Enseñanza y en Formación Profesional, que presidió inicialmente, cuando se creó en 1965, el profesor J. Van Mieghem, de Bélgica (a quien se había encargado con anterioridad aconsejar sobre el desarrollo futuro de la función de enseñanza y de formación profesional en la OMM y que había preparado la versión inicial de lo que se convertiría después en las famosas *Directrices para la enseñanza y la formación profesional de personal en meteorología y en hidrología operativa* (OMM-Núm. 258) y durante los 35 años siguientes el Presidente o el inmediato ex presidente de la Organización. Este grupo consta de numerosos y eminentes educadores de meteorología y de hidrología de universidades y de instituciones de formación profesional de SMHN y de los Centros Regionales de Formación Meteorológica (CRFM) de la OMM, que fueron creados a partir de los años 60 para satisfacer las necesidades especiales de formación profesional de los países en vías de desarrollo.

Durante los últimos 30 años, la OMM ha mantenido un activo Programa de Enseñanza y Formación Profesional, financiado en parte a través del presupuesto regular de la OMM y en parte a través de las organizaciones nacionales e internacionales de ayuda al desarrollo. Actualmente consta de cuatro componentes separadas (Desarrollo de Recursos Humanos, Actividades de Formación Profesional, Becas de Enseñanza y de Formación Profesional y Apoyo de Actos de Formación Profesional de otros Programas de la OMM) y tiene los siguientes objetivos generales:

- Asegurar la disponibilidad de personal adecuadamente formado para cumplir con las responsabilidades de los Miembros en el suministro de información y servicios meteorológicos, hidrológicos y afines.
- Fomentar la creación de capacidades para ayudar a los SMHN a alcanzar un nivel apropiado de autosuficiencia para satisfacer sus necesidades de formación profesional y para desarrollar sus recursos humanos.
- Promover y reforzar el intercambio de conocimiento de recursos y de experiencia de formación profesional entre los Miembros, haciendo uso especial de las oportunas tecnologías y técnicas nuevas y emergentes.
- Fomentar una enseñanza continuada de alta cali-

dad de meteorología (incluida la climatología), de hidrología y de disciplinas afines, para mantener actualizado el conocimiento y la destreza del personal de los Miembros con los últimos avances científicos y con las últimas innovaciones tecnológicas, y para ofrecer la competencia y las técnicas necesarias en otras especialidades tales como la comunicación con los usuarios.

Consecuencias del nuevo esquema de clasificación de la OMM

A lo largo de los últimos cinco años, el Grupo de Expertos del CE en Enseñanza y en Formación Profesional ha estado trabajando en el desarrollo de un nuevo modo de abordar la clasificación del personal meteorológico e hidrológico, más adecuado a las necesidades del siglo XXI. El nuevo esquema de clasificación, que entrará en vigor el 1 de enero de 2001, representa un importante cambio en la forma de clasificar la formación profesional y las aptitudes del personal. El sistema de clasificación antiguo había definido claramente cuatro grupos de Clase I, II, III y IV. La nueva clasificación perfila sólo dos amplias categorías de personal: Meteorólogos/Hidrologos y Técnicos de Meteorología/Hidrología. Está previsto que, dentro de estas dos categorías, dependiendo de las circunstancias nacionales, los individuos progresen desde su puesto de ingreso inicial a otros superiores y, posteriormente, a puestos de dirección como consecuencia de su mayor experiencia y pericia. La adquisición de experiencia debe estar apoyada claramente por actividades estructuradas de enseñanza y de formación profesional continuas para apuntalar la carrera profesional.

Una asociación global en la enseñanza y la formación profesional continuas

El objetivo último de la tarea de la OMM en enseñanza y formación profesional continuas de meteorología y de hidrología operativa es asegurar que se ayude y se capacita al personal de los SMHN de todo el mundo a permanecer en la vanguardia de la aplicación de los desarrollos de la ciencia y de la tecnología meteorológicas e hidrológicas para que ofrezcan mejores servicios a sus comunidades nacionales. El logro de este importante objetivo dependerá de los esfuerzos combinados de muchos agentes implicados en la empresa de la enseñanza y de la formación profesional, tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Éstos, claramente, incluyen los siguientes:

La Secretaría de la OMM

El Departamento de Enseñanza y Formación Profe-

sional de la Secretaría de la OMM tiene que desempeñar un papel vital en la promoción de la colaboración internacional en el desarrollo de una serie de mecanismos de enseñanza continua, incluyendo becas, conferencias, misiones de familiarización, cursos avanzados de formación profesional y otros vehículos distintos para transferir tecnología desde los países desarrollados a los que están en desarrollo.

Los Centros Meteorológicos Regionales de Formación Profesional (CRFM)

Los CRFM de la OMM ofrecen un vehículo particularmente eficaz para facilitar la enseñanza continuada del personal de los SMHN de sus regiones. El desarrollo de programas y de mecanismos de enseñanza y de formación profesional continuas más potentes para permitir al personal de los SMHN que participe en estos programas será un reto importante en el ambiente fuertemente necesitado de recursos que nos espera en los próximos años.

La Conferencia Permanente de Directores de Instituciones de Formación Profesional de Servicios Meteorológicos Nacionales (SCHOTI)

La SCHOTI ha jugado, desde su creación hace una década como un mecanismo informal de coordinación, un papel de liderazgo particularmente importante, en especial a través de su apoyo a la CAL (enseñanza asistida por ordenador) de meteorología.

Los Centros Meteorológicos Nacionales de Formación Profesional (CNFM)

Los CNFM de los SMHN de (principalmente) los países desarrollados tienen que jugar un importante papel de liderazgo para mejorar continuamente las habilidades científicas y técnicas de su propio personal. No obstante, con alguna ayuda de la OMM y de las agencias de ayuda técnica, pueden ir mucho más allá a través de la oferta de plazas en cursos avanzados y de actualización para el personal operativo de SMN de países en vías de desarrollo. Este hecho será crítico para la eficacia futura de los SMN allá donde las presiones extremas de los recursos, a las que ahora están sujetos, no lleven a la restricción de este compromiso esencial con la enseñanza continuada.

Las universidades

Los departamentos de meteorología y de hidrología de las muchas universidades que han desarrollado históricamente investigación y capacidades de enseñanza

en estas especialidades como parte de un enfoque estratégico de la enseñanza de la ciencia han jugado un papel importante para mantener la salud y vitalidad científicas de los SMHN de todo el mundo, particularmente a través de su función de ofertar formación de doctorado o de máster al personal con experiencia de los SMHN. Desgraciadamente, muchas se ven amenazadas por el enfoque tremendamente mercantilista que se está dando ahora a la enseñanza universitaria en la mayoría de los países desarrollados y en muchos países en desarrollo.

Las sociedades profesionales

Las muchas sociedades meteorológicas (y afines) profesionales que han constituido tradicionalmente un puente entre las comunidades meteorológicas gubernamentales y no gubernamentales tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo contribuyen poderosamente a la enseñanza continuada del personal de los SMHN a través de sus conferencias, cursos de formación profesional, becas, revistas profesionales y proyectos de investigación. Aunque ha habido un impresionante resurgimiento del papel de las sociedades meteorológicas profesionales en la mayor parte del mundo en desarrollo a lo largo de la década pasada, el papel de liderazgo lo seguirán jugando claramente las principales sociedades profesionales de los países desarrollados, como la Asociación Americana de Meteorología.

La formación profesional en el trabajo

Una de las contribuciones más importantes a la enseñanza y la formación profesional continuas del personal de los SMHN tanto de los países desarrollados como de aquellos en desarrollo procede del uso de programas estructurados de formación profesional en el trabajo que implican la introducción de nuevos métodos científicos y de nuevas tecnologías. Verdaderamente, tal formación profesional debe ser considerada como un elemento esencial de todo programa de modernización, aunque se encuentra bajo grandes presiones debido a que los recursos disponibles para los SMHN siguen disminuyendo en la mayoría de los países.

Misiones de familiarización

Probablemente, la mayor fuerza de la meteorología internacional proviene del nivel tradicionalmente alto de transferencia de tecnología voluntaria entre los SMN de los países desarrollados y en desarrollo. Una de las formas más eficaces de enseñanza continua

implica misiones internacionales de familiarización, así como destinar personal a centros del extranjero. Éstos ofrecen al personal del SMHN no sólo la oportunidad de actualizar y hacer progresar sus propias técnicas sino también, a su regreso, la de transferir dentro de sus Servicios las técnicas recién adquiridas.

Creo que se puede afirmar que los esfuerzos combinados de muchos actores nacionales e internacionales implicados en la enseñanza y la formación profesional continuas de meteorología y de hidrología operativa han tenido un éxito notable a lo largo de los últimos años. El reto al que nos enfrentamos todos será mantener y fortalecer esta asociación global en un mundo cada vez más competitivo en el que nos moveremos en el siglo XXI.

Innovación tecnológica en enseñanza y en formación profesional

Me gustaría reflexionar sobre el papel que la tecnología desempeña en la enseñanza y en la formación profesional. Aunque mucha gente no dudaría del uso de la tecnología, las razones para utilizarla, de hecho, se enuncian a menudo de una manera muy pobre y a veces no son válidas. Es fácil que nos seduzca la última solución de alta tecnología, pero la tecnología no es un fin en sí misma y desde luego no es una panacea. Para obtener los beneficios de la tecnología, que verdaderamente pueden ser muchos, es importante que se use sobre la base de una teoría educativa sólida (Bell, 1991; Reeves, 1999; Rafkin, 1999). El reto no es solamente utilizar ordenadores para automatizar lo que siempre hemos hecho, sino usar la nueva capacidad que nos ofrecen para intensificar el proceso de aprendizaje.

Las recientes innovaciones tecnológicas que más han afectado a la enseñanza y a la formación profesional, y en especial a la enseñanza y a la formación profesional continuas, son los desarrollos y las continuas mejoras de la CAL, de Internet y de la Red Informática Mundial, el acceso a datos en tiempo real y su visualización.

El desarrollo de módulos de CAL es caro, lleva tiempo y se encuentra por encima de las posibilidades de muchas organizaciones e instituciones de formación profesional. Sin embargo, la colaboración internacional para producir módulos de CAL para formación profesional de meteorología y de hidrología operativa ha dado como resultado una amplia gama de módulos de formación profesional, que se usan ahora en muchos países, incluidos muchos que no formaban parte originariamente de las empresas de colaboración.

Entre las empresas de cooperación en el desarrollo de CAL están incluidas las formadas por países europeos (EuroMET (Zurita y Benito, 1999)), por EUMETSAT y los CRFM de África (Verschuur, 1999), por COMET (Programa de Cooperación de Meteorología Operativa, Enseñanza y Formación Profesional) y Costa Rica, y por Australia y varios países asiáticos (incluidos Japón, China y Filipinas). Estas empresas de cooperación y de colaboración han tenido éxito y estoy seguro de que una colaboración adicional aportará beneficios todavía mayores ya que sigue creciendo la necesidad de enseñanza y de formación profesional continuas eficaces.

Hace diez años sólo usaban la Red Informática Mundial un puñado de gente, y pocos reconocían su potencial. Su explosivo desarrollo ha abierto muchas posibilidades nuevas de enseñanza y de formación profesional continuas. Entre ellas no sólo el aprendizaje *on-line* o a distancia (directamente o descargando módulos de aprendizaje (Geer *et al.*, 1999)) sino también el acceso a los datos, el intercambio de material de aprendizaje (por ejemplo CALMet) y el intercambio de ideas. El Programa de Enseñanza y de Formación Profesional de la OMM, a través de su Biblioteca Virtual de Formación Profesional, ha sido un instrumento importante para ayudar a distribuir tal material que se ha desarrollado específicamente para el personal meteorológico e hidrológico.

Los meteorólogos siempre han usado modelos conceptuales para facilitar la comunicación de su conocimiento de la atmósfera y de sus procesos (por ejemplo, frentes, tormentas de supercélula y corrientes en chorro). Las nuevas herramientas de visualización de datos de las que se dispone en la actualidad (por ejemplo, el VIS-5D (Hibbard y Santek, 1990)) sumadas a las nuevas y más baratas tecnologías de computación, han permitido que se muestren estos conceptos de forma más fácil y que se usen en ambientes tanto de formación profesional como operativos.

La CAL y la Red Informática Mundial son dos facetas entrelazadas de la innovación tecnológica de la enseñanza meteorológica. Sin embargo, no debemos creer que no podremos sobrevivir si no tenemos acceso a la última tecnología de la comunicación. Se pueden diseñar programas eficaces de enseñanza usando la tecnología más sencilla disponible. Se puede utilizar el correo electrónico, el facsímil y el material de texto tradicional combinados de la forma más simple para ofrecer oportunidades de educación a distancia. Incluso este pequeño grado de flexibilidad puede permitir a la gente aprender a su propio ritmo y en un

horario que se adapte a ellos, una necesidad del personal en sitios alejados, de los trabajadores a turnos que estudian desde sus casas y de otro personal con dificultades para asistir a clases tradicionales.

Origen del Simposio de Teherán

El simposio de la OMM de 1999 de Teherán se basó naturalmente en los temas de los dos simposios anteriores:

- Métodos de Enseñanza y de Formación Profesional, incluido el uso de Nuevas Tecnologías Relevantes (Toronto, Canadá, 1991).
- Necesidades de los Planes de Estudio después del año 2000 (Toulouse, Francia, 1995).

La propuesta de que en el simposio de 1999 se debería tratar la enseñanza continua surgió en la 16.^a sesión del Grupo de Expertos del Consejo Ejecutivo de la OMM en Enseñanza y en Formación Profesional, celebrado en Nanking, China, del 29 de abril al 3 de mayo de 1996. El informe de la 48.^a (1996) sesión del Consejo Ejecutivo hace constar:

El Consejo está de acuerdo con la propuesta del Grupo de que el tema del siguiente simposio, previsto para 1999, debería tratar de todos los aspectos oportunos de la enseñanza continua de meteorología y de hidrología operativa con especial énfasis en alcanzar la introducción oportuna de los nuevos resultados de la investigación y de las capacidades de las nuevas tecnologías en el funcionamiento de los SMHN.

En el Decimotercer Congreso Meteorológico Mundial se subrayó la importancia de la enseñanza continua para la eficacia futura del trabajo de los SMHN, y, a través de su resolución sobre el Programa de Enseñanza y de Formación Profesional de la OMM, se decidió que:

- Los principales esfuerzos del Programa de Enseñanza y de Formación Profesional deberían estar dirigidos a prestar ayuda a los Miembros para que tengan un personal instruido y formado para el desarrollo continuo de sus SMHN, para ponerlos en condiciones de realizar sus funciones operativas, además de hacer frente a los retos de las nuevas técnicas y tecnologías, y a responsabilidades crecientes.
- Se debería poner especial énfasis en desarrollar y en mantener la enseñanza continua del personal en todos los campos de las actividades de la Organización y en fomentar el intercambio de conocimiento, recursos y experiencia de formación profesional entre los Miembros, haciendo

uso de las nuevas y emergentes técnicas y tecnologías relevantes.

Conclusión

En las próximas décadas, más que nunca, el personal meteorológico e hidrológico habrá de ser provisto de una amplia gama de herramientas científicas y tecnológicas.

Será importante hacer una gran inversión en enseñanza y formación profesional continuas, que será esencial para el buen funcionamiento de los SMHN y para ponerlos en condiciones de satisfacer las necesidades siempre cambiantes propiciadas por los avances de la ciencia y de la tecnología y los cambios en las necesidades de los usuarios y de las prácticas laborales.

Se puede conseguir que la formación profesional sea más eficaz y eficiente aplicando los resultados de la investigación educativa y explorando las oportunidades abiertas por las nuevas tecnologías del aprendizaje. Tenemos la suerte de que, a través de la previsión y del buen hacer del Programa de Enseñanza y de Formación Profesional de la OMM ya disponemos de un marco eficaz para ofrecer una enseñanza y una formación profesional de alta calidad al personal de los SMHN.

Cuando acabé mi formación meteorológica básica en Australia, en 1960, se me recordó que era un meteorólogo profesional y que mi responsabilidad, como profesional, era leer y mantenerme al corriente de mi especialidad. En aquel momento, parecía una expectativa razonable, y creo que lo hice lo mejor que pude, de acuerdo con las demandas laborales de un predictor a turnos. Pero, cuando volví a la universidad en los EE. UU. en 1970, me di cuenta de que ya había fracasado por completo porque el alcance de la especialización y el ritmo al que progresa la ciencia, lo habían convertido en una meta totalmente irreal. Me dicen (J. P. Mottram, comunicación personal) que, en los últimos tiempos, el Director de una importante institución australiana de formación profesional dice a sus estudiantes que se licencian que tiene buenas y malas noticias para ellos. Las buenas noticias son que tienen el mejor conocimiento y las mejores técnicas de su especialidad. Y las malas noticias, que eso no será así por mucho tiempo. Me temo que esa es una descripción más realista del reto al que se enfrentan los que se dedican a la enseñanza y a la formación profesional de meteorología y de hidrología operativa a finales de los años 90 y estoy seguro de que será cada vez más fuerte a medida que pasen las décadas. La calidad y la eficacia del suministro de servicios meteoroló-

gicos e hidrológicos en el siglo XXI dependerán, verdaderamente, de la firmeza de nuestro compromiso con la enseñanza y la formación profesional continuas del personal de nuestros SMHN a lo largo de sus carreras.

Agradecimientos

Me gustaría hacer constar mi agradecimiento al Dr. G. Necco, al Sr. D. Bumbers, al Dr. I. Bell y a los Sres. J. P. Mottram y J. Wilson por su valiosa ayuda en la preparación de este artículo. Estoy especialmente agradecido al Dr. A. M. Noorian, Representante Permanente de la República Islámica de Irán y Vicepresidente Segundo de la OMM, por la oportunidad que me brindó de visitar Teherán para dirigirme al Simposio.

Referencias

- BELL, I. D., 1991: Building New Approaches to Training Around New Technology (Nuevos enfoques para la formación profesional alrededor de la nueva tecnología). *Simposio de la OMM sobre Métodos de enseñanza y formación profesional meteorológicas, incluidas nuevas tecnologías*, Toronto.
- FUKUYAMA, F., 1999: *The Great Disruption: Human Nature and the Reconstitution of Social Order* (La Gran Ruptura: Naturaleza humana y la reconstrucción del orden social). The Free Press, Nueva York, 354 pp.
- GEER, I. W., J. M. MORAN, E. J. HOPKINS, J. A. BREY, R. S. WEINBECK y B. A. BLAIR, 1999: On-line Weather Studies: A Distance-Learning Course for Introductory College Level (Estudios Meteorológicos on-line: curso de educación a distancia de nivel de introducción a la universidad). *Quinta Conferencia Internacional sobre la Escuela y Conferencia Popular sobre Enseñanza Meteorológica y Oceanográfica*, Melbourne, julio de 1999.
- HIBBARD, W. y D. SANTEK, 1990: The VIS-5D System for Easy Interactive Visualization. (El sistema VIS-5D de visualización interactiva fácil). *Actas del IEEE Visualization'90*, 129-134.
- MERCER, D., 1998: *Future Revolutions. Unravelling the Uncertainties of Life and Work in the 21st Century*. (Revoluciones futuras. Desenmarañando las incertidumbres de la vida y del trabajo en el siglo XXI). Orion Business Books, Londres, 263 pp.
- RAKIN, S. R., 1999: Pedagogy and Technology Experiments in the Department of Meteorology at San Jose State University (Pedagogía y experimentos tecnológicos en el Departamento de Meteorología de la Universidad del Estado de San José). *Octavo Simposio sobre Educación*, Sociedad Meteorológica Americana, Dallas.
- REEVES, T. C., 1999: Using Technologies as Cognitive Tools. (El uso de la tecnología como herramienta cognitiva). *Octavo Simposio sobre Educación*, Sociedad Meteorológica Americana, Dallas.
- LA COMISION INDEPENDIENTE SOBRE POBLACION Y CALIDAD DE VIDA, 1996: *Caring for the Future: Making the Next Decades Provide*

a Life Worth Living (Preocupación por el futuro: cómo hacer que las próximas décadas nos ofrezcan una vida que merezca la pena). Oxford University Press.

- VERSCHUUR, H., 1999: EUMETSAT CAL Activities (Actividades EUMETSAT de Enseñanza asistida por ordenador). CALMet 99, *Cuarta Conferencia Internacional sobre Enseñanza Asistida por Ordenador y Enseñanza a Distancia de Meteorología*, Helsinki.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, 1999: *Creciendo sobre el pasado: preparando el futuro*, 19 pp.

ZILLMAN, J. W., 1999 (a): Mensaje del Presidente de la OMM. *Boletín de la OMM* 48, 2, abril de 1999, 131-142.

ZILLMAN, J. W., 1999 (b): El Servicio Meteorológico Nacional. *Boletín de la OMM* 48, 2, abril de 1999, 158-194.

ZURITA, E. y A. BENITO, 1999: Using EuroMET in Spanish Universities: An Interesting Teaching Approach to Education in Meteorology (El uso de EuroMET en las universidades españolas: un método interesante de abordar la enseñanza de Meteorología). *Quinta Conferencia Internacional sobre la Escuela y Conferencia Popular sobre Enseñanza Meteorológica y Oceanográfica*, Melbourne. □

