Naciones Unidas E/CN.17/2004/10/Add.3

Consejo Económico y Social

Distr. general
20 de febrero de 2004
Español
Original: inglés

Comisión sobre el Desarrollo Sostenible
12° período de sesiones
14 a 30 de abril de 2004
Tema 3 del programa provisional*
Grupo de temas del ciclo de aplicación 2004-2005

Documentos de debate presentados por los principales grupos

Nota de la Secretaría**

Adición

Contribución de la comunidad científica y técnica***

* E/CN.17/2004/1.
** Se ha demorado la presentación del documento a fin de que las partes interesadas puedan celebrar consultas a fondo.
*** Documento preparado por el Consejo Internacional para la Ciencia y la Federación Mundial de Ingenieros en su calidad de asociados organizadores de la comunidad científica y técnica; las opiniones expresadas no representan necesariamente las de las Naciones Unidas.

04-24719 (S) 160304 170304

Aprovechamiento de la ciencia y la tecnología para el desarrollo sostenible: agua, saneamiento y asentamientos humanos

Índice

			Página
I.	Introducción	1–5	3
II.	Los retos	6–11	4
III.	Progresos recientes de la ciencia y la tecnología	12–23	6
IV.	La necesidad de tecnologías más adecuadas para el aprovechamiento del agua y el saneamiento	24–40	9
V.	Reducción de las capacidades de vigilancia de los recursos de agua	41–47	13
VI.	La necesidad de investigaciones centradas en las cuestiones de sostenibilidad y en las cuestiones de importancia para la adopción de políticas	48–63	15
VII.	El desarrollo de capacidades institucionales en materia de educación, capacitación y ciencia y tecnología relacionadas con el agua	64–73	19
VIII.	Conclusión y recomendaciones	74–78	21

I. Introducción

1. El presente documento, preparado por la comunidad científica y técnica, ofrece un breve examen de los recientes progresos científicos y tecnológicos y establece prioridades en la aplicación de medidas destinadas a fortalecer la ciencia y la tecnología para el abastecimiento y ordenación de recursos de agua dulce de manera sostenible (capítulo 18 del Programa 21). Si bien se centra sobre todo en el agua dulce, también se examinan las vinculaciones recíprocas entre el agua dulce, el saneamiento (capítulo 21) y los asentamientos humanos (capítulo 7). En las secciones relativas a la tecnología se tratan de manera más completa las necesidades en materia de saneamiento y asentamientos humanos.

2. En la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas se hizo un llamamiento a todos los Miembros de las Naciones Unidas para que pusieran "fin a la explotación insostenible de los recursos hídricos formulando estrategias de ordenación de esos recursos en los planos regional, nacional y local, que [promovieran] un acceso equitativo y un abastecimiento adecuado". La mejora de la ordenación del agua puede aportar una importante contribución al logro de la mayoría de los objetivos de desarrollo del Milenio fijados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2000, en particular los relativos a la pobreza, el hambre, la mortalidad infantil, la mortalidad materna y las principales enfermedades. Poner fin a la explotación insostenible del agua dulce es la base del objetivo 7: "Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente" que incluye tres metas: i) incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente; ii) reducir a la mitad, para el año 2015 el porcentaje de personas que carezcan de acceso a agua potable; iii) haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios. El Consejo de colaboración para el abastecimiento de agua potable y el saneamiento ha establecido, también en 2000, otras metas conexas, incluida la de proporcionar "agua, saneamiento e higiene para todos para el año 2025".

3. Para alcanzar estas metas, se requerirán esfuerzos masivos destinados a desarrollar y aplicar la ciencia y la tecnología. En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en 2002, se reconoció esta necesidad. El Plan de Aplicación de Johannesburgo, aprobado por la Cumbre Mundial, incluye secciones separadas sobre las medidas que deben adoptar los gobiernos y otras partes interesadas para fortalecer la ciencia, la tecnología y la educación con miras al desarrollo sostenible. En la Cumbre se prestó gran atención sobre todo al agua y el saneamiento. La sección concreta del Plan de Johannesburgo relativa al agua y el saneamiento comienza por acordar el objetivo de "reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que no tienen acceso al agua potable o que no pueden costearlo (como se indicaba en la Declaración del Milenio) y el de personas que no tienen acceso a servicios básicos de saneamiento". Como se recomendaba ya en el capítulo 18 del Programa 21, el Plan se centra también en la necesidad de elaborar y aplicar enfoques integrados a la ordenación de los recursos hídricos.

4. Cuatro recomendaciones de la sección del Plan de Johannesburgo relativa al agua y saneamiento se ocupan concretamente de cuestiones de ciencia y tecnología. Esas recomendaciones son:

a) Mejorar la ordenación de los recursos hídricos y los conocimientos científicos sobre el ciclo del agua mediante la cooperación en actividades conjuntas de

observación e investigación y, con tal fin, alentar y promover el intercambio de conocimientos y prestar asistencia en particular a los países en desarrollo y los países con economías en transición, para el fortalecimiento de su capacidad y para la transferencia de tecnología incluso de teleobservación y de satélites, según las modalidades convenidas de común acuerdo;

b) Apoyar a los países en desarrollo y con economías en transición en las iniciativas que tomen para vigilar y evaluar la cantidad y calidad de los recursos hídricos, incluso estableciendo redes nacionales de vigilancia y bases de datos sobre recursos hídricos o mejorando las ya existentes y elaborando los indicadores nacionales pertinentes;

c) Prestar apoyo técnico y financiero para suministrar a los países y regiones en desarrollo en que haya escasez de agua o que estén afectados por la sequía y la desertificación tecnologías no convencionales para la utilización y conservación de los recursos hídricos y asistencia para el fortalecimiento de su capacidad en ese ámbito;

d) Apoyar en los países en desarrollo, cuando corresponda, actividades y programas de desalinización del agua de mar, reciclaje del agua y recolección de agua de las nieblas costeras, que sean sostenibles y eficaces en función de los costos y en los que se utilice eficientemente la energía, prestando con ese fin asistencia tecnológica, técnica, financiera y de otra índole.

5. Al centrarse en la ciencia y la tecnología, el presente documento destaca la integración de los fundamentos ambientales, sociales y económicos del desarrollo sostenible relacionados con el agua dulce, el saneamiento y los asentamientos humanos. Para informar mejor a los responsables de adoptar decisiones sobre enfoques integrados e influir en las respuestas institucionales, tecnológicas y de comportamiento que se necesitan para abordar las cuestiones interrelacionadas del medio ambiente y el desarrollo, la investigación científica debe tener mayor pertinencia política; ser participativa; afrontar diversas escalas geográficas, del ámbito mundial al local; integrar diversas epistemologías; y ser holística y sistémica. Esto requiere la integración de los ámbitos natural, social, de ingeniería y de la ciencia de la salud, para que puedan entenderse mejor las relaciones entre las fuerzas motrices, tales como el desarrollo económico, las modificaciones del medio ambiente y la mitigación de la pobreza y la calidad de vida. En la actualidad, la aplicación de la ciencia y la tecnología se ve con frecuencia obstaculizada por las barreras existentes entre los diferentes ámbitos y disciplinas de la ciencia y la tecnología.

II. Los retos

¿Una crisis mundial del agua?

6. Existe la creciente preocupación de que el mundo se verá enfrentado a una crisis del agua a medida que se aproxima la mitad del siglo, si continúan las tendencias actuales del consumo. Los países del Oriente Medio y partes de África y de Asia sufren ya considerables tensiones, puesto que la demanda de agua excede de los recursos disponibles. La situación en la cuenca del Mar de Aral apunta hacia el futuro. Para 2050, con un incremento de la población mundial de unos 4.000 millones de personas, las necesidades hídricas serán probablemente el doble de las de hoy, sobre todo en lo que respecta al agua destinada a la alimentación, que representa del 70% al 80% de las necesidades totales. Al mismo tiempo, la creciente contaminación y

las consecuencias del cambio climático en los regímenes hidrológicos incrementarán todavía más la presión sobre los recursos disponibles. El resultado será una mayor tirantez en relación con los recursos hídricos y los medios acuáticos en zonas cada vez más amplias del globo.

7. El incremento demográfico significa también que muchas más personas sufrirán a causa de inundaciones, sequías, erosión del suelo y otros riesgos, riesgos que probablemente se intensificarán por los constantes cambios en la utilización de tierras, especialmente el crecimiento urbano en el tercer mundo. La vitalidad de los ecosistemas de agua dulce, según los conocemos, quedará modificada, tal vez para siempre.

8. Las consecuencias del cambio climático exacerbarán los problemas del agua en la agricultura, la silvicultura, las pesquerías, la generación de energía, la integridad del medio ambiente y otros muchos ámbitos. La vinculación con el clima, al alterarse las pautas de precipitación, tendrá también ciertamente importantes consecuencias en otros procesos relacionados con el agua, como la erosión y la sedimentación. A su vez, esos procesos tendrán probablemente consecuencias sin precedentes en el espacio de almacenamiento, que podría verse reducido en grado considerable a lo largo de los tres próximos decenios. Por ejemplo la mitad de la capacidad de embalses de África podría desaparecer a causa de la sedimentación, lo que tendría consecuencias dramáticas en el abastecimiento de agua.

El agua y la población: la dinámica del cambio

9. El agua desempeña una función clave en el desarrollo y funcionamiento de la sociedad al servir de recurso básico para la irrigación, producción de ganado, pesquerías, acuicultura y energía hidroeléctrica. La utilización adecuada de agua en las viviendas, empresas y fábricas es una condición del crecimiento económico. Muchas de las enfermedades del mundo son transmitidas por vía acuática y es importante disponer de agua limpia y saneamiento para reducir la aparición de esas enfermedades. Por supuesto, el agua sirve de hábitat y sustento a una rica diversidad de especies vegetales y animales que constituyen los ecosistemas acuáticos ribereños. Por ello, la evolución y el desarrollo del ciclo acuático y de los ecosistemas acuáticos basados en tierra han sido una de las principales preocupaciones de las distintas civilizaciones durante miles de años. En la actualidad, se empieza a reconocer que esa preocupación puede estar justificada a nivel mundial.

10. El crecimiento demográfico y el desarrollo socioeconómico están impulsando actualmente un rápido incremento de la demanda de agua. La agricultura es el mayor "consumidor" de agua, que supone el 71% de todo el consumo mundial (hasta el 97% en algunos países), seguida de la industria, que utiliza un 20% de promedio, y del consumo doméstico, que asciende al 9%. La necesidad de alimentar a una población creciente y en desarrollo, incluidas dietas cárnicas mejoradas que requieren ingentes cantidades de cereales y agua, será un reto principal para los próximos decenios.

11. Los seres humanos utilizan la mitad de la escorrentía accesible a nivel mundial. Hay varias regiones en las que la demanda de agua equivale o incluso supera a los recursos renovables, lo que conduce a una utilización excesiva de agua fósil. Sin embargo, no se trata de una cuestión de abastecimiento físico. La contaminación del agua y una falta general de acceso a agua limpia tienen graves consecuencias sobre la salud. Casi 2.500 millones de personas carecen de saneamiento adecuado y más de 1.000 millones no tienen acceso a agua potable. Cerca de 6.000 niños mueren cada año a causa de enfermedades relacionadas con la falta de acceso a agua potable, un

saneamiento inadecuado y una higiene deficiente (Grupo de Trabajo sobre agua, energía, salud, agricultura y biodiversidad; Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Social, 2002). Así pues, la salud y los medios de vida humanos no sólo están vinculados a la cantidad de agua (y el acceso a ella) sino también a la calidad de esa agua. Además, se ha alegado que la crisis del agua es sobre todo una crisis de gestión que incluye aspectos económicos, institucionales, sociales, éticos y jurídicos. La competencia humana directa por el agua, los cambios de los ciclos biogeoquímicos y de la calidad del agua, y el cambio climático mundial que se avecina determinarán el estado futuro de los recursos interiores de agua dulce.

III. Progresos recientes de la ciencia y la tecnología

12. La tecnología que utilizamos actualmente es en gran parte (digamos que el 70% como mínimo) resultado de las investigaciones científicas realizadas en los últimos 50 años, ya se trate de tecnologías de tratamiento de aguas cloacales o de sistemas de predicción de inundaciones en tiempo real. Si nos retrotraemos a los últimos 10 años, podemos llegar a la conclusión de que se han realizado considerables progresos en la aplicación de la ciencia a diversas escalas, que van desde las tecnologías de diseño del abastecimiento de agua con ayuda de computadora, pasando por el funcionamiento de instalaciones de tratamiento controladas por computadora, hasta la evaluación de la respuesta hidrológica a la variabilidad y el cambio climáticos.

13. En los últimos 20 ó 30 años se han registrado grandes progresos en la comprensión de los sistema hídricos, en especial mediante avances en la elaboración de modelos, elaboración que es una condición para la fructífera ordenación de los recursos hídricos. Existe en la actualidad una gama muy amplia de modelos y se están elaborando todavía más, como modelos de precipitación escorrentía, modelos de acuíferos, modelos de ecosistemas y modelos de captaciones, así como modelos de ordenación respaldados por sistemas de apoyo de decisiones y sistemas técnicos. Hay modelos estocásticos y determinísticos de diferentes niveles de complejidad. Sin embargo varios estudios demuestran que el perfeccionamiento de un modelo y su semejanza a la realidad no son una guía de su éxito predictivo.

14. En los últimos años, la aplicación de modelos más realistas ha mejorado las capacidades de previsión, predicción y control de sistemas hídricos para diversos fines. La mayor fiabilidad y alcance de las predicciones meteorológicas, en especial las predicciones de precipitación, incluidas las predicciones cuantitativas, han permitido hacer predicciones más oportunas y precisas de las corrientes fluviales. Las predicciones estacionales a más largo plazo de la precipitación y las predicciones resultantes de las condiciones hidrológicas han sido la base de medidas de mitigación (por ejemplo en el Brasil septentrional). Se han hecho predicciones estacionales de precipitación para esa misma región y para otras regiones partiendo de modelos de circulación mundial. Se reconoce que con la ulterior mejora de esas capacidades podrían hacerse predicciones más exactas de la magnitud y distribución de variables climáticas regionales, especialmente con los avances en la comprensión de la aparición de fenómenos como El Niño/Oscilación Austral (ENOS).

15. La comunidad científica y técnica ha desarrollado varias iniciativas centradas en cuestiones de ciencia y tecnología para el agua potable. Por ejemplo, la Academia de Ciencias del Tercer Mundo publicó, en 2002, un informe titulado “Safe drinking water: the need, the problem, solutions and an action plan”.

16. Pese a los notables progresos conseguidos en los 10 últimos años en diversos ámbitos de las ciencias hídricas, su aplicación práctica se está demorando. Ello se debe a la falta de capacidades adecuadas, sobre todo en el caso de países en desarrollo, tanto a nivel institucional como de capacidad humana. Las redes de observación de fenómenos hidrológicos básicos, que han de servir de base a cualquier decisión política sobre los recursos hídricos a todos los niveles, continuaron deteriorándose en los 10 últimos años. Como efecto combinado de estos factores, no se han reducido las incertidumbres relacionadas con el agua y, en consecuencia, los riesgos vinculados a la ordenación del agua han aumentado en el último decenio, en lugar de reducirse al mínimo. Un ejemplo al caso es la mayor aparición de casos extremos relacionados con el agua, como las inundaciones, que están claramente vinculados a la variabilidad y el cambio climáticos. Sin embargo, no se comprenden todavía del todo los mecanismos que intervienen en ello debido principalmente a la muy escasa disponibilidad, por cierto cada vez menor, de datos.

Evaluaciones integradas

17. En el capítulo 18 del Programa 21 se determinaba la necesidad de evaluaciones de los recursos hídricos, incluidas evaluaciones de tecnología, como una de las esferas prioritarias del programa. Es justo decir que sólo se han logrado progresos limitados en la aplicación de esta recomendación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Hay una falta de evaluaciones nacionales sobre el agua, e incluso una disminución de la vigilancia de las aguas nacionales. A nivel internacional, se han formulado varias iniciativas para evaluar nuestro estado de conocimiento, la tecnología disponible, el contexto socioeconómico y la dinámica de este “sistema hídrico”. La necesidad de evaluaciones detalladas viene también dictada por la necesidad de proporcionar información resultante de la evaluación para la ordenación integrada de los recursos hídricos. Esto refleja un gran progreso desde 1992. Se piensa actualmente, que la ordenación del agua, así como el saneamiento y los asentamientos humanos, deben realizarse utilizando un enfoque integrado y ecosistémico.

18. El sistema de las Naciones Unidas ha respondido emprendiendo un proceso de evaluación colectivo y continuado a escala del sistema, a saber, el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Basándose en los logros de trabajos anteriores, el Programa se centra en la evolución de la situación del agua dulce en todo el mundo. Los resultados de esa evaluación han de publicarse a intervalos regulares en el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. El primer informe se publicó en 2003. Mientras que el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos corre a cargo de los órganos competentes del sistema de las Naciones Unidas, con su secretaría basada en la UNESCO, muchos miembros especializados de la comunidad científica y técnica de todo el mundo han aportado los elementos científicos y tecnológicos básicos. La primera edición del informe ofrece un análisis detallado de la naturaleza y ámbito de la crisis mundial del agua que se avecina. También define los problemas relativos al saneamiento, los asentamientos rurales y las ciudades. Además, presenta medios disponibles para mitigar los riesgos e introducir políticas integradas respecto del agua. La segunda edición del informe, que se publicará en 2006, hará especial hincapié en los medios de política pertinentes para que los responsables de la adopción de decisiones y los planificadores aborden los objetivos de desarrollo del Milenio y fomenten cambios en el comportamiento y las instituciones.

19. Son indispensables indicadores relacionados con el agua para la evaluación de los progresos de la sociedad en su modo de afrontar el estrés por déficit hídrico a nivel mundial, regional, nacional y subnacional. Entre las actividades de la segunda fase del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, se ha hecho hincapié en la elaboración de una serie detallada de indicadores científicos y pertinentes desde el punto de vista político. En la actualidad, los indicadores de desarrollo sostenible relacionados con el agua siguen siendo lamentablemente insuficientes. Una vez que se haya establecido una lista convenida de indicadores, su aplicación debe basarse en un sólido conjunto de datos e informaciones. El Programa, en estrecha cooperación con la comunidad científica y técnica, se propone desarrollar un sistema de base de datos sobre metadatos que pueda servir para evaluar los datos e informaciones más pertinentes y fiables.

20. El Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE) del Consejo Internacional de Uniones Científicas está evaluando en la actualidad la validez científica y la pertinencia, desde el punto de vista normativo, de las series de indicadores del desarrollo sostenible que más se utilizan en todo el mundo. El objetivo de esta evaluación es proporcionar pautas para el posterior desarrollo y aplicación de indicadores integrados. Los indicadores sobre el agua dulce, el saneamiento y los asentamientos humanos se tendrán plenamente en cuenta. Se prevé que la evaluación concluirá a fines de 2004.

21. Otro ejemplo de evaluación mundial integrada es la Evaluación Mundial de las Aguas Internacionales (EMAI) que ha emprendido el PNUD en colaboración con miembros destacados de la comunidad científica y técnica. Dicha evaluación tiene por objeto facilitar la aplicación del componente de aguas internacionales del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). La evaluación está centrada en 66 zonas de aguas transfronterizas de todo el mundo e incluye zonas de agua de mar, zonas de agua dulce superficial y masas de agua subterránea. Los resultados se publicarán en una serie de informes regionales.

La sociedad de la información

22. La primera fase de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, celebrada en Ginebra en diciembre de 2003, puso de relieve las oportunidades que brinda y los problemas específicos que plantea la revolución de la información, basada en las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. La comunidad científica presentó a la Cumbre un Programa de Acción (véase www.icsu.org). Las nuevas tecnologías también pueden hacer una importante contribución a las investigaciones científicas y tecnológicas sobre el agua dulce, el saneamiento y los asentamientos humanos, así como al asesoramiento científico para la adopción de decisiones.

23. Para construir una sociedad de la información basada en la equidad y evitar la amenaza de la crisis del agua es preciso potenciar la actividad científica en el sector público y proporcionar un acceso libre y sin restricciones a los datos científicos y a la información. En la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, entre otras cosas, se subrayó la necesidad de hacer lo posible porque en los próximos cinco años todas las universidades e instituciones de investigación de todo el mundo dispusieran de conexiones de Internet de alta velocidad fiables y de bajo costo. No obstante, lo cierto es que en muchas partes, aún disponiendo de equipos informáticos, el acceso a los datos científicos y a la información no es universal ni abierto. Los regímenes de propiedad intelectual, las leyes para la protección de las bases de datos y

el costo de algunas publicaciones científicas siguen alimentando las grandes diferencias existentes en el campo de la ciencia y la tecnología en general y en el de la ciencia y la tecnología aplicables a la gestión sostenible del agua dulce en particular.

IV. La necesidad de tecnologías más adecuadas para el aprovechamiento del agua y el saneamiento

24. El desarrollo de los recursos hídricos sigue una secuencia determinada por el acceso y el costo. Los asentamientos de reducido tamaño y la agricultura en pequeña escala suelen abastecerse de las aguas subterráneas, mientras que las aguas superficiales, procedentes de ríos y lagos, suelen abastecer a las ciudades y a la agricultura de regadío en gran escala (que en muchos casos se desarrolla en lugares que cuentan con un suministro de agua adecuado). Debido a la calidad de estas fuentes, sólo se requiere un tratamiento convencional (por ejemplo, decantación, filtración, cloración). A medida que se agotan las fuentes locales, los sistemas de abastecimiento se extienden cada vez más, los pozos son cada vez más profundos, el agua extraída requiere un tratamiento más avanzado, sobre todo la destinada al consumo doméstico.

25. Existen varias técnicas y prácticas para aumentar la disponibilidad del agua de los acuíferos o las cañerías y para que los consumidores puedan tener mayor acceso a los recursos hídricos disponibles. En lo que respecta a la contaminación, debería hacerse más hincapié en la prevención que en la solución de problemas.

Utilización y gestión adecuadas de los recursos de aguas subterráneas

26. No todos los acuíferos de aguas subterráneas son igualmente susceptibles a la explotación no controlada y o vulnerables a la contaminación antropógena. Es preciso evaluar esa vulnerabilidad a fin de mejorar la protección de los recursos de aguas subterráneas. Por consiguiente, el objetivo debería ser la protección tanto de la calidad como de la cantidad de las aguas subterráneas. La utilización municipal, privada e industrial de las aguas subterráneas requiere un enfoque integrado que nunca se ha logrado en el pasado. Los objetivos de la gestión de las aguas subterráneas, en las zonas tanto urbanas como rurales, son los siguientes: reservar las aguas subterráneas para el consumo humano y para otros usos imprescindibles, mantener el buen rendimiento de las aguas subterráneas, preservar la calidad del agua y gestionar de forma eficaz los residuos sólidos y los efluentes líquidos.

Tecnologías para el uso del agua en la agricultura

27. Las tecnologías para recoger del agua de lluvia, complementadas con el riego, han resultado ser eficaces para que en las regiones tropicales secas se aprovechen las lluvias, que suelen ser abundantes, intensas e imprevisibles. En lugar de dejar que el agua de lluvia se escurra de las tierras de cultivo y fluya hacia ríos escasamente utilizados, o bien dé lugar a inundaciones perjudiciales, la escorrentía puede capturarse en cierta medida por medio de técnicas sencillas durante la época de precipitaciones intensas y utilizarse posteriormente como complemento del riego en los períodos de sequía. Para que esta actividad sea más rentable, deberá aprovecharse la inclinación natural del terreno para el transporte del agua.

28. El riego por goteo es otra tecnología esencial en las regiones tropicales secas donde los campos pierden por lo general gran cantidad de agua debido a la evaporación. El

agua gotea directamente desde la superficie perforada de las cañerías (exteriores o subterráneas), y así las plantas cultivadas reciben únicamente la cantidad adecuada de agua en un pequeño volumen de suelo próximo a las raíces en el momento oportuno. De este modo, la cantidad de agua que consumen las hierbas (evapotranspiración) y la evaporación del suelo diminuyen sensiblemente, mientras que las pérdidas por drenaje y la escorrentía son prácticamente inexistentes. Por otra parte, aumenta considerablemente la eficacia con que absorben el agua las plantas cultivadas y aumenta también la producción agrícola. Las técnicas de riego por goteo están al alcance tanto de las grandes explotaciones comerciales como de los pequeños sistemas de explotación agrícola de bajo costo.

Reducción de la salinización de los suelos mediante el drenaje y la eficacia del riego

29. Las medidas para reducir la salinización son esenciales para mantener la productividad de los suelos en las zonas de cultivo de las regiones (sub) tropicales áridas y semiáridas del mundo. Las técnicas para reducir la salinización de los suelos pueden ser de diferentes tipos: métodos de lixiviación, métodos para mantener un elevado contenido de humedad en el suelo, métodos de drenaje, diferentes métodos de riego, uso de cultivos resistentes a la salinidad, etc. Algunos son métodos técnicos que se aplican sobre el terreno; otros se basan en modelos informáticos. Todos ellos tienen ventajas y desventajas que a menudo dependen de las características específicas del lugar. Sin duda lo más importante es que con respecto a la reducción de la salinización de los suelos se debería adoptar un enfoque integral de la gestión del agua y la tierra. La salinización de los suelos es prácticamente inevitable en las regiones áridas y semiáridas; por lo tanto, se deberían promover todas las medidas posibles para mitigar este proceso, que reduce la productividad del suelo. El agua de riego debe ser de buena calidad y debe permitirse que fluya para que no se acumule excesivamente en el suelo.

Conservación del agua

30. La reparación de los sistemas existentes de almacenamiento y distribución de agua deberá tener siempre carácter prioritario, ya que las fugas producidas por roturas en las cañerías y averías en los depósitos de agua han causado grandes pérdidas anuales de agua altamente improductivas. La detección de fugas en los sistemas de distribución de agua tiene cada vez más importancia para las operaciones y las tareas de mantenimiento de las empresas abastecedoras. Para ello se emplean técnicas como la verificación del consumo de agua, la calibración e inspección de los contadores de agua principales y la utilización de dispositivos y sistemas de vigilancia basados en tecnologías de la información y las comunicaciones. No obstante, no se deberían ampliar los sistemas de alcantarillado existentes, dado que requieren grandes cantidades de agua que lo único que consiguen es aumentar el volumen de aguas residuales y, por consiguiente, el costo de la eliminación de éstas.

31. Una importante ventaja económica que ofrece la reducción de la demanda de agua es la ampliación del uso de los sistemas de abastecimiento sin que ello suponga ampliar las instalaciones. Al disminuir el consumo también se agotan más lentamente las fuentes de agua, que no son ilimitadas. Los programas de conservación pueden estar dirigidos a los consumidores. La conservación del agua se basa en la educación del público, la instalación de piezas de fontanería eficaces y el régimen

de tarifas. Las instalaciones modernas de fontanería para conservar agua pueden reducir el consumo doméstico aproximadamente a la mitad.

Desalación

32. En la actualidad, la desalación del agua salada (es decir, principalmente el agua de mar y el agua salobre) para obtener agua dulce es hoy en día una opción viable sólo en los países ricos en recursos energéticos situados en las regiones áridas y semiáridas. El agua desalinizada se destina principalmente al uso doméstico y a ciertos usos industriales, ya que sería demasiado costoso utilizarla para el riego (teniendo en cuenta la cantidad de energía que se requiere hoy en día para la desalación). En los países productores de petróleo del Oriente Medio, la desalación proporciona una parte importante del agua para abastecer a los hogares. Más del 25% de las instalaciones desalinizadoras del mundo se encuentran en Arabia Saudita; el 12% en los Estados Unidos de América y el 10% en Kuwait y en los Emiratos Árabes Unidos. No obstante, incluso las mejores plantas de desalación actualmente en funcionamiento requieren casi 30 veces más energía que la que sería en teoría posible (es decir, 2,8 kJ para eliminar la sal de un litro de agua de mar). La cantidad mínima teórica de energía necesaria podría reducirse al menos 10 veces mediante mejoras tecnológicas.

33. Las diferentes técnicas de desalación se clasifican de acuerdo con la energía que requieren, es decir, energía termal, mecánica, eléctrica o química. Las diferentes técnicas utilizadas son la destilación, la congelación, la ósmosis inversa (del agua salobre o de mar) y la electrodiálisis (del agua salobre o de mar). Cada método de desalación se distingue por la cantidad de energía requerida. Algunas plantas modernas de desalación funcionan en la actualidad con energía eléctrica generada por turbinas eólicas (por ejemplo, en Egipto y la Jamahiriya Árabe Libia) u otras tecnologías helioeléctricas como la energía fotovoltaica (por ejemplo, Qatar e Indonesia). Sin embargo, la mayor parte de los métodos comerciales de desalación siguen utilizando los combustibles fósiles de bajo costo.

Prácticas relativas a los desechos y a las aguas residuales

34. Debe procurarse alentar la separación in situ, el tratamiento local y el reciclaje. El componente fundamental es la separación física de los diferentes desechos efectuada en la fuente, a fin de evitar la acumulación de desechos y aguas residuales que deban después manejarse y tratarse. Diferentes tipos de aguas residuales pueden reutilizarse para fines apropiados, según sus respectivas características.

35. El saneamiento ecológico es el enfoque sanitario alternativo para el tratamiento, purificación y reciclaje de los excrementos humanos. Ha demostrado su eficacia para reducir los problemas de salud y los derivados de la contaminación en el mundo en desarrollo. Este enfoque ofrece muchas ventajas, en particular para los hogares en que los abonos resultan caros y los recursos financieros son limitados. Es de costo accesible, sencillo, sostenible desde el punto de vista ecológico y tan eficaz como cualquier otro moderno método sanitario.

36. Los retretes con descarga de agua consumen grandes cantidades de ésta para la limpieza, transporte y dilución (alrededor del 40% de la demanda total de agua de las viviendas). Debería fomentarse, en cambio, la instalación de retretes de desviación de la orina, que no consumen agua para la limpieza y eliminación. Han de alentarse, por tanto, esas prácticas sanitarias domésticas y locales. Otras tecnologías

que deberían fomentarse incluyen el establecimiento de sistemas de cañerías dobles, para agua potable y no potable, y al tratamiento de bajo costo de las aguas residuales industriales y municipales.

Recarga artificial de las aguas subterráneas

37. La recarga artificial de aguas subterráneas con aguas de desecho puede practicarse ventajosamente en regiones semiáridas y áridas, si el punto de descarga está situado a cierta distancia de las zonas de recarga y se trata de un acuífero de suelo. Esta práctica presenta dos ventajas: por una parte, genera agua purificada de manera natural a bajo costo; por otra, constituye una forma natural de almacenamiento de agua y no conlleva ninguna pérdida por evaporación. Técnicamente, se permite que el agua se infiltre y reabastezca el acuífero durante breves períodos en que hay exceso de aguas superficiales. La recarga artificial del agua subterránea puede emplearse para purificar de manera natural las aguas residuales y convertirlas en aguas subterráneas potables. Puede permitirse que las aguas residuales tratadas recarguen el acuífero subterráneo haciéndolas pasar primero por material purificador, como bancos de arena. Se obtiene así agua potable sin utilizar ningún producto químico, o utilizando muy pocos. La reutilización de las aguas residuales después de un tratamiento local o central constituye una estrategia importante para las zonas urbanas. Los métodos de recarga de los acuíferos incluyen la recarga en corriente (infiltración por ríos) y la recarga a través de una serie de estanques (infiltración por bancos).

Prácticas y técnicas agrícolas

38. A fin de reducir al mínimo las pérdidas improductivas de agua en los suelos, las prácticas y técnicas agrícolas han de adaptarse a las particulares condiciones del clima y del terreno. Ante todo, en las regiones climáticas con una alta demanda causante de evaporación y donde se requiere el agua para otros usos rivales, debe evitarse en la mayor medida posible la irrigación en gran escala —en particular con agua subterránea no renovable (fósil). En cambio, la irrigación ha de limitarse y suministrarse con agua reciclada de calidad suficiente (por ejemplo, aguas grises). En segundo lugar, las prácticas de irrigación deben combinarse con prácticas de drenaje eficaces a fin de reducir la evaporación desde el suelo, las escorrentías y el anegamiento. La irrigación ha de llevarse a cabo de manera que se reduzca al mínimo la necesidad de agua adicional para mitigar la salinación. En tercer lugar, la selección de cultivos puede ser un recurso importante para reducir la evapotranspiración causada por éstos, ya que el agua es consumida a ritmo diferente por las diferentes variedades de cultivos. En cuarto lugar, las medidas de conservación del suelo pueden contribuir a reducir al mínimo las pérdidas por evaporación desde el suelo y la transpiración de las hierbas, y puede aumentar la infiltración del agua, la disponibilidad del agua en la zona de las raíces, y el ritmo de recarga del agua subterránea en los acuíferos.

Prácticas industriales

39. La aplicación de prácticas y tecnologías eficaces y favorables constituyen una parte fundamental e indispensable de los programas de prevención de la contaminación. Adoptados con éxito, éstos pueden ayudar a: a) reducir la extracción de valiosas materias primas, b) reducir la generación de desechos peligrosos, c) aumentar el reciclaje de valiosos productos residuales, d) reducir el volumen de las aguas residuales, y e) reducir el volumen de los desechos líquidos y sólidos. Se pueden así disminuir considerablemente las presiones ejercidas por la extracción de recursos y

la contaminación sobre los ecosistemas y los recursos hídricos. Antes de elegir o evaluar una tecnología determinada, ha de investigarse todo el ciclo de vida de un producto, es decir, la extracción de la materia prima; la obtención de los productos primarios; la producción de manufacturas; su utilización; los terrenos de descarga, o la trituración; y el reciclaje de productos, y volver luego a examinar una nueva fase de manufactura del producto, etc.

40. Para la prevención de la contaminación ha de darse prioridad a la reducción de los desechos sobre su reciclaje, pero si no se dispone de tecnologías de reducción de los desechos, el reciclaje constituye un buen enfoque. Una tecnología más limpia debe reducir la cantidad o la toxicidad de los desechos producidos, o ambas cosas. Las industrias textil, minera, metalúrgica y de refinación del petróleo son contaminantes intensivas de los cursos de agua cercanos, pero existen para ellas tecnologías limpias.

V. Reducción de las capacidades de vigilancia de los recursos de agua

41. La comprensión científica de los sistemas hídricos es, evidentemente, sólo tan válida como los datos disponibles. Por ello, no se puede suministrar a los encargados de la adopción de decisiones un asesoramiento científico sólido, si no se obtienen mejores datos, de manera permanente, con empleo de sistemas de vigilancia eficaces. No obstante, las evaluaciones de los recursos de agua que se han realizado juntamente con otros estudios, indican invariablemente que faltan datos sobre el agua en gran parte del mundo. Esta carencia de datos se aplica a las aguas superficiales y subterráneas, y tanto a su cantidad como a su calidad. La fiabilidad y disponibilidad de los datos ha disminuido incluso desde mediados del decenio de 1980, en gran parte porque se han reducido las redes nacionales hidrológicas y afines. Faltan, por ejemplo, datos químicos sobre el agua, como también sobre la productividad y biodiversidad. La situación es aún peor en lo que se refiere a la utilización del agua. Son, como máximo, 30 los países que cuentan con sistemas nacionales eficaces para reunir y manejar los datos sobre el uso del agua e informaciones conexas. En los países restantes, que son alrededor de 180, las estimaciones del uso del agua se basan en cifras de población y evaluaciones de la superficie irrigada. Se han adoptado varias iniciativas internacionales para superar estos problemas.

42. El uso de la teleobservación ofrece crecientes posibilidades para la vigilancia de un número cada vez mayor de variables hidrológicas y para vencer las dificultades de determinación de pautas espaciales significativas a partir de las observaciones efectuadas en tierra. Están adquiriendo gran importancia los datos proporcionados por sistemas de información geográfica, junto con modelos digitales del terreno. Los datos obtenidos por medio de marcadores también están resultando muy útiles en la cuantificación de las fuentes de cursos de agua y de los tiempos de permanencia, así como en la exploración de los trayectos de las corrientes. El establecimiento de centros mundiales de datos, tales como el Centro Mundial de Datos de Escorrentía, en Coblenza, Alemania, ha reducido la dificultad de acceso a los conjuntos de datos mundiales y nacionales, y el Sistema mundial de metainformación sobre bases de datos de la Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas facilita la localización de los conjuntos de datos existentes. Internet es un instrumento de primera importancia para el acceso a estos datos.

43. En el Informe del Secretario General sobre criterios estratégicos para la ordenación del agua dulce presentado al sexto período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, celebrado en 1998, ya se hacía referencia a la cuestión de la reducción de la capacidad de generación de datos sobre el agua dulce como una de las principales deficiencias actuales para la ordenación de ésta. La situación descrita en el párrafo 18 de ese informe (E/CN.17/1998/2) no ha mejorado sino que se ha agravado:

> "La evaluación y la gestión eficaces de los recursos hídricos, lo cual incluye la prevención y la mitigación de los desastres relacionados con ellos, no serán posibles si no se dispone de suficiente información física y socioeconómica. Pero la capacidad para facilitar información exacta sobre la calidad y la cantidad del agua es deficiente en muchos países. Durante años, la capacidad de las oficinas hidrológicas en algunos países en desarrollo, sobre todo en África, ha ido disminuyendo en cuanto a funcionamiento y mantenimiento y en cuanto a extensión de las redes hidrológicas. Muy pocos países en desarrollo cuentan con la capacidad adecuada para controlar la calidad del agua. Además, la fragmentación de las organizaciones nacionales encargadas de la evaluación de los recursos hídricos y la falta de integración de la información hidrológica y la información sobre el uso de la tierra, así como de la información económica y demográfica, limitan severamente la utilidad de la información existente."

Es evidente, por tanto, la necesidad de establecer programas de vigilancia de los recursos hídricos, o mejorarlos, como lo es la necesidad de normalizar los métodos de vigilancia en el plano internacional en la mayor medida posible.

44. Se han adoptado diversas iniciativas internacionales para hacer frente a este problema. La Organización Meteorológica Mundial ha inaugurado una red mundial de observatorios hidrológicos nacionales, el Sistema mundial de observación del ciclo hidrológico. El PNUMA coordina el Programa mundial de vigilancia de la calidad del agua (GEMS/WATER). FRIEND (Regímenes de flujo determinados a partir de series de datos internacionales experimentales y de redes) es una iniciativa del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO que tiene por objeto ayudar al establecimiento de redes regionales para el análisis de datos hidrológicos. Otras iniciativas de este Programa, tales como el Centro internacional de evaluación de los recursos de aguas subterráneas, el mapa de Recursos de aguas subterráneas del mundo y la Ordenación de Recursos Acuíferos Transfronterizos, contribuyen a estos fines realizando un inventario de la información, que comprende desde las características físicas de los acuíferos hasta las directrices para la vigilancia.

45. La capacidad para vigilar la disponibilidad y variabilidad del agua dulce en las zonas montañosas es aún más precaria que la capacidad, en general insuficiente, derivada de la situación existente en la mayoría de las tierras bajas. Las montañas y tierras altas son llamadas a menudo "torres de agua" naturales, ya que proporcionan un agua dulce indispensable para las poblaciones situadas en las zonas altas y bajas de los ríos o corrientes. La aportación media anual que hacen las secciones montañosas de captación a la descarga total de las grandes cuencas fluviales es desproporcionadamente elevada, en comparación con la que corresponde a la parte de las tierras bajas. Cabe introducir distinciones, como es natural, de acuerdo con las regiones climáticas, que ponen claramente de relieve el papel vital de las escorrentías de montaña en las tierras bajas de las regiones áridas y semiáridas.

46. A este respecto, es merecedora de apoyo otra iniciativa internacional encaminada al establecimiento de una red internacional de estaciones de vigilancia en las

regiones montañosas de todo el mundo. Esta acción ha sido organizada por la Iniciativa de investigación sobre la montaña, un consorcio constituido por diversas organizaciones y programas científicos nacionales e internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, que se ocupan de las investigaciones relacionadas con las montañas, en cooperación con el Sistema Mundial de Observación Terrestre y los programas científicos de la UNESCO sobre el agua dulce y los ecosistemas terrestres.

47. Por lo que se refiere al establecimiento de un sistema de vigilancia integral de alcance mundial, la Estrategia Mundial de Observación, con la activa participación de sus asociados de los círculos científicos, identificó en 2000 las observaciones de los ciclos hídricos como un campo de importancia crítica que exigía el desarrollo de un tema específico de esa Estrategia titulado "Observación mundial integrada del ciclo del agua". Además de promover el desarrollo de la observación de los recursos hídricos y la capacidad para ella, esta actividad estará orientada a producir resultados que conduzcan a mejores decisiones de ordenamiento hídrico en una variedad de escalas temporales y espaciales; a más eficaces previsiones meteorológicas y climáticas, y a una mejor comprensión del ciclo mundial del agua.

VI. La necesidad de investigaciones centradas en las cuestiones de sostenibilidad y en las cuestiones de importancia para la adopción de políticas

48. La aplicación del Programa 21 y el Plan de Johannesburgo en los campos del agua dulce, el saneamiento y los asentamientos humanos durante el próximo decenio y más adelante, se basará en los progresos realizados durante los últimos 10 años en la generación de conocimientos orientados a los objetivos de desarrollo sostenible, así como en la concepción de tecnologías más limpias y accesibles. No obstante, el aumento de la capacidad de los círculos científicos y técnicos para contribuir al desarrollo sostenible exigirá importantes cambios. Los círculos científicos y tecnológicos están decididos a introducir las modificaciones necesarias y desarrollar las asociaciones apropiadas. Entre esos cambios se cuentan los siguientes:

a) *El desarrollo de una actividad científica de mayor pertinencia para las políticas*. Una proporción mucho mayor de los trabajos de investigación deben integrar investigaciones orientadas a la solución de problemas, e interdisciplinarias, que se ocupen de los pilares social, económico y ambiental del desarrollo sostenible. La buena ciencia es esencial para la buena gestión.

b) *Enfoques participatorios y de amplia base*. Deben salvarse las tradicionales distancias que separan entre sí las ciencias naturales, sociales, económicas y técnicas, y que las aíslan también de otras importantes partes interesadas. Los programas de investigación deben definirse mediante enfoques participatorios de amplia base en los que participen todos los que necesitan información científica. Los científicos y técnicos han de asumir el papel que les corresponda en el mejoramiento de la cooperación con otras partes de la sociedad civil, el sector privado, los gobiernos y los órganos intergubernamentales.

Ciencia y tecnología para un desarrollo sostenible

49. En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, los círculos científicos y tecnológicos se comprometieron a ocuparse, en un contexto pertinente para las

políticas, de las cuestiones prioritarias acerca de las contribuciones que la ciencia y la tecnología pueden hacer para el desarrollo sostenible. En 2003, el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), junto con la Academia de Ciencias del Tercer Mundo y la Iniciativa sobre Ciencia y Tecnología para la Sostenibilidad han constituido un consorcio con este propósito. Las tres partes asociadas están elaborando actualmente un plan relativo a las actividades necesarias en el campo de la investigación, la creación de capacidad y la vinculación de los conocimientos con la acción. Los resultados de esta actividad de planificación se conocerán en 2004 y constituirán las bases de una acción concertada de los círculos científicos y tecnológicos para ocuparse de los desafíos que identificó la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.

50. El apoyo a las actividades científicas orientadas hacia el desarrollo sostenible también se ha manifestado en la Cumbre del Grupo de los Ocho celebrada en Evian en 2003, y en la reunión de los Ministros de Ciencia y Tecnología de la OCDE en enero de 2004.

Programas internacionales de investigación en curso

51. Varios importantes programas científicos internacionales en curso se centran total o parcialmente en las cuestiones relacionadas con el agua dulce y otras cuestiones conexas, o incluyen importantes componentes de investigación centrados en el sistema hidrológico mundial. Estos programas son el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO, el Programa mundial de investigaciones climáticas, emprendido juntamente por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), la Organización Meteorológica Mundial y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO; el Programa Internacional de la Geoesfera y la Biosfera del CIUC, y el Programa sobre las Dimensiones Humanas del Cambio Ambiental Mundial, emprendido juntamente por el Consejo Internacional de Ciencias Sociales y el CIUC.

52. El Programa Hidrológico Internacional, que es un programa intergubernamental de cooperación científica de la UNESCO relativo al agua dulce, tiene por objeto mejorar las bases científicas y técnicas para la ordenación racional de los recursos hídricos, incluida la protección del medio ambiente. Las actividades de investigación del Programa sobre las Dimensiones Humanas del Cambio Ambiental Mundial están orientadas hacia las prioridades regionales de las distintas partes del mundo. El foco general del actual Programa Hidrológico Internacional PIH-VI (2002-2007) está constituido por las interacciones hídricas, los sistemas en peligro y los retos sociales. El Programa promueve un enfoque holístico integrado, que ha de ocuparse simultáneamente de la cantidad y la calidad, la ciencia y las políticas, y el agua y los aspectos relacionados con la civilización. A través de su red de centros e institutos afines y de la red de cátedras universitarias, el programa de la UNESCO desarrolla capacidades y distribuye información basada en verificaciones científicas acerca del agua y el saneamiento en las distintas regiones.

53. El Programa Mundial de Investigaciones sobre el Clima comprende, entre sus principales actividades científicas, el Experimento mundial sobre la energía y el ciclo hídrico, encaminado a determinar los flujos de agua y energía que se registran en todo el mundo utilizando tanto observaciones como modelos informáticos. Otra actividad de particular interés de este Programa es el Estudio de la variabilidad y predecibilidad del clima. Entre los retos científicos a que debe hacer frente actualmente el Programa se cuenta la falta de resultados integrados relativos a las precipitaciones

mundiales y las incertidumbres de las proyecciones de variables hidrológicas relacionadas con el cambio climático, que se deben a su vez a la incertidumbre acerca de los fenómenos de retroacción entre el calentamiento, el vapor de agua y las nubes. Un ejemplo de las cuestiones de investigación relacionadas con el agua de que se ocupa el Programa internacional de la geoesfera y la biosfera es el Proyecto sobre los aspectos del ciclo hidrológico relacionados con la biosfera. El Programa de la geoesfera y la biosfera, el Programa Mundial de Investigaciones sobre el Clima y el Programa sobre las dimensiones humanas del cambio ambiental mundial desarrollan una acción conjunta para reforzar la capacitación científica y la creación de capacidad en los países en desarrollo.

Sostenibilidad del sistema hídrico mundial - Una nueva frontera de la investigación

54. Los círculos científicos internacionales están elaborando actualmente una nueva concepción del sistema hídrico mundial que se centra en la integración del componente humano con el físico, así como con los componentes biológicos y bioquímicos. Este enfoque proporcionará las bases para una nueva frontera interdisciplinaria de investigación para los años venideros.

55. El sistema hídrico mundial no constituye sólo un aspecto de la dinámica del sistema planetario independiente de la vida, sino también un aspecto igualmente importante, aunque más sutil, de la sociedad humana. Ese sistema ha evolucionado juntamente con el proceso que vincula de manera cada vez más estrecha, en las esferas económica, social y tecnológica, así como en otras esferas, las distintas sociedades, y que llamamos “mundialización”. Ciertamente, los cambios de las sociedades de todo el mundo han traído aparejados cambios paralelos en el sistema hídrico mundial. Por ejemplo, los cambios en la estructura de la política hídrica y el uso del agua en todo el mundo tienen repercusiones directas en las tasas de extracción del agua y, por tanto, en el nivel de las descargas de aguas residuales, los regímenes hidrológicos y la biogeoquímica de las aguas.

56. Las políticas de fijación de precios de las empresas de abastecimiento de agua que desarrollan actividades en muy diversos lugares del mundo, así como el comercio internacional en materia de tecnología hídrica, constituyen sólo dos de los muchos ejemplos de la manera en que la sociedad actúa como parte integrante del sistema hídrico mundial.

57. La complejidad del sistema hídrico mundial, al igual que la de otros componentes del sistema planetario, plantea un desafío particular para la investigación científica. A fin de comprender mejor este sistema, los científicos deben centrarse en los vínculos y retroacciones del sistema, que operan en escala mundial, o por lo menos en gran escala. Deben prestar igual atención a los muchos aspectos del sistema relacionados con las ciencias sociales y las ciencias naturales. Es probable que los actuales métodos científicos sean también inapropiados, ya que se han creado en el marco de una tradición en la que los problemas planteados pertenecían sólo a una disciplina determinada. Las investigaciones relativas al sistema hídrico mundial, por el contrario, exigirán una amplia variedad de enfoques multidisciplinarios o interdisciplinarios que abarquen las ciencias socioeconómicas, políticas, físicas y ecológicas. Estos métodos comprenderán desde las encuestas de las ciencias sociales, hasta las mediciones hidrológicas sobre el terreno, la teleobservación y la concepción de modelos matemáticos.

Establecimiento del proyecto de sistema hídrico mundial

58. En respuesta a la urgente necesidad de comprender mejor el sistema hídrico mundial, las organizaciones de la Asociación de Investigaciones Científicas sobre el Sistema Terrestre —es decir, el Programa Internacional de la geoesfera y la biosfera, el Programa Mundial de Investigaciones sobre el Clima, el Programa de las dimensiones humanas del cambio ambiental mundial y DIVERSITAS— tienen el propósito de establecer el Proyecto de Sistema Hídrico Mundial. Estas instituciones están en una situación especialmente favorable para establecer el proyecto, ya que abarcan entre ellas la investigación científica de los más importantes elementos del sistema hídrico mundial. Al mismo tiempo, están a la vanguardia de las actividades actuales encaminadas a comprender tanto los aspectos naturales como sociales del cambio mundial.

59. Entre los temas seleccionados por los círculos científicos para esta nueva empresa científica internacional figura en lugar prominente la pregunta: ¿cuán resistente y adaptable es la sociedad y el sistema hídrico mundial ante los cambios, y cuáles son las estrategias sostenibles de ordenación hídrica? El Programa deberá comprender un componente importante de educación y de creación de capacidades, y deberá dedicar especial atención a los países en desarrollo, así como entablar un proceso de diálogo con otras partes interesadas, en particular los encargados de la determinación de políticas en todos los niveles.

El programa de las ciencias sociales

60. Durante los últimos años ha aumentado la conciencia de la importancia de la dimensión humana y de las soluciones integradas, en lugar de meramente tecnológicas, en la ordenación del agua. Se ha desarrollado una mayor labor de investigación sobre la evaluación integrada y los aspectos de dicha ordenación que pertenecen a la dimensión humana. Han de proseguirse vigorosamente los trabajos en los campos de investigación que se indican seguidamente, que ya han recibido cierta atención:

– Gestión participatoria, con múltiples centros y en escalas múltiples

– Asociaciones entre los sectores público y privado

– Derechos sobre el agua y precios aplicados a su establecimiento

– Innovaciones institucionales, tales como asociaciones de usuarios del agua o mercados del agua

– Potenciación de los grupos marginados y cuestiones relacionadas con el género

– El problema de la adecuación institucional (escalas biofísicos definidas por las cuencas fluviales, por una parte, y límites administrativos por otra) y la interacción institucional (fragmentación institucional vertical —local, regional y nacional— y horizontal —por ejemplo, agricultura, planificación del espacio, ordenación del agua)

– Buena gestión, solución de los conflictos de intereses y otras cuestiones que deben abordar los investigadores de las ciencias sociales

– Indicadores integrados relacionados con el agua, el saneamiento y los asentamientos humanos

61. Lo que se necesita en particular es la concepción de mecanismos que orienten el comportamiento humano individual y la interacción entre los diferentes actores a fin de que todo el sistema se ordene de manera sostenible.

62. Las instituciones pueden definirse como sistemas normativos que rigen el comportamiento de los actores humanos. El mercado es un sistema normativo formal en el que la información acerca de un beneficio ambiental sólo se traduce en su precio. No obstante, los regímenes de recursos institucionales son más complejos y no pueden reducirse a mecanismos de mercado. Los grandes temas de investigación están constituidos por el cambio institucional y la combinación de diferentes instrumentos para alcanzar regímenes más sostenibles de ordenación de los recursos. Se están concibiendo en creciente medida métodos participatorios para la evaluación y aplicación de soluciones "sociotécnicas", especialmente adaptadas a las condiciones ambientales, culturales, institucionales e históricas de cada lugar. También es menester contar con una mejor comprensión del papel de la participación de los grupos interesados y del público en general, y de la producción y función de los diferentes tipos de conocimientos, durante las distintas etapas de la solución de las cuestiones relacionadas con la ordenación de los recursos hídricos.

63. Ha aumentado considerablemente la importancia de los instrumentos económicos, en particular para la valoración de los bienes y servicios ambientales y el desarrollo de sistemas de fijación de precios. Esto último también se requiere para aplicar un sistema de recuperación integral de los costos conforme al sistema de que quién contamina paga. Actualmente, se están estudiando sistemas de valoración e instrumentos específicos que combinan los conocimientos fácticos con las percepciones subjetivas de las partes interesadas.

VII. El desarrollo de capacidades institucionales en materia de educación, capacitación y ciencia y tecnología relacionadas con el agua

64. Una de las mayores tareas que deben realizar quienes hacen frente al reto del desarrollo sostenible, tanto en los países desarrollados como en desarrollo, es la necesidad de generar la capacidad para aplicar la ciencia y tecnología con este fin. Es menester reconsiderar la educación relacionada con los problemas hídricos en todos los niveles.

65. En los capítulos 7, 18 y 21 del Programa 21 se prevé la educación de los usuarios del agua así como programas educativos de creación de una mayor conciencia pública, la capacitación de científicos y administradores para la atención de los problemas vinculados con el agua en todos los niveles, el fortalecimiento de las capacidades de capacitación de los países en desarrollo, la formación de profesionales y el mejoramiento de las estructuras de las carreras y la creación y fortalecimiento de capacidades para los programas de investigación y desarrollo. En Johannesburgo, en 2002 diversas importantes instituciones firmaron la Declaración de Ubuntu, en la que se comprometieron a desarrollar actividades coordinadas relacionadas con la educación para un desarrollo sostenible.

66. La comunidad científica y técnica ha identificado dos esferas de especial importancia que exigen la adopción concertada de medidas por parte de todas las partes directamente interesadas, que se describen a continuación:

Mejorar la educación y el fomento de la capacidad

67. La importancia de abordar las cuestiones relativas al fomento de la capacidad se ha destacado recientemente en un informe de la organización InterAcademy Council, titulado Inventing a Better Future. A Strategy for Building Worldwide Capacities in Science and Technology. El informe fue presentado por el Sr. Kofi Annan, Secretario General de las Naciones Unidas, a las delegaciones acreditadas ante la Organización a principios de febrero de 2004.

68. El perfeccionamiento de la enseñanza de la ciencia, tanto a nivel primario como secundario, es fundamental para fomentar la capacidad científica y tecnológica y mejorar la comprensión del público de las cuestiones relacionadas con el desarrollo sostenible. El aumento del porcentaje de estudiantes universitarios matriculados en carreras de ciencias, matemáticas e ingeniería debería ser otra meta por alcanzar. El número de matriculados en esas carreras está disminuyendo en la mayoría de los países, tanto desarrollados como en desarrollo. Tres componentes básicos son de importancia crítica para el aumento de la capacidad: personas calificadas, instituciones eficientes y redes activas. Hay que prestar una atención cada vez mayor al fomento de la capacidad a escala internacional, regional y subregional, pues con frecuencia es la forma más rentable de crear una masa crítica de capacidad en ciencia y tecnología.

Reducir la brecha digital entre el Norte y el Sur en materia de capacidad científica y tecnológica

69. Si bien es necesario crear y fortalecer la capacidad científica y tecnológica en todas las regiones del mundo, esa necesidad es particularmente apremiante en los países en desarrollo. El total de los fondos que los países de la OCDE dedican anualmente a la investigación y el desarrollo es superior a la producción económica de los 61 países menos adelantados del mundo. El número per cápita de científicos e ingenieros dedicados a la investigación y el desarrollo en los países desarrollados es 12 veces superior al de los países en desarrollo, donde la capacidad institucional en ciencia y tecnología es lamentablemente débil. A diez años de celebrada la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo–la Cumbre para la Tierra en Río de Janeiro, en 1992, este desafío sigue siendo un gran obstáculo para el desarrollo sostenible. Los países en desarrollo tienen que encarar ese problema y aumentar sustancialmente las inversiones en educación superior y en el fomento de la capacidad en materia de ciencia y tecnología. Los países desarrollados tienen que aceptar su responsabilidad en lo que respecta a mejorar el intercambio de conocimientos y tecnologías. Los donantes bilaterales y otros mecanismos de financiación deberían aumentar considerablemente los fondos que asignan a la ciencia y la tecnología para el desarrollo sostenible, especialmente en la esfera del fomento de la capacidad científica y tecnológica.

70. Entre las cuestiones importantes que se deben tener en cuenta en el sector de la educación sobre el agua se incluyen el intercambio y la elaboración de material educacional y de capacitación, el aprendizaje con base en la comunidad, la evaluación de la demanda y los sistemas de articulación, las tecnologías de la información y las comunicaciones, y el establecimiento de redes como herramienta para la prestación de servicios de capacitación y educación sobre el agua. Muchos países en desarrollo, en que la necesidad es mayor, no han podido aún desarrollar e integrar las capacidades humana e institucional necesarias para establecer un régimen eficaz de ordenación de los recursos hídricos.

71. El Instituto UNESCO-Instituto Internacional de Ingeniería Hidráulica, Ambiental y de Infraestructura (IHE) para la educación sobre el agua, con sede en los Países Bajos, aborda la necesidad de fomentar en los países en desarrollo las posibilidades de capacitación de los científicos y las autoridades administrativas en la esfera del agua. En general, el objetivo del Instituto consiste en fortalecer y movilizar la base educacional y de conocimientos a nivel mundial con miras a la ordenación integrada de los recursos hídricos. La FAO, el Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat), la UNESCO, el PNUMA, la OMS, la OMM y otras organizaciones internacionales del sistema de las Naciones Unidas y ajenas a él ofrecen programas de capacitación en ciencia y tecnología en sus respectivas esferas de competencia relacionados con el agua potable, el saneamiento y los asentamientos humanos. El Instituto Internacional de Ordenación de los Recursos Hídricos del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional proporciona otro foro para el fomento de la capacidad humana en la esfera que se examina.

72. El Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005 a 2014, será un importante instrumento para fomentar la educación centrada en cuestiones relativas al agua, el saneamiento y los asentamientos humanos. En el interior de los diferentes campos de la educación para el desarrollo sostenible (educación básica, educación superior, reorientación de los programas de educación existentes, fomento de la concienciación del público y comprensión de la sostenibilidad, capacitación especializada), las cuestiones concretas de sostenibilidad relacionadas con el agua potable, el saneamiento, la higiene, la salud y los asentamientos humanos debería recibir una atención especial. A ese respecto, la comunidad científica y técnica, por su parte, está decidida a hacer una contribución activa e importante al Decenio.

73. Entre las cuestiones que la comunidad científica y técnica considera muy importantes en las actividades que se realizan para fomentar la ciencia y la tecnología se incluyen:

- La cooperación internacional, tanto Norte-Sur como Sur-Sur, elemento clave, así como la necesidad de hacer frente a las consecuencias de la denominada fuga de cerebros (o “rescate de cerebros”) para el fomento de la capacidad científica
- La necesidad de reconocer que es muy probable que los temas relacionados con el desarrollo sostenible sean interdisciplinarios en su tratamiento, de incorporar cuestiones relacionadas con el impacto social, de incluir los conocimientos locales, y de basarse en el trabajo con las comunidades
- La necesidad de prestar especial atención a la educación y la capacitación de las niñas y las mujeres, así como de hacer particular hincapié en el papel de las niñas y las mujeres en las cuestiones relacionadas con el agua potable, el saneamiento y los asentamientos humanos.

VIII. Conclusión y recomendaciones

74. En este documento se han presentado algunas de las principales cuestiones relacionadas con las contribuciones esenciales que la ciencia y la tecnología tienen que hacer con miras a la ejecución del Programa 21 y el Plan de Johannesburgo en las esferas del agua potable, el saneamiento y los asentamientos humanos. Si bien se

indica que en algunos campos de la ciencia y la tecnología se ha alcanzado progreso en los últimos 12 años, puede llegarse a la conclusión de que el adelanto ha sido demasiado lento debido a la situación de crisis existente en la mayoría de los países en desarrollo del mundo en relación con el agua, el saneamiento y los asentamientos humanos. La ciencia y la ingeniería tienen que dar mayor prioridad a la identificación de las soluciones de esos problemas apremiantes con un aumento del apoyo prestado por la sociedad y los gobiernos. Las inversiones en ciencia y tecnología siguen siendo insuficientes, especialmente en los países en desarrollo, donde la financiación de las actividades de investigación y desarrollo a menudo es inferior al 0,5% del producto interno bruto (PIB). Las inversiones en ciencia y tecnología están entre las inversiones de mayor rendimiento que puede hacer una nación.

75. La ciencia y la tecnología para el desarrollo sostenible tienen que ser global en su alcance, pero local y regional en su aplicación. Sin embargo, la ciencia y la tecnología no pueden hacer una contribución efectiva al desarrollo sostenible si los países carecen de la capacidad científica básica. La responsabilidad de crear y mantener esa capacidad corresponde directamente a los gobiernos nacionales, pero exige un aumento considerable de la cooperación y la colaboración con la comunidad mundial de organismos de asistencia para el desarrollo y la comunidad científica y técnica.

76. La comunidad científica y técnica tiene la responsabilidad de informar los procesos de adopción de decisiones y de participar en ellos a fin de aumentar los efectos de la ciencia en los debates y las decisiones de política. En un entorno internacional cada vez más definido por los conocimientos, en una economía global que depende cada vez más de la ciencia y la tecnología para lograr resultados positivos, y en un mundo que encara desafíos y problemas ambientales y de otro tipo que traspasan las fronteras políticas y culturales, los científicos y los ingenieros tienen la obligación de participar cada vez más en las cuestiones relacionadas con las políticas de desarrollo sostenible y en su aplicación.

77. La comunidad científica y técnica es consciente de que tiene que establecer una mayor comunicación con los demás grupos principales y con la amplia gama de partes interesadas en la gestión sostenible del agua potable, el saneamiento y los asentamientos humanos. En el futuro, los enfoques participativos en la elaboración de programas locales de ciencia y tecnología para el desarrollo sostenible serán importantes instrumentos en la consecución de ese fin.

78. A continuación figuran algunas recomendaciones concretas derivadas de un examen de las cuestiones de ciencia y tecnología relacionadas con el agua potable, el saneamiento y los asentamientos humanos presentadas en este documento:

- Revisar, mantener y mejorar con frecuencia la reunión de datos nacionales y la supervisión de las redes, incluidas las que proporcionan datos en tiempo real para el pronóstico de inundaciones y sequías
- Fortalecer los componentes relacionados con el agua potable de sistemas mundiales de observación del medio ambiente y hacer que esos sistemas funcionen plenamente, incluido mediante el aumento del apoyo a las actividades orientadas a la implantación de sistemas de observación, como la estrategia integrada de observación mundial y la propuesta de crear un sistema integrado (o sistemas integrados) de observación de la Tierra

- Efectuar evaluaciones integradas a escala nacional, regional e internacional sobre cuestiones relativas al agua y las cuestiones conexas del saneamiento y los asentamientos humanos
- Revisar, seguir elaborando y aplicar los respectivos conjuntos integrados de indicadores
- Revisar, seguir elaborando y aplicar tecnologías más apropiadas de abastecimiento de agua y saneamiento
- Preparar y llevar a cabo actividades de investigación interdisciplinarias y de carácter normativo a escala nacional que se centren en cuestiones relativas a la sostenibilidad en relación con el agua potable, el saneamiento y los asentamientos humanos que estén dirigidas a abordar el contexto local
- Apoyar los programas de cooperación científica internacional en esta esfera y el intercambio de conocimientos
- Invertir en el fomento de la capacidad científica y tecnológica pertinente a escala nacional y apoyar las medidas respectivas que se adopten en los países en desarrollo que carecen de esa capacidad
- Contribuir al fomento de una nueva concepción y orientación de la educación sobre el agua a todos los niveles
- Fortalecer los servicios de capacitación especializada en todas partes, pero especialmente en los países en desarrollo
- Velar por que se preste una elevada atención prioritaria al agua potable, el saneamiento y los asentamientos humanos en las actividades del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005 a 2014)
- Prestar especial atención a la educación y la capacitación de las niñas y las mujeres.