

NECESIDADES DE AFRICA EN INSTITUCIONES, ENSEÑANZA Y FORMACION PROFESIONAL DE LA HIDROLOGIA Y LOS RECURSOS HIDRICOS

Por Abel AFOUDA*

Introducción

Desde los principios de la existencia humana, la disponibilidad de agua ha sido un factor decisivo para el asentamiento en cualquier región. A medida que progresaba el desarrollo humano, la necesidad de agua aumentaba y el agua ha llegado a ser un factor crucial en el desarrollo técnico, económico y social. En tanto que la Naturaleza nos ofrece agua en forma de lluvia, ríos, lagos, lagunas, agua subterránea, etc., con distribuciones espacial y cronológica dadas, en cambio las necesidades mínimas de agua están dictadas para el hombre por su situación biológica, social y económica y conducen a un conjunto de parámetros espaciales y temporales distintos. La separación entre estos dos conjuntos de distribuciones espacial y cronológica es muy a menudo motivo de ansiedad, como ha sido el caso durante los últimos decenios entre la población del África subsahariana.

Ciertamente, su persistencia y extensión geográfica, la región subsahariana entera, han hecho de la reciente sequía una de las catástrofes naturales más graves que hayan ocurrido en África. Consecuencia de lo cual ha sido el reconocimiento de la importancia primordial de desarrollar los recursos hídricos, y que hayan pasado a ser del mayor interés para los gobiernos y los ejecutivos las leyes sobre hidrología para la agricultura y para la gestión de los recursos hídricos, así como el papel de los hidrólogos en África.

En la actualidad, los Gobiernos de los países afectados están comprometiendo recursos crecientes para reforzar los aspectos operativos y científicos de la hidrología y de los

recursos hídricos, con la esperanza de conseguir resultados prácticos que puedan usarse en los esfuerzos por el desarrollo económico y social. Desgraciadamente, las distancias que hay entre las actividades científicas, tecnológicas y operativas de los servicios hidrológicos de África y las normas recomendadas por la OMM han seguido aumentando, pese al considerable interés internacional por la creación o la mejora de una red hidrométrica adecuada y de una base de datos hidrológicos que sirvan para planificar y evaluar el desarrollo de los recursos hídricos.

De entre las muchas cuestiones suscitadas por esta premisa, las fundamentales son las *necesidades y las posibilidades*. Aquí examinaremos las necesidades en relación con la situación actual de los servicios hidrológicos en África, el papel de los hidrólogos en el desarrollo de los recursos hídricos y la disponibilidad de un número adecuado de hidrólogos. Examinaremos las posibilidades en relación con el estado actual de la enseñanza y la formación profesional en hidrología.

No ha sido posible, en el tiempo fijado para preparar este artículo, obtener de los distintos países información actualizada de sus necesidades de personal en hidrología y recursos hídricos, o sobre sus actividades recientes de formación en dichos campos. Por fortuna, se ha podido utilizar un análisis comparativo de la información estadística contenida en INFOHYDRO (sistema de referencia de la información hidrológica de la OMM), así como opiniones expresadas por otros autores sobre el tema [1, 2 y 3]. El propósito del autor es analizar ciertos problemas específicos relativos a la red hidrométrica, la recogida y el proceso de datos, la enseñanza y la formación profesional, y formular algunas sugerencias para el futuro.

* Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Benín, Cotonou, Benín.

La situación actual de los servicios hidrológicos en África

El estado desastroso en que se encuentran actualmente en África los datos referentes al agua, así como su recopilación y archivo, ha provocado un considerable interés internacional por ayudar a los países a crear o mejorar una base hidrométrica para evaluar sus recursos hídricos y planear su desarrollo. En consecuencia, se han organizado seminarios, conferencias, cursillos prácticos y períodos de formación a niveles local, regional e internacional, en los que se han tratado los diversos aspectos de la hidrología y los recursos hídricos en África. En 1971, 1976, 1978, 1980, 1986 y 1988 la Comisión Económica para África convocó reuniones con agencias especializadas de las Naciones Unidas tales como la OMM, la UNESCO, la FAO y la OMS de las que salieron recomendaciones complementarias sobre el reforzamiento, la rehabilitación y la expansión de los servicios hidrológicos e hidrogeológicos. Más recientemente, el proyecto Banco Mundial/UNDP, de evaluación hidrológica en el África Subsahariana, que estaba dirigido a conocer el estado de los servicios hidrológicos africanos, y el proyecto OMM/UNESCO, de evaluación de los recursos hídricos, cuyo objetivo era analizar en profundidad los servicios hidrológicos africanos, han identificado una serie de problemas.

Las dificultades principales para aplicar las diversas recomendaciones, sobre todo a nivel nacional, son la carencia tanto de recursos adecuados como de hidrólogos formados a alto nivel y capacitados para solucionar problemas. Por tanto, se ha puesto en marcha una serie de proyectos bilaterales o internacionales de asistencia técnica en hidrología y recursos hídricos, en el curso de los cuales las agencias donantes han ayudado a algunos países africanos a reforzar sus actividades de evaluación de recursos hídricos mediante cursos de formación, equipos e instalaciones de campo y de laboratorio. Un ejemplo típico de esa asistencia la tenemos en el proyecto HYDRONIGER, puesto en marcha por la Autoridad de la Cuenca del Níger (organización regional que incluye a Benín, Burkina Faso, Camerún, Costa de Marfil, Guinea, Malí, Níger y Nigeria) con el PNUD y la OMM (ver *Boletín de la OMM* 36 (4), pág. 357 y 39 (3), pág. 233). El objetivo del proyecto

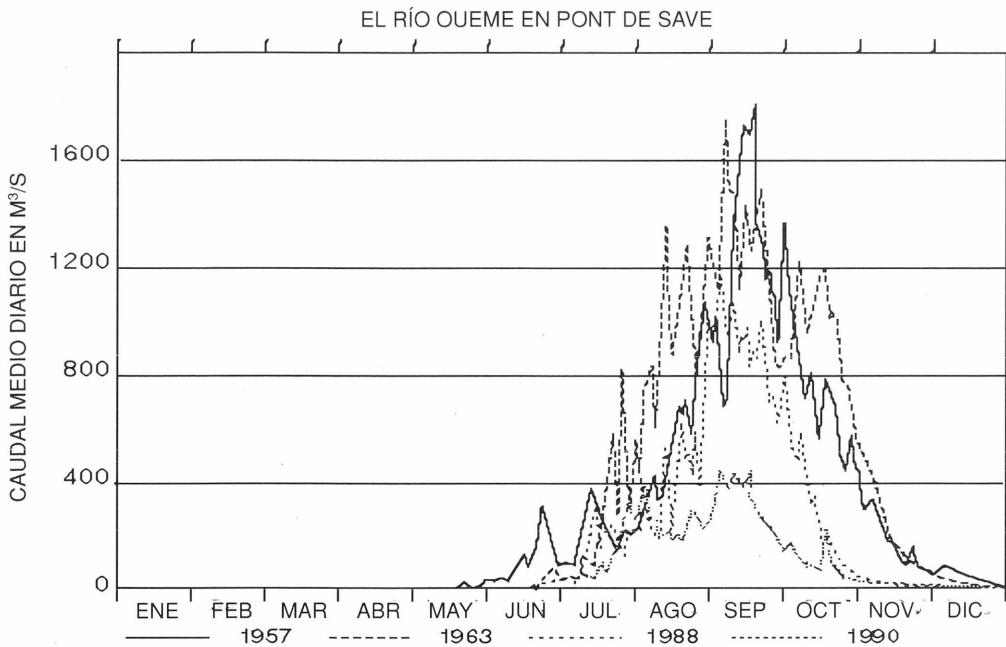
es constituir un sistema operativo de predicción hidrológica con cobertura del río Níger y sus afluentes, que ayude a proteger vidas y bienes contra las inundaciones, a mitigar el efecto de las sequías, a mejorar la planificación y las prácticas agrícolas y a hacer la navegación fluvial más segura y regular.

Se han creado otras muchas instituciones regionales e internacionales para cooperar en los ríos, lagos y cuencas internacionales (p. ej. OMVS, lago Chad, etc.) o a escala regional (p. ej. AGRHYMET, OCP de la OMS, etc.). Como consecuencia, casi todos los países de África tienen organismos nacionales que se encargan de la hidrología operativa y los recursos hídricos. En la mayoría de los países se reconoce que el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos deben planificarse y ejecutarse dentro del contexto de un *plan nacional del agua*, que a su vez es uno de los componentes de la planificación nacional. En algunos países, la realización de proyectos de asistencia bilateral ha supuesto la automatización, en los servicios hidrológicos nacionales, de los sistemas de adquisición de datos, utilizando tecnologías modernas tales como la teletransmisión por satélite. Por ejemplo, en Benín se ha adquirido nuevo equipo hidrométrico gracias a la cooperación con ORSTOM* [4]. Pueden verse ejemplos de las estaciones de observación de Benín en las fotografías de la página 62.

Desgraciadamente, estos esfuerzos están siendo afectados de modo negativo por el deterioro económico nacional e internacional.

En consecuencia, tras un inicio positivo en los años ochenta, la mayoría de los países perdieron interés por las actividades de evaluación de los recursos hídricos, y no pudieron llevar a término sus planes de cambios institucionales. Según la información disponible en las diferentes ediciones del *Manual de INFOHYDRO*, el número y la calidad de las estaciones de observación de la precipitación han aumentado y se aprecia mejora en las estaciones de medida de la evaporación, el caudal, el nivel del agua, los sedimentos, la calidad del agua y las aguas

* ORSTOM = Oficina francesa de investigación científica y técnica para ultramar (*Office de la recherche scientifique et technique outre-mer*), Montpellier, Francia.



Ejemplo de los productos elaborados a partir de un banco de datos informáticos en Benín: caudal medio diario del río Oueme en Pont de Save

subterráneas (véase tabla I). No obstante, un análisis más detallado preparado a partir de información actualizada facilitada sólo por seis países (Argelia, Egipto, Kenia, Malawi, Mauricio y Sudán) muestra que el número de estaciones de observación aumentó entre 1977 y los primeros ochenta para disminuir después. La conclusión global es que, en tanto que la situación de la red se mantuvo sin cambios en cuanto a la mayoría de los parámetros hidrológicos durante los ochenta, la situación se está ahora deteriorando rápidamente en muchos países, y seguirá haciéndolo durante los noventa si no se asignan más fondos a los servicios hidrológicos para la operación y el mantenimiento de los sistemas y equipos ya instalados. Hará falta en muchos casos ayuda internacional para apoyar a los servicios hidrológicos en sus actividades más fundamentales.

El papel de los hidrólogos en el desarrollo de los recursos hídricos

Al definir el papel del hidrólogo se puede considerar que las tareas siguientes son ejemplos típicos de acciones precisas para

satisfacer la demanda resultante del crecimiento rápido de la población y de los niveles de vida más altos:

- Procesar los datos básicos;
- Determinar la fuente más adecuada para suministrar agua a la comunidad y a la agricultura;
- Determinar el potencial de energía hidráulica; y
- Desarrollar una gestión multilateral de los recursos hídricos.

Se ha anticipado que en África, incluso hacia el año 2000, casi la mitad de la población estará aún sin abastecimiento comunitario de agua. En cuanto a la gestión del agua para la agricultura, en África sólo se está cultivando adecuadamente un 44 por ciento de la tierra potencialmente arable. África tiene además uno de los mayores potenciales hidroeléctricos del mundo, del que sólo se explota una pequeña parte.

Considerando que los países africanos están lejos de tener un servicio básico de vigilancia hidrológica bien organizado y que su plan de desarrollo reclama un *conjunto de*

TABLA I

Estaciones de observación en la Región I de la OMM (Africa)

| Tipo de estación | 1977 | 1987 | 1989 |
|---------------------------|--------|--------|--------|
| Precipitación | | | |
| Sin registro | 15 406 | 16 349 | 16 019 |
| Con registro | 1 057 | 2 452 | 2 474 |
| Telemetría | - | 0 | 0 |
| Rádar | - | 10 | 8 |
| Evaporación | | | |
| Tanques | 823 | 1 234 | 1 258 |
| Métodos indirectos | - | 28 | 79 |
| Caudal | | | |
| Total | 4 254 | 5 217 | 5 386 |
| Con registro | 1 182 | 1 433 | 1 566 |
| Sin registro | 1 855 | 2 700 | 2 995 |
| Telemetría | - | 10 | 31 |
| Nivel de agua | | | |
| Total | 3 021 | 2 781 | 3 017 |
| Con registro | 1 406 | 712 | 742 |
| Sin registro | 1 615 | 1 698 | 1 986 |
| Telemetría | - | 3 | 16 |
| Sedimentos | | | |
| En suspensión | 396 | 737 | 735 |
| Depósito en lecho | - | 1 | 6 |
| Calidad del agua | 331 | 907 | 825 |
| Aguas subterráneas | | | |
| Pozos de observación | - | 1 773 | 1 901 |
| Pozos de extracción | - | 12 978 | 20 867 |

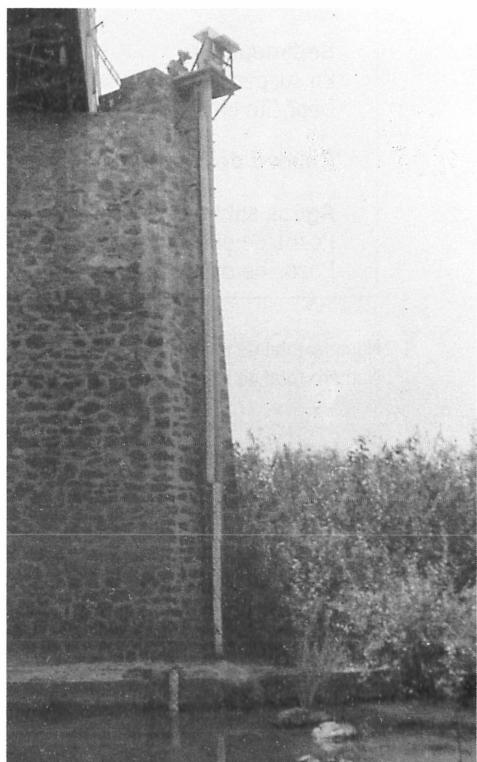
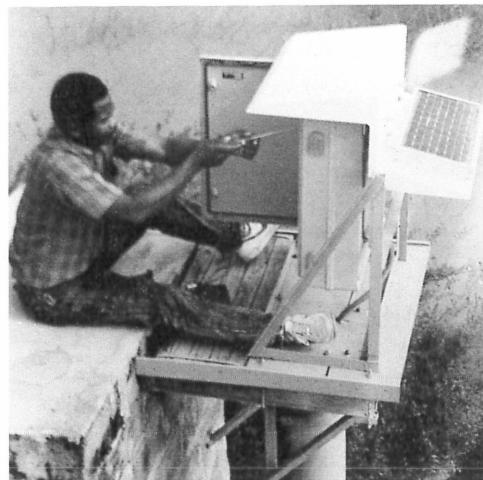
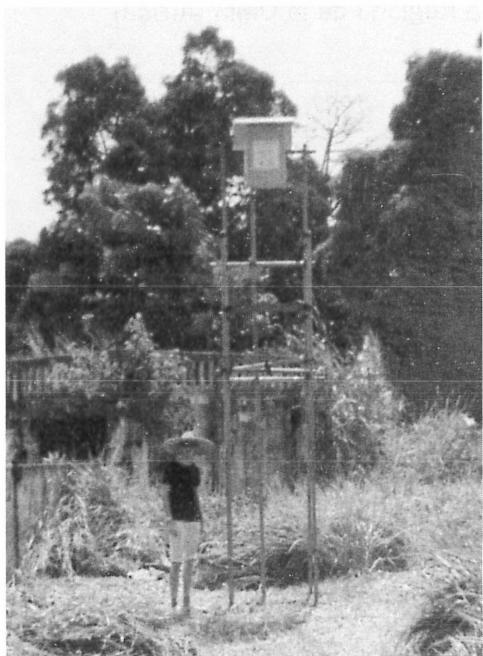
Número total de países de la Región: 55

Número total de países que suministraron información: 49

datos hidrológicos fiables creciente, se puede decir que en el futuro previsible seguirá aumentando la necesidad de hidrólogos en los países africanos, y se necesitará un *nivel de pericia* más alto. La demanda de profesionales y técnicos fue estimada por la OMM en 1987 para Africa hacia el año 2000 en más de 8 000 personas.

En la actualidad, los proyectos relacionados con el desarrollo de los recursos hídricos implican muy a menudo a empresas de fuera de Africa, tanto porque se busca esa

pericia en países de desarrollo alto como a causa de los mecanismos financieros: son casi siempre los que aportan la financiación quienes ejecutan los proyectos. Dado que los problemas locales los abordan mejor expertos locales, es muy conveniente invertir esta tendencia y conseguir un número mayor de hidrólogos africanos. Esto sólo puede hacerse aumentando la cantidad y la calidad de la enseñanza y la formación profesional en Africa, en los campos de la hidrología y la hidrogeología.



Estaciones de observaciones hidrológicas en Benín

El estado actual de la formación en hidrología

Lo crítico de los problemas del agua en África precisa de investigadores, ingenieros y técnicos en hidrología, geohidrología, gestión y planificación de recursos humanos. La enseñanza y formación en estas disciplinas se efectúan de muchas formas en los países africanos, con niveles distintos y según distintas normas. La enseñanza superior y la formación especializada fuera de África son también accesibles a los africanos. La situación actual de la formación en hidrología evidencia la influencia de las estrecheces económicas sobre la calidad y cantidad de los especialistas que se forman.

Formación de técnicos

En la mayoría de los países africanos hay escasez de técnicos en hidrología cualificados. La OMM proporciona formación profesional de alto nivel a escala internacional dentro del proyecto AGRHYMET en Niamey, Níger. Este centro regional de formación en agrometeorología e hidrología operativa es una de las pocas instituciones de África que ofrece formación especializada en hidrología. Entre 1975 y 1988 se diplomaron 198 estudiantes: 91 en agrometeorología, 71 en hidrología y 36 en instrumentación hidrometeorológica. Se da una estadística más detallada respecto a este centro de formación en la tabla II (tomada de Maiga [5]). Francia, por medio del ORSTOM, facilita asistencia adicional para formación técnica.

Enseñanza universitaria en el propio país

La enseñanza de la hidrología a nivel universitario se lleva a cabo en general en los departamentos de ingeniería y de ciencias del medio ambiente, incluidos los de geografía, geología y ciencias forestales y del suelo. En este tipo de formación sólo se da una enseñanza elemental de la hidrología, que no puede considerarse adecuada para satisfacer la demanda de especialistas en hidrología y recursos hídricos. Para superar estas insuficiencias, aquellos que aspiran a una carrera profesional en hidrología acuden habitualmente a instituciones más especializadas.

Enseñanza universitaria en el extranjero

Las ventajas de esta formación son la amplia gama y el alto nivel de conocimientos en hidrología que puede adquirir el estudiante, la experiencia práctica que se logra y los contactos profesionales que se establecen y pueden ser útiles cuando, de vuelta al país, se busca solución a los problemas.

Los inconvenientes de este tipo de formación se refieren al contenido de los cursos y a la posibilidad de que se pierdan hidrólogos formados hacia países más desarrollados que el suyo ("fuga de cerebros"). La enseñanza y la formación profesional deben, pues, ser adecuadas a los problemas que los titulados están llamados a resolver a su vuelta, es decir, la planificación, la organización y la implantación en hidrología operativa y programas afines para proporcionar los servicios necesarios bajo condiciones de dificultades económicas, con recursos financieros limitados y medios relativamente inadecuados.

La posibilidad para los africanos de enseñanza superior y formación especializada fuera de África debería de recibir apoyo y desarrollarse, en particular cuando éstas se adaptan bien a las necesidades de los países africanos. Se hace necesario ahora establecer una lista actualizada de universidades de dentro y fuera de África abiertas a los africanos y aplicables a África, con indicación del contenido de los cursos de hidrología y de recursos hídricos. De modo similar, se debería establecer otra lista con los africanos que se hayan beneficiado de esa formación, con vistas a crear una red de especialistas africanos.

Formación de postgraduados

El objetivo obvio de los cursos de postgrado es dar a los titulados en ciencias ese conocimiento adicional que les convierta en hidrólogos. La necesidad de poner más énfasis en la formación científica de los estudiantes africanos de hidrología es hoy una necesidad apremiante debido a varios factores, entre ellos los siguientes:

- El subdesarrollo de los servicios hidrológicos de África respecto a las normas y directrices de la OMM;
- La importancia y la urgencia de algunos de los problemas prácticos a los que se enfrentan los países del África

TABLA II

Estadística de los técnicos (TT) e ingenieros (TE) formados en el Centro AGRHYMET entre 1975 y 1988

| PERIODOS Y ESPECIALIZACION | 1975-1976 | | 1976-1978 | | 1977-1979 | | 1978-1980 | | 1979-1981 | | 1980-1982 | | 1981-1983 | | 82-84 | 83-85 | 84-87 | 84-88 | 85-88 | 86-88 | 87-89 | TOTAL | |
|-------------------------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------|-------|------|
| | TT AGRO | TT HYDRO | TT AGRO | TE AGRO | TT AGRO | TT HYDRO | TT HYDRO | TE AGRO | TT INSTR | TT AGRO | TT HYDRO | TT AGRO | TT INSTR | TT HYDRO | TT AGRO | TE HYDRO | TT INSTR | TE AGRO | TT HYDRO | TT AGRO | | | |
| TURKINA FASO | 1 | 2/1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2/1 | 2 | 2/1 | 3/1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2/1 | 2/1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 40/2 |
| ABO VERDE | | | | | | | | | | 1 | 2 | | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3/2 | 3 | | | 22/6 | |
| AMBIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 05/1 | |
| GUINEA-BISSAU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | 03/0 | |
| ALI | 2 | 2 | 2/2 | 2/1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2/1 | 4/1 | 3 | 2 | 2 | 2/1 | 1/1 | 1 | 1/1 | 2 | 2 | 3/3 | 2 | 25/6 | |
| AURITANIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 26/6 | |
| GER | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4/1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2/1 | 3 | 7 | 2 | 1/1 | 2 | 1 | | 33/3 | |
| ENEGAL | 2 | 2 | 1 | 2/1 | 2/1 | 4/1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 | 2/1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | | 35/3 | |
| CHAD | 2 | 3 | 3/1 | 1 | 2/1 | 2 | 3/1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2/1 | 2 | 2 | 4/2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 5/1 | | 42/7 | |
| TOTAL SAHEL | 7/0 | 11/1 | 11/4 | 4/0 | 12/2 | 12/2 | 11/2 | 7/1 | 13/2 | 12/2 | 8/0 | 14/1 | 13/3 | 12/1 | 12/1 | 12/3 | 13/3 | 8/0 | 5/0 | 18/5 | 16/1 | 231/3 | |
| ENIN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| URUNDI | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 08/0 | |
| AMERUN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 02/0 | |
| EP. CENTRO AFR. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 05/0 | |
| ↓↓↓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 04/0 | |
| OSTA MARFIL | 1 | | 1 | | 2 | | | 2 | | 1 | 2 | | | | 2 | 1 | 1* | 2 | 2 | | 1 | 01/0 | |
| UNEA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10/0 | |
| OGO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 05/1 | |
| RE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 09/0 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 01/1 | |
| TROS | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 0/0 | 4/0 | 0/0 | 0/0 | 2/0 | 0/0 | 1/0 | 3/0 | 0/0 | 5/0 | 5/1 | 7/0 | 4/1 | 0/0 | 2/0 | 4/0 | 2/0 | 3/0 | 45/2 | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANDIDATOS | 8 | 12 | 12 | 4 | 16 | 12 | 11 | 9 | 12 | 12 | 11 | 14 | 10 | 17 | 10 | 16 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | |

subsahariana. Los más importantes de éstos son la sequía, la desertificación y la producción de alimentos, aunque también lo son los temas de la energía, los ciclones e inundaciones tropicales, los asentamientos de población y el desarrollo de los recursos hídricos.

La solución de estos problemas requiere, entre otras aportaciones, el conocimiento de hidrología que sólo se puede conseguir tras muchos años de investigación bien hecha. Pese a que el problema de la enseñanza de la hidrología por y para la investigación es difícil de resolver, la mejor estrategia al respecto puede tomar la forma de una institución regional (centro de formación de postgraduados o centro de investigación) del tipo de instituciones internacionales tales como HYDRONIGER, EIER, AGRHYMET, ICHS, etc.

Es evidente, y ya ha sido comentado, el interés de los cursos internacionales existentes de hidrología para postgraduados. Para aumentar su efectividad debería introducirse gradualmente una política común o normalizar sus contenidos. Puede afirmarse, no obstante, que los más eficaces son los cursos organizados en la región de la que proceden los

Primer curso regional para África de postgrado en hidrología

El primer curso regional de postgrado en hidrología organizado hasta ahora en África empezó en septiembre de 1991 en el Centro Regional de Formación Meteorológica de la OMM situado en el Instituto Meteorológico de Enseñanza e Investigación de Nairobi, Kenia, y es un ejemplo destacable de capacidad propia y cooperativa de las instituciones en los niveles nacional, regional e internacional. El programa se fijó bastante en los planes de estudio de la OMM, enriquecido además con los de los centros de formación europeos. Se mantendrán los niveles más altos por medio de la participación de conferenciantes y el apoyo de Alemania, Bélgica, Estados Unidos, Irlanda, Italia, Reino Unido, y la UNESCO. El interés del curso para la Región, así como su continuidad, se aseguran por el hecho de que hay expertos de la Región dedicados a impartir el mismo. Participan catorce estudiantes postgraduados de nueve países africanos.

participantes, por estar orientados hacia los problemas específicos de la región.

Reciclaje en el propio trabajo

La necesidad de reciclaje en el propio trabajo o de formación permanente del personal de todos los niveles es también de vital importancia para la actualización de conocimientos y técnicas.

Es de la mayor importancia la información hidrológica o la enseñanza orientadas a los servicios hidrológicos o a las autoridades gubernamentales que aprueban los programas de hidrología y recursos hídricos, al público y a otros usuarios de la información hidrológica.

La estrategia global debería considerar la potenciación de la enseñanza y formación en hidrología como parte del conjunto del desarrollo nacional en recursos humanos. Dicha estrategia conlleva elecciones y prioridades difíciles basadas en el criterio de cómo asignar los limitados recursos financieros y humanos para mejor lograr los objetivos de desarrollo. Esto puede suponer que haya de establecerse un límite al número de estudiantes inscritos en ciertos cursos de hidrología, en particular en aquellas áreas de especialización en que hay ya exceso de participación y que podría llevar en último término al "desempleo o subempleo de titulados".

El papel de la OMM y de la UNESCO

La OMM y la UNESCO ayudan a los países Miembros de África a mantener niveles altos en la formación técnica y científica de su personal de hidrología y a reforzar sus centros de formación hidrológica. También llevan a cabo actividades de enseñanza y formación en varias facetas de la hidrología, y dan asesoría y apoyo en esas actividades. Están entre éstas la organización de cursos, viajes de estudios y seminarios de formación, la redacción de publicaciones didácticas, notas técnicas y guías; la realización de encuestas sobre las necesidades, especialmente en cuanto a la creación de nuevos centros de formación.

Estrategias y sugerencias para el futuro

Al encarar la formación en hidrología y recursos hídricos, una pregunta clave que hay que responder se refiere al dimensionamiento de las instalaciones hidrológicas y al número de

hidrólogos de los distintos niveles de formación que pueden convenir mejor al desarrollo.

Desde su independencia, casi todos los países africanos están operando con un número inadecuado de titulados universitarios en hidrología. La demanda de titulados universitarios, incluso hoy, está originada en gran medida por la necesidad de reemplazar a los expertos y consultores extranjeros que se había traído para asesorar y apoyar en el desarrollo y actividades de los servicios hidrológicos.

Se pueden usar varios métodos para estimar el número de hidrólogos con distintos niveles de formación que necesita un país a corto, a medio y a largo plazo. Al evaluar las necesidades de un servicio hidrológico nacional que funcione bien, y conociendo las características del sistema hídrico de superficie del país y el tipo y la naturaleza de sus recursos subterráneos de agua, se puede estimar el número de estaciones de observación necesarias mediante el uso de las orientaciones de la OMM y, en consecuencia, se puede prever el número óptimo de hidrólogos y técnicos. Se puede hacer también una estimación del número de hidrólogos que operan en el sector privado basándose en el potencial de los proyectos de desarrollo de los recursos hídricos en el país. El número de hidrólogos y técnicos que hay que formar cada año a plazos corto, medio y largo se puede calcular haciendo un compendio de las distintas estimaciones y suponiendo una ampliación gradual de la red de observación.

Se debe mantener el compromiso de la OMM y otros organismos internacionales en la tarea de reforzar los servicios hidrológicos nacionales y la enseñanza y formación de técnicos (proyecto AGRHYMET). Se debería aplicar una política similar a la formación de equipos en geofísica e hidrogeología a todos los niveles (técnicos, ingenieros, investigadores). No obstante, la responsabilidad de satisfacer las necesidades antedichas recae en primer lugar en los propios países africanos. Deberían éstos concentrar sus esfuerzos de enseñanza y formación profesional en hidrología en desarrollar sus centros de enseñanza, bien a nivel nacional o regional.

Las universidades de fuera de África han contribuido mucho a la formación profesional en hidrología en África. Se ha sugerido que la

red de cursos de postgrado patrocinados por la OMM y la UNESCO deberían consolidarse, y tomarse las medidas adecuadas para introducir una cierta normalización de sus contenidos.

La enseñanza de alto nivel en hidrología y recursos hídricos es muy cara para los países africanos comparada con su renta *per capita*, en especial si, como debería hacerse, se concede la importancia adecuada a la formación científica y la cualificación técnica de los estudiantes que en el futuro tendrán que dar soluciones a los problemas y que serán los innovadores. La formación de hidrólogos de alto nivel debería restringirse por tanto a un pequeño y selecto grupo de futuros investigadores especializados, profesores o ejecutivos que tomen las decisiones clave. Este tipo de enseñanza debería desarrollarse en el marco de acuerdos bilaterales tendentes a mejorar la cooperación con las universidades o institutos de investigación existentes en África, o realizarse a través de la OMM en forma de becas para especialistas africanos.

Reconocimientos

Se agradece encarecidamente la ayuda de G. ALE y R. DESSOUASSI, del Servicio Hidrológico de Benín, en la preparación del manuscrito de este artículo.

Referencias

- [1] MBELE-MBONG, S., 1982: Manpower resources in Africa: training requirements and opportunities. *Proceedings, Technical Conference on Climate—Africa*. Arusha, Tanzania, WMO-No. 596.
- [2] KIENITZ, G., 1989: Advances towards water resources development through hydrological training and education. *Proceedings, Sahel Forum*, Ouagadougou. IWRA Publ. Urbana, Illinois.
- [3] AYIBOTELE, N. D. and J. J. PETERS, 1990: Water Resources Assessment project. Regional Assessment Report WMO/UNESCO – WRA project, WMO.
- [4] ALE, G. and I. LEBARRE, 1989: Utilisation du système Argos dans le cadre du réseau hydrométrique béninois. *Proc., Sahel Forum*, Ouagadougou. IWRA Publ. Urbana, Illinois.
- [5] MAIGA, H. A., 1989: La formation en hydrologie au centre AGRIMET. *Proc., Sahel Forum*, Ouagadougou, IWRA Publ. Urbana, Illinois.