

# VÍAS PARA LA FORMACIÓN PERMANENTE ENSEÑANZA Y CAPACITACIÓN EN HIDROLOGÍA ISOTÓPICA

POR PRADEEP K. AGGARWAL Y DIN D. SOOD

La vida y el desarrollo del hombre dependen de la disponibilidad de agua dulce. Esta necesidad básica ha fomentado una habilidad humana intuitiva para la ordenación de los recursos hídricos; por ejemplo, prácticas como la recogida del agua de lluvia se han empleado durante más de 4000 años en diferentes civilizaciones. En la actualidad, se requieren enfoques sistemáticos y científicos más modernos para evaluar y ordenar los recursos hídricos, ya que se dificulta cada vez más explotar el agua dulce.

Desde mediados del decenio de 1900, se ha desarrollado la ciencia de la hidrología como disciplina que permite comprender los procesos físicos, químicos y biológicos que rigen la existencia, la circulación, y la distribución del agua en la Tierra. En la rama especializada de la hidrología, la aplicación de las técnicas nucleares o isotópicas es relativamente nueva, y su nivel de madurez se reconoció hace alrededor de 20 años.

El OIEA ha desempeñado una función primordial en el desarrollo de la hidrología isotópica como disciplina científica y en la formación de un grupo de hidrólogos isotópicos capacitados en todo el mundo. Hasta hace poco, las publicaciones del OIEA eran la única fuente de material escrito para la capacitación y la enseñanza en hidrología isotópica. Como la hidrología isotópica es un valioso instrumento para la ordenación sostenible de los recursos hídricos, es imprescindible que

los hidrólogos dominen el uso de las técnicas isotópicas. En el presente artículo se examinan la evolución de las estrategias y los mecanismos necesarios para la capacitación de los hidrólogos isotópicos, según las necesidades de los países en desarrollo y de los países industrializados.

## EVOLUCIÓN DE LAS MODALIDADES DE CAPACITACIÓN

Históricamente, la hidrología isotópica era el ámbito de físicos y químicos, quienes podían medir las concentraciones de isótopos en sustancias naturales. Como resultado de ello, había una considerable diferencia entre los científicos que practicaban la hidrología isotópica y los hidrólogos enfrascados en la ordenación de los recursos hídricos. La labor del OIEA encaminada a aumentar las capacidades en la esfera de la hidrología isotópica se centró en la capacitación, individual o en grupos, de los hidrólogos que se ocupan de la investigación y las aplicaciones sobre el terreno. En los últimos cuarenta años, se han otorgado más de 700 becas individuales para capacitación en la sede del OIEA o en otros centros de hidrología isotópica establecidos. Esas becas solían incluir la enseñanza en aulas y una estrecha interacción con uno o más expertos, a fin de adquirir pericia en la reunión e interpretación de datos. Con la asistencia de más de 600 participantes se han desarrollado actividades de capacitación en grupos, como cursos nacionales, regionales e interregionales, con una duración de una a ocho

semanas. Los pasantes siguieron perfeccionando su pericia mediante la capacitación en el empleo asociada a proyectos de cooperación técnica.

Los proyectos coordinados de investigaciones (PCI) proporcionaron más capacitación especializada a un grupo limitado de participantes provenientes de países en desarrollo. Muchos de ellos recibieron su capacitación inicial mediante las becas del OIEA. El proyecto coordinado de investigación permite que un investigador con menos experiencia tenga la oportunidad de perfeccionar su pericia interactuando con otros, incluidos los investigadores experimentados, mientras trabaja en un tema de investigación común.

La disponibilidad de científicos capacitados que dominan la hidrología isotópica ha mejorado la ejecución de los proyectos de cooperación técnica al establecer una interfaz entre la capacidad autóctona y la experiencia externa, así como al desarrollar las capacidades para las investigaciones conexas. Ahora bien, en los últimos años, las actividades de capacitación han venido aumentando de manera constante debido al crecimiento explosivo de los proyectos de cooperación técnica. Por ejemplo, entre 1980 y 1990, se concluyeron 51 proyectos de

---

*El Sr. Aggarwal es Jefe de la Sección de Hidrología Isotópica de la División de Ciencias Físicas y Químicas del Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares, del OIEA. El Sr. Sood es Director de la División.*

cooperación técnica en materia de hidrología isotópica. Esa cifra aumentó a 141 en el período 1991-2000. En la actualidad, se trabaja en unos 56 proyectos para el ciclo 2001-2002, con dos proyectos regionales diseñados específicamente para aumentar las capacidades.

## ELEMENTOS DE UNA NUEVA ESTRATEGIA

En el mundo se observa un aumento de la demanda de capacitación en todos los aspectos de la hidrología isotópica, lo que sucede incluso en países cuyos programas hidrológicos se han ido consolidando con los años. Ahora se requieren mayores esfuerzos para transferir la experiencia y las habilidades impartidas a una nueva generación de hidrólogos. Un cuidadoso análisis de los aciertos y desaciertos de los esfuerzos realizados permite proponer el siguiente enfoque para la capacitación en hidrología isotópica.

■ Cursos universitarios en hidrología isotópica. En el pasado, los programas de capacitación del OIEA en hidrología isotópica se basaban, casi exclusivamente, en el modelo de educación permanente y, por tanto, hacían hincapié en la capacitación después de los estudios académicos. Ahora bien, la enseñanza permanente en una disciplina puede lograr un mayor nivel de conocimientos y pericia, si la capacitación básica se ofrece en las aulas. Ese beneficio justifica una reorientación del programa del OIEA, a fin de abarcar la capacitación académica en hidrología isotópica.

Los "hidrólogos" pueden proceder de diversas disciplinas, como la geología, la geografía, la ingeniería civil, la ingeniería agrícola, la química o la meteorología. Esta formación académica suele complementarse

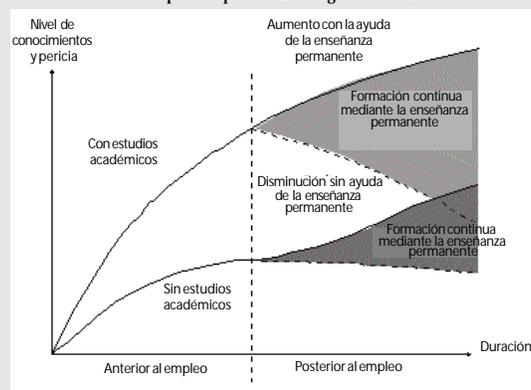
con cursos de postgrado en hidrología. El Decenio Hidrológico Internacional, iniciado por la UNESCO en 1965, coadyuvó a que se comprendiera mejor la necesidad de la enseñanza en hidrología. Gracias al patrocinio de la UNESCO, en muchas instituciones de países desarrollados y países en desarrollo se introdujeron cursos de postgrado y, posteriormente, programas integrales para obtener títulos o diplomas.

Teniendo en cuenta la heterogénea formación de los estudiantes atraídos por los programas de hidrología, es importante diseñar un plan de estudios en hidrología isotópica que satisfaga las necesidades de los diversos estudiantes y que responda a las oportunidades de empleo existentes. Los programas de enseñanza especializada que no perfeccionen las habilidades en el empleo no atraerán a los estudiantes por mucho tiempo. Los cursos relacionados con la hidrología que se ofrecen en las escuelas de ingeniería y ciencias de la tierra, deberían abarcar temas introductorios en hidrología isotópica, a fin de familiarizar a los alumnos con el tema. Es menester incluir un curso estructurado en hidrología isotópica en los programas de postgrado en hidrología.

La labor encaminada a introducir cursos en hidrología isotópica puede dirigirse, inicialmente, a los programas de hidrología que comenzaron bajo los auspicios de la UNESCO o en colaboración con dicha organización, a fin de facilitar la integración en la enseñanza de la hidrología. Los materiales docentes preparados y suministrados por el OIEA, así como el apoyo necesario a los conferenciantes, minimizarían cualquier efecto financiero para las instituciones que decidan incluir un curso de hidrología

## FORMACIÓN PERMANENTE EN HIDROLOGÍA

Como muestra este gráfico, la enseñanza formal y la educación permanente desempeñan funciones importantes en el desarrollo de la pericia que los hidrólogos necesitan.

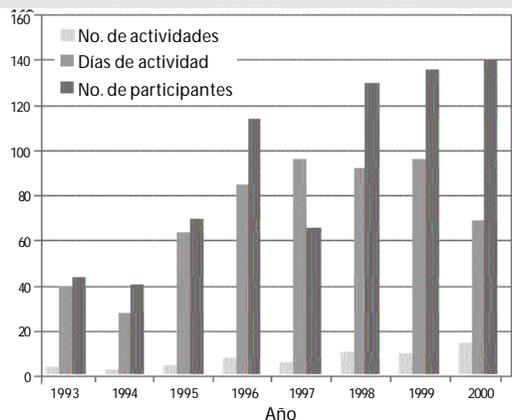


isotópica en sus programas de hidrología.

Otra vía para promover la enseñanza de la hidrología isotópica en las universidades es patrocinar cátedras en hidrología isotópica en determinadas universidades, lo que proporcionaría una calificación más alta a la persona elegida y le permitiría impulsar o coordinar las actividades de enseñanza e investigaciones aplicadas en el plano nacional o regional.

■ Establecimiento de vínculos entre centros. La capacitación mediante becas es un mecanismo principal de los programas de capacitación del OIEA. La mayoría de esas becas en hidrología isotópica se han puesto en práctica en centros de esa disciplina en Europa y América del Norte. Ahora bien, es difícil poner en práctica esas becas, dados los cambios que ocurren en la esfera de las investigaciones, en los países desarrollados, donde la mayoría de los investigadores tienen que competir por obtener fondos para las investigaciones, valiéndose de fuentes de financiación nacionales cada vez más escasas. En muchos casos, se ha necesitado más de un año para poder llegar a un acuerdo con una institución patrocinadora en cuanto a una beca de capacitación, para luego concluir que las necesidades y la

## CAPACITACIÓN DEL OIEA EN HIDROLOGÍA ISOTÓPICA



disponibilidad del candidato propuesto han cambiado. Esta situación obedece a que muchos posibles patrocinadores consideran que la presencia de un becario con poca capacitación en hidrología isotópica, y en un proyecto que no está relacionado con su campo de investigaciones, es una pérdida de recursos y no un programa de intercambio mutuamente beneficioso. Como resultado de ello, cada vez existen menos oportunidades para un ciclo de capacitación individual de cuatro a seis meses.

Tal vez se pueda despertar un mayor interés en el intercambio científico y la capacitación estableciendo vínculos a más largo plazo entre instituciones de países en desarrollo y países desarrollados. Por ejemplo, puede pedirse a un grupo de hidrología isotópica experimentado que ayude a realizar cursos universitarios o de capacitación colectiva al nivel nacional o regional. Posteriormente, los participantes seleccionados de estas actividades pueden recibir capacitación colectiva de breve duración, en técnicas más avanzadas en las instituciones cooperantes. Durante ese período, pueden escogerse investigaciones conjuntas o proyectos sobre el terreno que sean compatibles con los planes de investigación del patrocinador. A la larga, esos

vínculos institucionales aumentarán los conocimientos especializados y la capacidad de las instituciones de los países en desarrollo para dirigir, por su cuenta, algunos de los cursos de hidrología isotópica, con poca o ninguna contribución externa.

■ Enfoque dirigido a un grupo más amplio de hidrólogos. La hidrología es una ciencia interdisciplinaria, práctica y que se aplica sobre el terreno. Es preciso proporcionar enseñanza permanente en hidrología isotópica a un grupo considerable de hidrólogos en ejercicio, quienes quizás no hayan tenido contacto previo con las técnicas isotópicas. Esos objetivos pueden lograrse mejor mediante actividades de cooperación con otros organismos de las Naciones Unidas y asociaciones profesionales.

Un asociado natural en la cooperación interinstitucional es el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO. El PHI se lleva a cabo desde hace unos 30 años, y una de sus características más valiosas es la organización de comités nacionales del PHI. Esos comités, que funcionan en virtud de un acuerdo concertado entre la UNESCO y los gobiernos nacionales, realizan muchas actividades en la enseñanza y capacitación de los hidrólogos, así como en la coordinación de las investigaciones y la práctica hidrológicas.

El programa de hidrología isotópica del OIEA y el PHI tienen un largo historial de cooperación, aunque en esferas limitadas. El OIEA y la UNESCO han publicado conjuntamente varias guías sobre aplicaciones isotópicas en hidrología. Hay margen sustancial para ampliar esta cooperación y derivar de ella beneficios potenciales. Por consiguiente, se ha propuesto

la creación de un programa interinstitucional denominado Programa Internacional Conjunto sobre los Isótopos en la Hidrología (PICIH), orientado a integrar las técnicas isotópicas en la práctica de la hidrología. Como parte de este programa, los Comités Nacionales del PHI deberán ampliar su número de miembros, con vistas a incluir a expertos en isótopos y desarrollar actividades y proyectos docentes conjuntos que se traducirán en la integración de los isótopos en el sector de los recursos hídricos.

Una mayor cooperación con asociaciones profesionales, como la Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas (AICH) y la Asociación Internacional de Hidrólogos (AIH), permitiría también ampliar el número de participantes en las actividades del OIEA y desarrollar la competencia en hidrología isotópica. Esta cooperación aumenta gracias al patrocinio de conferencias y simposios internacionales de la AICH y la AIH y a los cursos de capacitación de corta duración que se ofrecen en esas conferencias. Esas actividades que se realizan en las sociedades científicas permiten dar mayor relevancia a la hidrología isotópica y estimular el interés en la comunidad científica y los jóvenes científicos aspirantes.

Se espera que de esta nueva estrategia se derive continuamente un número considerable de hidrólogos que hayan adquirido cierta experiencia en materia de aplicaciones isotópicas. Muchos de esos hidrólogos desarrollarían, a la larga, una carrera en ordenación de los recursos hídricos, y estarían aptos para ver las técnicas isotópicas como parte integrante del conjunto de herramientas de la hidrología y, de ser necesario, para perfeccionar su pericia mediante la enseñanza y capacitación permanentes. □