

# Educación Ambiental

# Cultura del agua

**Héctor Mayagoitia Dominguez**

Director de Educación Ambiental  
del Gobierno del D.F.



**N**uestro planeta se origina hace unos 4 mil 600 millones de años y mil 400 millones después se inicia la vida celular; las plantas terrestres aparecen hace 400 millones de años y los animales terrestres 50 millones de años después, los predecesores de los seres humanos aparecen hace dos millones de años, pero el hombre moderno (*Homo Sapiens*) apenas se desarrolla durante los últimos 100 mil años.

Durante muchos milenios el hombre vivió en equilibrio con los recursos naturales existentes, en gran medida debido a la escasa población del planeta, pues todavía al iniciarse nuestra era, apenas ascendía a 250 millones de habitantes, en 1700, llega a 700 millones, en 1900 a mil 600 millones, y en la actualidad se cuenta con más de 6 mil millones de habitantes.

Ha sido especialmente durante los últimos 200 años, cuando el hombre ha deteriorado gravemente su medio ambiente, destruyendo bosques y selvas; erosionando grandes extensiones de tierra fértil; desapareciendo millares de especies vegetales y animales; agotando y contaminando el mar y los suelos; contaminando la atmósfera; destruyendo parte de la atmósfera; acelerando el agotamiento de recursos naturales no renovables y lo que es peor, degradando seriamente la calidad de vida de la mayoría de los habitantes de la tierra, lo cual se agravará al duplicarse (en la segunda mitad del siglo XXI) la población demandante de alimentos, vivienda, servicios y fuentes de trabajo; el hombre vivirá entonces, en un medio ambiente con recursos naturales sustanciales disminuidos y deteriorados.

Es por ello, que durante los últimos años ha cobrado importancia y preeminencia el llamado desarrollo sustentable, que busca impulsar el crecimiento económico y social de cada comunidad, de cada país y del mundo en general, pero sin deteriorar seriamente el medio ambiente, en forma tal que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga racional y en lo posible se recuperen los utilizados, para garantizar que las siguientes generaciones puedan seguir dependiendo de ellos en forma sostenida o sustentable, al mismo tiempo que disminuya la contaminación originada por los desechos, los cuales deben reciclarse, para reutilizarse en múltiples ocasiones, y disminuyendo, drásticamente, el consumo excesivo de agua, energéticos, materias primas y productos elaborados.

En México se decreta la primera Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en 1988, estableciendo el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; pero en el Estado de México donde en 1997, en forma pionera, se decreta su avanzada Ley de Protección al Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable, regulando el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración de los elementos naturales de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con la preservación de los ecosistemas.

Indiscutiblemente que la reunión mundial "Cumbre de la Tierra", celebrada en Río de Janeiro en 1992, fue el detonador para hacer conciencia, en los círculos gubernamentales de la trascendencia de planear el futuro de la humanidad, con base en el concepto de sustentabilidad presentando en 1987 a la Asamblea General de las Naciones Unidas en el documento "Nuestro Futuro Común" donde se definía que el desarrollo sustentable, es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

Este ecodesarrollo, dentro de un marco ecológico, trata de armonizar los objetivos económicos y sociales con una administración sana y racional de los ecosistemas; es decir, implementar un desarrollo adaptado ecológicamente a la biología humana; en realidad este desarrollo ecológico no es sólo un estilo tecnológico de mejorar las condiciones de vida humana sin deteriorar el ambiente, más bien implica el uso de modalidades propias de la organización social y un sistema de educación pública de un nuevo tipo, identificando el potencial productivo del sistema para la utilización racional, conservación y mejoramiento del medio ambiente humano.

Por ello se ha llegado a plantear que así como se manifiesta la riqueza y prosperidad de un país por su Producto Interno Bruto (PIB), debería incorporarse la demanda ecológica total entendiendo por ésta, la cuantificación de los recursos (naturales renovables y no renovables), que anualmente se utilizan o se deterioran para incrementar el PIB, ya que por ejemplo, si hubiese mercado podría someterse la riqueza forestal a una explotación masiva y durante ese periodo se incrementarían sustancialmente los ingresos o sobre explotar la riqueza petrolera con el mismo propósito; pero en ambos casos estaría atentando gravemente contra el patrimonio de la nación y de las siguientes generaciones, ya que como recordaba Luis Donald Colosio, "El mundo no lo heredamos de nuestros padres, si no lo tenemos prestado por nuestros hijos".

En 1991, en la reunión de Río de Janeiro, "Cumbre de la Tierra" se concluye: La educación es de importancia crítica para promover el desarrollo sustentable y aumentar la capacidad de las poblaciones para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo.



## Impulsar la creación de una cultura ambiental, es el único camino para lograr la sustentabilidad

Ese mismo año México, Estados Unidos y Canadá al amparo del Tratado de Libre Comercio, suscribe el memorándum de entendimiento en Educación Ambiental con el propósito de cooperar en los problemas de difusión y desarrollo de la educación ambiental, para contribuir con la protección del medio ambiente, para mejorar la calidad de vida e incrementar la conciencia pública y el cambio de actitudes hacia el logro del desarrollo sustentable en sus propios países. También hay conciencia de que la educación ambiental es el camino en el que se puede y debe proyectar el desarrollo sustentable, incorporado a toda la población, pero particularmente a los niños, ciudadanos del futuro, a quienes les toca tomar decisiones para restaurar y mejorar el medio ambiente que heredarán a sus hijos y a los hijos de sus hijos.

En todas las entidades de la república se están reallanzando esfuerzos por atender, en mayor medida, la educación ambiental formal o escolarizada; la no formal o la no escolarizada, y la informal o extra escolar. También en este rubro, el Estado de México va a la avanzada, al haber elaborado libros complementarios de educación ambiental para cada uno de los grados de primaria y haber establecido, en el tercer grado de secundaria, la asignatura opcional de Educación Ambiental, la cual se ha propuesto se instituya como obligatoria tal como acontece en las secundarias generales oficiales del Distrito Federal.

La educación ambiental también incluye la práctica de tomar decisiones y formular un código de comportamiento respecto a cuestiones que conciernen a la calidad ambiental. En México se ha planteado que la educación ambiental formal se refiere a la promoción de la incorporación de la dimensión ambiental en la estructura curricular de los dis-

tintos niveles del sistema educativo nacional de manera interdisciplinaria con las otras áreas del conocimiento, asimismo abarca la promoción de cuadros profesionales especializados en diversas áreas vinculadas con la gestión ambiental.

Se ha definido a la educación ambiental no formal como aquella que se desarrolla paralela o independiente a la educación formal y que por tanto no queda inscrita en los programas de los ciclos del sistema escolar y aunque las experiencias educativas sean secuenciales, no constituyen niveles que preparen para el siguiente.

Finalmente la Educación Ambiental informal se realiza a través de publicaciones diversas, radio, cine y televisión, con el fin de informar sobre tópicos ambientales y sumar a la ciudadanía en acciones de preservación y restauración de los recursos naturales y protección del medio ambiente.

En realidad, la educación ambiental deberá fortalecerse desde los niveles de preescolar y primaria hasta el nivel de posgrado, a través de una adecuada planeación y secuencia, además de impulsar la educación extra escolar en materia ecológica, pues sólo si la mayoría de la gente reconoce la importancia que para el bienestar humano representa la calidad y cantidad de los recursos naturales que le rodean, se podrá mejorar la calidad de vida.



A este respecto, también la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México, enfatiza la importancia de la educación ambiental en su artículo 9, incorporando (en el medio de su competencia) contenidos ecológicos y ambientales teórico-prácticos en los programas de los diversos signos educativos hasta el nivel medio superior, además de promover, ante las otras instituciones educativas la incorporación de criterios y metas de desarrollo sustentable. Culmina el artículo 9, con el compromiso de desarrollar políticas de comunicación social para fortalecer la conciencia ecológica de todos los sectores de la población.

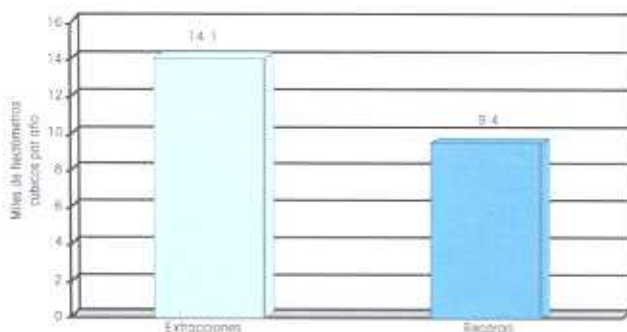
Este enfoque de impulsar la creación de una cultura ambiental, es el único camino para lograr la sustentabilidad (motivo de la preocupación de este foro) con la conciente y activa participación de todos los estratos de la población. Debemos estar concientes de que no podemos aspirar a un desarrollo sustentable si continuamos disminuyendo nuestras áreas boscosas a un ritmo de 600 mil hectáreas anuales (2 mil 600 hectáreas, en promedio en el Estado de México

y con 500 en el Distrito Federal), con sus implicaciones en la disminución en la recarga de los acuíferos, la pérdida de la biodiversidad, el alto índice de suelo erosionado, que ya asciende a 250 mil hectáreas en el Estado de México, de las cuales casi la mitad se localiza en áreas boscosas y el resto fuera del bosque, aunque en gran medida en suelos de vocación forestal, considerando que durante el Siglo XX la superficie arbolada del Estado de México ha disminuido en más de 350 mil hectáreas, no obstante los programas de reforestación que se están llevando a cabo los últimos años; a su vez en el Distrito Federal se han perdido 32 mil hectáreas debido a invasiones, incendios forestales y cambios en los usos del suelo.



Esta situación está íntimamente vinculada con la más grave amenaza para el desarrollo sustentable de la Zona Metropolitana del Valle de México: la escasez de agua. Debido al abatimiento de los mantos freáticos (casi un metro cada año) y a los crecientes problemas sociales que se están presentando al depender, excesivamente, de cuencas que la requieren para su propia subsistencia. Ante este panorama, en la plataforma política 1999-2005, el Lic. Arturo Montiel se propuso fomentar una nueva cultura para el uso del agua, mediante campañas de sensibilización ciudadana, que promoverán el ahorro y el uso eficiente del vital líquido.

Aunque es cuantioso el volumen de lluvia que cae sobre el Estado de México (22 mil 500 millones de metros cúbicos anuales), la mayor parte se evapotranspira y sólo alrededor de 970 millones de metros cúbicos se infiltran a los acuíferos locales, mientras que el consumo de agua para uso doméstico y comercial es de unos mil 300 millones de metros cúbicos anuales. Para prevenir el incremento de la sobreexplotación de los acuíferos propios, el Programa Estatal de Protección al Ambiente 1996-1999, marca como estrategias la recuperación de la cuenca alta del río Lerma y el uso eficiente del agua; inducción del uso del agua tratada en actividades industriales, comerciales y de servicios, esto último de particular importancia ya que la demanda de agua de la industria del Estado asciende a cerca de 233 millones de metros cúbicos anuales, siendo factible aumentar la proporción que actualmente se utiliza de agua tratada en procesos que no requieren agua potable.



Tanto el agua de desecho industrial como la municipal y comercial, mezclada con enormes cuantías de agua de lluvia sale de la cuenca de México con rumbo al Golfo de México, en vez de tratarla adecuadamente y utilizarla para recargar el sobre explotado acuífero.

No siendo posible separar los problemas ambientales (y en particular los del agua) que afectan a los mil 490 km<sup>2</sup> del Distrito Federal de los 3 mil 229 km<sup>2</sup> del área conurbana del Estado de México, tienen que realizarse, coordinadamente todo tipo de acciones para recargar el manto acuífero común en beneficio de los más de 18 millones de habitantes de esta gran metrópolis, en vías de formar parte de una megalópolis.

Hay que resaltar que el nivel piezométrico del acuífero se abate más de 90 cm cada año, como consecuencia de la sobre explotación, que se localiza a más de 100 metros de profundidad, con un espesor de 100 a 300 metros, abarcando una extensión de 3 mil 488 km<sup>2</sup>, de los 9 mil 560 km<sup>2</sup> que integran la cuenca de México. Sobre esta extensión cada año llueven cerca de 7 mil millones de metros cúbicos, de los cuales cerca del 80% se evapora o es absorbido por las plantas, 8.7% corre superficialmente o en corrientes interiores con rumbo al drenaje y alrededor del 11.3% se infiltra al suelo para recargar el acuífero, o sea que sólo unos 790 millones de metros cúbicos logran llegar al acuífero y otra pequeña cantidad se manifiesta en manantiales. Puesto que la extracciones es de 4 mil 919 millones de metros cúbicos, hay un déficit hidráulico considerable.

A este respecto, se ha señalado que casi 80% de la de por sí escasa recarga del acuífero (788 millones de metros cúbicos anuales, según Elías Sahab), se realiza a los 820 km<sup>2</sup> que constituyen el suelo de conservación del Distrito Federal y que el área urbanizada (680 km<sup>2</sup>) contribuye con muy poco por estar asfaltada y casi toda la lluvia se va al drenaje, saliendo posteriormente de la cuenca, mezclada con las aguas residuales (aproximadamente 45 m<sup>3</sup>/s). Por ello, desde 1943 se han intentado obras de recarga artificial



del acuífero, como el anegamiento mediante modificación de canales de corriente del río Magdalena que se suspendió en 1960 por problemas de inundaciones. También en 1953 se inició la recarga artificial del acuífero, con pozos de infiltración, pero por problemas operacionales se clausuraron los 42 pozos no obstante que se logró una infiltración de 0.1 a 0.3 m<sup>3</sup>/s, según se reporta en "El Agua y La Ciudad de México", concluyéndose que para el mayor éxito y multiplicación de estas acciones, es indispensable realizar estudios geohidráulicos para seleccionar los sitios adecuados (lejos de los pozos de extracción) para realizar la recarga y controlar la calidad de las aguas a infiltrar o inyectar.

Entre las acciones más recientes (y con relativo éxito) que se han puesto en marcha para recargar artificialmente el acuífero, destacan el proyecto de utilizar mil litros por segundo del agua tratada a nivel terciario, de la planta de tratamiento de aguas residuales "Cerro de la Estrella" se pretende que por anegamiento contribuir a la recarga del acuífero; el pozo de absorción por inyección directa "San Luis 15" a donde llega una línea de agua tratada a nivel terciario, de la planta de tratamiento de aguas residuales "San Luis Tlaxialtemalco", con una tasa de inyección de 60 litros por segundo y como parte del grandioso proyecto de rescate del Lago de Texcoco, se inyectan a presión 50 litros por segundo, de aguas negras tratadas a nivel terciario.

Ante la creciente amenaza mundial de que se vayan agotando los acuíferos, por la insuficiente recarga natural con agua de lluvia, con relación en la excesiva extracción de agua subterránea, en los últimos años han proliferado las técnicas de recarga artificial, empleando aguas residuales de tipo municipal, industrial y agrícola, debidamente tratadas y seleccionando rigurosamente los sitios y técnicas de infiltración.

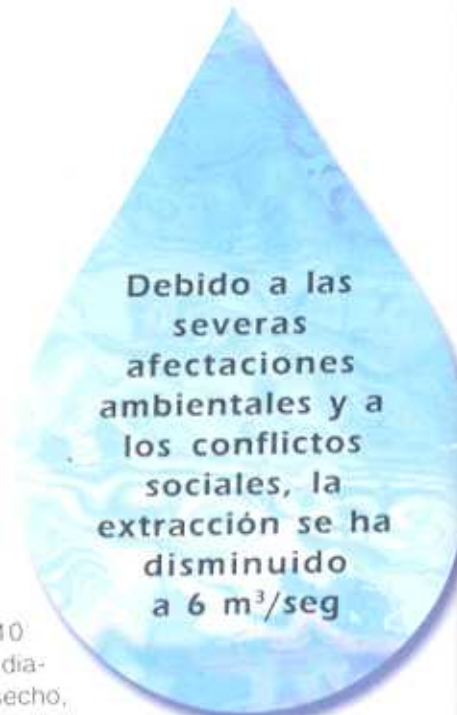
Un ejemplo destacado, es la planta de tratamiento y potabilización instalada en 1985, en el Paso Texas, para salvar el acuífero del Bolsón del Hueco, el cual, por la sobreexplotación ejercida por los habitantes de Ciudad Juárez y de El Paso Texas, corría el riesgo de agotarse en pocos años, ya que el nivel freático estaba bajando 61

cm al año (el de la ciudad de México baja más de 90 cm anuales).

La planta procesa 10 millones de galones diarios de agua de desecho, incluyendo la proveniente de regaderas, sanitarios y cocinas, hasta convertirla en agua potable, que se inyecta al acuífero del Bolsón del Hueco a través de una serie de pozos de infiltración para mezclarse con el agua natural del acuífero en proporción de 20 a 1; al estabilizarse por dos años, se bombea a los pozos de agua potable Del Paso mediante la infiltración para mezclarse con agua natural del acuífero, en proporción de 20 a 1 y después de donde se extrae y distribuye a la población de ambas ciudades.

Aún más avanzado tecnológicamente, es el proyecto de repurificación de agua en San Diego, California, para reutilizar agua de desecho como agua potable, después de tratarla con varias tecnologías combinadas (ultrafiltración, osmosis inversa, ozonización, intercambio iónico) antes de mezclarla con agua de otros orígenes, para garantizar la calidad de los 76 mil metros cúbicos que se producirán diariamente.

Israel depende en gran medida de los mantos acuíferos de Cisjordania, que les abastecen de la casi totalidad del agua dulce para consumo humano y por ello, previendo situaciones difíciles para el futuro: tiene una política de recargar sus acuíferos con agua de mar desalada en varias plantas, incluyendo una con capacidad de 27 mil metros cúbicos diarios. Recientemente, el estado de Sonora ha proyectado recargar el sobreexplotado acuífero que abastece a la ciudad de Hermosillo, con agua de mar desalada en una planta desaladora que está en licitación. Estos ejemplos señalan otros caminos más viables y sustentables que la mayor dependencia de fuentes externas para satisfacer las necesidades de agua potable aprovechando en mayor medida su propio acuífero, pero propiciando la disminución (no el incremento) de su sobreexplotación.



**Debido a las severas afectaciones ambientales y a los conflictos sociales, la extracción se ha disminuido a 6 m<sup>3</sup>/seg**

Ya en la actualidad, los 65 m<sup>3</sup>/s que consumimos en la zona metropolitana del Valle de México (cerca de 36 m<sup>3</sup>/s en el Distrito Federal y 29 m<sup>3</sup>/s en los municipios conurbados del Estado de México) no son suficientes y por ello en algunas colonias se aplican restricciones y tandeos, además de que en algunas zonas el agua llega con poca presión y con una mala apariencia, debido a que al profundizarse el bombeo se extrae agua magnética con altos contenidos de hierro, manganeso y boro, principalmente.

Del consumo total, 71.1 % proviene del acuífero de la zona metropolitana del Valle de México, 8.8 % de la cuenca del Lerma, 17.7 % de la cuenca del Cutzamala y 2 % de ríos y manantiales locales. De los 46 m<sup>3</sup>/s que se extraen del propio acuífero, las lluvias apenas logran recargar cerca de 25 m<sup>3</sup>/s. Actualmente, se bombea agua hasta de 450 metros de profundidad, en la cuenca principal, al sur de la Sierra de Guadalupe, pero con la perspectiva de llegar a bombear a más de 1000 metros de profundidad al norte de la Sierra de Guadalupe, pero con el riesgo de que con ello pudiera ace-



lerarse el hundimiento de la ciudad de México que aunque es de 9 cm en promedio anual, hay zonas de la ciudad en que el hundimiento alcanza los 40 cm, siendo cada vez más frecuentes las grietas en el asfalto, debido al desecamiento de las arcillas, altamente comprensibles, haciendo especialmente susceptibles a las construcciones civiles, durante los sismos regulares o de gran magnitud.

Debido a fugas externas e internas, cerca del 35 % del agua captada no llega a ser utilizada y por ello, al calcular el consumo diario por habitante de agua potable, asciende a 360 litros en el D.F. y a 270 en los municipios conurbados. A su vez el consumo se destina en un 67 % a necesidades domésticas, 17 % a usos industriales y 16 % a servicios y actividades comerciales. De la elevada proporción consu-

mida en los hogares, 40 % se va en los excusados, 15 % en el lavado de ropa, 6 % en la limpieza de los utensilios y 30 % se pierde en fugas o se desperdicia por dejar abiertas las llaves en momentos en que no es indispensable que corra el agua. Se considera que el déficit actual es de 7 m<sup>3</sup>/s y cada año se suma al requerimiento adicional de casi un metro cúbico por segundo.

Como no es aconsejable perforar más pozos para extraer más de los 46 m<sup>3</sup>/s actuales del propio acuífero se ha planeado traer 4 m<sup>3</sup>/s (2 para el Distrito Federal y 2 para el Estado de México) del río Temascaltepec, pero los habitantes de la zona principalmente de los municipios de Cutzamala, y de Altamirano, Guerrero, tienen varios años oponiéndose a compartir el agua con los derrochadores capitalinos (propiciado por cuotas altamente subsidiadas), quienes consumimos alrededor de 350 litros diarios por persona, cantidad que casi duplica el gasto de ciudades importantes de Japón, Europa y Estados Unidos.

Así pues, la lucha por el agua se está agravando y aleja la posibilidad de satisfacer las crecientes necesidades de la Zona Metropolitana del Valle de México, con base en traer más agua de otras alejadas cuencas, como se proyectó, conduciendo primero 5 m<sup>3</sup>/s de Temascaltepec y posteriormente 14.2 m<sup>3</sup>/s de la cuenca de Amacuzac; 14.7 m<sup>3</sup> de la cuenca de Tecolutla y 7.0 m<sup>3</sup>/s de la cuenca Tula-Taxhimay.

La realización de esas magnas obras no sólo requerirían cuantiosas inversiones económicas (120 millones de dólares por cada metro cúbico por segundo), sino además elevados consumos energéticos (1,600 millones de kilowatts hora cada año consume el sistema Cutzamala), pero lo más difícil será convencer a las comunidades involucradas, sin ocasionar serios problemas sociales.

Consecuentemente, es conveniente buscar e instrumentar soluciones complementarias a la "importación" de los 18 m<sup>3</sup>/seg del sistema Lerma-Cutzamala y a la extracción de 46 m<sup>3</sup>/s del acuífero de la cuenca de México, teniendo al autoabastecimiento sustentable.

Bajo ninguna circunstancia se debe incrementar la sobre explotación del acuífero, pero se puede extraer una mayor cuantía, en la medida que se inyecte y se retenga una mayor cantidad de agua útil para recargar el acuífero, y ésta sea la cantidad máxima adicional que se extraiga.

Por ello, el Comité de Academias para el Estudio de Suministro de Agua de la Ciudad de México, ha propuesto que se realice un programa de investigación para determinar las características hidrológicas, fisicoquímicas y biológicas de los acuíferos de la cuenca de México, que conside-

re el grosor, la amplitud y la profundidad del acuífero; así como la porosidad, permeabilidad, capacidad de almacenamiento y conductividad hidráulica de los acuíferos, como factores para la óptima ubicación de pozos de extracción y sitios de recarga, para así determinar el rendimiento óptimo del acuífero.

Simultáneamente, habría que proyectar la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, a nivel terciario, para disponer de 7 a 10 m<sup>3</sup>/s de agua reciclada para mezclarse con agua subterránea de la cuenca (en sitios propicios) y revertir así el desequilibrio hidráulico, con agua que sea compatible y por lo menos de la misma calidad que el agua que se encuentra en el subsuelo.

Consecuentemente, es conveniente impulsar todo tipo de acciones para utilizar, óptimamente, el preciado líquido y reusarlo cuantas veces sea posible, antes de que se evapore o se vaya al drenaje en forma definitiva por salir de la cuenca, ya que antes de ello, aún se puede recuperar para su tratamiento a nivel terciario y reutilizarla para recargar el acuífero o para otros usos en que no se requiera agua potable.

Tal sería el caso de las 4 macro-plantas proyectadas inicialmente para tratar 74 m<sup>3</sup>/s de aguas de desecho, ahora ajustado el proyecto para tratar sólo 49 m<sup>3</sup>/s a nivel prima-



rio avanzado, o sea sin la posibilidad de que una parte pudiera aprovecharse en la propia cuenca, antes de vaciarse al río Moctezuma y luego la cuenca del río Panuco después de utilizarse la mayor parte, en riego agrícola, especialmente en el Valle del Mezquital. Aunque sólo 4 de las 32 plantas existentes del tratamiento de aguas de desecho lo hacen a nivel terciario, sería muy útil que por lo menos 2 m<sup>3</sup>/s se canalicen a recargar el acuífero, con técnicas de

inundación o de pozos de absorción, en sitios propicios y que los 5 m<sup>3</sup>/s, que complementan la capacidad instalada (actualmente sólo se tratan 4.8 m<sup>3</sup>/s) sigan sirviendo a los propósitos de sustituir el consumo de agua potable en riego de áreas verdes, industriales y recarga de los canales de Xochimilco.



Mientras que en la ciudad de México y la zona conurbada del Estado de México se recicla 15 %, en los Angeles se recicla 70 %, en Madrid 98 % y en Estocolmo el 100%, por señalar algunos ejemplos.


Puesto que los 7 mil millones de metros cúbicos que llueven actualmente, son muy superiores al consumo total anual de cerca de 2 mil millones de metros cúbicos, se requiere disminuir la evaporación y la pérdida en el drenaje, impulsando la infiltración al suelo y la captación, almacenaje y uso de la máxima cantidad posible del agua pluvial.

Adicionalmente a estas acciones para propiciar la recarga del acuífero, captando, reteniendo e infiltrando la máxima cantidad posible del agua de lluvia, se deben impulsar otros tipos de acciones y proyectos como el uso de adopasto, adocreto y piedra bola en banquetas y carriles; recepción de agua pluvial en tanques, tinas y cisternas para uso ulterior; canalización hacia resumideros naturales; desazolve de presas, lagunas, cauces y canales, brindando especial atención a las limpiezas de las barrancas, instruyendo más canales laterales de desagüe y realizando diversas obras de conservación de suelos, para disminuir la pérdida de agua pluvial. Puesto que la cubierta del piso boscoso retiene enormes cantidades del agua pluvial, es fundamental su conservación, evitando la tala de árboles y sobre todo impidiendo los asentamientos hu-



**En el Distrito Federal se tienen registrados 414 pozos. Sin embargo se estima que existen de 5,000 a 10,000 pozos ilegales**

manos irregulares, los cuales no sólo estorban el libre flujo del agua, sino que producen líquidos y sólidos que eventualmente contaminan el acuífero.

También, durante los últimos años, se ha reforzado el programa de rehabilitación de pozos (inclusive en el alto Lerma) de agua potable y la supresión de las múltiples fugas (ocasionadas por tuberías obsoletas y por los hundimientos diferenciales del terreno) ocasionando una pérdida de más de 12 m<sup>3</sup>/s, que en su mayor parte van a dar a las alcantarillas para mezclarse con las aguas negras y finalmente al gran canal o al drenaje profundo y otra parte se evapora directamente de los charcos y corrientes de agua que se acumulan en el pavimento. 

## PROMOTORES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

Dr. René Drucker Colín  
Presidente de la Academia Mexicana de las Ciencias.



- Ingeniero por la UNAM.
- Doctor en Fisiología por la Universidad de *Niokatchewan* en Canadá (1971).
- Coordinador de la investigación científica de la UNAM (2002).
- Becario de la *Association for Research* *Bochater* (1973-1974).
- Premio Nacional de Ciencias y Artes (1987).
- Miembro del Consejo Consultivo de Ciencias para la Presidencia de la República a partir de 1989.
- Investigador Nacional nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadores desde 1984 y emérito desde 1998.
- Recibió la Orden Andrés Bello clase Banda de Honor por parte del gobierno de la República de Venezuela en 1998.
- Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (2000-2002).
- Presidente de la Sociedad Latinoamericana del Sueño (1992-1994).
- Premio UNAM en 1988.
- Premio Fundación Mexicana para la Salud en 1995.
- Premio Miguel Otero al Mérito en Investigación Científica en 1999.
- Premio a la Excelencia Médica por parte de la Secretaría de Salud en 2000.