

LA CUENCA: un elemento vital en la respuesta a la crisis del agua



Este artículo propone alternativas viables para el uso y manejo sustentables de los recursos hídricos. En primer lugar reconoce la necesidad de lograr que la población tome conciencia de la actual crisis del agua, un bien común e indispensable.

Luis Emilio Rendón Díaz Mirón y Jorge Arturo Hidalgo Toledo

RESUMEN

U no quisiera creer que hay una reserva infinita de agua potable en el planeta. Pero esta suposición es trágicamente falsa. El agua potable que existe es apenas 0.5 por ciento de toda el agua en la Tierra. El resto es agua salada, o se encuentra congelada en los polos. El agua potable sólo se renueva a través de lluvia, con una rapidez de 40 a 50 mil kilómetros cúbicos por año. Y el consumo global de agua se duplica cada 20 años, dos veces más rápidamente de lo que crece la población humana.

La naturaleza misma es desigual en la distribución del agua, pues 65 por ciento del agua fresca está localizada en sólo diez países. Se espera que la demanda total de agua aumente 38 por ciento en los próximos 25 años, y la demanda de agua para beber en 80 por ciento.

Estas presiones, aunadas a las consecuencias del cambio y variabilidad del clima, de la deforestación, la salinización del suelo y el deterioro en la calidad del agua, advierten de una próxima catástrofe. Al intensificarse la crisis del agua, los gobiernos alrededor del mundo, principalmente debido a la presión de corporaciones multinacionales, están promoviendo soluciones radicales como el incremento en la explotación del recurso y el transporte masivo de agua. Las personas que proponen este constante aumento en la utilización del agua y su subsecuente privatización, aseguran que es la única manera de dotar de agua a un mundo sediento.

Es necesario asumir una visión amplia y compartida para lograr la utilización y manejo sostenibles de los recursos hídricos. En primer lugar, hay que lograr que una mayor parte de la población tome conciencia acerca de la actual crisis del agua, y hay que evitar que ésta se agudice en los próximos 25 años. Esta visión debe sustentarse en la experiencia y el conocimiento acumulados, principalmente a lo largo del pasado cuarto de siglo, y su integración debe conformarse por temas regionales, por usos del agua, por grupos mayores interesados en la proble-

mática, por temas especiales, y por la consulta de los principales actores involucrados en la toma de decisiones. Esto se debe primordialmente a que el agua es un bien meritorio, estratégico y de gran importancia social, cuyo precio sobrepasa por mucho su valor económico.

En un artículo seminal, Garrett Hardin argumentó en 1968 que los usuarios de un bien comunal están atrapados en un proceso inevitable que conduce a la destrucción del recurso del que dependen.

Este artículo discute nuevos conocimientos sobre tales problemas y las condiciones más probables para favorecer el uso sustentable del bien común o “combinación de recursos”. Algunos de los desafíos más difíciles conciernen la administración a gran escala de los recursos que dependen de la cooperación de usuarios, tales como agua fresca o los grandes ecosistemas.

La diversidad institucional puede ser tan importante como la diversidad biológica para nuestra supervivencia a largo plazo.

INTRODUCCIÓN

Treinta y tres años han pasado desde que Garrett Hardin (1968) publicó su influyente artículo *The tragedy of the commons* (La tragedia de los comunes). Al principio, mucha gente estuvo de acuerdo con la metáfora de Hardin en la que los usuarios de un bien comunal están atrapados en un proceso inevitable que conduce a la destrucción del recurso del que dependen. El usuario “racional” de un bien común, argumenta Hardin, utiliza el recurso hasta que los beneficios esperados de sus acciones igualan los costos esperados. Debido a que cada usuario ignora qué costos se imponen sobre los otros usuarios, cada decisión individual se acumula hasta un trágico sobreuso y, finalmente, la potencial destrucción del bien común cuyo acceso es abierto. Las soluciones propuestas por Hardin eran el socialismo o la privatización de la libre empresa (Hardin, 1998).

La rigidez de la declaración original de Hardin ha sido usada por muchos eruditos y políticos para justificar un control central del gobierno sobre todo bien común o “combinación de recursos” (Arnold, 1998; Feeny *et al.*, 1996; Berkes y Folke, 1998; Finlayson y McCay, 1998; Repetto, 1986), y también para mostrar una visión debilitada y pesimista de la perspectiva humana (Ludwig *et al.*, 1993). Los usuarios se presentan como si estuvieran atrapados en una situación que ellos mismos no pueden cambiar. Así, se argumenta que las soluciones deben ser



impuestas sobre los usuarios por autoridades externas.

Aunque indudablemente hayan ocurrido tragedias, es también obvio que por millares de años la gente se ha auto-organizado para administrar los bienes comunales o combinación

El agua es un bien meritorio,
estratégico y de gran
importancia social

Para empezar, debemos introducir el método del manejo integral del agua por cuenca

de recursos, y los usuarios frecuentemente han visualizado instituciones sustentables para gobernar a largo plazo estos recursos (McCay, y Acheson, 1987; Berkes *et al.*, 1989; Berkes, 1989; Bromley *et al.* 1992; Tang, 1992; Pinkerton, 1989; Hess, 1996). Ha llegado el momento de reacondicionar la generalidad de la teoría que ha surgido del artículo original de Hardin. En este trabajo describimos algunos ejemplos para comprender y administrar los problemas del agua como bien común, meritorio y estratégico, que han sido estudiados en México. También se describen los desafíos que enfrenta la investigación, especialmente los relacionados con nuestra mayor comprensión de los problemas de los bienes comunales globales. Una lección importante obtenida del estudio empírico de los recursos sustentables es que existen más soluciones que las dos propuestas por Hardin.

VISIÓN

La visión propuesta describe un país en el que se garantiza la seguridad ambiental y la conservación y utilización razonable del agua y de los ecosistemas dependientes, gracias al manejo integrado de todos los usos que se le dan a la tierra y el agua, y al cuidadoso mantenimiento de ecosistemas y cuencas hidrológicas, inclu-

yendo sus zonas marítimas y costeras. Un país que fortalece la seguridad social al proporcionar a todos acceso equitativo al agua en forma segura y suficiente, y se responsabiliza por éstos, de modo que puedan satisfacer sus necesidades y derechos con medios que conserven la integridad de los ecosistemas hídricos. Un país en donde los ecosistemas se gestionan y utilizan de una manera justa y equitativa para lograr la seguridad económica sin comprometer la base e integridad ecológica, biológica e hidrológica del agua y de los ecosistemas relacionados.

MISIÓN

Pero no basta con tener y mantener una visión; para hacerla realidad es indispensable establecer un marco para la acción. Para ello, es necesario cambiar o introducir nuevos paradigmas. El reto al que nos enfrentamos implica decidir entre la alternativa de mantener el descuido, como hasta ahora lo hemos hecho, o comenzar a cuidar el recurso.

Para ser una sociedad que sustente sus recursos, debemos ocuparnos de los mismos y cambiar la forma en que hasta ahora los hemos manejado. Para empezar, debemos introducir el método del manejo integral del agua por cuenca; ello implica ver su entorno como un ecosistema. Se requiere que aprendamos a ocuparnos por el mundo del agua, un mundo donde el agua se conservará y restaurará para beneficio de los ecosistemas naturales y de la humanidad. Las personas, sociedades y gobiernos tendrán la obligación de lograr una distribución mucho más equitativa, disminuyendo el abismo que existe entre los que tienen y los que no tienen. El desarrollo debe centrarse en las personas y valorar al recurso en cantidad y calidad; se debe concentrar en su distribución equitativa, reconociendo la necesidad de mantener la diversidad y productividad de los ecosistemas y valorar la sustentabilidad a largo plazo por encima de los ingresos a corto plazo. El desarrollo y la conservación de la naturaleza no deben ser oponentes, sino socios que constituyan una alianza estratégica para crear un mundo sostenible respecto al agua.

TENDENCIAS ACTUALES EN EL MANEJO DEL AGUA

Una primera tendencia que se percibe en el mundo es el reconocimiento de las cuencas hidrográficas como los territorios más apropiados para conducir los procesos de manejo, aprovechamiento, planeación y administración del agua y, en su

sentido más amplio y general, como los territorios más idóneos para llevar a cabo su gestión.

Una segunda es el reconocimiento de que el agua debe ser vista integralmente en sus diversos usos, conciliando en cada cuenca su oferta disponible con las demandas y necesidades. En este sentido, hay consenso en que debe darse prioridad al conocimiento y cuantificación de las disponibilidades de las aguas subterráneas y de las superficiales; alentar los usos más eficientes y los métodos ahorradores de agua en la agricultura y en el resto de los sectores, y atender la contaminación de las corrientes y cuerpos receptores porque afectan y comprometen gravemente la sustentabilidad del recurso.

Una tercera tendencia es la organización de los gobiernos por cuenca hidrográfica para atender los problemas asociados con la distribución y administración de las aguas. Actualmente existen en todo el mundo foros y redes internacionales de organismos de cuenca que intercambian experiencias y antecedentes sobre técnicas de administración de dicho recurso, formulación y ejecución de planes hidráulicos, y formas de valorar y cuantificar los costos asociados a su aprovechamiento.

Dentro de las grandes tendencias que se observan en el ámbito mundial, cabe destacar el consenso existente de que tanto el agua como los procesos de gestión que le son propios no pueden estar sólo en manos gubernamentales, sino que por el contrario, requieren de la activa presencia y la participación de los usuarios y de la sociedad.

En el ámbito nacional, y con el fin de modernizar, hacer más eficaz su intervención y cumplir los mandatos y facultades que la constitución y la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento le otorgan en materia de aguas, el gobierno federal ha emprendido la implantación de una estrategia muy amplia y general que tiende a reformar profundamente el sector hidráulico y a cambiar sus formas convencionales de actuación. Dicha estrategia contempla, entre otras cosas, la creación y consolidación de trece gerencias regionales en las que se desconcentrarán las tareas, funciones y facultades a cargo de la Comisión Nacional del Agua y donde se atenderán todos los asuntos de competencia federal en el ámbito de sus respectivos territorios, mismos que corresponden a grandes macrocuencas o a grupos de cuencas más pequeñas.

En el ámbito estatal, la organización regional de la Comisión Nacional del Agua se complementará con oficinas más pequeñas que servirán de enlace con los gobiernos estatales y llevarán a cabo los trámites de administración de las aguas nacionales. Igualmente, se contempla la federalización de progra-



mas, funciones y recursos que hasta los últimos años eran ejecutados o ejercidos de manera centralizada. En el futuro estarán cada vez más en poder de las instancias gubernamentales, estatales y municipales, y directamente en manos de los usuarios del agua.

CREACIÓN Y DESARROLLO DE CONSEJOS Y COMISIONES DE CUENCAS

Con base en lo anterior surgen los consejos y comisiones de cuenca, como instancias de coordinación entre los tres niveles de gobierno y de concertación entre éstos y los usuarios del agua y la sociedad, contemplados en la Ley de Aguas Nacionales. El objetivo es que

Actualmente existen
en todo el mundo foros
y redes internacionales
de organismos de cuenca

contribuyan a la formulación y ejecución de programas que mejoren la administración de las aguas nacionales, desarrollen la infraestructura hidráulica necesaria en las cuencas, y coadyuven en su conservación y restauración. Además, se busca que sean instancias colegiadas para prevenir y dar cauce a los conflictos asociados con la distribución y usos del líquido, y a la vez organizaciones plurales para identificar, analizar, caracterizar, diagnosticar y pronosticar los problemas, situaciones, demandas y necesidades de agua en una cuenca hidrológica. También servirán como foros para conciliar propósitos, sumar voluntades y definir planes y programas para aumentar la eficacia en la gestión del agua y mejorar su administración, procurar el saneamiento de sus corrientes, cauces y cuencas, y ordenar y eficientar sus usos, manejo y aprovechamiento.

En el futuro se espera que estas organizaciones de cuenca contribuyan a prevenir y resolver los conflictos que siempre existen entre usuarios, derivados de la creciente demanda del agua ocasionada tanto por el aumento de la población como por el crecimiento y diversificación de la economía. El proceso de creación y desarrollo de estas organizaciones de cuenca se inició en México a finales de 1997, aun cuando ya había el antecedente de un primer consejo de cuenca formado en 1993, en la cuenca río Lerma-lago Chapala. Al finalizar el año 2000 ya se habían formado 25 consejos y seis comisiones de cuenca. En total, México pretende instalar 26 consejos y siete comisiones de cuenca.



El proceso de creación
y desarrollo de estas
organizaciones de cuenca
se inició en México
a finales de 1997

LA CUENCA: UN ELEMENTO VITAL EN LA RESPUESTA A LA CRISIS DEL AGUA

Las cuencas son una parte fundamental de la solución del problema. Constituyen el componente vital de cursos de agua “sanos” y sostenibles. Es menester reconocer el importante papel de estos ecosistemas e instar a todos los gobiernos a que, como una de sus respuestas inmediatas a la crisis mundial del agua, adopten todas las medidas necesarias para evitar la destrucción de las cuencas existentes. A largo plazo, y con el objeto de reparar los daños causados a los cursos de agua, los gobiernos, agencias de apoyo financiero y comunidades locales deberán atribuir especial prioridad a la restauración y rehabilitación de las cuencas alteradas, degradadas o modificadas. Los países desarrollados están en condiciones de actuar rápidamente en ese sentido, y deben movilizar recursos para ayudar a los países en desarrollo a hacerlo.

Hemos de buscar los medios de hacer frente a corto, mediano y largo plazos al problema del agua. Algunas medidas, como el establecimiento de los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos, pueden ponerse en práctica a medio plazo, pero su plena aplicación requerirá muchos años. Un llamamiento mundial para proteger las cuencas constituye una respuesta inmediata y apropiada. No es la única, pero es una respuesta tangible, basada en hechos inequívocos.

¿QUÉ NOS APORTAN LAS CUENCAS?

Un rápido resumen de las funciones, valores y beneficios de las cuencas pone de manifiesto que son un elemento fundamental para hacer frente a la crisis del agua. A diferencia de lo que ocurre en otros sectores, en los que son necesarias intervenciones positivas e inversiones para obtener beneficios de la utilización de recursos hídricos, los principales beneficios de las cuencas son fruto de las funciones inherentes de estos ecosistemas. Es menester que reconozcamos inmediatamente este hecho y adoptemos medidas para preservar las cuencas como instrumento para conseguir una gestión sostenible del agua.

Abastecimiento de agua. Las cuencas son un elemento fundamental para la obtención de agua potable a largo plazo, debido a los procesos naturales de filtración que se producen cuando el agua pasa a través de ellas.

Un ecosistema sano y equilibrado cumple mucho mejor la misma función que un sistema técnicamente avanzado de tratamiento de aguas residuales, que cuesta miles de dólares. Cuando el agua pasa por un ecosistema sano al cuerpo de agua (acuífero subterráneo, río o laguna), se produce además una renovación de las aguas subterráneas. Generalmente, cuando el agua llega al acuífero está más limpia que cuando comenzó a filtrarse sobre el área de la cuenca. El agua del acuífero puede extraerse para el consumo humano, o fluir por un cauce lateral subterráneo hasta aflorar a la superficie como descarga de agua subterránea.

Regulación de la cantidad de agua. Muchos ríos siguen siendo una fuente segura de agua durante todo el año debido a que en ocasiones el caudal se desvía del cauce principal a zonas de turberas, pantanos y ciénagas de la cuenca. Éstas hacen que el agua de la estación de lluvias fluya más lentamente, lo que amplía a épocas más secas el periodo en el que puede disponerse del líquido. Si se rectifican las corrientes y se eliminan los bosques y los pantanos de las tierras altas, las riadas que siguen a las tormentas provocan el caos, y la aceleración de los escurri-

Las cuencas son un elemento fundamental para la obtención de agua potable a largo plazo

mientos no deja nada para la sequía del verano. Desde el punto de vista hidrológico, el avenamiento y arado de las llanuras aluviales y los humedales ribereños, así como la pérdida de bosques de montaña, tienen efectos catastróficos.

Efectos benéficos en el clima. La preservación de los sistemas hidrológicos naturales como humedales, pantanos y bosques dentro de la cuenca tiene además efectos micro y macroclimáticos beneficiosos.

La evapotranspiración de estos sistemas mantiene los niveles locales de humedad y de precipitaciones pluviales. En las áreas con vegetación arbórea, gran parte del agua de las lluvias vuelve a pasar de los árboles a la atmósfera por evaporación o transpiración, y a caer en forma de lluvia en la zona circundante. La destrucción del sistema lleva aparejada una disminución de las precipitaciones pluviales en la zona, con efectos adversos sobre el rendimiento de los cultivos.

IMPORTANCIA DE SUBSISTEMAS HIDROLÓGICOS COMO HUMEDALES Y PANTANOS

La protección de los humedales puede tener repercusiones a escala mundial en el problema del agua. Se ha estimado que aproximadamente 8 millones 600 mil kilómetros cuadrados (alrededor de 6.4 por ciento de la superficie

terrestre del mundo), extensión algo mayor que la de Europa, están cubiertos por humedales. Hay humedales en todos los continentes, excepto en el Antártico, y en todos los climas, desde los trópicos a la tundra. Los porcentajes mayores corresponden a turberas altas (30 por ciento), turberas bajas (26 por ciento), pantanos (20 por ciento) y llanuras aluviales (15 por ciento), en tanto que los lagos representan el dos por ciento de la superficie total. Los suelos turbosos ocupan, en conjunto, más de 2 millones 300 mil kilómetros cuadrados.

Se ha estimado que desde 1990 más de la mitad de los humedales del mundo han sido destruidos. Con la consigna de la rehabilitación de tierras los hemos destinado a otros usos. Se ha considerado generalmente que el avenamiento de los humedales constituía una empresa progresista y cívica, orientada a incrementar la salud y el bienestar de la sociedad, atenuar los riesgos de inundaciones, mejorar la situación higiénica y recuperar tierras para la agricultura. El desconocimiento de la importancia de los humedales en todos los estratos de la sociedad, y especialmente entre los responsables de las decisiones y la gestión de proyectos, ha contribuido enormemente a la pérdida de estos importantes sistemas hidrológicos.

La regulación de los sistemas hidrológicos y el avenamiento en beneficio de la agricultura

Se ha estimado que desde 1990 más de la mitad de los humedales del mundo han sido destruidos

y del desarrollo urbano han sido las causas principales de la pérdida de más de 50 por ciento de los humedales en países como Estados Unidos, Nueva Zelandia, Australia, Pakistán, Tailandia, Níger, Chad, Tanzania, India, Vietnam e Italia. Esa pérdida se ha producido en un periodo en el que eran escasamente conocidos y aceptados dos importantes factores. El primero de ellos es el hecho de que, al adoptar decisiones sobre el uso del agua, hay que tener en cuenta que el propio medio ambiente es un importante consumidor de agua. Hasta cierto punto, es una pe-rrogrullada: para funcionar adecuadamente y garantizar un suministro constante y de calidad a los demás usuarios, los cursos de agua necesitan agua (la cantidad adecuada en el lugar adecuado). No obstante, a muchos responsables de la gestión del agua les resulta aún difícil de entender que a largo plazo sólo puede asegurarse el cupo asignado a su utilización por la especie humana si se asegura previamente el “cupos ambiental” que los sistemas precisan para seguir funcionando.

El segundo factor que ha afectado a los humedales es el desconocimiento general de las múltiples funciones benéficas que cumplen estos cuerpos de agua en las cuencas y en las zonas costeras en las que están situados.

DETERIORO DE HUMEDALES Y PANTANOS Y SUS CONSECUENCIAS

Con frecuencia, el deterioro de las cuencas es fruto de los efectos combinados del desconocimiento, la acción de fuerzas sociales y económicas, y algunas decisiones políticas. El aumento mundial de la urbanización, del que es muestra el crecimiento demográfico de las ciudades de tamaño medio, va unido a un espectacular aumento del consumo de los recursos hídricos y de la contaminación del ambiente. Las cuencas, como sistema hidrológico sano, pueden subsistir aun en seria situación de degradación, pero muchos de sus beneficios se pierden.

El crecimiento demográfico, unido a la distribución no equitativa de recursos y derechos de acceso, ha incrementado la demanda de tierra, que, a su vez, ha ejercido una enorme presión sobre las cuencas. Por ejemplo, en algunas áreas, la densidad de población ha alcanzado o superado ya la capacidad hídrica de la región; es poco probable que la explotación agrícola de las tierras secas o la emigración masiva a otras regiones de la cuenca puedan resolver la situación. En consecuencia, la cuenca resulta gravemente afectada. Las sequías tienden también a incrementar la destrucción de las cuencas, y afectan la estructura y las migraciones de la población en la zona. Es durante las gra-

ves sequías que se presentan en las áreas más densamente pobladas cuando más se deteriora la cuenca.

Además, las pobres políticas y la falta de incentivos en distintos sectores contribuyen a fomentar el avenamiento o la contaminación de los cuerpos de agua, en detrimento del ecosistema. El excesivo comercio de lotes y fraccionamientos puede alterar asimismo el equilibrio del ecosistema y llevar a la pérdida de cuerpos de agua. A este respecto podría citarse como ejemplo el caso de los terrenos en los grandes centros vacacionales de elevado precio. La ausencia de normas legislativas o su inaplicabilidad pueden ser también causa de la pérdida de cuerpos de agua, especialmente cuando los reglamentos para controlar la contaminación del agua no son adecuados.

¿QUÉ FUNCIÓN ES LA QUE NOS CORRESPONDE?

De manera genérica, hace falta reconocer el valor intrínseco de las cuencas como ecosistemas hídricos y su capacidad para proporcionar bienes y servicios a las comunidades asentadas en ella. Para ello necesitamos, en la esfera del manejo sustentable, mantener y restaurar los bienes y servicios (recursos forestales, fauna, flora, agricultura, recolección, aspecto y, por supuesto, agua) que proporciona la cuenca. Además, para garantizar la seguridad de comunidades y sociedades, se requiere de ingeniería moderada, tecnología apropiada y habilidades de manejo y gestión, en combinación con mecanismos sociales y económicos adecuados.

En el Distrito Federal, el sistema hidráulico de la ciudad posee rasgos socioambientales negativos: se ha alterado el funcionamiento del ciclo hidrológico regional; se han sobre-explotado a niveles de agotamiento sus fuentes locales y externas de abastecimiento; se han desecado diversos cuerpos de agua y otros se han contaminado. Hoy los habitantes de las zonas que abastecen de agua a la ciudad ya no están dispuestos a ceder el vital recurso. Así lo evidenciaron las protestas de los campesinos de Temascaltepec. Las pautas del uso y emisión del agua se caracterizan por la desigualdad en el acceso a los servicios de abastecimiento y saneamiento, el desperdicio y el despilfarro. Para enfrentar estos problemas, las instituciones gubernamentales promovieron desde principios de esta década nuevas formas de uso y gestión del agua. Igualmente, impulsaron la inversión privada en la construcción, operación y administración del abastecimiento y del drenaje, así como concesiones, títulos de aprovechamiento y derechos de descarga. Con ello se buscó que, con



mecanismos de regulación basados en el mercado, los usuarios hicieran un uso eficiente del líquido.

Pero estas acciones no son suficientes para enfrentar los retos hidráulicos de la ciudad. El mercado y los precios no son los únicos ordenadores de las acciones de los usuarios. También son importantes sus valores y actitudes,

La ausencia
de normas legislativas
o su inaplicabilidad
pueden ser también
causa de la pérdida
de cuerpos de agua

Habrá que promover el cambio de la conducta mediante una mayor toma de conciencia

su conocimiento y sensibilidad frente a las implicaciones socioambientales de sus pautas de acción, y su disposición a hacer algo para revertir las tendencias de deterioro del recurso. No menos significativos son los mecanismos formales e informales de sanción, y hacer real la amenaza de castigo a todo desperdicio y contaminación.

Es así como deben plantearse las medidas de gestión pública del agua para la ciudad de México:

- Una política tarifaria que no implique mayores costos a los usuarios menores (como los que reciben agua de pipas y tambos), sino mayor cobro a los usuarios que más líquido consuman y más lo contaminen.
- Una política que, al acabar con las deficiencias administrativas de medición y cobro, conduzca a la recaudación del monto total de las tarifas.
- Acciones públicas y privadas de mantenimiento de redes de distribución y drenaje, así como de las instalaciones de los usuarios. Con ellas se podrían disminuir los altos porcentajes de desperdicio, que oscilan entre 20 y 40 por ciento del monto extraído, y reducir en la misma proporción los índices de extracción local y externa del líquido.

- Promoción de pautas e instalaciones de consumo más eficiente.
- Impulso al uso de aguas tratadas, actualmente subutilizadas, en el riego de áreas verdes, el lavado de automóviles y otras actividades que no requieren agua potable.
- Reducción de las desigualdades en el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, lo que implica mayor atención a las zonas del oriente y a terrenos accidentados, así como efectiva planeación y control del crecimiento urbano.
- Convenios entre autoridades y usuarios industriales, comerciales y de servicios, a fin de dar pretratamiento microbiológico (sin eliminar materia orgánica) a las aguas residuales, parte de las cuales terminan en el valle del Mezquital y en Xochimilco, entre otras zonas de riego que abastecen de legumbres y alimentos a la ciudad.
- Creación de una instancia metropolitana de gestión del agua que logre una mayor coordinación entre las autoridades del Distrito Federal y el Estado de México.

En el país, como en el resto del mundo, podemos resumir acciones deseables.

1. Cuidar y gestionar los recursos del agua por cuencas a través del manejo participativo; conservar suficiente agua en los ecosistemas para proporcionar servicios; controlar la contaminación y los desechos, y replantear el desarrollo de la infraestructura.

2. Incentivar la conservación basada en los valores totales de un ecosistema, como la valoración de bienes y servicios de los ecosistemas; los pagos locales a instituciones responsables por servicios eficaces; la reestructuración de subsidios e impuestos, y la financiación innovadora de la utilización y conservación sustentable de cuencas.

3. Dotar a los usuarios (entre ellos el ecosistema “la cuenca”) de capacidad para que utilicen y conserven con responsabilidad el agua; generar la participación pública; compartir de manera equitativa los recursos hídricos; definir derechos de los grupos locales; hacer que éstos compartan la propiedad de la infraestructura hídrica y de la tierra, y capacitar a líderes y a grupos comunitarios.

4. Voluntad política y buen gobierno para que haya colaboración y consenso. Ello implica el compromiso de aceptar la responsabilidad de cuidar la naturaleza; cumplir con las leyes, regulaciones y códigos éticos existentes, e implementar los acuerdos sobre cuencas y la reforma institucional.

5. Promover el cambio de la conducta mediante una mayor toma de conciencia y capacidad, a través de los medios de co-

municación; la educación formal y la capacitación, para ayudar a que las personas actúen, y el intercambio de experiencias para desarrollar la solidaridad y capacidad de los usuarios.

6. Desarrollar, mantener e intercambiar conocimientos e información sobre las cuencas. Para lograrlo, es necesario conocer las necesidades de agua de los ecosistemas para establecer los caudales ambientales; monitorear y establecer puntos de referencia de biodiversidad y ecosistemas; mantener y utilizar las redes hidrometeorológicas, y desarrollar y aplicar tecnologías apropiadas.



Bibliografía

- Arnold, J. E. M. (1998), *Managing Forests as Common Property*, Roma, FAO Forestry Paper 136, FAO.
- Berkes, F. (1989), *Common property resources: ecology and community-based sustainable development*, Londres, Belhaven.
- Berkes, F. y C. Folke (editores) (1998), *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*, Nueva York, Cambridge University Press.
- Berkes, F., D. Feeny, B. J. McCay y J. M. Acheson (1989), *Nature*, 340, 91.
- Bromley, D. W. et al. (1992), *Making the commons work: theory, practice, and policy*, San Francisco, ICS Press.
- Feeny, D., F. Berkes, B. J. McCay, J. M. Acheson (1990), *Hum. Ecol.* 18, 1.
- Feeny, D., S. Hanna y A. F. McEvoy (1996), *Land Econ.* 72, 187.
- Finlayson, A. C. y B. J. McCay (1998), *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*, Nueva York, Cambridge University Press, págs. 311-337.
- Hardin, Garrett (1968), "The Tragedy of the Commons", *Science*, 162, 1243-1248.
- Hardin, Garrett (1998), "The Tragedy of the Commons", *Science*, 280, 682.
- Hess, C. (1996), *Common-Pool Resources and Collective Action: A Bibliography*, vol. 3, y *Forest resources and institutions: a bibliography*, Workshop in Political Theory and Policy Analysis, Bloomington, Indiana University (www.indiana.edu/~workshop/wsl/wsl.html).
- Ludwig, D., R. Hilborn y C. Walters (1993), *Science*, 260, 17.
- McCay, B. J. y J. M. Acheson (1987), *The question of the commons: the culture and ecology of communal resources*, Tucson, University of Arizona Press.
- Pinkerton, E. (1989) (editor), *Co-operative management of local fisheries: new directions for improved management and community development*, Vancouver, University of British Columbia Press.
- Repetto, R. (1986), *Skimming the water: rent-seeking and the performance of public irrigation systems*, Washington, DC, Research Report 4, World Resources Institute.
- Tang, S. Y. (1992), *Institutions and collective action: self-governance in irrigation*, San Francisco, ICS Press.
- Wade, R. (1994), *Village Republics: Economic Conditions for Collective Action in South India*, San Francisco, ICS Press.

Jorge Arturo Hidalgo Toledo realizó la maestría en Ingeniería Hidráulica en la UNAM y la maestría en Ciencias en Planeación y Gestión de la Infraestructura en la Universidad de Stanford. Es miembro de la Academia Nacional de Ingeniería, la Asociación Mexicana de Hidráulica y el Colegio de Ingenieros Civiles, y representa al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en el World Water Council y la International Network Basin Organization. En 1980 recibió el Premio Nacional de Administración Pública de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Es profesor de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Actualmente es subcoordinador en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Coordinador General de Estudios de Posgrado del campus Morelos y profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Su campo de conocimiento es la gestión, planeación y desarrollo integral del recurso agua.

Luis Emilio Rendón Díaz Mirón hizo el doctorado en Ciencia de Materiales e Ingeniería en la Universidad de Austin, y el posdoctorado en física en la Universidad de Pittsburg. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, la American Crystallographic Association, la Sociedad Mexicana de Física, la Sociedad Mexicana de Química, la Academia Mexicana de Geoquímica y la Academia de Ciencia de Materiales. Es coordinador académico adjunto del doctorado en ciencia de materiales de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del estado de Morelos. Sintetizó en 1987 la fase superconductora YBa₂Cu₃O_{6+d} (fase 123 YBCO), y ha realizado investigación aplicada y desarrollo de tecnología en varias compañías. Actualmente ha consolidado la tecnología de materiales en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, y realiza investigación y desarrollo tecnológico en ciencia de materiales en las áreas de gerontología de materiales, prevención de la corrosión, tratamiento de agua residual, y procesos de potabilización y desalación.